

INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

BELARUS SOCIETY OF SOIL SCIENTISTS
AND AGROCHEMISTS

RECOVERY OF SOIL FERTILITY AND THEIR PROTECTION IN MODERN FARMING

MATERIALS OF THE INTERNATIONAL
RESEARCH AND PRACTICE CONFERENCE
AND V CONGRESS OF SOIL SCIENTISTS AND AGROCHEMISTS
(Minsk, 22–26 June, 2015)

In 2 Parts

Part 1

Minsk 2015

Editorial board:

V. Lapa (chief editor), A. Tsyganov, A. Chernysh,
M. Rak, G. Tsytron, S. Kas'yanchik,
A. Yukhnovetz, N. Zhabrovskaya

Recovery of soil fertility and their protection in modern farming :
Materials of the International Research and Practice Conference and
V Congress of Soil Scientists and Agrochemists, Minsk, 22–26 June
2015 / editorial board : V. Lapa [et al.] ; Institute of Soil Science and
Agrochemistry. — Minsk, 2015. — V 1. — 352 p.

The results of research in soil and agrochemical sciences on genesis,
soil classification and diagnose, their evolution and fertility, rational use of
fertilizers and crop yield increase, environmental safety and economically
profitable land use are presented in these materials.

Author's edition is kept.

ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВО ПОЧВОВЕДОВ
И АГРОХИМИКОВ

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И ИХ ОХРАНА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
И V СЪЕЗДА ПОЧВОВЕДОВ И АГРОХИМИКОВ
(Минск, 22–26 июня, 2015 года)

В двух частях

Часть 1

Минск
«ИВЦ Минфина»
2015

УДК 631.4(082)
ББК 40.3я43
В77

Редакционная коллегия:
В.В. Лапа (главный редактор), А.Р. Цыганов, А.Ф. Черныш,
М.В. Рак, Г.С. Цытрон, С.А. Касьянчик,
А.В. Юхновец, Н.Ю. Жабровская

Воспроизводство плодородия почв и их охрана в услови-
В77 ях современного земледелия : материалы Междунар. науч.-
практ. конф. и V съезда почвоведов и агрохимиков, Минск, 22—
26 июля 2015 г. В 2 ч. Ч. 1 / редкол. : В. В. Лапа (гл. ред.)
[и др.]. — Минск : ИВЦ Минфина, 2015. — 352 с.

ISBN 978-985-7133-18-5(ч. 1).

В материалах освещены результаты исследований почвенной и агрохимической наук по генезису, классификации, диагностике, эволюции и производительной способности почв, рациональному использованию удобрений и повышению урожайности сельскохозяйственных культур, экологически безопасному и экономически выгодному землепользованию.

УДК 631.4(082)
ББК 40.3я43

ISBN 978-985-7133-18-5(ч. 1)
ISBN 978-985-7133-17-8

© Институт почвоведения и агрохимии, 2015
© Оформление. УП «ИВЦ Минфина», 2015

УДК 631.4:631.8

РАЗВИТИЕ ПОЧВЕННО-АГРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ – ЭТАПЫ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ

В.В. Лапа

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

Почва является основой сельскохозяйственного производства в любой стране, а плодородие почв считается одним из основных факторов благополучия наций. Современное, высокоинтенсивное ведение сельского хозяйства возможно только на почвах с высоким уровнем плодородия. Поэтому эффективное использование и сохранение плодородия относятся к числу важнейших государственных задач, стоящих перед аграрной отраслью, и одной из важнейших задач агрохимии.

В структуре сельскохозяйственных земель страны преобладают дерново-подзолистые почвы, которые по своей природе обладают низким естественным плодородием, имеют кислую реакцию и низкую обеспеченность элементами питания, и для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур требуется постоянное применение оптимальных доз минеральных и органических удобрений.

Научное обеспечение всего комплекса почвенных и агрохимических мероприятий для аграрного комплекса страны уже на протяжении более 40 лет осуществляет Институт почвоведения и агрохимии.

К числу наиболее важных научных достижений в период с 1980 по 2000 г. относятся: разработка методического обеспечения бонитировки и кадастровой оценке земель, по крупномасштабному агрохимическому обследованию почв, известкованию кислых почв, создание банка данных агрохимических свойств почв Беларуси и комплекса задач на его основе по управлению плодородием почв, определение потребности и ассортимента минеральных удобрений для сельского хозяйства,

разработка планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры, разработка комплексных программ по сохранению и повышению плодородия почв Республики Беларусь.

В этот период была заложена серия полевых опытов на искусственно созданных агрохимических фонах, заложен уникальный лизиметрический стационар, в котором и сегодня продолжают научные исследования. Это уникальный научный полигон, в котором представлены все основные почвенные разновидности республики. В настоящее время на постсоветском пространстве осталось только два таких полигона.

Результаты исследований в полевых опытах, на искусственно созданных агрохимических фонах, послужили научным обоснованием для разработки оптимальных параметров агрохимических свойств почв республики – основным нормативным документом для комплексного агрохимического окультуривания почв.

Исследования по программированию урожаев сельскохозяйственных культур явились теоретической основой для разработки интенсивных технологий их возделывания. На основании проводимых научных исследований Институтом почвоведения и агрохимии разрабатывались комплексные мероприятия по повышению плодородия почв.

Большой вклад в развитие научных исследований на данном этапе развития агрохимии внесли: Т.Н. Кулаковская, С.Н. Иванов, И.М. Богдевич, Л.П. Детковская, Е.М. Лимантова, Г.П. Дубиковский, Н.Н. Семененко, Г.В. Василюк, В.А. Тикавый, Л.В. Круглов, В.И. Матвеева, В.А. Тикавый и др.

В период после 2000 г. в области почвенных исследований главным приоритетом становится разработка практических направлений по повышению эффективности использования сельскохозяйственных земель в части оценки степени пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур и совершенствования на этой основе структуры посевных площадей. Для этих целей формируется банк данных генетических свойств почв.

Новый этап в развитии агрохимических исследований в республике связан с использованием принципов энерго- и ресурсосбережения в агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Формирование высокой урожайности сельскохозяйственных культур в условиях, преобладающих в Республике Беларусь, дерново-подзолистых почв обуславливается следующими факторами:

- уровнем плодородия почв и соответствием агрохимических свойств почв оптимальным значениям;
- уровнем применения органических удобрений;

- определением оптимальных доз минеральных удобрений, дифференцированных в зависимости от типа и гранулометрического состава почв, агрохимических показателей пахотного слоя почв и биологических особенностей возделываемых культур;
- комплексным применением азотных удобрений, микроудобрений и химических средств защиты растений от сорняков, болезней и вредителей;
- техническими средствами, определяющими качество внесения минеральных удобрений.

Поэтому научные исследования, проводимые в этот период, ориентированы на конкретные технологические решения и заканчиваются практическими рекомендациями и технологическими регламентами. Последовательно разрабатываются:

- ресурсосберегающая система применения удобрений сельскохозяйственных культур, обновляется соответствующая компьютерная программа для расчетов планов применения удобрений для хозяйств республики. Основной принцип — дифференциация коэффициентов возмещения выноса фосфора и калия в зависимости от соответствия фактического содержания этих элементов в почвах, обеспечивающий целенаправленное регулирование их запасов;
- система поддерживающего известкования кислых почв;
- разработка новых форм комплексных минеральных удобрений со сбалансированным соотношением элементов минерального питания для отдельных культур или групп культур;
- разработка новых форм жидких хелатных микроудобрений;
- рекомендации по управлению продукционным процессом зерновых культур в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур;
- рекомендации по оценке пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур;
- комплекс регламентов на применение удобрений под сельскохозяйственные культуры.

Наряду с технологическими вопросами проводятся широкие научные исследования по изучению всех видов деградаций почв с последующей разработкой приемов снижения их негативного влияния. Наибольшее внимание в исследованиях уделяется защите почв от водной и ветровой эрозии почв Белорусского Поозерья и Полесья. Создается банк данных агрофизических свойств почв Республики Беларусь.

Интенсивное применение в аграрном комплексе страны средств химизации обусловило актуальность проведения исследований по

изучению влияния различных уровней применения минеральных удобрений и средств химической защиты растений на биологические свойства почв. В длительных полевых опытах разработаны биологические индикаторы плодородия почв (активность ферментов, микробная биомасса и др.), определяющие направленность процессов гумификации и минерализации органического вещества.

На протяжении относительно короткого периода времени учеными института разработаны составы, технические условия, рекомендации по применению и регистрация Государственной инспекции по семеноводству, карантину и защите растений Республики Беларусь новых форм комплексных удобрений для всех возделываемых сельскохозяйственных культур. Одновременно проводились исследования по новому для нашей республики направлению — разработке новых форм жидких хелатных форм микроудобрений и изучение их эффективности в технологиях возделывания основных сельскохозяйственных культур. В настоящее время по лицензионным договорам института освоено промышленное производство около 10 отечественных форм жидких хелатных форм микроудобрений (медные, марганцевые, цинковые и борные в биоорганической форме).

Разработка комплексных минеральных удобрений и жидких хелатных микроудобрений позволяет интенсифицировать агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур на современном уровне.

ГЕНЕЗИС, КЛАССИФИКАЦИЯ, КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

PROPERTIES OF EKRANOSOLS OF TORUŃ, POLAND

P. Charzyński

*Department of Soil Science and Landscape Management, Faculty of Earth
Sciences, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland*

Technogenic soils are common on all continents. They are dominant in urban areas, which occupy about 3% of the world's land surface, where only remnants of natural soils exist, while soils radically transformed by different human activities dominate together with 'new soils'. Soil sealing – the covering of the soil by an artificial materials (e.g. asphalt, concrete, paving slabs) is one of the main causes of soil degradation in such areas in the developed countries. Ability to provide ecosystem services by technogenic soils are different from those secured by natural soils and often impaired (Morel et al. 2015; Stroganova et al. 1998). Sealed soils lose some of its ecological functions leading to reducing their ecosystem services (Couch et al. 2007). Soil may be sealed by materials like concrete or asphalt causing total imperviousness, or soil may be sealed with semi-pervious surface such as concrete paving slabs, which allow water and air to partially pass through (Nestroy 2006).

Urban soils in Poland was researched already quite intensively placing Poland on 5th position in the number (51) of technogenic soils related publications (Capra et al. 2015). The most numerous studies (15) were carried out in Toruń, co-capital of Kuyavian-Pomeranian Province, which has a medieval part that has been designated as an UNESCO World Heritage Site. A significant part of those papers is devoted to ekranosols studies which covered considerable part of the city (Fig 1).

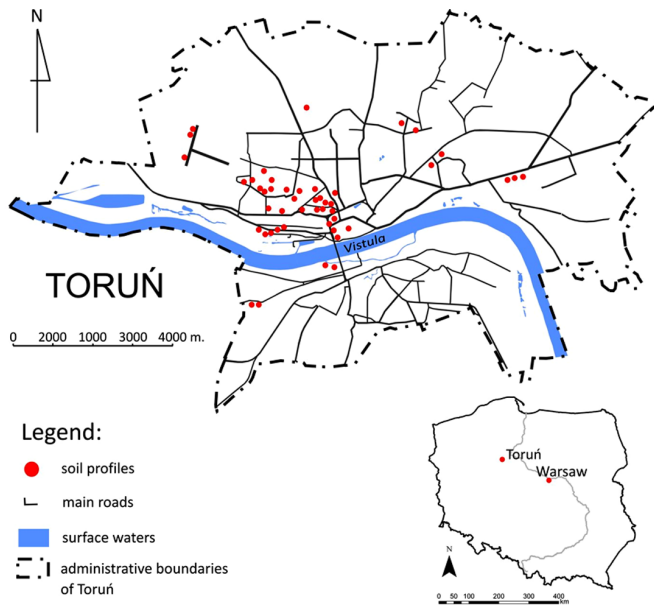


Fig. 1. Studied ekranosols within Toruń urban area

The largest homogeneous area of Ekranosols in the city is located under the runway and taxiways of Toruń Airfield (Charzyński et al. 2013a, Charzyński & Świtoniak 2014). Ekranic Technosols of city center area was studied as well (Charzyński et al. 2011a, 2013b). Sealed soils of Toruń cemeteries was also subject of research (Charzyński et al. 2011b). Most recent study is focusing on impact of sealing on enzymatic activity and microbial biomass (Piotrowska-Długosz & Charzyński 2015).

Most of the soils were characterized by disturbed horizons sequence (Fig. 2), presence of artefacts, alkaline reaction, high CaCO_3 content, low OC and N content. Also C:N ratio are wide indicating low biological activity. Some profiles contain layers with a high content of phosphorus, which is related to the current (cemeteries) or previous land use. Ekranosols were generally characterised by a destroyed upper part of the soil profile as a result of land leveling. They had usually higher bulk density in the horizon immediately below the concrete or asphalt as a consequence of compaction during the construction and/or compaction caused by vibrations resulting from traffic. Soil sealing in urban areas can significantly alter soil environment by worsening some physicochemical and biological properties. The contents of soil carbon and nitrogen, both total and microbiological, as well as some enzymatic ac-

tivities were significantly lower in researched ekranosols than in neighbouring non-sealed sites. Microbiological analysis has revealed a reduced number of microorganisms (bacteria and fungi) in the upper layer of the covered soil.



Fig. 2. Examples of studied ekranosols

It should be noted, that studied soils are usually characterized by smaller content of heavy metals and PAHs compared to adjacent unsealed soils, which resulted from a protective effect of the artificial surface cover.

1. Capra G.F., Ganga A., Grilli E., Vacca S., Buondonno A. 2015. A review on anthropogenic soils from a worldwide perspective *J Soils Sediments* DOI 10.1007/s11368-015-1110-x

2. Charzyński P., Bednarek R., Błaszczewicz J. 2011. Morphology and properties of Ekranic Technosols in Toruń and Cluj-Napoca. *Soil Sci Ann* 62(2): 1–6. (in Polish)

3. Charzyński P., Bednarek R., Świtoniak M., Żońnowska B. 2011. Ekranic Technosols and Urbic Technosols of Toruń Necropolis. *Geologia*. – Vol 53, № 4: P. 179–185.

4. Charzyński P., Bednarek R., Mendyk Ł., Świtoniak M., Pokojńska-Burdziej A., Nowak A. 2013. Ekranosols of Toruń Airfield. [In:] P. Charzyński, P. Hulisz, R. Bednarek (Eds.) *Technogenic soils of Poland*, Polish Society of Soil Science, Toruń, pp 173–190.

5. Charzyński P., Markiewicz M., Bednarek R., Mendyk Ł. 2013. Technogenic soils in Toruń. [In:] P. Charzyński, M. Markiewicz, M. Świtoniak (Eds.) *Technogenic soils atlas*, Polish Society of Soil Science, Toruń, pp 111–140.

6. Charzyński P., Świtoniak M. 2014. Pleistocene terraces of the Toruń Basin on the border of the urban area [In:] M. Świtoniak & P. Charzyński (Eds.) *Soil Sequences Atlas*. Nicolaus Copernicus University Press, Toruń: 125–140.

7. Morel J.L., Chenu C., Lorenz K. 2015. Ecosystem services provided by soils of urban, industrial, traffic, mining, and military areas (SUITMAs) *J. Soils Sediments*. DOI 10.1007/s11368-014-0926-0
8. Nestroy O. 2006. Soil sealing in Austria and its consequences. *Ecohydrol Hydrobiol* 6 (1-4): 171-173.
9. Piotrowska-Długosz A., Charzyński P. 2015. The impact of the soil sealing degree on microbial biomass, enzymatic activity, and physicochemical properties in the Ekranic Technosols of Toruń (Poland). *J Soils Sediments* January 2015, Volume 15, Issue 1, pp 47-59 DOI 10.1007/s11368-014-0963-8
10. Stroganova M., Miagkova A., Prokofieva T., Skvortsova I. 1998. Soils of Moscow and urban environment. Moscow, 177 pp.

УДК 631.4 (478)

ESTIMATED SOIL LOSS THROUGH OF THE EROSION PROCESS

O.I. Cojocaru, V.F. Filipciuc

*Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection N. Dîmo,
Chisinau city, Republic of Moldova*

To assess the erosion phenomenon under practical conditions of relief, soil, climate and social and economic conditions in the US (already in 1930), were performed with the help of studies and research plots drain.

This article shows aspects influence the degree of soil erosion on soil loss, specific to each units of investigated soil. Erosion is triggered by the action of kinetic energy of raindrops, which come into contact with a sloping ground. Rain exerts a complex action of weathering and transport of the particles of soil falling down on the soil surface. This aggressive action depends on the characteristics of torrential rains, of which principally includes the quantity and the intensity. Soil erosion is one of the most common forms of major soil degradation and having a strong impact on the environment as well as an economic [1].

Erosion caused by microcurrents form of rills or gullies, have great importance in the genesis formations deep erosion and formation of the solid flow torrents and ravines [5]. The specifics researches on runoff formation and their role in process of erosion are limited and mainly concerns to quality aspects on their typology. Specifications quantitative information on erosion [3] of microcurrents meets in the works elaborated by L.D. Meyer and W.H. Wischmeier (1969), W.P. David and C.E. Beer (1975), C.A. Onstad and G. R. Foster (1975).

The problems related to erosion of microcurrents are:

- the variation in relation to erosion leakage rate, land slope, soil properties, soil surface condition and crops;
- formation process of runoffs wet weather riding conditions;
- erosion contribution in forming of solid flow rate.

Agriculture without soil loss practically is not possible and efforts to conserve soil cannot totally exclude the erosion process, but it limits between evaluation criteria permits, without influencing soil fertility [2]. Order to be able determine admissible soil loss in different climatic conditions, it is necessary to take into account the following considerations: soil layer thickness must be sufficient to ensure agricultural and forestry production for a period of time; to establish admissible soil losses account shall be taken of sorts cultivated plant. If the cultivation of vines can be admitted losses of more than in cereals, vines are less pretentious; will take account of the rock substrate. Thus, if the parent is hard rock, formed soil is thin water storage capacity is small then these soils are easily eroded [2]. All these considerations are valid only when the erosion speed does not exceed the possibility of the soil remediation. On the basis of studies and research carried out by some authors, in table 1, are rendered admissible soil loss on cropland.

Table 1

Soil loss of cropland admissible according to some authors

№	Author	Annual soil losses, t/ha
1	Thompson L.M.	1.20–14.40
2	Whatt and Miller	5–10
3	Wischmeier W.H.	7–11
4	Browning – for state Iowa	5–15
5	Hays și Clark – for Wisconsin	7
6	Moțoc M. – for România	3–12
7	Trăsculescu Fl. – for hydrographic basin Chineja	8
8	Mihai Gh. și Ionescu V. – for basin Slanic – Buzau	6–9
9	Cerbari V. – for Republic of Moldova	2–5

Measurements were made on plots with 2 m long and 1 m width on the reception basin “Negrea”. The slope of 1–5° of the slopes; with soil – clayey-loam ordinary chernozem. As a control parcel, it was soil with ordinary chernozem not erodad. On the upstream side of each parcel, the water coming from a reservoir with constant level were apportioned evenly of 0.5 m of the width of the plot, through a conduit provided with four holes. Feeding rate was 0.5 l/s.

At the downstream side of the metal a conduit is installed, opening over the whole the upper part as the collector for determining the volume leakage and erosion, and the flow rate liquid and solid [5]. On plots investigated, was used to determine concerning forward speed of the front drain, flow rate drain at steady speeds and were taken samples for determination of turbidity. Data on time, infiltration speed and turbidity and soil losses are shown in Table 2.

Table 2

The influence of the degree of erosion on leakage and soil loss

Time, min	Speed, mm/min	Turbidity, g/l	Soil losses, t/ha
<i>weakly eroded soil</i>			
10	1.88	50.82	0.6
15	1.74	45.24	1.2
20	1.54	39.96	2.1
25	1.36	36.62	2.6
30	1.18	33.44	2.9
Total	—	—	9.3
<i>moderately eroded soil</i>			
10	1.85	55.02	0.8
15	1.68	50.48	1.7
20	1.47	47.80	2.8
25	1.27	45.56	3.5
30	1.08	43.48	4.0
Total	—	—	12.8
<i>strongly eroded soil</i>			
10	1.77	80.54	1.8
15	1.55	76.88	3.4
20	1.34	73.02	4.6
25	1.15	68.06	5.6
30	0.97	67.88	6.6
Total	—	—	22.0

Leakage regime is established within 5 minutes after the front leakage with speed of infiltration — 1.88 mm/min for weakly eroded soil; — 1.85 mm/min for moderately eroded soil and 1.77 mm/min for strongly eroded soil [5]. The speed varies within a greater extent in relation to feed

stream. Turbidity values as speed has variations, its value is in relation to degree of readiness of the material.

Soil losses for ordinary chernozems with different degree of erosion plots were assessed for leaks, formed under the action of certain artificial rain intensity (Fig. 1).

Comparing the results of turbidity, with those obtained in plots for leakage located under similar conditions, it is found that wet weather riding conditions leakage on the plots, turbidity has values of: – 50 g/l for weakly eroded soil; – 55 g/l moderately eroded soil; – 80 g/l strongly eroded soil.

Increased turbidity occurs due to surface erosion and modification leakage regime.

The values of the investigated soil losses varies with the degree of erosion of their starting from 9.3 – 22.0 t/ha. What exceeds the limit admissible losses [4].



Fig. 1. Determining the volume and turbidity leaks under the influence of artificial rain of certain intensity

Bibliography

1. Cerbari V. *Monitoringul solurilor Republicii Moldova* / V. Cerbari. – Chișinău, 2010. – P. 283–300.
2. Constantin E. *Îmbunătățiri funciare* / E. Constantin. – București, 2011. – P. 86–87.
3. David W.P., Beer C.E. *Simulation of Soil Erosion. Part I. Vol. 18, №. 1, 1975.* – P. 126–128.
4. Florea N., Bălăceanu V., Răuță C., Canarache A. *Metodologia elaborării studiilor pedologice. Partea III.* București, 1987. – P. 178–179.
5. *Folosirea rațională a terenurilor erodate, 20 de ani de activitate științifică.* București, 1977. – P. 27–34.

SALINE SOILS AND MAPPING THEIR DISTRIBUTION IN KAZAKHSTAN

Gulnura Issanova^{1,2}, Azamat Kaldybayev³, Zheken Mamutov^{1,2}

*¹U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry,
Almaty, Kazakhstan*

*²Al-Farabi Kazakh State University, Faculty of Geography and Environmental
Sciences, Department of Energoecology, Almaty*

*³State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute
of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumq, China*

The problems of soil salinity are most widespread in the arid and semi-arid regions but salt affected soils also occur extensively in sub-humid and humid climates, particularly in the coastal regions where the ingress of sea water through estuaries, rivers and through groundwater causes large-scale salinization. The soil salinity is also a serious problem in areas where groundwater of high salt content is used for irrigation (Kovda, 2008).

A saline soil is an indispensable component of steppe and desert landscapes (Borovsky, 1978; 1982). They are widespread in arid and semi-arid regions of the world. According to the data from International Institute for Environment and Development and World Resources Institute, about 10% of the surface of continents is covered by saline soils. They are mostly distributed in arid lands, as well as zones of dry and desert steppes (Lopatovskaya and Sukachenko, 2010; Kovda, 2008). The saline soil is defined as having a high toxic concentration (0,25 percent) of soluble salts in any soil profile to affect plant growth (Munns, 2009). The saline soils have been estimated that around 20 percent of the world's cultivated lands and up to half of all irrigated lands are affected by high salinity. Moreover, the amount of salt-affected land worldwide is estimated to be more than 900 million hectares which is approximately 6 percent of the total global land mass, or about 20% of the world's cultivated area (Flowers, 2004; Gamalero et al., 2009). The saline soils have become a growing problem and concern in irrigated agricultural areas (Kovda, 2008).

The saline soils are mostly distributed in Central Asia and Kazakhstan, including West Siberia and West China. The most part of saline soils (70 percent) in the CIS countries occurred in Kazakhstan. Numerous reports were obtained about origin, development and conditions of saline soil formation in the territory of Kazakhstan (Glinka, 1931; Getroids, 1955; Borovsky, 1982). The soil salinization is one of the most common land degradation processes.

The degradation is accompanied by the intensive soil salinization which leads to the increase of solon chaks desert areas in inland drain less basins and salinization of irrigated land (Orlova and Saparov, 2009). Thus, our study on saline soils in Kazakhstan has great importance towards aiding in the prediction and monitoring of soil salinization process.

Kazakhstan is the region of drought. Geographical zones of Kazakhstan are characterized by significant excess of evaporation on precipitation. In the vast territory of Kazakhstan (except some mountain areas) the evaporation is much higher than precipitation which is 2–3 times in the north, 10–20 times in the south that are caused by the long, hot and dry summer (Uteshev, 1959). The aridity of the climate is high and evaporation of ground water is higher, respectively. Therefore likelihood of soil salinity is also high (Borovsky, 1982). The saline soils in Kazakhstan are distributed ubiquitously. Huge territories are covered by saline soils in the Central, Southern and Western part of Kazakhstan. However, they are widely distributed in the desert-steppe and desert zones (Faizov, 1980). In addition, the saline soils occupy Caspian lowland and Aral Sea region covered by marine (lake-sea) and alluvial-deltaic soil forming rocks with close mineralized ground water to the surface (Borovsky, 1978). Saline soils occupy quite large area in the structure of the soil cover in Kazakhstan due to high aridity of the territory.

In this paper, we used the numerous cartographic materials such as schematic maps by Borovsky (1978; 1982) for composing the map of soil-halo-geochemical provinces in Kazakhstan. According to the map, we have identified removal and transit areas of salts, as well as partial and total salt accumulation regions within Kazakhstan. The Arc Map software was used as a main tool to analyze the soil-halo-geochemical provinces in Kazakhstan, as well as for drawing the map of the salt accumulation provinces in Kazakhstan.

According to halo-geochemical structure there are four provinces of saline soils in Kazakhstan. All these provinces are different from each other by genesis, composition and transportation of salts (Fig.). Three of them belong to the southern part of Kazakhstan: (1) Caspian Sea basin runoff in which salt accumulates due to prevalence of sulfate-chloride and chloride; (2) Aral Sea basin runoff with accumulation of chloride-sulfate; (3) Balkhash Lake basin runoff with soda-sulfate salinity. All three provinces have drain less lakes which represent water and salt accumulation reservoirs (receiver). They are midland basins of internal moisture (hydrological) cycle. Salinization increasing of soil and ground water toward closed lakes along geochemical runoff is a typical feature of all three salt accumulated provinces. (4) Kara Sea basin with prevalence of chloride-sulfate salt accumulation. This province covers whole North Kazakhstan and part of Central and East Kazakhstan, but main area of the province located in the West Siberia.

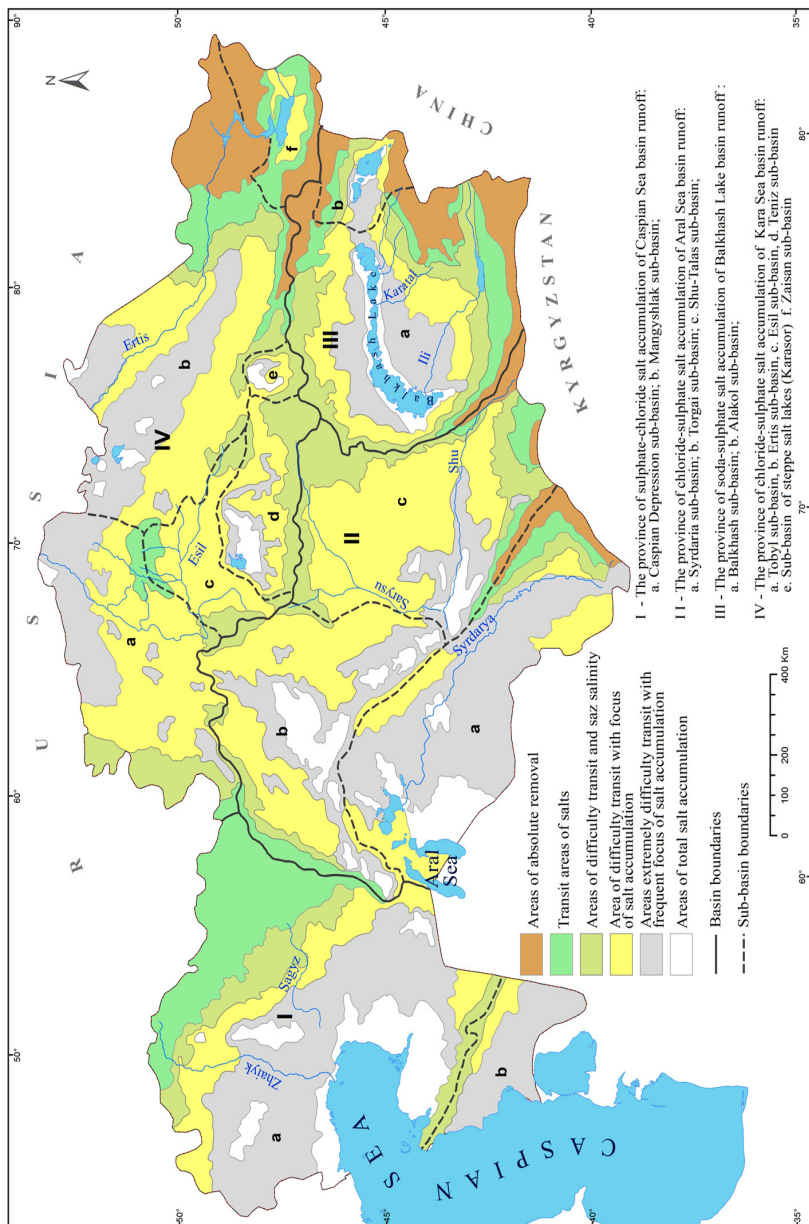


Fig. Salt accumulation or soil-halo-geochemical provinces with in Kazakhstan

Map of soil-halo-geochemical provinces shows (allocated) removal and transit area of salts, partial and total salt accumulation regions.

The saline soil is a common component of arid landscapes. Soil salinization is one of the signs of soil degradation and greatly reduces the significance. The geological development of the territory, composition and structure of sediments has a significant role in forming different types of the salt accumulation. Features of geological structure, composition of rocks and modern physical-geological process influences the soil salinity and salt migration in the soils. The Aral Sea lowlands and Caspian depressions are areas of ancient and modern salt accumulation regions.

The degradation is accompanied by the intensive soil salinization, that leads to the increase of solon chaks desert areas in inland drain less basins and salinization of irrigated land.

References

- Borovsky V.M. 1978. Geochemistry of saline soils in Kazakhstan. Moscow, Nauka, 191 (in Russian).
- Borovsky V.M. 1982. The data concerning salt-affected soils and halo-geochemical provinces of Kazakhstan. Nauka, KazSSR. 253 (in Russian).
- Faizov K.Sh. 1980. The soils of desert zone in Kazakhstan. Almaty. 134 (in Russian).
- Flowers T. 2004. Improving crop salt tolerance. J Exp Bot 55:307–319.
- Gamalero E., Berta G., Bernard R.G. 2009. The use of Microorganisms to Facilitate the Growth of Plants in Saline Soils. Microbial Strategies for Crop Improvement, 1-22.
- Glinka K.D. 1931. Soil science. Moscow-Leningrad (in Russian).
- Getroids K.K. 1955. Selected works, Parts 1–3. Moscow (in Russian).
- Munns R. 2009. Strategies for Crop Improvement in Saline Soils. Salinity and Water Stress. Chapter 11. 99–110.
- Lopatovskaya O.G, Sugachenko A.A. 2010. Soil melioration. Saline soils. Irkutsk. 101 (in Russian).
- Orlova M.A, Saparov A.S. 2009. Global self-regulated circulation of salts in the nature. Poligraphia-servis K°, Almaty (in Russian).
- Kovda V.A. 2008. Problems of desertification and soil salinization in arid territories of the world. Moscow, Nauka, 415(in Russian).
- Uteshev A.S. 1959. Climate of Kazakhstan. Leningrad (in Russian).

SOIL NITROGEN APPARENT RECOVERY – METHOD OF CALCULATION

A. Karklins, A. Ruza

Latvia University of Agriculture, Jelgava, Latvia

Requirements of ES Nitrate directive (Council directive 91/676/EE) and Code of Good Agricultural Practice order to consider all possible sources of nitrogen available for crops before decision is made for the use of commercial fertilisers. Soil nitrogen pool is one of supplying sources. Practically quantification of amounts which could be released in plant available form and which could take part in yield formation is difficult. Chemical and biological methods developed for use in laboratory as well as for field conditions not always give good response or are unpractical for farm conditions. Therefore indirect soil nitrogen supply assessment method is proposed which could use the data available for each field at every farm having the basic soil information.

Proposed assessment method consists from two steps. The first step includes estimation of soil total nitrogen pool. This could be performed using chemical analysis, e.g., well known Kjeldahl procedure, but also could be derived from indices of soil organic matter content and soil pH. This method is more practical, because basic soil data available for each field could be used.

The second step is the use of soil nitrogen apparent recovery factors, developed from field experiment data. Such factors are able to calculate from fertilising experiments where non-fertiliser (control) experimental plot was established.

Soil organic nitrogen content was calculated according formula (Kārklīnš, 1995), developed for mineral cultivated soils ($SOM < 5\%$):

$$y_0 = (0,0762x^3 - 1,54x^2 + 10,7x - 20,3) \cdot 0,01SOM,$$

where $y_0 - N_{org}$ (soil total organic nitrogen), %; x – soil pH KCl; SOM – soil organic matter, %.

There was strong correlation ($r = 0.885$; $P \leq 0.01$) between data obtained by using Kjeldahl procedure and using above mentioned formula, which is acceptable for routine tests.

In current experiments soil was tested for pH KCl (potentiometrically) and SOM (Tyurin's method) in two depths – 0–20 cm and 20–40 cm. Therefore using data of bulk density (undisturbed sample saturation in 100 mL steel cylinders), N_{org} content (obtained using formula) was transformed on 0–20 and 0–40 cm soil layer and expressed as tons per ha N_{org} .

Apparent recovery of soil N_{org} (soil organic nitrogen recovery efficiency) was calculated as the difference in N uptake in plots not receiving nitrogen fertilisers and N_{org} content in the soil (kg ha^{-1}) within the depth of 0–20 or 0–40 cm and expressed as a proportion of these two values.

N uptake by crops (main product and by-product) as well as apparent soil N recovery factors were developed recently for winter rye and wheat, spring wheat and barley, winter and spring rape as well as potatoes and are based on 72 field experiments performed in Latvia on mineral soils within the five year (2008–2012) period. Experimental sites and soils were as follows: Peterlauki *Endoprotocalcic Chromic Stagnic Luvisol* (*Clayic, Cutanic, Hypereutric*), silty clay loam/clay; Priekuli *Endoeutric Endoluvic Stagnosol* (*Drainic, Loamic*), fine sandy loam; Vecauce *Calcaric Luvic Endostagnic Phaeozem* (*Protoanthric, Loamic*), sandy loam/loamy sand and Stende *Eutric Stagnic Retisol* (*Cutanic, Drainic, Loamic*), sandy clay loam (WRB, 2014).

Nitrogen accumulated in the yield (main product, by-product) came from the soil resources (Table 1). As in average there was small difference for nitrogen uptake in plots receiving PK fertilisers or not – in average 91.06 kg ha^{-1} N from unfertilised plot compared with 94.74 kg ha^{-1} N from plot receiving PK fertilisers with standard deviation (STDV) 33.69 kg ha^{-1} N and coefficient of correlation 0.907 ($t = 0.017$). Therefore for future calculations data from unfertilised plot («pure zero») was used.

Table 1

Crop yield and N uptake by main and by-product

Crop	Location	Yield (main product), t ha^{-1}		N uptake, kg ha^{-1}	
		unfertilised	PK only	unfertilised	PK only
Winter wheat	Peterlauki (8)*	5.03	5.19	120.19	117.89
	Stende (8)	5.85	6.14	111.82	114.01
Spring wheat	Peterlauki (5)	3.85	4.01	94.40	96.72
	Stende (3)	3.32	3.47	91.02	85.31
Rye	Priekuli (7)	3.76	4.14	73.33	83.76
	Stende (8)	5.52	5.97	105.42	112.96
Spring barley	Peterlauki (5)	3.79	3.97	70.62	83.27
	Priekuli (3)	2.74	2.90	50.86	62.54
	Stende (3)	3.22	3.07	56.53	57.40

Crop	Location	Yield (main product), t ha ⁻¹		N uptake, kg ha ⁻¹	
		unfertilised	PK only	unfertilised	PK only
Winter rape	Peterlauki (4)	2.88	2.81	82.60	84.96
	Vecauce (4)	2.15	2.23	71.06	73.18
Spring rape	Peterlauki (3)	1.36	1.40	61.03	59.74
	Vecauce (3)	1.37	1.54	61.76	68.63
Potatoes	Priekuli (8)	31.10	31.75	123.46	123.21

Note. In parenthesis – number of trials.

For each experiment soil sampling was done separately in two depths – 0–20 and 20–40 cm. Data presented in Table 2 shows amount of total organic nitrogen in the soil within the depth of 0–20 cm (sampling depth) but apparent recovery is calculated in two ways – based on soil analysis done for 0–20 cm layer; and based on soil analysis done by 0–20 and 20–40 cm layers and afterwards summing of obtained results.

Table 2

Soil total organic nitrogen (N_{org.}) estimates and N apparent recovery

Crop	N _{org.} kg ha ⁻¹ (0–20 cm)		Apparent recovery % /± STDV	
	minimal	maximal	0–20 cm	0–40 cm
Winter wheat	2477	4785	3.4 ± 0.95	1.9 ± 0.53
Spring wheat	2785	4171	2.6 ± 0.63	1.4 ± 0.33
Rye	2067	3216	3.3 ± 1.38	1.7 ± 0.72
Spring barley	2509	4380	1.8 ± 0.68	1.0 ± 0.33
Winter rape	2968	4462	2.3 ± 0.85	1.2 ± 0.46
Spring rape	2797	4621	1.8 ± 0.44	1.0 ± 0.24
Potatoes	2119	3566	3.8 ± 0.69	2.2 ± 0.40
In average	2067	4785	2.86 ± 1.169	1.56 ± 0.646
LSD ₀₅	—	—	0.279	0.154

In average the following soil nitrogen recovery factors were obtained: for winter cereals 3.3–3.4%, winter rape 2.3%, spring cereals and rape – 1.8–2.6% and potatoes – 3.8%, calculated from the soil total organic nitrogen pool within 0–20 cm depth. There was strong correlation ($r = 0.980$; $P \leq 0.01$) between apparent recovery values if they were calculated only based on 0–20 cm soil layer or based on 0–40 cm. Therefore it is possible to make calculations only for topsoil data which are commonly available from routine soil tests.

Conclusions

1. Soil nitrogen supply is important factor which should be taken into account for fertiliser planning.
2. As acceptable direct measurement methods which could be successfully used on the farm level is lacking, indirect one is proposed. Nitrogen supply value for mineral soils (SOM < 5%) could be calculated from soil organic matter content and using coefficients of N apparent recovery by selected crops.
3. It is possible to make calculations only for topsoil data which are available from routine soil tests.

References

Council directive 91/676/EE of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources as amended by Regulations 1882/2003/EC and 1137/2008/EC. <<http://rod.eionet.europa.eu/instruments/257>> [accessed 04 02 2015].

Kârkliņš A. 1995. Comparison of some soil total nitrogen determination methods. LLU Raksti: Proceedings of the Latvia University of Agriculture, 1 (278): 1–7.

УДК 631.4

ABANDONMENT OF AGRICULTURAL LAND IN MOLDOVA: AN OVERVIEW OF PROBLEM AND ITS CONSEQUENCES

Gh. Leah

*Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection Nicolae Dîmo,
Chisinau, Moldova*

According to the situation of 01.01.2014 the land fund of the Republic of Moldova constitutes 3384,6 thousand ha. Agricultural land area is 2.500 ha (73,9% of the total area), including arable land – 1,816 thousand ha (53,7%), perennial plantations – 295,3 thousand ha (8,8%), meadows and pastures – 350.1 thousand ha (10,3%). Forest plantations consists 465,2 thousand ha (13,7%). In the Republic of Moldova, as in other countries, take place the reduction of arable land per capita. According to recent data this area is 0,407 ha [1].

Moldovan soils, characterized in the past with a high natural fertility, in the last 20–25 years, due to the intensification of processes and forms of deg-

radation, are degraded and risk losing their fertility. Soils affected by various degradation processes occupies more than 2 million ha. The worst forms of degradation are erosion, dehumification, soil nutrient depletion, secondary compaction, extended throughout the entire of arable land; salinization; active landslides.

Around 40 percent of agricultural land in Moldova are eroded soils. Of the one million affected hectares, 110 thousand ha are impracticable. The largest area of agricultural land with eroded soils are in the south zone, an area with high risk of desertification. In total, 114 thousand ha (from 2,3 million ha) of agricultural land are heavily eroded [2].

The statistics of General Agricultural Census performed in Moldova in 2011 showed that 2.25 million ha of reviewed agricultural land, almost 250 thousand ha are unused (abandoned), that consists 11% of the total utilized agricultural area or 20% of arable land (Figure 1). Most unused agricultural land (over 114 thousand ha) is located in the center of the country. Out of abandoned agricultural land (250 thousand ha), 60.6 thousand ha (24,5%) are owned of enterprises and 186,3 thousand ha (75,5%) – of individuals [1].

The results show an excessive fragmentation of agricultural land, which determines a decrease in agricultural productivity, disruption of crop rotation, soil degradation, and other negative effects. However, the average area of the land parcel in the country is 0,85 ha. The central part of the country is most fragmented, the representing minimum area of plots is 0.29 ha (Figure 2).

The unworked land means any area of arable land, pastures and meadows, agricultural permanent crops or other non-agricultural land from extravilan or intravilan, owners who do not sanitizes the land. Unworked land are abandoned for various reasons: age of the owner, lack of financial resources, migration of rural population, etc.). Land left as fallow (abandoned) are not included in the cadastral register. There are land, that their status is not determined from 1992–1994. It is not clear what degradation level of these soils [2].

Land inactivity are known and typical problems that prevent the efficient functioning of land markets; limited investment in rural areas; creation and development of competitive rural areas. Agricultural land inactivity bring prejudice to local governments – the failure of any taxes and payments, to owners of adjacent land to the worked land – technology issues.

However this phenomenon leads to increase the soil vulnerability on the long-term, soil degradation, providing high weeds and creating the pest outbreaks and diseases of agricultural plants, which reduces the space of crops, hampering agricultural works and increase production costs.

Agricultural land abandonment reduces soils and crops productivity. The non development of measures may lead to substantial reductions in agricultural production with consequences for food security of the population and the abandonment of cultivation agricultural land and lower economic activity in rural areas. Approval of certain measures referred to uncultivated land that will have positive impacts on economic activity in rural areas and food security of the population has become a necessity of emergency.

Sanctioning of landowners who do not work and respect the land rights of landowners is justified [3, 4]. The project submitted for consideration are proposed new legal rules in the Land Code and Contravention Code, namely: «The obligations of landowners» and «Uncultivated agricultural land» and penalties for «Abandonment of agricultural works on land and failure to minimum processing technology land actions, in aim to not affect neighboring lots» .

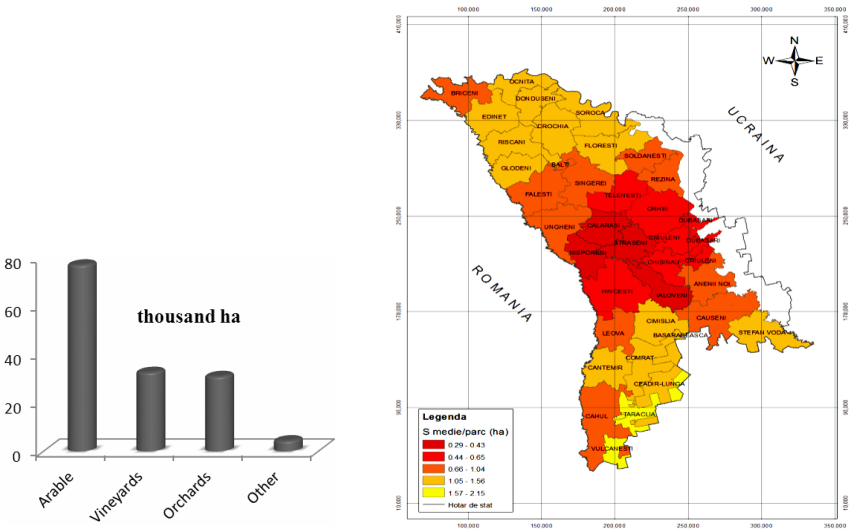


Fig. 1. The surface of abandoned agricultural land in territorial aspect

Fig. 2. The average size of an agricultural parcel on the districts of Moldova

To improve the situation on the quality state of soil cover, the Government of Moldova approved in 2003 the “Complex Program of new lands exploitation and increasing the soil fertility” for years 2003–2010. The work covered by this program due to lack of finance, have been met by volume of less than

5 percent. Given the current quality state of soil cover has decided to extend land reclamation works in the “Program for conservation and enhancement of soil fertility” for the period of 2012–2027.

Program aim is to achieve measures to stop the degradation and increase soil fertility through the modernization and expansion of land reclamation, implementation of modern technologies and environmentally friendly agricultural practices. Program objectives: to create the Information System of the soil quality state under pedological and agrochemical researches; to stop active forms of damage to the soil cover; to increase the soil fertility in the expected harvests.

The program is the basic document for planning and promotion the unique state policy on the protection, rational use and increase soil fertility by the central and local public administration.

The program is developed for the period of 15 years and establishes objectives, actions, expected results and performance indicators, the volume of work, amount and sources of funding. Achieving Program will ensure minimizing or stopping the main forms of degradation of soil cover and create prerequisites for increasing agricultural production 1,3–1,5 times. The measures provided by the program will have positive impact on the ecological situation in Moldova.

The main problems that hinder the sustainable development of the country's agricultural sector are:

1. In the country's agriculture dominates a large number of small farms (average size of farms – 2,5 ha) with high degree of land fragmentation, which creates difficulties in the use of modern techniques and advanced technologies in agriculture. 2. A significant share (about 12%, or more than 250 thousand ha) in the structure of agricultural land are impracticable (abandoned) soils.

References

- [1] <http://www.statistica.md/newsview.php?l=ro&id=3477&idc=30>
- [2] <http://vocea.md/moldovenii-isi-lasa-terenurile-in-paragina/>
- [3] http://www.publika.md/tot-mai-multe-terenuri-agricole-sunt-nevalorificate_671051.html
- [4] <http://www.timpul.md/articol/proprietariicarenusilucreazapamanturilevor-platiamentzi>

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ НА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

В.А. Андроханов

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
г. Новосибирск, Россия*

Почвенный покров, как базис любой наземной экосистемы, выполняет в биосфере множество регулирующих и стабилизирующих функций. В конечном итоге именно почвенно-экологические условия определяют качество нашего жизненного пространства. Поэтому уничтожение почвенного покрова на огромных площадях ведет к уменьшению поверхности комфортного жизненного пространства и ухудшению всего комплекса экологических показателей окружающей среды. В почвенно-экологическом плане это означает — резкое замедление или полное отсутствие развития почвообразовательных процессов. В геоботаническом аспекте — замедленное восстановление растительного покрова и заметное сокращение ботанического разнообразия. В общеэкологическом — сохранение на неопределенно длительный срок экоклима, площадей земель и экосистем, несоответствующих данной природной обстановки.

В последние годы территория нарушенных земель в Кузбассе достигла 100 тыс. га. Вестественных ландшафтах функционирует большое разнообразие почв. Каждая из них обладает своим набором экологических функций. Поэтому естественное почвенное разнообразие обеспечивает устойчивость ландшафтов. Естественный почвенный покров в Кузбассе представлен следующим образом: 11 — типами почв, 33 — подтипами, более 100 родами и более 1000 видами. Поэтому можно представить масштаб и разнообразие экологических последствий, вызываемых нарушениями естественного почвенного покрова.

В настоящее время в практической рекультивации стремятся устранить, хотя бы в какой-то мере хозяйственный и экологический ущерб, наносимый нарушениями естественного почвенного покрова. Однако теоретические расчеты, экспериментальные исследования и практические работы показали, что на 100% восстановить утраченные почвы и почвенно-экологические функции в обозримый период времени невозможно. Это обусловлено длительностью эволюции почвенного покрова,

и тем, что искусственно восстановить некоторые функции невозможно. Для их восстановления требуется развитие естественных биологических и почвообразовательных процессов. Максимальный результат, достигнутый к настоящему времени лишь на небольших экспериментальных участках, составляет около 90%. В условиях Кузбасса достижение такого результата требует больших финансовых и ресурсных затрат. Поэтому на данном этапе рекультивационные работы с высокой почвенно-экологической эффективностью практически не выполняются. Техногенные ландшафты остаются под естественное зарастание с медленным развитием молодых почв – эмбриоземов с очень ограниченным набором почвенных функций (Курачев, Андроханов, 2002).

В техногенных ландшафтах, несмотря на различия условий, в созданных местообитаниях, почвенный покров значительно менее разнообразен, что обусловлено в первую очередь, малым временем развития процессов почвообразования. Однако уже на начальных этапах восстановления ландшафтов, на основе изучения и анализа ведущих факторов почвообразования, рельефа и почвообразующих пород, возможно, оценить перспективы развития растительности и почв на нарушенных территориях, и определить уровень восстановления основных почвенно-экологических функций (Андроханов, Курачев, 2009).

Роль практически всех почвенно-экологических функций очень многоплановая. Она не ограничивается только значимостью в биогеоценотических процессах. В общем виде, набор почвенно-экологических функций выглядит следующим образом: Биосферные – Межландшафтные – Внутриландшафтные – Внутрипочвенные. Поскольку все функции взаимосвязаны, то при разрушении их взаимосвязи в результате нарушения целостности почвенного покрова нарушается и весь комплекс почвенно-экологических функций. Поэтому невысокая эффективность рекультивации неизбежно отражается на уровне восстановления всех биологических компонентов формирующихся экосистем. Также необходимо учитывать, что при любых антропогенных воздействиях на почвенный покров, первыми нарушаются внутрипочвенные биогеоценотические функции, однако они же являются своеобразным краеугольным камнем по отношению ко всем другим (Добровольский, Никитин, 1986). Как отмечают многие исследователи почва, находясь на стыке всех геосфер Земли, является своеобразным узлом экологических связей, с многочисленными глобальными функциями. Разрушение почвы, как и разрыв связей между геосферами, приводит к заметным изменениям функционирования природных экосистем, например, в районах разработки месторождений.

Набор внутрипочвенных экологических функций очень широк. Общее их число измеряется сотнями, возможно, тысячами. Все их измерить и оценить практически невозможно. Однако для упрощения задачи все почвенно-экологические функции можно условно разделить по устойчивости к антропогенным воздействиям и возможности восстановления технологическими приемами рекультивации на две большие группы: стабильные и динамические (рис. 1).

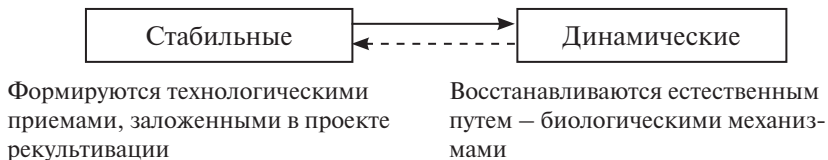


Рис. 1. Категории почвенно-экологических функций

Стабильные почвенно-экологические функции, помимо всего прочего, отвечают за водо- и газорегулирующую способность почвы, концентрацию элементов питания растений в почвенном растворе, и напрямую определяют условия формирования всей группы динамических почвенно-экологических функций. Динамические почвенно-экологические функции отвечают за плодородие почвы, ее санитарно-гигиеническое состояние и только опосредованно могут влиять на группу стабильных почвенно-экологических функций. При этом первые относительно просто возможно сформировать технологическими приемами, заложенными в проекте рекультивации, путем формирования благоприятного корнеобитаемого слоя, вторые — с той или иной скоростью восстанавливаются естественным образом с помощью комплекса биологических и почвообразовательных механизмов, например, восстановление гумусного состояния. Стабильных почвенно-экологических функций относительно немного, но именно они определяют набор и активность восстановления динамических функций. Уровень стабильных функций, достигнутый при реализации определенного набора технологических приемов рекультивации, в значительной степени определяет хозяйственные и экологические перспективы восстановления нарушенных территорий и их дальнейшее использование.

Таким образом, явно назрела необходимость перехода к другой идеологии проведения рекультивационных работ на техногенно нарушенных землях. При проведении рекультивационных работ необходимо создавать условия для наиболее полного восстановления почвенных свойств и почвенно-экологических функций. От этого будет зависеть перспек-

тивы развития почвообразовательных процессов, самовосстановления комплекса свойств и режимов почвы и, в конечном счете, экосистемы в целом. При проведении рекультивационных работ с той или иной почвенно-экологической эффективностью, главной целью рекультивации должно являться восстановление почвы, путем создания условий для развития почв и почвоподобных образований. Без восстановления основных почвенно-экологических функций техногенные ландшафты навсегда сохраняют специфику своего функционирования и очень длительное время будут негативно влиять на экологическую обстановку в регионе.

Список литературы

1. Андроханов, В.А. Принципы оценки почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов / В.А. Андроханов, В.М. Курачев / Сибирский экологический журнал. — 2009. — № 2.
2. Добровольский, Г.В. Экологические функции почвы / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. — М.: Изд-во МГУ, 1986.
3. Курачев, В.М. Классификация почв техногенных ландшафтов / В.М. Курачев, В.А. Андроханов // Сибирский экологический журнал. — 2002. — № 3.

УДК 631.42

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ТЕРРИТОРИИ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Анненков

*Курский государственный университет,
г. Курск, Россия*

После распада СССР на территории Российской Федерации повсеместно наблюдалось сокращение посевных площадей. Если рассматривать среднегодовой темп сокращения посевных площадей, то начиная с 1990 и до 2000 годов он составил порядка 2,4 млн га, а за период с 2002 по 2006 гг. снизился до 1,7 млн га в год. За период 2009–2013 гг. площадь обрабатываемой пашни уменьшилась на 16,2 млн га [3].

На территории Курской области прослеживается аналогичная тенденция, как и на всей территории России, частичный отказ фермерами от земель сельскохозяйственного назначения, а в следствии образованию залежных земель[1].

Согласно подсчетам залежей в «степных» регионах России в 2013 г. [4], доля залежей в Курской области составляет порядка 407535 тыс. га, т.е. более 18% от общей площади сельскохозяйственных угодий области.

Если этот процесс не будет прекращен, а все брошенные участки ранее обрабатываемых площадей не будут исследованы, то это может привести к разрушению продовольственной базы страны, что создаст дополнительную угрозу ее национальной безопасности.

Для решения этой задачи необходимо провести инвентаризации залежных земель. Выполнить комплексное исследование вновь образованных участков залежей, с целью перевода их в те или иные угодья в соответствии с почвенно-климатическими и ландшафтными условиями.

При проведении исследования мы учитывали долготно-климатические различия и особенности рельефа, регион относится к Среднерусской лесостепной провинции. Сравнительно крупные части провинции, имеющие геоморфологическую, климатическую и почвенно-растительную особенность, формируют физико-географические районы, являющиеся самой мелкой таксономической единицей региональных комплексов. В таксономической системе типологических ландшафтных комплексов важнейшим для цели оценки состояния ПТК являются типы местности. Курская область включает в себя следующие типы местности: плакорный, водораздельно-зандровый, склоновый, надпойменно-террасовый, пойменный, аквальный.

Провести диагностику всех залежных земель на территории области в рамках одного исследования невозможно, по этому было принято решение провести диагностику залежных земель в каждом физико-географическом районе (рис.), в каждом типе местности, представленном в этом районе.

Для того, что бы выявить в физико-географическом районе участки залежных земель мы использовали космические снимки. Нами были проанализированы снимки Landsat 7 различные по годам (1994 и 2011 гг.), но сделанные в один сезон (апрель). При детальном изучении снимков с помощью алгоритмов действий, нами были выявлены возможные участки залежных земель.

На каждом из выявленных участках залежных земель для проведения их агрохимических исследований были отобраны почвенные образцы согласно общепринятой методике [2]. Так же для определения изменений почвенных свойств в различных генетических горизонтах, на каждом из исследованных участков закладывался почвенный разрез. Пробы отбирались в каждом генетическом горизонте.



---границы физико-географических районов.

По Ф. Н. Милькову (1961):

1. Верхнеокский;
2. Юго-западный(Суджанский);
3. Соснинский;
4. Тимский;
5. Осколо-Донецкий;
6. Придонской меловой.

Рис. Физико-географическое районирование Курской области

Изучалась динамика трансформационных механизмов, происходящих в растительном покрове разновозрастных участков залежных земель.

В ходе проведения агрохимических исследований залежных земель, во всех физико-географических районах, на каждом типе местности и во всех типах исследованных почв прослеживаются процессы, связанные с динамикой накопления основных показателей плодородия почв. Ежегодная обработка почвы (вспашка, культивация) приводят к усилению процессов деструкции органики почвы, нарушению процессов гумификации, в конечном счете к потере почвенного плодородия. На залежах вышеперечисленные процессы протекают в ином направлении: происходит естественный процесс гумусонакопления, стабилизируются процессы структуризации почвы.

На всех участках исследованных залежных земель, общая площадь которых составила (950 га), показатель основного элемента плодородия — гумуса, по сравнению с параллельно обрабатываемыми участками пашни оказался более высоким. Стоит отметить, что не все из них возможно обратно вводить в сельскохозяйственный оборот, в связи с эрозийной деятельностью, которой они подвержены. В дальнейшем

такие участки желательно перевести в другую категорию земель, например, в земли лесного фонда, что заметно повысит лесистость территорий.

Список литературы

1. Анненков, С.А. Агрохимическая характеристика залежных земель на территории Курской области / С.А. Анненков // Ломоносов — 2014: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. — М.: Изд-во Московского университета, 2014. — С. 195–196
2. ГОСТ 28168–89 Почвы. Отбор проб. — М.: Стандартинформ, 2008. — 5 с.
3. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2010 году // Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. 2011 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rosreestr.ru>.
4. Смелянский, И.Э. Сколько в степном регионе России залежей? / И.Э. Смелянский // Степной бюллетень. — 2012. — № 36. — С. 4–7.

УДК 631.427.2

МЕТАГЕНОМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ПОД РАЗНЫМИ ТИПАМИ УГОДИЙ

**Б.Ф. Апарин^{2,1}, Е.Ю. Сухачева^{1,2}, Я.В. Мерзлякова²,
Е.Е. Андронов³**

¹ФГБНУ «Центральный музей погзоведения им. В.В. Докучаева»,
г. Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

³ФГБНУ «Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии»,
г. Санкт-Петербург – Пушкин, Россия

Сложность изучения и анализа микробных сообществ почвы заключается в ее гетерогенности, особенностях системы функциональных связей и невозможностью смоделировать естественную почву в лабораторных условиях. Известно, что число микроорганизмов, обнаруживаемое при высеве образцов почвы на питательные среды, составляет обычно 10^6 – 10^7 КОЕ на 1 г почвы. Данные, полученные на основе анализа почвенной ДНК, показывают, что количество микроорганизмов значительно больше и часто превышает 10^9 клеток на 1 г почвы.

Для изучения микробиома чернозема миграционно-сегрегационного с использованием метагеномных технологий были отобраны образцы почв из 3 разрезов под разными типами угодий: косимая залежь (возраст 100 лет), лесополоса (возраст 110 лет) и современная пашня (возраст более 100 лет). Разрезы были заложены на расстоянии 140–170 м друг от друга. Образцы отбирались на одних и тех же глубинах: 5–10 см, 50–60 см и 90–100 см.

Все почвы характеризуются одинаковым содержанием физической глины как по глубине, так и под разными угодьями на одних и тех же глубинах. Пахотные почвы содержат на 2% меньше $C_{\text{орг}}$ в горизонте АУ по сравнению с почвами залежи и лесополосы. На глубине 50–60 см (гор. АВ) разница в содержании $C_{\text{орг}}$ под разными угодьями уменьшается до 0,6%. На глубине 90–100 см содержание $C_{\text{орг}}$ составляет 0,6% в пахотной и залежной почвах. Под лесополосой количество органического углерода на этой глубине больше на 0,3 %. На глубине 90–100 см почвы имеют щелочную реакцию ($\text{pH}_{\text{водн}}$ 8,0–8,4). В почве под лесополосой и залежью реакция водной вытяжки близка к нейтральной (6,4–6,7). В пахотной почве значения $\text{pH}_{\text{водн}}$ выше и составляют 7,4 в слое 5–10 см и 7,9 в слое 50–60 см.

Содержание подвижного фосфора изменяется в почвах под различными типами угодий в верхнем слое (0–60 см), причем содержание фосфора в почвах под залежью и лесом было в 2–3 раза меньше (4,8 мг/100 г почвы), чем в пахотной почве. Глубже 60 см содержание фосфатов изменяется незначительно.

Больше всего обменного калия содержится в верхнем слое почвы лесополосы (30 мг/100 г почвы), а меньше всего в почвах залежи. В нижних горизонтах содержание калия практически везде одинаково (3–5 мг/100 г почвы).

Максимальное содержание нитратного азота приурочено к поверхностному слою почв всех типов угодий. Наименьшей обеспеченностью нитратным азотом характеризуется почва под залежью.

Изучение микробиома проводилось посредством выделения ДНК и РНК из почвы и секвенирования гена 16S рРНК на секвенаторе GS Junior (Roche). Сравнительный анализ библиотек проводили с использованием программы QIIME. Анализ таксономической структуры микробиомов выявил ряд особенностей, обусловленных типовой принадлежностью почвы, глубиной взятия образцов и типом угодий.

Выявлены представители 28 фил микроорганизмов, из которых доминировали 7 фил: Proteobacteria (32,7%), Actinobacteria (29,5%),

Firmicutes (13,4%), Verrucomicrobia (6,8%), Acidobacteria (4,4%), Gemmatimonadetes (4,0%), Chloroflexi (2,8%). Доля первых трех фил составляет от 70 до 90%.

На разных глубинах соотношение фил различается. В поверхностном и срединном горизонтах по сравнению с почвообразующей породой преобладают актинобактерии (35–47%), причем доля их возрастает в ряду лес→пашня→залежь. Исключением является срединный горизонт пахотной почвы, в котором также как и в горизонте С преобладают Proteobacteria. В верхних горизонтах существенно уменьшается доля бактерий Firmicutes, также уменьшается их содержание в горизонте АВ почвы лесополосы. В первых трех филах выше приведенного ряда в почвах залежи и лесополосы оказывается Verrucomicrobia (до 12%), который в горизонте С занимал четвертую позицию.

В почвообразующей породе процентное соотношение фил отличается от усредненных значений для всех образцов. В первую очередь это касается филы Proteobacteria, которая в гор. С преобладает (около 50%), вторую позицию занимает Firmicutes (25–29%), третью – Actinobacteria (12–13%). С большим разрывом за ними следует Verrucomicrobia (2,4–4,2 %).

Таксономическая структура микробиомов из семи преобладающих фил в верхних горизонтах почв лесополосы и залежи одинаковая. В пахотной почве различия проявляются на третьей, пятой и шестых позициях: относительно возрастает доля филы Gemmatimonadetes и значительно уменьшается доля Verrucomicrobia. В то же время одинаковые позиции в почвах под всеми угодьями занимает Actinobacteria (1), Proteobacteria (2), Firmicutes (7). В срединных горизонтах в структуре микробиомов в почвах под разными угодьями имеются отличия по позициям фил.

Сравнение структур микробиомов на глубине 100 и 200 см в почве залежи выявило их полную идентичность. Это дает основание полагать, что уже на глубине 90–100 см влияние современных процессов почвообразования и типов угодий на формирование микробиома практически отсутствует. Вероятно, микробиом почвообразующей породы является унаследованным от прежних эпох почвообразования.

Из всего полученного массива данных о сообществах микроорганизмов исследуемых почв с применением метагеномных технологий выявлено 158 семейств, доля каждого из которых изменялась в диапазоне 0,10–11,10%. Из них были выделены семейства, доля которых

превышала 1%. В этой группе остались представители 19 семейств из 7 выше рассмотренных доминирующих фил. По числу идентифицированных семейств наиболее представительными являются две группы фил. В первую группу вошли филы *Proteobacteria* (53 семейства) и *Actinobacteria* (41 семейство), во вторую – остальные филы, которые представлены 7–11 семействами. Из всего разнообразия семейств *Proteobacteria* только семь имеют долю больше 1%. В семействах филы *Actinobacteria* только в четырех из сорока семейств доля превышает 1%. В филе *Acidobacteria* только два семейства из 11 имеют долю больше 1%. В остальных филах только одно семейство из числа идентифицированных семейств имеют такую же долю (> 1%).

Из всех семейств преобладают отдельные представители фил *Firmicutes* (11 %), *Actinobacteria* (8%), *Proteobacteria* (7%) и *Verrucomicrobia* (6%).

Семейство филы *Firmicutes* и абсолютное большинство семейств филы *Proteobacteria* доминируют в почвообразующей породе (90–100 см). Исключение составляет род *Pedomicrobium*, которого в 4–5 раз больше в верхних горизонтах почв залежи и лесополосы по сравнению с почвообразующей породой. В пахотной почве доля этого рода в верхнем горизонте больше чем в почвообразующей породе только на 0,5%. Доли всех семейств фил *Actinobacteria* и *Verrucomicrobia* в верхних горизонтах почв превышают их доли в гор. С. Однако в пахотной почве доля семейства *Verrucomicrobia* в верхнем горизонте даже меньше, чем в нижнем. Доля семейства филы *Gemmatimonadetes* в верхних горизонтах пахотной почвы и почвы под лесопосой больше, чем в гор. С.

Связь между типом угодий и таксономической структурой почвенных микробных сообществ хорошо прослеживается только для трех семейств: *Gaiellales* (*Actinobacteria*), *Rhodoplanes* (*Proteobacteria*), *Chthoniobacteraceae* (*Verrucomicrobia*). Для них характерно уменьшение доли в верхних горизонтах пахотной почвы по сравнению с почвами залежи и лесополосы.

Максимальное разнообразие микробиомов, характеризуемое индексом Шеннона, наблюдается в слое 5–10 см пахотной почвы (8,5), а минимальное – в том же слое в залежной почвы (7,8). Разница в мерах разнообразия между срединными горизонтами (AB) и почвообразующей породой (для почвы залежи и пахотной почв) значительно больше, чем между верхним горизонтом и срединным. Под лесом, напротив, разница в индексах больше между слоями 5–10 и 50–60 см по сравнению со слоями 50–60 и 90–100 см.

ПОЧВЫ УКРАИНЫ: СБАЛАНСИРОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ВОСПРОИЗВОДСТВО И УПРАВЛЕНИЕ

С.А. Балюк, В.В. Медведев, М.А. Захарова

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

В мире крепнет понимание роли почв в обеспечении продовольственной и экологической безопасности Земли: Генеральная Ассамблея ООН объявила 2015 год Международным годом почв. Проблемы охраны почв, борьбы с деградацией подняты сегодня до уровня основных и глобальных, примером этому является принятие различных Конвенций, стратегий, хартий, директив, национальных программ. Экологическая политика Европейского сообщества также базируется на глобальной цели устойчивого развития. Одной из целей Шестой Программы действий Сообщества в области окружающей среды является охрана почв от загрязнения, эрозии, опустынивания и деградации. Надежная, достоверная информация о состоянии почв в открытых, структурированных базах данных является решающей предпосылкой реализации новой мировой почвенной политики. Основным принципом которой — предупреждение возникновения проблем и внедрение профилактического принципа, ведь почва — ограниченный ресурс, который испытывает негативное влияние в окружающей среде.

Почвенный покров Украины имеет свои существенные особенности:

- большое разнообразие почв, до 1000 почвенных видов;
- уникальность почвенного покрова (более 60% — почвы черноземного типа почвообразования);
- широкое распространение малопродуктивных и деградированных почв (около 30%).

Современное состояние почвенного покрова Украины вызывает серьезную обеспокоенность вследствие антропогенно обусловленных изменений его состояния и широкое распространение деградационных процессов. Наиболее важные причины, обуславливающие современное состояние почв Украины:

- чрезвычайно высокий экономически и экологически не обоснованный уровень хозяйственного (прежде всего сельскохозяйственного) освоения территории;

- неравномерное сельскохозяйственное освоение территории, в результате чего распашка земель в отдельных регионах достигла чрезмерных размеров;
- интенсивное развитие деградационных процессов, неопределенность значительных площадей деградированных земель;
- недостаточность площадей земель природно-заповедного, лесного и другого природоохранного, рекреационного, оздоровительного и историко-культурного назначения;
- наличие значительных площадей земель, использование которых законодательно ограничивается (территория радиационного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, санитарно-защитные и охранные зоны предприятий промышленности, транспорта, связи, обороны);
- отсутствие государственных, региональных и местных программ комплексного решения вопросов по использованию и охране земель;
- недостаточное нормативно-правовое и нормативно-техническое обеспечение, регулирующее использование и охрану земель (недостаточный уровень правовой защиты почв).

Причин деградации почв много, но главное — недостаточный уровень государственного управления земельными ресурсами, особенно в сфере охраны почв, рационального их использования,

За годы независимости в Украине создано достаточно развитое и разветвленное земельное законодательство, идет процесс его гармонизации с Европейским, однако использование земельных ресурсов, почв и до сих пор не в полной мере отвечает требованиям устойчивого землепользования. Экологические рычаги начинают постепенно внедряться в различные секторы экономики Украины, однако и сегодня хозяйственное, административное, финансовое и другие отрасли законодательства не в полной мере увязаны с экологическим, почвозащитным. В связи с этим, в условиях оптимизации земельных ресурсов Украины особую актуальность приобретает выработка стратегических подходов с целью создания условий для сбалансированного использования почвенных ресурсов и предупреждения деградации почв, реализации значительного резерва потенциального плодородия почв.

Предложены следующие пути решения проблемы сбалансированного использования, воспроизводства и управления почвенными ресурсами Украины:

1. Законодательное и нормативно-правовое обеспечение. Требуют разработки и принятия: Закон Украины о сохранении почв и

охране их плодородия; Закон о Национальной программе охраны почв и Общегосударственной программе использования и охраны земель; Закон о создании Государственной службы охраны земель (почв). Утверждение этих документов будет способствовать реализации государственной политики, направленной на сбалансированное использование и охрану почв Украины, защиту почв от истощения, деградации и загрязнения, способствовать продовольственной, экологической, энергетической и социальной безопасности нашего государства.

2. Нормативно-методическое обеспечение. Благодаря усилиям технических комитетов ТК 142 «Почвоведение» и ТК 159 «Земледелие» подготовлены и введены в действие более 300 нормативных документов в группе «Качество и охрана почв», которые реализуют установленные задачи государственной политики в сфере почвоведения, агрохимии и охраны почв. Для дальнейшего формирования и совершенствования системы нормативно-методического обеспечения в сфере почвоведения, агрохимии и охраны почв нужны скоординированные усилия научных учреждений, министерств и ведомств; привлечения средств коммерческих структур, бизнеса.

3. Технологическое обеспечение. Современные агротехнологии дают максимальный эффект, если они адаптированы к почвенно-климатическим и эколого-экономическим условиям.

Разработаны государственные и региональные приоритеты, которые могут быть положены в основу адаптивно-ландшафтных систем земледелия:

а) оптимизация содержания органического вещества, достижения бездефицитного баланса гумуса в почве;

б) производство и применение минеральных удобрений, и достижение бездефицитного или положительного баланса питательных элементов в почвах;

в) противоэрозионные мероприятия, включающие оптимизацию угодий, агротехнические приемы;

г) химическая мелиорация кислых и солонцовых почв;

д) устранение дефицита влаги, который является главным фактором, который лимитирует урожайность на 80% земель Украины. Сейчас с 2 200 000 га орошаемых земель орошается лишь 600–700 тыс. га, остальные — временно или окончательно исключены из орошения, поэтому главной задачей в современных условиях является восстановление орошения и уменьшения непроизводительных потерь влаги на этих землях.

4. Научное и кадровое обеспечение охраны почв и повышения их плодородия заключается в сохранении научного потенциала, повышении его квалификации, внедрении стажировки специалистов в аналогичных службах других государств, подготовке почвоведов для проведения почвенного обследования.

5. Финансовое обеспечение. Финансирование решения проблемы охраны почв и повышения их плодородия предлагается осуществлять за счет средств государственного и местных бюджетов, инновационно-инвестиционных проектов, субъектов хозяйствования и других источников, предусмотренных законодательством. Принимая во внимание ограниченность финансовых ресурсов в государстве, при определении объемов средств на реализацию предложенных мероприятий и при их распределении, по мнению ученых-экономистов, нужно руководствоваться критерием получения максимального экологического эффекта.

6. Использование международного опыта природоохранной деятельности, учета положений на которых базируется Европейский грунтовая политика: почвозащитные законы, выполняемых на каждом земельном участке независимо от ее категории и форм собственности; мониторинг почв как пространственно-временная система наблюдений за их свойствами; почвозащитные технологии, ограничивающие интенсивность механической и химической нагрузки на почвенный покров; общественные и экономические стимулы (субсидии) для поощрения внедрения почвозащитных технологий.

УДК 631.445.2

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ПОСТАГРОГЕННЫЙ ПЕРИОД

В.Ф. Басевич, И.Б. Макаров

*Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия*

В настоящее время развитие социума сопровождается заметной активизацией процессов деградации почвенного покрова нашей планеты. Среди многообразия деградационных явлений особое место занимают те, которые связаны с нерациональным и непродуктивным

использованием сельскохозяйственных угодий, приводящим к потере пахотных земель.

Это связано, в том числе, с недопоставками сельскохозяйственному производителю органических и минеральных удобрений, отказом от известкования кислых почв, выходом из строя мелиоративных сетей, а также с сокращением видов и сортов возделываемых культур. Как следствие происходит снижение наиболее ценного свойства пахотных почв — их плодородия, высокий уровень которого во многих регионах был создан в 70–80 годы прошлого века в рамках программ по известкованию, комплексной химизации и мелиорации почв. За последние десятилетия 30 млн га пахотных угодий выведено в залежь, которая постепенно зарастает кустарником и мелколесьем (Ефимов, Иванов, 2001). По другим данным площадь заброшенной пашни превышает 40 млн га, а не используемых пастбищ — 90 млн га (Материалы заседания Высшего Экологического совета Государственной Думы РФ, 2014).

Во многом это связано с кризисными явлениями 90-х годов прошлого столетия, когда многие пахотные угодья оказались выведенными в залежь и до сих пор все еще остаются невостребованными и неиспользуемыми в сельскохозяйственном производстве. Несмотря на то, что ситуация постепенно начинает выправляться (в частности стали расти объемы производства зерна), проблема возврата залежных земель в сельскохозяйственный оборот сохраняет свою актуальность. При этом несомненную научную ценность представляет изучение развития почв залежей в постагрогенный период, которое находит отражение, прежде всего, в их морфологическом строении и агрофизическом состоянии.

Исследования выполнялись на территории Учебно-опытного почвенно-экологического Центра МГУ «Чашниково» в условиях залежного участка, обработка которого прекратилась в начале 90 годов прошлого столетия. На склоновом участке юго-восточной экспозиции (уклон составлял ~ 1,5–2,0 градуса) была заложена catena длиной 120 м. Точки опробования охватывают участок с уже хорошо сформированной кустарниковой растительностью с последующим выходом на участок с луговым травостоем. Были заложены три опорных разреза и через каждые 10 м прикопки глубиной 0,5 м с последующим детальным описанием морфологического строения почв, фотографированием и отбором образцов с фиксированных глубин (5, 15, 25, 35 см) для лабораторных анализов. В полевых условиях буром Н.А. Качинского отбирались образцы на плотность и влажность почвы. В лаборатор-

ных условиях выполнялось определение пикнометрическим способом плотности твердой фазы почвы и расчетным путем величин порозности. Методом лазерной дифрактометрии был определен гранулометрический состав исследуемых почв.

Морфологический анализ показал, что при снятии факторов сельскохозяйственного воздействия происходит разделение пахотного горизонта на верхнюю и нижнюю часть. В верхней части усиливается процесс формирования дернины, а в нижней — элювирование. При зарастании пашни лесом основные изменения происходят в верхней (бывшей пахотной) толще, тогда как нижние части профиля (В и ВС) остаются неизменными. Практически во всех разрезах отмечаются следы безотвальной вспашки и наличие четкой плужной подошвы на границе с подпахотным горизонтом.

Исходя из возраста залежи, можно говорить о достаточно высокой скорости процессов трансформации материала пахотного горизонта. В зависимости от местоположения почв наблюдались различные стадии метаморфизма: под «лесной» частью катены признаки сельскохозяйственного использования почв в результате протекания естественных процессов оподзоливания оказываются стертыми в большей степени. Почвы приобретают вид близкий к целинному. Под луговой частью залежи, где после последней обработки прошло меньшее количество времени, признаки окультуривания сохранились в большей степени. Метаморфизация материала пахотного горизонта, т.е. морфологически выраженные изменения почвенных свойств, включает несколько стадий и в конечном итоге заканчивается регенерацией естественного профиля почвы.

Характер трансформации материала во многом зависит от водного режима. Если в бывшем пахотном слое происходит длительный застой влаги, наблюдается возникновение различных стяжений и конкреций, характерных для местоположений с отсутствием бокового передвижения влаги.

Анализ всего массива полученных данных позволяет сделать некоторые общие заключения, касающиеся развития почв в постагрогенный период, характеризующийся в первую очередь, морфологически выраженной дифференциацией материала бывшего пахотного горизонта на отдельные слои — дернину, верхний более гумусированный и нижний осветленный. С появлением латерального (вдоль поверхностного) внутрипочвенного стока в последнем образуется плитчатая структура, отмечается слоистость и чешуйчатость слагающего материала, а отложение и элювирование веществ происходит в основном

по вертикальным граням структурных отдельностей. Катенарные различия в морфологической организации профилей, вероятно, во многом связаны как раз с латеральным внутрипочвенным стоком.

По всей длине катены отмечаются высокие значения плотности сложения. Лишь глубина 0–10 см частично отвечает оптимальным значениям данного показателя ($<1,4 \text{ г/см}^3$). Нижележащие слои характеризуются более высокими величинами плотности ($>1,4 \text{ г/см}^3$), и особенно заметно это для подпахотного горизонта (30–40 см). Данное обстоятельство может быть обусловлено современными идущими процессами уплотнения-разуплотнения в залежи, а с другой – быть результатом переуплотнения почвы в предыдущий период сельскохозяйственного использования и прежде всего в подпахотном слое. Прекрасной иллюстрацией к сказанному являются изоплеты величин плотности сложения, отражающие не только профильную дифференциацию почвы по данному показателю, но и подчеркивающие имеющиеся различия вдоль линии опробования. Причем волнообразный характер поведения изоплет вдоль линии опробования может быть связан с ее закладкой перпендикулярно направлению некогда проводившейся здесь обработки почв, которая включала, в том числе, и вспашку.

Практически для всех точек катены отмечается неудовлетворительная и крайне низкая величина порозности ($<50\%$), что вполне согласуется с высокой плотностью исследованного почвенного материала. При этом характер поведения изоплет величин порозности гораздо ближе не к плотности сложения, а к величинам удельного запаса влаги. При этом зонам с наиболее высокими значениями плотности соответствуют участки с наименьшими удельными запасами влаги. Как и для предыдущего показателя изоплеты хорошо согласуются с поведением кривых распределения удельного запаса влаги по глубинам.

По классификации Н.А. Качинского изученные почвы относятся к среднему суглинку – содержание физической глины находится в интервале 30–40%. Преобладающей фракцией во всех точках опробования является крупнопылеватая. Второе и третье место в этом ряду занимают фракции мелкой пыли и мелкого песка. Обращает на себя внимание относительно невысокое содержание илистой фракции – только в одной точке на глубине 35 см оно превышает 10%. Данное обстоятельство находит отражение в диаграмме долевого участия отдельных фракций и отчасти объясняется особенностями лазерного дифрактометрического метода определения гранулометрического состава. Изоплеты содержания физической глины отражают доста-

точно высокую неоднородность почвенного материала как в пределах изученных профилей, так и вдоль линии опробования в целом. Можно говорить об определенном утяжелении почвенного материала в нижней части профилей и о некотором его облегчении в средней их части.

В целом следует признать, что отмечаемая в морфологической организации дифференциация бывшего пахотного горизонта на отдельные слои не находит однозначного подтверждения в данных по гранулометрическому составу. С одной стороны, это может быть связано с определенной консервативностью данного свойства, а с другой — недостаточно детальным отбором почвенных образцов для анализа. Быть может послойное определение содержания фракций элементарных почвенных частиц позволило бы и аналитическим путем подтвердить имеющуюся морфологическую дифференциацию почвенного материала бывшего пахотного слоя.

УДК 631.434.1

ТВЕРДОСТЬ ПОСЕВНОГО СЛОЯ ПОЧВ В МОДЕЛЬНОМ ОПЫТЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А.Л. Бородин

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»
г. Харьков, Украина*

Твердость является информативным показателем, характеризующим физико-механические свойства почв, а именно сопротивление почв росту корней и почвообрабатывающим орудиям в процессе ее обработки (В.В. Медведев, 2009). Перспективным является использование показателя твердости для оценки агрофизического состояния почвы перед посевом и качества предпосевной обработки.

В настоящее время проводятся исследования, направленные на уточнение установленных ранее агрофизических параметров посевного слоя почвы (В.В. Медведев, 1988). При этом показатель твердости в дополнение к показателю плотности сложения позволит дать более объективную оценку качества предпосевной обработки почвы и усовершенствовать орудия для выполнения этой технологической операции (В.В. Медведев, 2009).

Цель работы — определить качество предпосевной обработки почвы по показателю твердости в модельном опыте с оптимальными агрофизическими условиями в семенном, надсеменном и подсеменном слоях для посева кукурузы, ячменя и подсолнечника и в производственных условиях; оценить по этому показателю эффективность нового предпосевного орудия.

Определяли твердость темно-серой оподзоленной почвы (пос. Коммунар Харьковский район), и чернозема типичного тяжелосуглинистого (пос. Опытный Чугуевский район). Оба объекта расположены в Харьковской области. Экспериментальные исследования выполнены в 2013 и 2014 годах. Предпосевная обработка темно-серой оподзоленной тяжелосуглинистой почвы для выращивания ячменя сорта Парнас и кукурузы сорта Элегия весной 2013 г. выполнена культиватором КТС 6 на глубину 6–8 см после осенней вспашки на глубину 22–25 см. В 2014 г. таким же образом выполнена предпосевная обработка почвы для выращивания подсолнечника сорта НК Неома. В модельном опыте оптимальные агрофизические характеристики темно-серой оподзоленной почвы (В.В. Медведев, 2013) формировали ручную, выращиваемая культура — кукуруза сорта «Элегия». Предпосевная обработка чернозема типичного тяжелосуглинистого в 2014 г. выполнена двумя способами — культиватором КТС 6 на глубину 6–8 см и новым экспериментальным орудием для предпосевной обработки почвы. Выращиваемая культура — ячмень сорта «Парнас».

Измерения на каждом из объектов выполняли в три срока: в начале, в середине и в конце вегетационного периода при помощи твердомера конструкции Ревякина на глубину 30 см.

Обработка данных методом вариационной статистики показала, что твердость темно-серой оподзоленной почвы в 2013 г. непосредственно после посева ячменя и кукурузы с доверительной вероятностью 95% была выше, чем в модельном опыте. При этом наилучшие физические условия в почве, характеризующиеся параметрами твердости не более 10–15 кгс/см² (В.В. Медведев, 2009), наблюдались в условиях модельного опыта в слое 0–15 см, а в производственных посевах под кукурузой и ячменем — в слое 0–9 см (рис. 1).

На второй год эксперимента, напротив, существенных различий в твердости почвы непосредственно после посева культуры в модельном опыте и в производственных посевах не наблюдалось (рис. 2). Оптимальные параметры твердости наблюдались во всех случаях в слое 0–12 см.

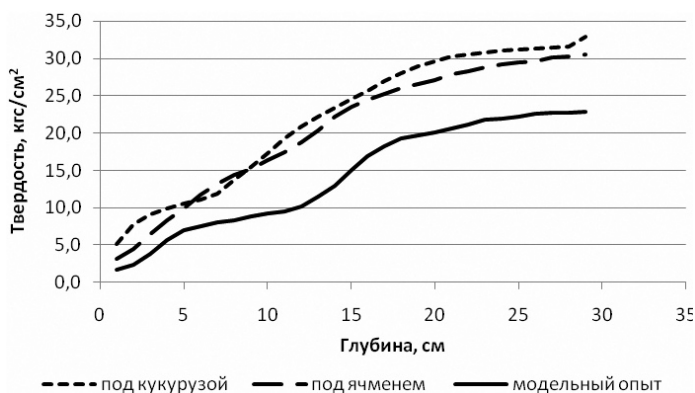
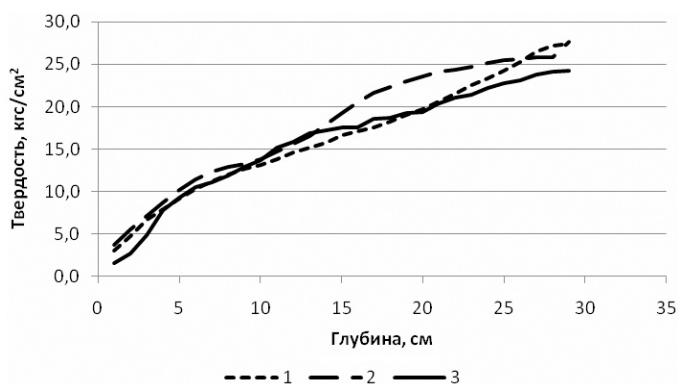


Рис. 1. Твердость темно-серой оподзоленной почвы после посева ячменя и кукурузы и в модельном опыте, 2013 г.



1 — почва под подсолнечником после кукурузы; 2 — почва под подсолнечником после ячменя; 3 — почва в модельном опыте

Рис. 2. Твердость темно-серой оподзоленной почвы после посева ячменя и кукурузы и в модельном опыте, 2014 г.

В середине вегетации более благоприятные условия в поверхностном слое почвы по показателю твердости в модельном опыте сохранились. При условии создания оптимальных параметров посевного слоя твердость почвы в слое 0–4 см оказалась в 1,5–2 раза ниже, чем под кукурузой, и в слое 0–15 см в 2 раза ниже, чем под ячменем. В конце вегетации не было статистически значимых отличий в твердости почвы в модельном опыте и под кукурузой (5,7 кгс/см² и

6,8 кгс/см² в слое 0–5 см соответственно), в то время как твердость почвы под ячменем существенно возросла и превысила величину этого показателя в модельном опыте в 4–5 раз, достигнув величин 20 кгс/см² в слое 0–5 см и 23 кгс/см² в слое 5–10 см (в модельном опыте 5,7 кгс/см² и 8,5 кгс/см² соответственно). И хотя в конце вегетации этот показатель не имеет такого значения, как непосредственно перед посевом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что благоприятные свойства посевного слоя, созданные предпосевной обработкой, могут сохраняться на протяжении всего вегетационного периода.

Определение твердости почвы в 2014 г. в посевах подсолнечника после кукурузы и ячменя показало отсутствие значимых различий этого показателя со значениями, полученными в модельном опыте. Это объясняется качественной предпосевной обработкой производственных площадей, выполненной весной 2014 г. высокими абсолютными значениями показателя твердости в модельном опыте по сравнению с 2013 г. При этом в середине и конце вегетации твердость почвы в модельном опыте на всю глубину определения была существенно ниже, чем в производственных посевах и увеличивалась с глубиной не так резко, что создавало более благоприятные условия для развития корневых систем растений.

На черноземе типичном тяжелосуглинистом при помощи экспериментального предпосевного орудия удалось создать надсеменной слой 0–4 см с меньшей твердостью (3,5 кгс/см²), чем при обработке культиватором (4,9 кгс/см²). При этом в обоих случаях наблюдались оптимальные значения твердости на глубину предпосевной обработки – в слое 0–8 см. В середине вегетации твердость почвы в этом слое существенно возросла – до 7,7 кгс/см² после обработки экспериментальным орудием и до 10,9 кгс/см² после традиционной обработки. Эти различия статистически значимы на уровне доверительной вероятности 95%. В конце вегетации твердость почвы на всех вариантах была одинаковой.

Таким образом, экспериментально подтверждено, что посевной слой с оптимальными агрофизическими параметрами характеризуется благоприятными показателями твердости до глубины 12–15 см. Можно формировать такие показатели твердости почв и в производственных условиях. Влияние предпосевной обработки, в случае формирования оптимальных агрофизических параметров почвы, может сохраняться на протяжении всего вегетационного периода, по крайней мере, это справедливо при выращивании кукурузы на зерно.

Требуется усовершенствовать экспериментальное предпосевное орудие так, чтобы оно обеспечивало наилучшие показатели твердости не только в надсеменном слое, но и в семенном и подсеменном слоях почвы.

ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ (ПОЧВЕННО-АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ) АРЕАЛОВ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

**Д.С. Булгаков, Д.И. Рухович, Е.А. Шишконокова,
Е.В. Вильчевская**

*ФГНБУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,
г. Москва, Россия*

Вопросы эффективного использования земель пахотных угодий особенно актуальны в современных экономических условиях при различных формах собственности в сельскохозяйственном производстве. Для учета значительного природного (географического, почвенного, климатического) и экономического (специфика региона, разные хозяйственные организационные формы) разнообразия на территории нашей страны при управлении земельными и растительными ресурсами, их мониторинге, распределении инвестиций, субсидий по регионам, в соответствии с правилами Всемирной торговой организации (ВТО), необходимо знание обобщенной природной и сельскохозяйственной информации. Такая информация в целом для территории страны и отдельных регионов публиковалась ранее [2]. Однако эти работы не содержали увязки биологического потенциала ведущих культурных растений с почвенно-климатическими условиями, в них указывалось только направление сельскохозяйственной деятельности в общих чертах.

Для учета соответствия потенциала почв и биологического потенциала сельскохозяйственных культур под руководством и при участии чл.-кор. ВАСХНИЛ И.И. Карманова были разработаны и апробированы принципы выделения почвенно-агроэкологических (земледельческих) ареалов оптимального размещения ведущих сельскохозяйственных культур, сопутствующих им в севообороте. Содержание ареалов способствует разработке научно обоснованных проектов использования пахотной земли.

Совмещение почвенно-агроэкологической, географической, климатической и социально-экономической (административной) информации представляется в виде текстового и электронно-картографического материала. Учет состояния сельскохозяйственных земель и оптимизация их использования в современных условиях осуществляется с использованием информационных методов и дистанционного зондирования [5]. Такая информация также необходима при разработке проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия, кадастровых оценок, определения ценности земель, при наземном и космическом мониторинге плодородия почв пахотных земель, почвенно-экологическом мониторинге.

На территориях, допускающих эколого-экономическое возделывание сельскохозяйственных культур без нанесения ущерба почвенному покрову, их рациональное размещение обусловлено, в первую очередь, климатическими условиями и пригодностью почв.

На территории России можно выделить определенное количество пространственных ареалов целесообразного возделывания сельскохозяйственных культур, в которых учитываются их основные требования к тепло- и влагообеспеченности. Такое деление территории предлагается впервые, имея в виду выделение для каждого таксономического выдела специфического набора сельскохозяйственных культур [1].

Методологической основой такого зонирования послужили разработки иерархической дифференциации территории России с акцентом на ее земледельческую часть, проведенные ранее [4].

Этот подход обуславливает деление территории России на земледельческие ареалы фациально-зонального типа сельскохозяйственного производства, основанного на учете требований ведущих и сопутствующих культур, участвующих в севообороте, к агроклиматическим и почвенным условиям, а также адаптивного размещения оптимальных наборов сельскохозяйственных культур.

В основе этого методологического подхода использованы идеи И.А. Стебута, Н.И. Вавилова, Д.Н. Прянишникова, Г.Т. Селянинова, Т.С. Мальцева.

На территории России выделено 64 почвенно-агроэкологических земледельческих ареала оптимального размещения набора сельскохозяйственных культур с использованием следующих принципов: *экологической обусловленности*, который предусматривает такое сочетание почвенно-климатических условий и характер рельефа и обеспечивает получение хозяйственного урожая культур не менее чем в 85% лет. При этом в качестве минимально необходимых сумм температур используются «хозяйственно необходимые» температуры для конкретных сельско-

хозяйственных культур (Карманова, 2006); *экологической защиты*, в соответствии с которым возделывание данной культуры не должно наносить вред экологической обстановке в целом или этот вред должен быть минимизирован. Например, при посевах на покатых склонах в структуре посевных площадей должна быть достаточной доля посевов многолетних трав; пропашные культуры не рекомендуется сеять на склонах крутизной более 2–3° и т.п.; *недоиспользования экологических возможностей территории*, предусматривающий, нецелесообразность возделывания культур, которые далеко не полностью используют экологический потенциал территории; *ландшафтной адаптивности*, согласно которому, размещение сельскохозяйственных культур должно в максимальной степени учитывать условия как ландшафта в целом, так и отдельных его компонентов; *учета относительной экономической целесообразности*, когда размещение посевов сельскохозяйственной культуры желательно в наиболее благоприятных для нее почвенно-климатических условиях.

Учитывая особенно важными для онтогенеза культурных растений экологически целесообразное сочетание параметров климата (соотношение тепла и влаги), в границы агроэкологических земледельческих ареалов вложен агроклиматический ареал, критерии выделения границ которого представляют собой ряд характеристик, определяющих диапазон требований конкретной сельскохозяйственной культуры и всего набора возделываемых сельскохозяйственных культур.

К ним относятся суммы температур выше 10 °С, длина вегетационного периода (дни), КУ – коэффициент увлажнения, КК – коэффициент континентальности, показатель термического угнетения растений. Кроме того необходимо учитывать ряд положений агроклиматического содержания:

а) имеется в виду, что среднемноголетние величины, вычисленные за период не менее чем 100 лет, а именно, сумма активных (>10 °С) температур и длина вегетационного периода обеспечивают необходимые условия для достижения растениями полной хозяйственной спелости не менее чем в 85% лет, а для высокотрудоемких культур – в 90% лет. Такая сумма температур называется хозяйственно-необходимой. При этом имеются в виду, как правило, среднеспелые сорта сельскохозяйственных культур;

б) растения не испытывают «термического угнетения» из-за слишком высоких летних температур, в результате чего могут наступать повреждения или гибель растений;

в) степень атмосферного увлажнения является достаточной для получения в 85–90% лет хозяйственного урожая культуры;

г) атмосферное увлажнение не является избыточным, т.е. не приводит к существенному ухудшению получаемой растениеводческой продукции, полеганию растений и т.д.

д) совокупность прочих агроклиматических условий (высокая континентальность климата, приводящая, прежде всего, к сокращению при тех же суммах температур длины вегетационного периода, распределение осадков, условия перезимовки озимых и т.д.) не препятствует нормальному развитию растений и получению хозяйственного урожая продукции.

Список литературы

1. Агроклиматические ареалы с набором ведущих сельскохозяйственных культур (карта). Национальный атлас почв Российской Федерации / Д.С. Булгаков; под ред. С.А. Шобы. — М.: Астрель, 2011. — С. 290–292.

2. Земельные ресурсы СССР. Природно-сельскохозяйственное районирование территории областей, краев, АССР и республик. Ч.1. — М., 1990. — 261 с.

3. Карманова, Л.А. Анализ пригодности почвенно-экологических условий для возделывания ведущих сельскохозяйственных культур / Л.А. Карманова // Проблемы почвоведения: науч. тр. почв. ин-та им. В.В. Докучаева РАСХН. — М., 2006. — С. 368–392.

4. Ландшафтно-сельскохозяйственная типизация территории: методическое пособие / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков; под ред. А.Н. Каштанова, Л.Л. Шишова. — М.: Россельхозакадемия, Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1997. — 110 с.

5. Проблемы использования цифровых тематических карт на территорию СССР при создании ГИС «Почвы России» / Д.И. Рухович / Почвоведение. — 2011. — № 9. — С. 1043–1045.

УДК 631.445:631.47:631.471

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЛАТЕРАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВ

Т.Ю. Бындыч

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

Необходимость развития почвоведения, как точной науки, обосновывалась в работах многих выдающихся почвоведов и на современном этапе актуализирует совершенствование методов количественного описания локальных структур почвенного покрова (ПП). Однако, объектив-

ная сложность взаимодействия факторов, формирующих закономерное варьирование почвенных свойств в их пределах, пока не привела к созданию наиболее точных методов их количественного описания. Совместное использование геоинформационных систем (ГИС), данных дистанционного зондирования (ДЗ), приборов системы глобального позиционирования (GPS) во время полевых исследований, дают новый импульс для разработки современных подходов к диагностике и оценке латеральной неоднородности почв. Одним из результатов деятельности лаборатории ДЗ ННЦ «ИПА» по вопросам использования ГИС-технологий для всестороннего изучения ПП является разработка алгоритма оценки сложности и неоднородности ПП по данным многоспектрального космического сканирования (МКС), основанного на тесной взаимосвязи оптических характеристик почвенной поверхности с генетически обусловленными свойствами почвы (гумус, гранулометрический состав).

Изучение многоплановости проблемы оценивания неоднородности ПП и специфики данных МКС, как носителя информации о ПП, позволили выделить два основных подхода к использованию данных космической съемки для этой задачи. Первый состоит в определении и количественной оценке плановой неоднородности (или сложности) ПП, под которой следует понимать пространственно-структурное размещение почвенно-территориальных объектов с передачей их взаимного расположения и пространственной структуры с определенной степенью геометрического и топологического сходства. Второй — диагностика и количественная оценка закономерного варьирования почвенных свойств в пределах ареалов или классов почв, определенных в ходе дешифрования данных ДЗ, математико-статистическими и геостатистическими методами. Определенную новизну и практическую значимость имеет синтез этих двух подходов для целей математического моделирования неоднородности локальных структур ПП на основе данных МКС, высокого пространственного разрешения.

Для разработки концептуальных основ использования такого подхода, особую ценность имеют результаты научного поиска широко известных почвоведов, как Е.А. Дмитриев (1972, 1988, 1996), Ф.И. Козловский (1966, 2003), В.М. Фридланд (1972, 1984), В.П. Самсонова (1976, 2008), И.В. Михеева (2001, 2005), В.В. Медведев (1991, 2007), а также R. Webster (1994, 1999), A.B. Mc Bratney (1990, 2000).

Проведенные исследования позволили сделать вывод о возможности использования данных МКС для структурного, вероятно-статистического моделирования латеральной неоднородности почв. Такой подход к использованию данных МКС обоснован случайной природой оптических характеристик ПП (как результата процесса получения

спектральных характеристик объектов земной поверхности, а также как результата сложного процесса почвообразования), что позволяет рассматривать его изображение как случайное поле оптической плотности. В этом случае, структурно-параметрическая идентификация случайной величины состоит в выборе такой модели закона распределения вероятностей для каждого элемента пространственной структуры, которая наилучшим образом соответствует результатам экспериментальных наблюдений. Истинный закон распределения, благодаря совокупному действию различных погрешностей измерительной системы и технологии обработки изображения, может остаться неизвестным, несмотря на все попытки его определения. Однако, на основании данных измерений и теоретических рассуждений всегда можно подобрать достоверную модель, которая наилучшим образом подходит к истинному закону распределения признака. В случае нахождения адекватной модели (модель не отклонена на основании использования системы статистических критериев), ее можно использовать для определения вероятностных характеристик случайной величины (необходимых для исследователя), которые отличаются от истинных значений только за счет систематической составляющей погрешности измерений.

Апробация предложенного подхода к структурному моделированию латеральной неоднородности почв проведена на основе данных малого спутника «Сич-2», который осуществлял съемку в нескольких диапазонах спектра (0,51–0,59; 0,61–0,68; 0,80–0,89 нм), с пространственным разрешением 8 м для полигона, расположенного в Ясиноватском районе Донецкой области. Космическое изображение полигона было получено в условиях открытой, воздушно-сухой поверхности почв и характеризовалось значительной сложностью и контрастностью. Программа исследований предусматривала последовательное решение задач: статистического анализа изображения полигона; его предварительной классификации для разработки системы опробования почв; проведения детального полевого почвенного обследования, аналитического исследования почвенных проб; экспертной оценки сложности изображения и данных полевого обследования почв как основы для обоснования критериев классификации изображения и создания оптимальной картографической модели ПП полигона; поиска математических моделей, описывающих взаимосвязь между оптическими характеристиками поверхности почв и ее основными, наиболее стабильными физико-химическими показателями (гумус и гранулометрический состав); создания электронных картограмм почвенных свойств на основе полученных математических моделей; параметризации и геостатистического анализа варьирования показателей, диф-

ференцированного по элементам структуры ПП; обобщения данных и выполнение экстраполяционных процедур.

Для решения поставленных задач использовались традиционные методы проведения почвенных обследований (морфологическое описание 8 почвенных разрезов, отбор 60 проб с поверхностного слоя почвы, лабораторные анализы проб), статистические методы (программа Statistica) и методы геоинформационной обработки данных (в ГИС TNT liteи ArcGIS).

В результате исследований установлено, что использование данных «Сич-2» оказалось достаточно эффективным для выделения 4 классов почв, представляющих ареалы чернозема обыкновенного малогумусного, сформированного на лессе и элювии глинистых сланцев, а также характеризующихся различной степенью проявления эрозии (слабо-, средне- и сильносмытые). Корректность полученной картографической модели подтверждается приуроченностью почвенных контуров к отдельным элементам микрорельефа (плакор, склон, бровка между пологим и крутым склоном, днище ложбины стока) и ее структурностью (упорядоченное расположение контуров передает их соподчиненность).

Наличие значимой обратной связи между оптической яркостью почв в инфракрасной области спектра с общим содержанием в ней гумуса (на уровне $r^2 = -0,72$) позволило получить экспоненциальную зависимость для построения картограммы общего содержания гумуса в ПП полигона. Созданная картограмма использовалась для параметризации почвенных выделов полигона и детального анализа структуры скалярного поля этого почвенного показателя, а именно: для визуального анализа поля и проверки стационарности математического ожидания; сглаживания функций, определения характера тренда и аппроксимации случайной функции; нахождения аналитического выражения регионально-коррелированной составляющей и снятия тренда; корреляционного анализа и выявления значимых периодических компонентов; анализа спектральной плотности дисперсии; проверки закона распределения и оценки параметров распределения показателя. Проведенный анализ показал, что варьирование исследуемого почвенного показателя для чернозема обыкновенного малогумусного среднесмытого на лессе удовлетворительно описывается нормальным законом распределения, в то время как распределение показателя для других выделенных в процессе дешифрирования классов было близким к Бета-распределению. Данная информация использовалась для получения робастных оценок, характеризующих варьирование общего содержания гумуса в почвах исследуемого полигона, и составила основу региональной информационной базы данных.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

П.П. Васюков, Г.М. Лесовая, Г.В. Чуварлеева, О.Б. Быков

*ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко»,
г. Краснодар, Россия*

Обработка почвы, оказывая воздействие на верхний, наиболее биологически активный слой, существенно влияет на ход почвенных процессов, определяя во многом плодородие почвы. Антропогенное воздействие на почву приводит к существенному изменению сложившегося фитоценоза и не всегда благоприятно сказывается на агрофизических свойствах (В.А. Черников, 2001, В.Д. Соловichenko, 2003).

Изучение целесообразности и возможности исключения оборачивания обрабатываемого слоя с целью сохранения на поверхности растительных остатков, уменьшения глубины рыхления в процессе возделывания культур, как возможность регулирования агрофизических свойств почвы является задачей наших исследований.

Исследования проводились в центральной зоне Краснодарского края в стационарном опыте агротехнологического отдела Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. Почвы участка представлены — черноземом выщелоченным малогумусным сверхмощным. Стационар состоит из 6-польного севооборота со следующим чередованием культур: соя — озимая пшеница — подсолнечник — озимый ячмень — кукуруза на зерно — озимая пшеница. Схема опыта включала следующие системы основной обработки почвы:

- традиционная система, предусматривающая вспашку в качестве основной обработки почвы;
- минимальная мульчирующая с разуплотнением, предусматривающая разуплотнение почвы чизелем на глубину 32—35 см один раз в три года;
- минимальная мульчирующая, предусматривающая исключение глубоких обработок почвы.

В стационаре с 2008 г. (начало ротации) ведется мониторинговое обследование — система наблюдений за изменением физико-химиче-

ского состояния почвы в пространстве и во времени в зависимости от систем основной обработки.

Изменения, произошедшие со структурой почвы за первую ротацию севооборота, показаны на рисунке.

При традиционной системе обработки почвы за этот период снизилось содержание глыбистых агрегатов с 59,3% до 31,2%, в то время возросло количество агрономически ценных с 40,3% до 61,6%. Следует отметить увеличение почвенных агрегатов менее 0,25 мм.

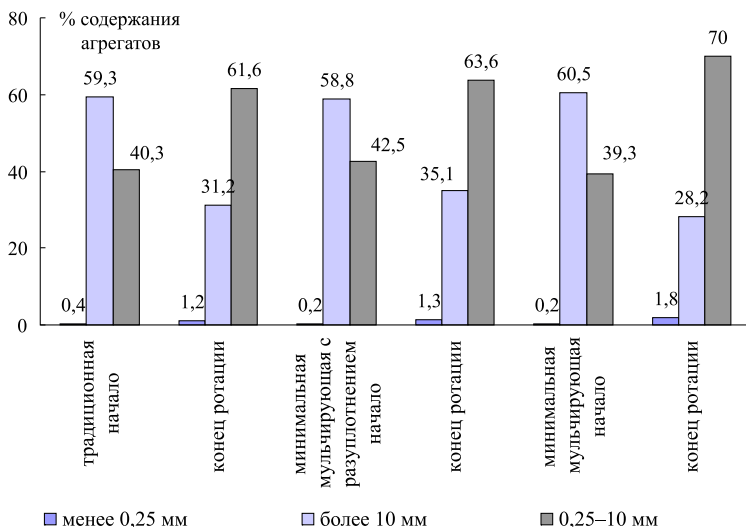


Рис. Изменение структурно-агрегатного состава чернозема выщелоченного в 0–30 см слое в зависимости от систем обработки почвы за ротацию севооборота (2008–2014 гг.)

Аналогичные изменения в структуре почвы наблюдались при минимальной мульчирующей с разуплотнением системе обработки. При минимальной мульчирующей системе произошло значительное снижение (до 28,2%) глыбистой фракции и увеличение до 70% агрегатов 0,25–10 мм. Это показывает, что минимальные мульчирующие системы основной обработки почвы благоприятно влияют на структурообразование.

По данным агрегатного состава вычисляется коэффициент структурности почвы (Кс). К концу первой ротации коэффициент структурности увеличился с 0,7 до 2,6% (табл.). Особенно это заметно при минимальной мульчирующей системе (2,6%). Шкала оценки структурного

состояния, по количеству воздушно-сухих агрегатов показывает, что минимальные мульчирующие обработки можно отнести к системам, улучшающим структуру почвы со временем, способствуют уменьшению глыбистых и пылевидных агрегатов, что не скажешь о традиционной.

Среди других свойств почвы, обуславливающих возможность минимализация ее обработки, следует отнести водопрочность почвенных агрегатов.

Таблица

Оценка структурного состояния почвы за ротацию севооборота в 0–30 см слое (2008–2014 гг.)

Система основной обработки почвы	2008 г. (начало ротации)		2014 г. (конец ротации)	
	Кс*	водопрочность, %	Кс*	водопрочность, %
Традиционная	0,7	55,8	2,3	43,7
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	0,7	45,3	2,2	51,2
Минимальная мульчирующая	0,7	46,8	2,6	70,6

Примечание. * Кс – коэффициент структурности.

Наши исследования показали, что при традиционной системе основной обработки почвы произошло снижение водопрочности, в то время как при минимальных мульчирующих системах количество водопрочных агрегатов увеличилось, особенно при системе без глубоких обработок. Так, в начале ротации водопрочность составляла 46,8%, то в конце – 70,6%.

Таким образом, исходя из полученных данных видно, что минимальные мульчирующие системы обработки следует отнести к системам, улучшающим структурное состояние (т.е. количество агрономически ценных агрегатов) почвы по изучаемым физическим показателям.

Список литературы

1. Соловichenko, В.Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области / В.Д. Соловейченко. – Белгород: Отчий край. – 2005. – 292 с.
2. Черников, В.А. Агроэкология / В.А. Черников, О.А. Соколов, А.И. Черкерс. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. – 138 с.

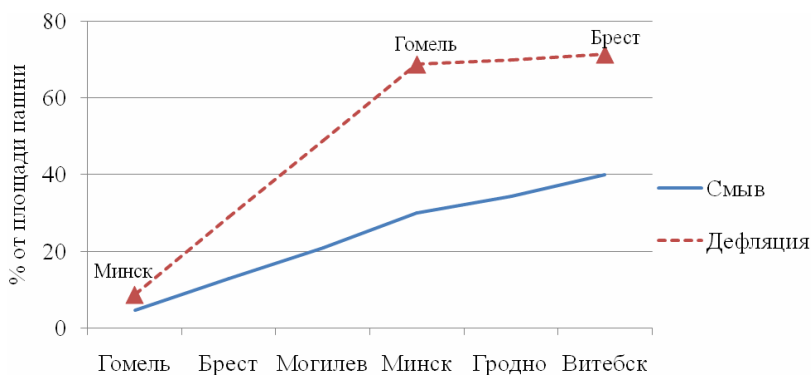
О ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА ЭРОДИРОВАННЫХ И ЭРОЗИОННООПАСНЫХ ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

П.И. Волович

*ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»,
г. Гомель, Беларусь*

В Беларуси деградация земель проявляется более чем в 20 видах и формах, основными из которых являются водная и ветровая эрозия, минерализация органического вещества торфа в результате интенсивного сельхозпользования осушенных торфяных и торфяно-болотных земель, пожары на осушенных торфяниках и землях лесного фонда. В результате деградации торфяного слоя сохранились лишь 842,3 тыс. га осушенных торфяных почв, остальные утратили генетические признаки торфяных и перешли в категорию антропогеннодеградированных — с содержанием органического вещества менее 50%.

Существенный ущерб почвам наносит эрозия. По данным Национальной академии наук Беларуси, эрозия земель происходит практически во всех регионах страны с различным долевым участием на общей площади более чем 0,5 млн га, а дефляционные процессы характерны для 30% пахотных земель, в основном, Белорусского Полесья (рис.).



*Рис. Изменения потенциально возможного смыва и дефляции почв
по областным регионам страны*

На этой площади, почвы частично или полностью утратили биологическую и экологическую продуктивность. С каждого гектара пашни потери от эрозии составляют ежегодно 16–18 т твердой фазы, что на 28–45% превышает предельно допустимый уровень. При этом урожайность сельскохозяйственных культур на эродированных землях снижается значительно (5–60%).

В предотвращении деградации почвенного плодородия и достижении устойчивого землепользования, наряду с организацией территории в дефляционноопасных агроландшафтах, значимая роль принадлежит лесной мелиорации. Положительное влияние защитных лесных насаждений (ЗЛН) на агроландшафты является многофункциональным, главная из которых снижение скорости ветра и улучшение микроклимата защищаемой территории, что исключает дополнительную аргументацию их роли. Вместе с тем, более чем полувековой опыт защитного лесоразведения в Беларуси свидетельствует о неустойчивой тенденции его развития.

Принятые в разное время государственные программы включали планы и защитного лесоразведения, значительная часть которых оказалась не выполненными. Различные виды защитных насаждений (поле-садозащитные, противоэрозионные, прибалочные, приовражные и др.) создавались в относительно большом количестве ранее (1960–1990 гг.), а точнее в период крупномасштабного осушения белорусских болот, борьбы с водной и ветровой эрозией почв и развития садоводства. Поэтому уровень защитной лесистости территорий, особенно осушенных торфяно-болотных и минеральных земель, даже не приблизился к научно обоснованной норме (5% от защищаемой территории). В целом же, защитная лесистость по республике составляет около 0,5%, что значительно ниже мировой практики (1,5–3,2%). Поэтому, в плане рационального природопользования необходимо создание дополнительного количества ЗЛН с учетом рельефа в каждом водосборе, особенно в районах с высокой интенсивностью проявления водно-эрозионных процессов, а так же — с высокой и очень высокой дефляционной опасностью.

Кстати, лесистость административно-территориальных единиц традиционно определяется по наличию лесопокрытой площади на землях лесного фонда без учета древесно-кустарниковой растительности (ДКР), произрастающей на иных категориях земель. Если участки ДКР передаются в лесной фонд и имеют соответствующую полноту, то они учитываются при определении лесистости. Сложившаяся система учета в данном случае искусственно снижает

показатель лесистости, особенно на территориях со значительной площадью ДКР. Например, в Витебской области широко представлены сероольшаники на землях сельскохозяйственного назначения, которые «захватываются» ольхой серой в процессе ее естественного возобновления.

Сведения о лесистости с учетом ДКР как на землях лесного фонда, так и на других землях свидетельствуют о существенной разнице в разрезе административно-территориальных единиц. Наиболее она однородна в Гомельской области. В других областях лесистость административных районов отличается большей пестротой. Прослеживается закономерность, что чем больше площадь административного района, тем выше лесистость, и наоборот. Так, районы с территорией более 2000 км² имеют лесистость около 40% и выше, за исключением некоторых районов с крупными административными и промышленными центрами — Барановичи, Жлобин, Гомель, Минск, Могилев. Районы с небольшой площадью территории (<1000 км²) имеют, как правило, низкую лесистость, в пределах 10–20%. В целом же, лесистость областных административно-территориальных единиц с учетом ДКР может возрасти на 1,5–5,4% (по РБ в среднем на 2,5%), если будет изменена сама система учета. В тоже время, защитная лесистость останется практически на прежнем уровне, что естественно требует решения вопросов нормализации агроэкологической обстановки на сельскохозяйственных землях.

Существующие ЗЛН, разнообразие которых в стране велико, но далеко недостаточное, включая стабилизирующие виды земель (леса, водно-болотные угодья, ДКР, земли ООПТ, луга), нарушенные земли (карьеры, овражно-балочные и деградированные земли, отвалы, неудобья и т.п.), пригодные для лесоразведения, представляют в целом экологический каркас агроландшафтов, что в общем, пока сдерживает постоянно увеличивающуюся экологическую компоненту. В этой связи, защитные насаждения помимо своего основного назначения, могут выполнять и другие функции. Так, полезащитные лесные полосы могут иметь противоэрозионное значение, а водорегулирующие, прибалочные и приовражные играть роль полезащитных насаждений. Садозащитные и другие насаждения выполняют функции и полезащитных, а при близком их расположении к населенным пунктам, особенно в малолесных (лесистость 11–29%) районах, которых в Беларуси — 37 (без учета ДКР), могут являться и поселкозащитными. Эту взаимодополняющую роль защитных насаждений следует учитывать при проектировании, т.к. объединение их

в единое функциональное целое и создание интегрированной системы ЗЛН резко изменяет природный облик полей, образуя по существу новый тип географического ландшафта, т.е. агролесоландшафт, что создает благоприятную и стабильную агроэкологическую обстановку на сельскохозяйственных землях, способствует повышению их продуктивности, улучшает социальные условия жизни и работы населения.

Созданная система полезащитных лесных насаждений (в основном на осушенных торфяно-болотных и минеральных землях) различных типов, видов и конструкций, длительная эксплуатация, отсутствие своевременных и необходимых уходов привело к их старению, снижению жизнеспособности и защитных функций. Содержание ЗЛН практически повсеместно не отвечает их потребности в охране, лесоводственных уходах, ремонте и воспроизводстве. Несмотря на имущественную принадлежность Минсельхозпроду, полезащитные лесные насаждения остаются безхозными с момента их передачи в эксплуатацию, т.е. с 7–8 летнего возраста. В последующие годы, а это 30–40 лет спустя требуется инвентаризация ЗЛН, оценка состояния и жизнеспособности, разработка санитарно-оздоровительных мероприятий, необходимых для поддержания их биологической устойчивости и долговечности, а также выполнения защитных функций.

УДК 631.4:631.587

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРИ ОРОШЕНИИ И УСТОЙЧИВОСТЬ ИХ К ПРОЯВЛЕНИЮ ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Л.И. Воротынцева

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

Орошаемые земли представляют собой специфические антропогенно преобразованные природные системы, в которых под влиянием поливов происходит комплексная трансформация их состава и свойств, которая может иметь нейтральный или деградационный ха-

актер с точки зрения почвенного плодородия, в зависимости от качества оросительных вод и исходных (до орошения) свойств почв. От скорости и направленности антропогенной эволюции почв зависит их способность полностью выполнять свои биосферные и социальные функции. В связи с этим актуальными являются вопросы изучения направленности, интенсивности и закономерностей развития элементарных почвенных процессов, эволюции черноземов обыкновенных как в условиях продолжения орошения водами различного качества, так и в условиях постирригационного их использования (ренатуризации) при выведении из орошения.

В условиях повышенной техногенной нагрузки на орошаемые почвы (например, Донецкий регион), связанной с использованием ограниченно пригодных и непригодных для орошения по агрономическим и экологическим критериям поливных вод, загрязнения ландшафтов тяжелыми металлами, особенно важными аспектами научных исследований являются разработка моделей сбалансированного их использования, устойчивого управления для обеспечения гармоничного соотношения между антропогенной нагрузкой и природным потенциалом почв, изучение направленности почвенных процессов, а также устойчивости почв к проявлению деградационных процессов.

Объектом наших исследований являются орошаемые черноземы обыкновенные зоны Северной Степи Украины. Основой рационального и сбалансированного природопользования на орошаемых землях, установления направленности почвенных процессов и прогноза их эволюции, а также для разработки дифференцированных мер по повышению плодородия деградированных почв является наличие точного периодически обновляемого информационного обеспечения (информационно-аналитические базы данных, ГИС-технологии) и картографического материала о современном состоянии орошаемых земель. В связи с этим для получения точной комплексной информации о состоянии земель, оценки их качества нами предложен новый методический подход, основанный на совмещении данных мониторинговых почвенных наблюдений различных служб и организаций на единой картографической основе с созданием современных бах данных и пакета карт как по отдельным показателям, так и комплексного состояния.

Обобщение результатов многолетних наблюдений (данные полевых опытов, мониторинговых наблюдений, солевых съемок) показало, что в связи с изменением почвенно-экологических условий при оро-

шении минерализованными, загрязненными тяжелыми металлами водами в черноземах обыкновенных активизируются как быстро, так и медленно протекающие почвенные процессы, которые приводят к трансформации основных составляющих почвы – органической и минеральной, изменению ее физических, химических и физико-химических и биологических свойств в сравнении с богарными аналогами. Изучение строения профиля орошаемой (50 лет) и неорошаемой почв показало, что в условиях орошения уменьшается текстурная дифференциация профиля, увеличивается мощность гумусово-аккумулятивного горизонта, размывается горизонт белоглазки, профиль почвы более удлинённый.

В результате длительного орошения водами низкого качества активизируются галохимические процессы в направлении повышения концентрации водорастворимых солей (в том числе токсичных), активности растворимого натрия, сужения отношения кальция к натрию, что приводит к деградационным изменениям и развитию процессов вторичного засоления.

Сегодня возрастают площади земель, которые поливаются капельным способом, обеспечивающим экономию водных ресурсов, но при этом значительно увеличивается нагрузка на почвы в зоне увлажнения и возрастает степень засоления почвы. Поэтому вопрос эффективности данного типа орошения тесно сопряжен с его экологической безопасностью.

Под влиянием длительного орошения черноземов обыкновенных в почвенном поглощающем комплексе заметно повышается содержание обменных катионов натрия и магния, и при этом уменьшается количество обменного кальция. Происходит трансформация минеральной компоненты почв в результате поливов минерализованными водами, которая заключается в появлении минералов гидрослюдисто-монтморилонитового типа, увеличении содержания аморфного кремнезема, что свидетельствует о повышении гидрофильности коллоидов и как результат – ухудшении агрофизических свойств. Агрофизическая деградация проявляется в уплотнении, обезструктурировании, коркообразовании и слитизации. С агрономической точки зрения очень важным аспектом является изменение микробиологической активности почв в условиях орошения водами низкого качества.

Одним из проявляющихся деградационных процессов является загрязнение почв и растительной продукции тяжелыми металлами выше допустимых нормативов. В связи с этим для обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственного производства необходимо

усовершенствование законодательной базы относительно регламентации использования и определения статуса техногенно загрязненных почв.

Поэтому одним из важных вопросов является оценка устойчивости орошаемых агроландшафтов и почв к деградационным процессам, развивающимся при ирригации. Основой повышения производительности и устойчивости их к воздействию внешних факторов является оптимизация структурно-функциональной организации и применение ресурсосберегающих технологий.

Актуальность исследований по данной проблеме усиливается практической необходимостью применения оцененного потенциала устойчивости почв и ландшафтов, в целом в качестве базового материала для прогнозирования изменений в них, нормирования антропогенных нагрузок, рационализации природопользования, планирования сбалансированного эколого-социально-экономического развития регионов.

На сегодня наиболее распространенным подходом к оценке устойчивости ландшафтов считается ландшафтно-экологический, главным принципом, которого является рассмотрение ландшафтов как поликомпонентной и полиструктурной системы. К основным принципам, которыми следует руководствоваться при определении устойчивости ландшафтов и почв, относятся принцип системности, иерархичности, дифференциации, функциональности, комплексности.

На основе анализа результатов многолетних исследований нами разработана и предложена экспертная десятибалльная оценка устойчивости агроландшафтов и их основных компонентов (климата, рельефа, гидрогеологических условий, биологической составляющей) к воздействию орошения. По нашему мнению, орошаемые агроландшафты и почвы, должны быть устойчивыми к негативному влиянию орошения и неустойчивыми в направлении эволюции их в сторону более биопродуктивных и экологически безопасных для окружающей природной среды и человечества.

Предложена система типизации орошаемых почв по их устойчивости к ирригационному засолению, осолонцеванию и загрязнению тяжелыми металлами с выделением 3 групп почв: наиболее устойчивые, среднеустойчивые, низкоустойчивые.

Разработана и апробирована методика экспериментального определения количественных параметров устойчивости орошаемых почв к развитию наиболее распространенных деградационных процессов при орошении. Наиболее устойчивыми к ирригационному засолению,

осолонцеванию и загрязнению тяжелыми металлами являются почвы легкого и среднего гранулометрического состава с высокой фильтрационной способностью, насыщенные карбонатами кальция и гумусом, наиболее буферные к осолонцеванию и поглощению токсичных тяжелых металлов.

Легкие по гранулометрическому составу почвы будут меньше адсорбировать, а больше пропускать соединения металлов и водорастворимые соли в нижние слои почвы, дренажные и подпочвенные воды, а более тяжелые почвы (тяжелосуглинистые и глинистые) — наоборот. С экологической точки зрения более устойчивыми являются почвы легкого и среднего гранулометрического состава (легко- и среднесуглинистые), так как значительная аккумуляция соединений тяжелых металлов в условиях орошения может стать причиной развития более негативных явлений, чем транзит их в подпочвенные и дренажные воды.

УДК 631.4

АЛЬГОЛОГО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

Е.Е. Гаевский, Д.В. Феофанов, А.И. Сымонович

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

В условиях современного интенсивного земледелия все большее значение приобретают вопросы повышения плодородия почв путем обогащения их органическим веществом и улучшения на этой основе структуры почвенного альгологического и микробиологического разнообразия. В первую очередь коренного улучшения требуют песчаные почвы, обладающие низким плодородием и которые быстро истощаются в процессе сельскохозяйственного использования.

Результаты исследований, проведенных с дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными почвами, показали, что применение торфяных добавок является активным мелиоративным мероприятием по регулированию их микробиологической активности.

Данные по влиянию совместного внесения торфа и суглинка на микробиологическую активность и плодородие песчаных почв отсутс-

твуют. В связи с этим целью данной работы является изучение возможности оптимизации структуры микробного комплекса дерново-подзолистой песчаной почвы и повышение ее биологической активности путем торфования и землевания, обеспечивающих формирование высокого почвенного плодородия. А также изучение таксономической структуры водорослей дерново-подзолистой песчаной почвы после оптимизации и определение спектра эколобиоморф почвенных водорослей по индексам жизненных форм.

Полевые опыты проводились на базе хозяйства «ПМК-16 АГРО» около агрогородка Переседы Борисовского района Минской области на дерново-подзолистой связнопесчаной почве.

Схема полевого опыта включает 5 вариантов, где на опытные делянки площадью 50 м² в 4-кратной повторности вносился суглинок из расчета 100, 200, 300 и 400 т/га, а также торфоनावозный компост в дозе 200 т/га с соотношением навоза к торфу 1:1.

Отбор образцов почвы проводили летом (июль) и осенью (сентябрь) 2014 г. Определение численности микроорганизмов осуществляли методом посева на агаризованные питательные среды. Видовой состав водорослей выявляли методом почвенных культур со стеклами обростания и водных культур.

В оптимизированной почве значительно увеличилась численность всех изучаемых групп микроорганизмов, повысилась ее биологическая активность и связанное с ней плодородие. Численность гетеротрофных бактерий в оптимизированной почве возросло в 2 раза по сравнению с контролем (июль), в тоже время в сентябре общая численность бактерий увеличилась в 3–4 раза. Количество спорообразующих бактерий, осуществляющих минерализацию более стойких органических веществ, возросла в 3–4 раза — летом, но уже осенью разница в численности уменьшилась по сравнению с контролем (контроль — 103,4 тыс./г абсолютно сухой почвы, последний вариант опыта — 229,7 тыс./г абсолютно сухой почвы).

Летом численность азотобактера в оптимизированной почве возросла в 3 раза. Внесение торфа в минеральную почву стимулировало развитие бактерий круговорота азота, в результате чего улучшилось азотное питание растений, что имеет важное значение для легких минеральных почв. Увеличение численности аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий обеспечило минерализацию внесенного торфа и содержащихся в почве других органических веществ, освобождение азота и превращение его в аммонийные и нитратные соединения. О накоплении в почве подвижного азота свидетельствует

активное развитие бактерий, потребляющих минеральный азот, численность которых в оптимизированной почве увеличилось в 2 раза по сравнению с исходной почвой.

Высокая численность актиномицетов в окультуренной почве свидетельствует о достаточно глубокой минерализации азотсодержащих соединений и преобладании здесь окислительных процессов. Так летом на контроле численность актиномицетов составило 178,7 тыс./г абсолютно сухой почвы, в то время как на оптимизированных вариантах опыта численность достигала 382,6 тыс./г абсолютно сухой почвы. Осенью наблюдалась такая же тенденция. Такая «согласованность» микробиологических показателей отражает взаимосвязь разных звеньев трофической цепочки в преобразовании органического субстрата.

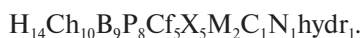
Также летом наблюдалось увеличение численности микроскопических грибов с 98,9 тыс./г абсолютно сухой почвы на контроле до 169,8 тыс./г абсолютно сухой почвы на оптимизированных вариантах. Осенью распределение микроскопических грибов по всем вариантам опыта равномерное и различия незначительные.

Вместе с тем, в окультуренной почве наблюдается снижение численности денитрифицирующих бактерий, осуществляющих анаэробный процесс восстановления азотных соединений до молекулярного азота или аммиака, что обусловлено улучшением водно-воздушного режима этой почвы. Благодаря этому достигается более экономное использование растениями минерального азота.

В оптимизированной дерново-подзолистой песчаной почве идентифицировано 56 видов водорослей. Были выявлены почвенные водоросли шести отделов: Cyanophyta — 18 видов (32,1%), Bacillariophyta — 9 (16,1%), Xanthophyta — 6 (10,7%), Euglenophyta — 3 (5,4%), Chlorophyta — 19 (33,9%) и Rhodophyta — 1 вид (1,8%). Сине-зеленые водоросли включали представителей из 10 родов, относящихся к 7 семействам, 3 порядкам классов Chroococcophyceae (11,8%) и Hormogoniophyceae (88,2%). Наиболее широко были представлены порядки Oscillatoriales и Nostocales (по 8 видов). Выявленные зеленые водоросли относятся к 4 классам, 5 порядкам, 9 семействам и 12 родам; наибольшим видовым разнообразием отличался порядок Ulothrichales (10 представителей).

В ходе исследований определяли не только видовой состав почвенных водорослей, но и их распределение по экобиоморфам или жизненным формам, которые характеризуют экологические особенности водорослей, независимо от систематической принадлежности. Распо-

лагая индексы жизненных форм в порядке убывания числа видов, мы получили спектр жизненных форм:



Большинство обнаруженных представителей — эдафотрофные водоросли, участие гидрофильных (hydr.) водорослей в формировании альгогруппировок исследуемых участков незначительно (представлено 1 видом *Cosmarium undulatum* var. *minutum* Wittr.), амфибиальных водорослей обнаружено не было.

Среди эдафотрофных водорослей доминирующее положение занимали представители Н-формы — 14 видов (25%). Это нитевидные зеленые и желто-зеленые водоросли, неустойчивые против засухи и сильного нагревания. Десятью видами представлены (17,8%) почвенные водоросли Ch-формы — это одноклеточные и колониальные зеленые и желто-зеленые водоросли, обитающие в толще почвы, при благоприятной влажности — и на поверхности почвы, отличаются исключительной выносливостью к колебаниям pH, влажности, засоленности, их обычно обозначают как убиквисты. Далее по убывающей расположились водоросли В-формы (16,1%) — холодоустойчивые, светолюбивые, многие солевыносливые, но неустойчивые против высыхания водоросли, предпочитающие нейтральную и щелочную среду, а также Р-формы — 8 видов (14,3%) — нитевидные сине-зеленые, устойчивы против засухи, тяготеют к голым участкам минеральной почвы, занимают пространства между растениями. Затем следуют представители Cf-формы (8,9%) — микроскопические талломы азотфиксирующих сине-зеленых водорослей, способные давать слизистые разрастания на поверхности почвы, требовательны к влаге и могут образовывать обильную слизь. Х-форма (8,9%) — одноклеточные желто-зеленые и зеленые водоросли, отличающиеся неустойчивостью против засухи и экстремальных температур. Незначительным количеством видов (2 вида) представлены водоросли М-формы (3,6%): М-форма — сине-зеленые в виде слизистых нитей, образующие макроскопические корочки или дерновинки на поверхности почвы. Единично встречались виды, относящиеся к С- и N-формам.

Надо полагать, что увеличение общего содержания микроорганизмов и повышение ферментативной активности оптимизированной почвы явилось одним из мощных факторов, обеспечивающих ее высокое плодородие.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ПОД КУЛЬТУРОЙ РИСА

О.А. Гуторова, Р.В. Штуц, Н.В. Епифанович

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
г. Краснодар, п/о Белозерное, Россия*

Возделывание культуры затопляемого риса существенно изменяет условия почвообразования. Изменения характера и направленности водно-воздушного и солевого режима, окислительно-восстановительных условий, системы обработки и применения удобрений вызывает глубокие преобразования в морфологическом строении почвы, а также биологических, химических и физико-химических ее свойств (А.Х. Шеуджен, 2005).

Степень и скорость трансформированности почв зависит от их генезиса и продолжительности периода возделывания риса на фоне соответствующего окислительно-восстановительного режима (Т.Ф. Бочко, А.Х. Шеуджен, К.М. Авакян, Е.М. Харитонов, И.Д. Черниченко, В.П. Суетов, 2002). Однако все рисовые почвы объединены тем, что близкий уровень грунтовых вод и поверхностное затопление водой обуславливают их принадлежность к гидроморфным почвам (И.В. Ковда, М.П. Лебедева, Г.-Л. Чжан, З.-Т. Гон, Д.-Ц. Ли, В.И. Васенев, 2011).

Цель исследований — изучить изменения физико-химических и морфологических свойств почвы в условиях рисосеяния.

Объекты исследования — почвенные разрезы, заложенные на рисовой оросительной системе в ЭСП «Красное» Красноармейского района Краснодарского края:

Разрез № 1. Вид угодий: богарный участок, предназначенный для выращивания сельскохозяйственных культур без полива. Предшественник — озимая пшеница. Глубина грунтовых вод ниже 150 см.

Разрез № 2. Вид угодий: рисовый чек. Предшественник — рис рису 2 года. Глубина залегания грунтовых вод с 155 см.

Все участки характеризуются одним типом почв — лугово-чернозёмная. Морфологическое описание профиля почвы и отбор образцов проводили по выделенным почвенно-генетическим горизонтам. В них определяли содержание двух- и трехвалентного железа по Казариновой-Окниной в модификации Коптевой, аморфного железа — по Тамму, общего углерода и азота методом сухого сжигания, активность водородных ионов — потенциометрическим методом.

Почвообразующими породами для лугово-черноземной почвы являются карбонатные аллювиальные глины, характеризующиеся грязно-бурой окраской, наличием карбонатных конкреций и глинистым гранулометрическим составом.

Наличие карбонатных новообразований в виде белоглазки и журавчиков является одним из основных морфологическим признаком почвы. Глубина залегания карбонатов неодинаковая, что подтверждается границей вскипания от 10% HCl. Почва, используемая под рис, вскипает с глубины 55 см. В условиях богары слабое вскипание начинается уже с поверхности почвы и постепенно усиливается с глубиной профиля. Реакция пахотного и подпахотного горизонтов почвы под рисом слабокислая и слабощелочная (5,77 и 7,26 ед.), под богарой — щелочная (8,14 и 8,22 ед.). С увеличением глубины профиля она возрастает, достигая в почвообразующей породе 8,19 и 8,30 ед. соответственно.

Почва, используемая под рис, отличается от богары проявлением в профиле гидроморфных признаков. Выделения оксидов железа в виде прожилок ржавчин и ржавых пятен, сульфидных выделений в виде черных пятен наблюдалось с пахотного горизонта, конкреций полуторных оксидов — в горизонте А. Для пахотного горизонта почвы характерна темно-серая окраска с сизоватым оттенком, которая усиливается в подпахотном горизонте. При этом в почвообразующей породе гидроморфные признаки выражены слабее.

Морфологическое описание лугово-черноземной почвы подтверждают данные по содержанию и распределению подвижных форм соединений железа, которые свидетельствуют о преимущественном образовании окисленных соединений. Наибольшее содержание суммы $Fe^{2+} + Fe^{3+}$, особенно в пахотном и подпахотном горизонте, отмечено на участке рисовой почвы. В условиях богары содержание суммарного подвижного железа в пахотном слое значительно меньше, а в нижележащих горизонтах почвы оно отсутствует.

Содержание закисных форм железа в пахотном слое рисовой почвы в 6 раз больше, чем на богаре. Причем распределение по профилю неравномерное: максимум их содержится в подпахотном горизонте. В почве под рисом возрастает содержание и аморфных соединений железа, с появлением которых связывают пептизацию глинистой части почвы и разрушение структуры.

Периодическое создание восстановительной обстановки в условиях рисосеяния сказывается на гумусном состоянии почвы. В пахотном горизонте почвы рисового участка отмечается снижение общего гумуса на 2,11% по сравнению с богарой. По распределению гумуса в поч-

венном профиле сильных различий не отмечается – его содержание с глубиной уменьшается.

В почве под рисом отмечается снижение общего азота. Так, в горизонте $A_{\text{пах}}$ его содержание уменьшилось на 0,136 % по сравнению с участком богары. Отношение C:N в пахотном слое почвы под рисом и богарой составляет 16 и 12 соответственно.

Использование почв под выращивание риса ведёт к развитию гидроморфных признаков, перераспределению по профилю закисного железа, увеличению аморфных соединений железа и уменьшению содержания гумуса. Такие условия почвообразования способствуют выносу за пределы почвенного профиля наиболее растворимых компонентов и могут ухудшить агрофизические свойства почвы.

УДК 631.432+550.837.3:550.822.5

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СВОЙСТВ ПОЧВ

Ч.Г. Гюлалыев¹, А.А. Козлова², Е.Ч. Гюлалыев³

¹НАНА «Институт географии Азербайджана», г. Баку, Азербайджан

²ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет»,
г. Иркутск, Россия

³НАНА «Институт почвоведения и агрохимии», г.Баку, Азербайджан

Как известно, в целях оценки точного земледелия требуется детальное (координатное) изучение неоднородностей почв, используя новейшую технику, технологию, специальные датчики и программное обеспечение. В настоящее время разрабатываются основы получения информации о пространственной вариабельности физико-химических свойств почвенного покрова по принципу точного адаптивно-ландшафтного земледелия. В этом аспекте в статье рассматриваются особенности пространственного распределения гумусности, илистости, а также электросопротивления целинных и пахотных серых лесных почв.

Цель данной работы – изучение пространственного распределения физико-химических свойств агрогенных и целинных почв. В задачу исследования входило изучение химических, физических свойств, электрического сопротивления, их пространственной вариабельности в серых лесных почвах, находящихся в целинном и пахотном состоянии.

В исследуемых почвах были изучены некоторые их свойства. Содержание органического углерода с пересчетом на гумус – методом Тюри-

на [1, 2, 6], гранулометрический состав – ускоренным пиррофосфатным методом. Для измерения удельного электросопротивления почв в полевых условиях использовался прибор LandMapper–03. [3, 4, 5].

Полученные данные обрабатывали с помощью лицензионных компьютерных интегрированных пакетов GoldenSurfer v.8. Результаты анализировали и представляли в виде топоизоплант с использованием интерполяции методом крикинга (метод ближайшего соседа). Применение данного метода позволило выявить характер распределения в пространстве некоторых почвенных свойств, в том числе электрического сопротивления. В качестве объекта исследования выбраны серые лесные почвы, прилегающие в районе учебного хозяйства «Молодежный» Иркутской государственной сельскохозяйственной академии близ юго-восточной административной границы г. Иркутска. Результаты исследований показали, что достаточно высокое содержание гумуса в органогенных горизонтах целинной почвы с глубиной быстро снижалось (рис. 1). Количество гумуса на пашне составляет менее 2% в пахотном горизонте, что заметно ниже, чем в гумусовых горизонтах целинной почвы. Гранулометрический состав целинной серой лесной почвы равномерно распределен по профилю почвы и представлен средним суглинком с преобладанием крупнопылеватых фракций (рис. 2). Коэффициент текстурной дифференциации (КД) составляет менее 1 и только в гор. ВЕL наблюдается его облегчение до легкосуглинистого (содержание физ. глины – 29%). Пахотная почва также имеет среднесуглинистый состав, который в целом равномерно распределен по профилю почвы.

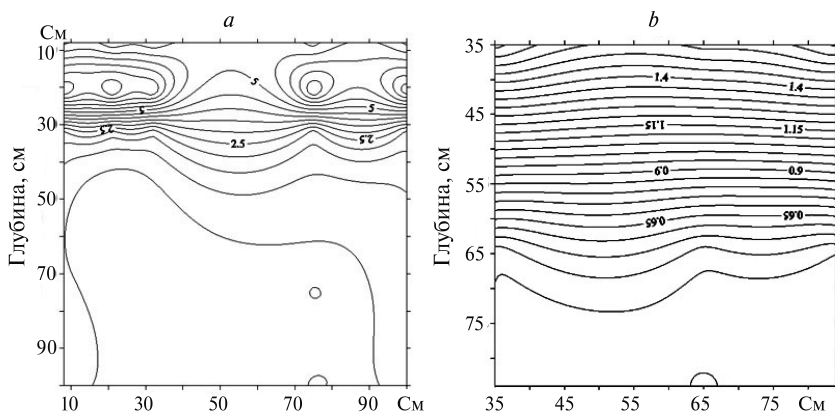


Рис. 1. Изоплеты пространственного распределения гумусности (%) в профиле серой лесной почвы: а) целина; б) пашня

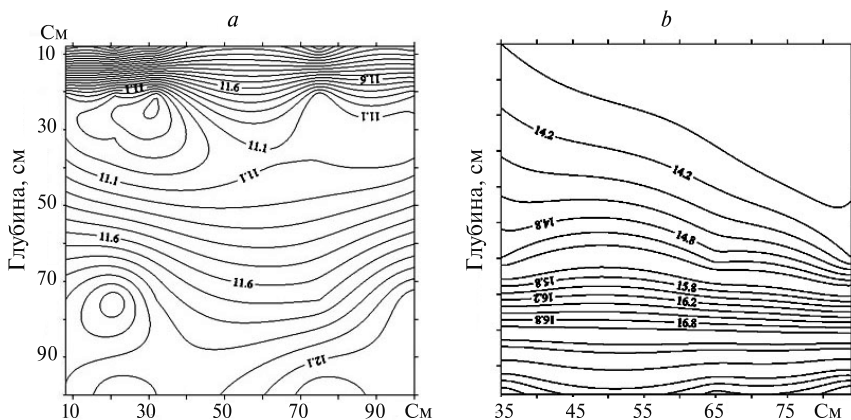


Рис. 2. Изоплеты пространственного распределения илистой фракции (%) в профиле серой лесной почвы: а) целина; б) пашня

Специфика морфологии, химических и физических свойств исследуемых почв учхоза «Молодежный» отразились и на их удельном электрическом сопротивлении, определение которого проводили в полевых условиях (рис. 3).

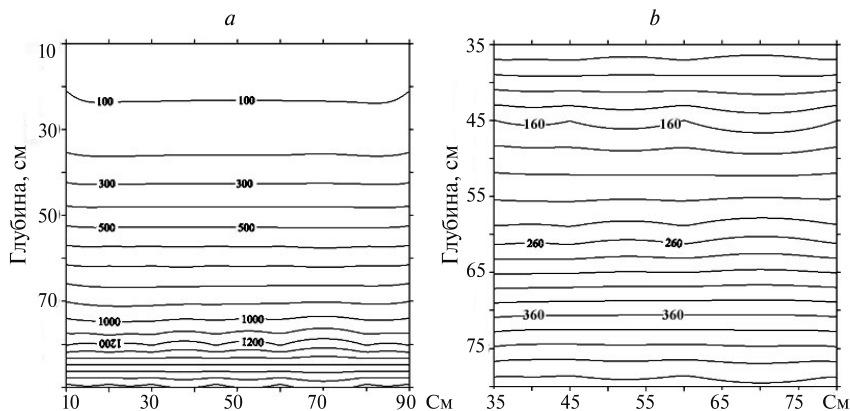


Рис. 3. Изоплеты пространственного распределения электросопротивления в профиле серой лесной почвы: а) целина; б) пашня

Для выявления специфики пространственного распределения электросопротивления в профиле серой лесной почвы применялись полевые электрофизические методы, позволяющие, в частности решать определенный круг почвенно-генетических задач [4, 5]. Был

применен метод горизонтального электрического профилирования (ГЭП), что позволило в условиях целины и пашни измерять электрическое сопротивление (ЭС) на глубине до 120 см.

Так на рисунке 3, на котором изображена карта-схема распределения СЭП по профилю целинной почвы выделяется максимум в гор. BEL, характеризующийся низким содержанием гумуса и особенно физической глины. При этом, несмотря на высокое содержание гумуса в горизонтах АУ и АЕЛ удельное электрическое сопротивление в них заметно снижается. Оно имеет более низкие значения в нижних горизонтах ВТ и С. Это связано с общим для почв слабой дифференциацией их профиля на горизонты, которая зависит в большей степени от литогенной неоднородности и состава почвообразующих пород, чем от почвообразования.

Со снижением дифференциации профиля почв, наблюдаемое на пашне, в значительной степени уменьшается ее электрическое сопротивление, происходит выравнивание его значений.

Специфика генезиса и свойств почв отразились на их удельном электрическом сопротивлении, которое также слабо дифференцировано по профилю и зависит в большей степени от гранулометрического состава, чем от содержания гумуса.

В распаханной почве наблюдается резкое снижение электрических параметров сопротивления по сравнению с целиной, а кривые профильного изменения параметров СЭП выравниваются, что связано с упрощением почвенного профиля. При малой мощности горизонтов АУ, АЕЛ, BEL происходит их агротурбирование, что ведет к гомогенизации почвенной массы и, соответственно, усреднению показателей их свойств.

Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почв: руководство; под ред. А.В. Соколова. — М.: Наука, 1975. — 656 с.
2. Кузьмин, В.А. Почвы котловин Байкальского типа / В.А. Кузьмин. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1976. — 144 с.
3. Поздняков, А.И. Электрофизические методы исследования почв: метод. пособие / А.И. Поздняков. — М.: МГУ, 2009. — 38 с.
4. Поздняков, А.И. Стационарные электрические поля в почвах / А.И. Поздняков, А.Д. Позднякова. — М.: KMK Scientific Press Ltd, 1996. — 358 с.
5. Поздняков, А.И. Электрофизические свойства некоторых / А.И. Поздняков, Ч.Г. Гюлялыев. — Москва-Баку: Адильоглы, 2004. — 240 с.
6. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Л.А. Воробьевой. — М.: ГЕОС, 2006. — 400 с.

ПИРОГЕННЫЕ ПОЧВЫ МЕЩЕРСКОГО ПОЛЕСЬЯ КАК МЕЛИОРАТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ

И.Ю. Давыдова¹, Ю.А. Мажайский², Е.А. Давыдов³

¹ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина»,
г. Рязань, Россия

²ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический
университет им. П.А. Костыгева»,
г. Рязань, Россия

³ОИЯИ, ГБОУ ВПО «Международный Университет природы,
общества и человека «Дубна»,
г. Дубна, Московская область, Россия

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Правительства Рязанской области в рамках проекта проведения научных исследований («Динамика восстановления пирогенных почв в Рязанской области») — проект № 14-04-97515, а также Министерства промышленности, инновационных и информационных технологий Рязанской области — грант в форме субсидии за счет средств областного бюджета.

Актуальной региональной проблемой является охрана почв полесских ландшафтов от пожаров. В частности, почвенный покров в Мещерском и других полесьях Центральной России значительно пострадал от обширных лесных и лесоторфяных пожаров в 2010 и 2011 гг. В Рязанской области, например площадь пожаров в 2010 г. составила 210,3 тыс. га, причем значительная часть — в осушенных полесских ландшафтах Мещеры.

Вследствие пожаров значительно изменяются морфогенетические особенности зональных почв южной тайги. Цель исследований заключена в анализе трансформации свойств подзолистых, болотно-подзолистых и болотных почв под влиянием лесных и лесоторфяных пожаров в пространственно-временной динамике для разработки рациональных подходов к обеспечению рекультивации осушенных земель с пирогенными почвами.

Методы исследования связаны с изучением морфологических и химических свойств пирогенных почв, составляющих типичные катены в подтаежных ландшафтах зандровых и долинно-зандровых равнин Рязанской Мещеры. Полевые почвенные и ландшафтные изыскания включали геоботанические описания на испытательных площадках и

морфологическую характеристику почв. В почвенных образцах были определены показатели pH, зольности, содержания гумуса, железа, азота, фосфора, калия, бенз(а)пирена.

По результатам проведенных исследований можно определить экологическое состояние пирогенных почв и выявить их эволюционную направленность в полесских ландшафтах со значительным распространением осушенных земель.

Установлено, что динамика восстановления пирогенных почв южной тайги после лесных и лесоторфяных пожаров в Рязанской Мещере существенно зависит от условий почвенного гидроморфизма. Например, восстановление пирогенных почв в подтаежных ландшафтах зандровых и долинно-зандровых равнин происходит намного активнее на фоне повышенного грунтового увлажнения. Поэтому пирогенные почвы, образовавшиеся при выгорании торфяного горизонта болотных или торфянистого горизонта болотно-подзолистых почв, быстрее вовлекаются в биогеохимические (экосистемные) процессы благодаря бурному развитию вторичной влаголюбивой растительности. Пирогенные дерново-подзолистые почвы, напротив, зарастают не столь интенсивно, что обусловлено преимущественно атмосферным увлажнением, в результате чего процесс самовосстановления почв замедлен.

Например, в пирогенных почвах Криушинско-Шехминского долинно-зандрового ландшафта (табл.) через четыре года после пожаров наблюдается высокая зольность и, как следствие, повышение реакции среды. Кроме этого, в этих пирогенных почвах весьма высоким является содержание двух- и трехвалентного железа. Однако при достаточном почвенно-грунтовом увлажнении, стимулирующим активное развитие влаголюбивой растительности, содержание общего и нитратного азота мало отличается от данных показателей в непирогенной почве. На фоне активных биологических и почвенных процессов не наблюдается остаточного загрязнения пирогенных почв бенз(а)пиреном.

После пожаров экосистемные функции почв восстанавливаются быстрее, чем морфология почвенных горизонтов. Если болотные торфяные и торфянисто-подзолистые почвы являются почвами преимущественно органогенными, то пирогенные почвы, образовавшиеся *in situ*, следует считать минеральными почвами. Пирогенные горизонты, сформировавшиеся при выгорании органической части горизонтов A_0^+ и A_1 , имеют окраску от темно-серой до черной во влажном состоянии, характеризуются непрочно комковато-порошистой структурой, заметно опесчанены, очень мажущиеся, весьма обогащены железом. Мощность пирогенных горизонтов чрезвычайно мала (несколько

сантиметров), несмотря на существенную первоначальную мощность торфяного или торфянистого горизонтов (от нескольких дециметров до 1–2 метров). Минеральное оглеенное основание болотных и болотно-подзолистых почв оказывается практически на дневной поверхности, из-за чего в верхней части пирогенных почв много охры.

Таким образом, при рассмотрении пирогенных почв Мещерского полесья в качестве мелиоративных объектов следует учитывать их способность к самовосстановлению в постпирогенных экосистемах в зависимости от степени почвенно-грунтового гидроморфизма.

Следовательно, ресурсосберегающие мелиоративные технологии должны быть направлены на восстановление частичной заболоченности пожароопасных полесских ландшафтов для естественной регенерации почвенно-растительного покрова. С этой целью необходимо расширить площадь водно-болотных угодий за счет сокращения лесовосстановления на гарях; восстановить мелиоративные системы двустороннего (осушительно-оросительного) действия и обеспечить постоянное водонасыщение торфяных и торфянистых горизонтов почв; провести пескование обрабатываемых осушенных торфяных почв.

Таблица

Пирогенное изменение химических свойств почв Криушинско-Шехминского долинно-зандрового ландшафта

Почва, горизонт	pH _{KCL}	Зольность, %	Азот общий, %	Азот нитратный, мг/кг почвы	Железо (II), мг/кг почвы	Железо (III), мг/кг почвы	Бенз(а)-пирен, мг/кг почвы
Пирогенная торфяно-подзолистая почва, горизонт ($A_0^+ + A_1$) _{pg} ^{*)}	3,4	85,8	0,160	0,6	138,0	1840,0	0,013
Пирогенная торфянисто-подзолистая глеевая песчаная почва, горизонт ($A_0^+ + A_1$) _{pg}	6,3	94,7	0,126	0,5	380,0	1160,0	0,002
Торфянисто-подзолистая глеевая песчаная почва (контроль), горизонт A_0^+	2,8	70,2	0,112	0,6	24,0	46,0	0,007

^{*)}pg – индекс пирогенного горизонта, введенный авторами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Я.К. Еловичева

УО «Белорусский государственный университет»,
г. Минск, Беларусь

Погребенные почвенные горизонты выявлены преимущественно в речных разрезах в виде пойменных фаций, представленных гумусированными песками, супесями и суглинками, а также торфом.

В большинстве случаев торфяные почвы накопились в течение всего голоцена, и характеризуются соответствующим составом растительности, а также температуры и влажности: прогрессивным нарастанием их в раннем голоцене (PB-1 — *Pinus*, PB-2 — *Picea*, BO-1 — *Betula*, BO-2 — *Pinus+Quercetummixtum*), максимальными их величинами в оптимальном атлантическом (AT-1 — *Ulmus + Alnus + Corylus*, AT-2 — *Tilia + Picea*, AT-3 — *Quercus + Carpinus + Fagus + Alnus + Corylus*) периоде среднего голоцена, снижением температуры и увеличением влажности в суббореальном (SB-1 — *Pinus*, SB-2 — *Picea*) периоде среднего голоцена, приближением к современным условиям в субатлантическом (SA-1 — *Pinus* + синантропы, SA-2 — *Picea* + синантропы, SA-3 — *Pinus* + синантропы) периоде позднего голоцена (Выгонощи, Гатча-Осово — PB-1, Гатча-Сычово — BO-1—AT-3, Гроново-0468 — BO-2—SB-2; Заболотье, Заценье — PB-1—SA-3, Песочное-700 — BO-1—SA-1).

Слои погребенных болотных почв сохранились лишь в отдельные временные интервалы голоцена в пределах речных пойм. Доминирование в спектрах пыльцы древесных пород и споровых, присутствие пыльцы трав отражают общие и региональные особенности растительного покрова ландшафта, в меньшей степени — локальные (сохраняется экзот *Selaginellase aginoides*). Последние связаны с условиями местообитания (водораздел, долина), возрастом слоев (роль споровых высока в PB, BO, SB, SA) и стихийными явлениями (ураганы, пожары, намывы и т. д.) в виде скопления растительного детрита, минеральных и угольных частиц. Проявление антропогенного фактора (на юге с BO-1 — 9200 л. н., более позднее с SA-1 — 2500 л. н.) выявлено увеличением в ландшафте роли трав (интенсивное сокращение лесов и расширение площадей открытых мест со значительной долей площадей посевов и пастбищ; увеличение доли и разнообразия синантропов,

представленных сорными элементами, мест уплотненного субстрата (*Polygonum aviculare*, *P. scabrum*, *Silene*, *Plantago major*); сорняков лесного происхождения (*Equisetum*, *Pteridium*), сорняков пасквальных местообитаний: выгонов, стравливаемых участков, лугопастбищных угодий, вырубков (*Rumex acetosella*, *Galium*, *Taraxacum*, *Urtica*, *Achillea*), луговым разнотравьем из семейств *Gramineae/Poaceae*, среди которых, наряду с дикорастущими, отмечались и культурные (хлебные) злаки (в первую очередь *Triticum* и *Hordeum*, а впоследствии — *Secale*, *Fagopyrum sagittatum/F. esculentum*), *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Leguminosae*, *Cruciferae/Brassicaceae*, рода *Artemisia*; сеgetальных сорняков (*Centaurea cyanus*, *Polygonum convolvulus*, *Daucus carota*).

Проявление эрозионных процессов выражено на диаграммах в разрезах болотных и речных (пойменные и русловые фации) отложений голоцена. Чаще они приурочены к границам смен генетических типов осадков, разнофациальных слоев, и зависят как от естественных изменений водного режима водоемов (понижение уровня воды, усиление проточности и др.), так и от стихийных природных явлений (пожары, ураганы, намывы, смывы и т. д.). В литологически же однородных толщах прерывание закономерного цикла седиментогенеза чаще выражено прослоями песка (иногда и грубозернистого) с растительными остатками в виде «кажущейся гумусированности». Такие локальные особенности эрозии отражены в препаратах при микрокопировании массовым скоплением минеральных и угольных частиц, фон таких палинологических препаратов заполнен пелитовыми частицами, растительным детритом, а порой в них отсутствуют пыльца и споры, или же данный препарат фиксирует внезапную «вспышку» переотложенных растительных микрофоссилий более древнего возраста (неогена, девона) или плейстоценовой пыльцы плохой сохранности, а также наличие темных мозолистых тел.

Как правило, похолодание климата в естественных условиях ведет к изменению водного режима речной долины, снижению уровня воды и зарастанию русла. В этом случае эрозионные процессы чаще всего проявляются в разрезах, расположенных в прибрежной части русла, где более выражена смена мелководных фаций.

Большое значение для выявления эрозионных процессов имело комплексное изучение озерно-болотных осадков и погребенных почв голоцена палинологическим и геохимическим методами (Дрозд, Оношко, Еловичева, 2006; Я.К. Еловичева, Е.Н. Дрозд, 2008; Кузнецов, Петухова, Рябова и др., 2004). При этом основное внимание уделялось интервалам повышенных или пониженных концентраций геохимических элементов и границ их резких перепадов (геохимических

барьеров), которые приурочены к палеогеографическим рубежам седиментогенеза различного ранга.

В условиях типичной перигляциальной обстановки разновозрастных позднеледниковий в водоемах накапливался чаще всего кластогенный материал: пески, глины, суглинки, супеси, илы, алевроиты, реже смешанный сапропель, гиттии, подсапропелевый торф. Эти толщи в наибольшем объеме содержат переотложенный материал, слагаемый девонскими и карбоновыми спорами, неогеновой и плейстоценовой пылью, резко выделяющимися в препаратах по темно-коричневой окраске экзины зерен, либо по плоской их форме, металлическому блеску поверхности, нередко в виде разорванных зерен в результате плохой их сохранности. Наряду с ними характерно присутствие угольных и минеральных частиц различной величины в зависимости от процесса намыва. Реже процесс размыва и переотложения выражен резкими максимумами пылицы термофильных и мезофильных пород плейстоцена различной степени сохранности. В этом случае их присутствие не *in situ* доказывается непоследовательностью макросукцессионного ряда палеофитоценозов, не способностью развития таких ценозов в реальной действительности, отсутствием ряда компонентов спектра, синхронных и адекватных данному ценозу.

Обобщение фактического материала по особенностям озерного и речного седиментогенеза на территории региона (Еловичева, 2001; Еловичева и др., 2004) показало, что поверхностные образцы в таких разрезах из еще неконсолидированного слоя сапропелей, ила, тонкозернистого песка уже содержат значительное количество минеральных частиц, а в отдельных водоемах сказалось изменение ритма седиментогенеза: отмечается смена садки сапропеля кремнеземистого на песок с прослоями карбонатов, как проявление антропогенного фактора вследствие распаханности территорий водосбора озер, размывания и развеивания почв и последующего их переноса в водоемы.

Как известно, сам по себе процесс почвообразования отражает перерыв для формирования отложений, связанных с водотоком (аллювиальных, эллювиальных, лессовидных, лессовых), но собственно дневная почва (без водного грунтового питания, а только атмосферного) в гляциоплейстоцене и голоцене формировалась под растительностью водоразделов (лесная, луговая почвы) или на пойме (центральной или притеррасной; пойменные и болотные фации). Исследования показали, что геохимические барьеры наиболее отчетливы на границе муравинского межледниковья и позерского оледенения (Дорошевичи), позерского позднеледниковья и голоценового межледниковья (оз. Новято), как отражение разновозрастных и крупных палеогеографических этапов. Они также приурочены к началу климатического оптиму-

ма голоцена (АТ-1; оз. Домжерицкое), началу суббореального периода (SB-1), отвечающим границам раннего, среднего и позднего голоцена и изменению ритма седиментогенеза меньшего ранга, который нередко также связан с изменением климата и водного режима.

Тем не менее, горизонты, погребенных почв, в разрезах формируется лишь на отдельных возрастных интервалах голоцена и единого разреза непрерывного почвообразования на протяжении голоцена нет, поэтому геохимические барьеры нередко являются завершающими процесса формирования погребенной почвы и началом развития водного режима речной экосистемы. При этом комплексные палинологические и геохимические данные, взаимно дополняя друг друга, позволяют проводить не только надежные палеолимнологические реконструкции озерных, болотных, аллювиальных и почвенных экосистем, но и четко контролировать проявление эрозионных процессов по временным срезам голоцена.

УДК 631.4

АГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЛЬГОВСКОГО РАЙОНА КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Замотаев¹, В.П. Белобров²

*¹Институт географии РАН,
г. Москва, Россия*

*²Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
г. Москва, Россия*

Территория Льговского района Курской области расположена на юго-западной периферии Среднерусской возвышенности в бассейне р. Сейм. В литолого-геоморфологическом отношении территория представляет собой достаточно неоднородный объект. Следствием является сложная структура почвенного покрова разных уровней организации. Она обусловлена мергелисто-известняковой кровлей, а также расчлененным рельефом, широтным простираанием долины р. Сейм и овражно-балочной сетью, создающих высотно-экспозиционную пестроту почвенного покрова с доминированием серых лесных почв на водоразделах и склонах северной экспозиции. Дополнительный фактор пестроты почвенного покрова — длительные агрогенные и постагрогенные трансформации почв, существенно меняющие генетический профиль почв и ее свойства. Со времен В.В. Докучаева трансформация

почв естественного профиля в агропочвы только нарастает, что приводит к деградации лучших почв лесостепной зоны.

Как меняются почвы в настоящее время? Каковы тенденции этих изменений и их последствия? Этот ряд вопросов вызывает необходимость современной оценки эколого-генетического состояния почв и природно-ресурсного потенциала земледелия в районе. Профильно-процессный анализ почв в агроландшафтах Львовского района (пашни, заброшенные пашни, приусадебные огороды и сады) показал широкое разнообразие направлений (трендов) агрогенного и постагрогенного преобразования почв за прошедшие несколько десятилетий.

1. *Агрогенный деградационный тренд.* Одно из основных направлений, имеющее наиболее широкое распространение на водоразделах и пологих склонах состоит в окультуривании естественных серых лесных почв. Эти почвы составляют основной земледельческий фон правобережья р. Сейм.

В результате многолетнего использования почв в земледелии их профиль трансформировался, причем генетические горизонты приобрели признаки не свойственные их естественным аналогам. В них наблюдается обеднение гумусом, деградация почвенного поглощающего комплекса, утяжеление гранулометрического состава, уплотнение и обесструктурирование, а также формирование плужной подошвы. Пахотный горизонт агросерых почв имеет меньшую мощность, пылевато-ореховато-комковатую структуру (иногда глыбистую структуру) и более светлую окраску, чем гумусовый горизонт серых почв под лесом. Часть тонких глинистых частиц и гумуса вымывается в подпахотный слой, коагулирует его поры, способствуя образованию уплотненного горизонта, плитчатой структуры.

Общим для агросерых почв является сравнительно высокий уровень их дегумификации. Сравнение результатов с данными 30 и 130 летней давности, приведенными в схематической карте В.В. Докучаева [3] и материалах Управления сельского хозяйства Львовского района, также свидетельствует об очевидном падении содержания гумуса за прошедшее время. Явление дегумификации неоднократно отмечалось в постдокучаевский период. Считается, что за прошедшие 100 лет содержание гумуса в почвах черноземной зоны снизилось на треть, а в некоторых — наполовину. Очевидно, что снижение доз вносимых в последнее время органических удобрений, лишь ускоряет процесс дегумификации. Кроме дегумификации в агросерых почвах, используемых под зерновые культуры, главным образом пшеницу, проявляются и другие деградационные составляющие: переуплотнение (плотность

1,3 г/см³), обесструктурирование (коэффициент дисперсности по Качинскому или $K_d = 4-5$), и усиление агролессиважа.

2. *Агрогенно-эрозионный деградационный тренд*. Второе направление характерно для почв, расположенных на крутых и/или длинных склонах, где наряду с окультуриванием развивается эрозия. В результате эрозии в профилях агросерых почв отмечаются отчетливые признаки деградации, которые проявляются в постепенном нарастании кислотности, плотности сложения и твердости, содержания неагрегированного материала и дегумификации пахотного горизонта. При интенсивном использовании склоновых почв в ряде случаев отмечается формирование сильноосмытых почв — агроабраземов [5].

3. *Агрогенно-проградационный тренд*. Третье направление — формирование новых глубоко преобразованных почв под садово-огородными участками г. Львова и его окрестностей. В результате интенсивного агрогенного преобразования естественные серые лесные почвы трансформировались в агросерые [5], которые по ряду свойств почв можно отнести к проградационным. В верхней части агросерых почв отмечается лишь незначительное возрастание мощности агрогумусовых горизонтов (на 5–10 см) и некоторое улучшение их структурного состояния.

4. *Постагрогенный природоподобный тренд*. С прекращением земледелия и зарастанием пашни луговой растительностью агрогенное направление сменяется постагрогенным. Как показали наши исследования и анализ литературы [1, 2, 6] в агросерых почвах начинают восстанавливаться горизонты, характерные для фоновых почв. Морфологические свойства и аналитические данные свидетельствуют, что постагрогенные изменения приводят к образованию дернины и органо-минеральных горизонтов. С течением времени подпахотный горизонт постепенно трансформируется в нижерасположенный горизонт фоновой почвы, меняя при этом агрегатную организацию и состав педов, ориентацию кутан. В горизонтах увеличивается количество водоустойчивых агрегатов, о чем свидетельствует снижение величины K_d с 4–5 до 1–3. Комковато-глыбистая структура превращается в комковато-мелко-зернистую, плотность пахотного и подпахотного горизонтов снижается до 1,0–1,2 г/см³. Через 50–75 лет под березовым лесом с подлеском и развитым травяным покровом восстанавливается агрономически ценная комковато-зернистая структура, и происходит постадийная трансформация верхней части профиля с развитием фоновое субпрофиля аккумулятивно-элювиально-иллювиального типа. Он, как правило, отличается пониженной мощностью и слабее выраженными диагностическими признаками.

Наши исследования на искусственно созданных футбольных полях России и Беларуси (Гомель) показали в известной степени сходные результаты — возврат почвоподобных образований к естественным (зональным и/или фоновым) почвенным профилям за те же 50–70 лет [4].

Таким образом, трансформация генетических профилей, наиболее распространенных в Львовском районе серых лесных почв сопровождалась во времени постоянной потерей ими плодородия, несмотря на внесение удобрений и попытки позитивного применения противозерозионной агротехники. Этому способствовал в качестве катализатора в процессе землепользования расчлененный рельеф района и легкоэродуруемая кровля почвообразующих пород, приводившие в совокупности к естественной и антропогенной деградации.

Список литературы

1. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы Всероссийской науч. конф. — М.: Почв. Ин-т им. В.В.Докучаева Россельхоз академии, 2008. — 405 с.
2. Васенев, И.И. Почвенные сукцессии / И.И. Васенев. — М.: Изд-во ЛКИ, 2008. — 400 с.
3. Докучаев, В.В. Русский чернозем / В.В. Докучаев. — СПб., 1883. — 376 с.
4. Технопедогенез на футбольных полях России / И.В. Замотаев [и др.]. — М.: Медиа-ПРЕСС, 2012. — 264 с.
5. Классификация почв России. — М., 2004. — 236 с.
6. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв / Д.И. Люри [и др.]. — М.: ГЕОС, 2010. — 416 с.

УДК 631.43

ОТНОШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЛИДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ ПОЧВ

И.В. Замулина, В.С. Крыщенко, Т.В. Рыбняц

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия*

Полидисперсная система почв (ПСП) — целостная совокупность условно неделимых биокосных и косных элементов (элементарные почвенные частицы (ЭПЧ), ультра- и микроагрегаты менее 1 мкм, 1–10 мкм и суммы частиц больше и меньше 10 мкм), объединенных

обратимым процессом агрегирования↔диспергирования, сопровождаемым дублирующим процессом лабильного↔инертного состояния компонентов, реагирующих на изменение среды смещением равновесия, с последующим стремлением к устойчивому состоянию.

В почвоведении доминирует мнение, что основной путь изменения гранулометрического состава *in situ* – выветривание, однонаправленный процесс увеличения дисперсности, поэтому система гранулометрических элементов априори не равновесна. В доказательство приводится общеизвестный факт, что содержание фракций физической глины и физического песка мало изменяются во времени, а количество частиц различной размерности непредсказуемо. При анализе лишь этих вышеуказанных отношений оправдано утверждение о проявлении в почвах квазистатического (климаксного) равновесия. Но при одном и том же количестве физической глины по сезонам и годам в ней наблюдается изменение массовых долей ила и пыли. В этом случае проявляется течение обратимого равновесного процесса ил↔пыль. При анализе данных динамического характера необходима иная методология и методика анализа равновесной ПСП. Нами предложено использование характеристики ПСП, по двум сопряженным векторам дисперсности – по классам и группам.

Условно обособленными элементами считаются γ – содержание в почвенных образцах частиц крупнее 10 мкм (физический песок); Z – содержание частиц менее 10 мкм (физическая глина). По значениям Z и γ выделяются классы почв, в соответствии с классификацией Н.А. Качинского. Отношения массовых долей Z и γ переменны в разновидностях почв от глин до песков. Для мониторинга меняющихся отношений введем относительный показатель – k_1 . Так как $Z + \gamma = 100\%$, то $k_1 = 100/Z = 1 + \gamma/Z$.

Группы почв характеризуются показателем $V, \%$ – степень насыщенности физической глины илом ($V_\alpha = 100\alpha_\phi/Z$) или пылью ($V_\beta = 100\beta_\phi/Z$), отражающим содержание ила (α_ϕ) и пыли (β_ϕ) в 100 г физической глины. Значения V_α и V_β могут изменяться от 50 до 100%. По значению V задана шкала ранжирования почв по их иловатости/пылеватости. Отношение ила и пыли в физической глине так же можно контролировать относительным показателем – k_2 . Так как $\alpha_\phi + \beta_\phi = Z$, то $k_2 = Z/\alpha_\phi = 1 + \beta_\phi/\alpha_\phi$.

Косвенно характеризует процессы агрегирования-деагрегирования почвенной массы относительный показатель $k_3 = \gamma/\beta_\phi$, представляющий собой отношение физического песка (γ) и пыли (β_ϕ). Снижение величины k_3 свидетельствует об агрегировании, повышение – о деагрегировании почвенной массы.

Таблица
Статика и динамика дисперсности и гумусности чернозема обыкновенного карбонатного Ботанического сада
Южного федерального университета

Горизонт и глубина взятия образца, см	Фактическое содержание фракций, %			Базовое содержание фракций, %		Насыщенность физической глины илом (пылью), %		Коэффициенты динамического равновесия	Содержание гумуса, %				
	< 10 мкм	< 1 мкм	1 – 10 мкм	1 – 10 мкм	α_d	β_d	$V\alpha$		$V\beta$	K	γ	В 100 г почв	
												Аналитическое	Расчетное
z	$\alpha_{об}$	$\beta_{об}$	α_d	β_d	7	8	9	10	11	x	x^p		
1	2	3	4	5	6								
Взятие образца 30.05.09													
A 10-25	45,3	23,8	21,5	20,5	24,8	52,5	47,5	1,160	4,6	5,3		5,3	
AB25-60	43,1	22,5	20,6	18,5	24,5	52,2	47,8	1,211	4,9	6,0		5,9	
B 60-80	41,3	21,3	20,0	17,0	24,3	51,6	48,4	1,242	3,5	4,4		4,3	
Взятие образца 10.07.09													
A 10-25	43,9	24,7	19,2	19,2	24,6	56,3	43,7	1,282	5,2	6,9		6,6	
AB 25-60	42,8	14,9	27,9*	18,3	24,5	34,8	65,2	1,524	3,3	5,0		5,0	
B 60-80	41,5	13,6	27,9*	17,2	24,3	32,8	67,2	1,620	2,6	4,2		4,2	

Взятие образца 27.10.09											
A 10-25	44,0	10,4	33,6*	19,3	24,6	27,5	72,5	1,735	3,6	6,3	6,2
AB 25-60	44,0	13,4	30,6*	19,3	24,6	41,8	69,5	1,585	4,3	6,8	6,8
B 60-80	41,1	11,3	29,8*	16,8	24,2	41,7	58,3	1,764	2,1	3,7	3,7
Взятие образца 06.05.10 (засушливый год)											
A 10-25	40,7	17,0	23,7*	16,5	24,2	41,8	58,2	1,429	3,6	4,1	5,1
AB 25-60	43,6	18,2	25,4*	19,1	24,5	41,7	58,3	1,335	3,1	3,6	4,1
B 60-80	39,6	16,6	23,0*	15,9	24,0	41,9	58,1	1,443	н/о	—	—
Взятие образца 10.07.10 (засушливый год)											
A 10-25	41,7	22,9	18,8	17,1	24,3	54,9	45,1	1,247	3,4	4,1	4,3
AB 25-60	44,7	13,5	31,2*	20,0	24,7	30,2	69,8	1,561	3,0	3,6	4,6
B 60-80	43,3	11,5	31,8*	18,7	24,6	26,6	73,4	1,695	н/о	—	—
Взятие образца 27.10.10 (засушливый год)											
A 10-25	42,1	18,2	23,9*	17,7	24,3	43,2	56,8	1,348	3,1	3,7	4,1
AB 25-60	41,8	19,5	22,3*	17,4	24,3	46,7	53,3	1,276	2,9	3,4	3,7
B 60-80	43,6	18,8	24,8*	19,0	24,5	43,1	56,9	1,304	н/о	—	—
Взятие образца 20.06.11											
A 10-25	42,6	16,0	26,6*	18,1	24,4	37,6	62,4	1,139	3,8	4,9	4,2
AB 25-60	43,7	14,4	29,3*	19,0	24,6	33,0	67,0	1,319	3,3	3,6	4,3
B 60-80	43,5	16,3	27,2*	18,9	24,5	37,5	62,5	1,159	2,8	3,4	3,2

* — пылеватая составляющая в физической глине преобладает над илистой ($\beta_0 > \alpha_0$).

Таким образом, для анализа дисперсности почв вводится двухвекторная система координат: изменения содержания физической глины/физического песка в 100 г почвы и ила/пыли в 100 г физической глины. При этом могут быть использованы как абсолютные (γ , Z , V_α и V_β), так и относительные (k_1 , k_2 и k_3) числовые показатели. Интегрирующий показатель дисперсности – коэффициент динамического равновесия ПСП $K = k_1/k_2 = 100\alpha_d/Z^2 = V/Z$.

На момент взятия почвенного образца, он может пребывать в одном из трех возможных состояний равновесия, при $K = 1$, $K > 1$ или же $K < 1$. Рационально в качестве точки отсчета использовать «идеальное» равновесия ПСП, где $K = 1$. При «идеальном» равновесии в ПСП между дисперсными элементами системы устанавливаются детерминированные (d) отношения по принципу геометрической прогрессии ($100/Z = Z/\alpha_d = \gamma/\beta_d = K$). Это позволяет точно рассчитать для любого почвенного образца значения ила (α_d) и пыли (β_d), когда известно значение физической глины. Значение α_d выступает в анализе отношений элементов ПСП как эталон сравнения массовых долей гранулометрических фракций почвенного образца.

Были проведены мониторинговые исследования изменения дисперсности по сезонам и годам чернозема обыкновенного карбонатного Ботанического сада Южного федерального университета. Гранулометрический анализ выполнялся по методике Н.А. Качинского, с пирофосфатной пробоподготовкой. Содержание гумуса в почве и в физической глине определяли по методике И.В. Тюрина. Фракция физической глины отбиралась из того же цилиндра, где выполнялся гранулометрический анализ. Суспензии 50–70 мл накапливались в фарфоровые чашки, с последующим выпариванием на водяной бане.

Квазистатичность состояния системы подтверждается неизменностью содержания физической глины за период с 2009 г. по настоящее время. Она колеблется в узком интервале от 41 до 45%. Контрастна на этом фоне динамика изменения содержания массовых долей ила и пыли в физической глине по сезонам и годам. В начале эксперимента (30.05.2009) ил преобладал над пылью, что типично для данной почвы, при пирофосфатном диспергировании образца. Осенью 2009 и в аномально засушливом 2010 г., отмечается значительное увеличение пылевой фракции. В последующем 2011 г. увлажнение нормализовалось и система вновь «вернулась» к иловатому состоянию равновесия. Наблюдается колебательно-циклическая ритмика смены группового состава физической глины. Суммы ила и пыли неизменны, а доли их переменны. В периоды, различающиеся по характеру изменения температуры и увлажнения, мы наблюдаем динамику ила+пыли. В засушливый период, когда возмож-

ная коагуляция коллоидов, массовая доля ила резко уменьшается, а доля пыли соответственно возрастает. Сопряжено с динамикой дисперсности наблюдается естественная вариабельность содержания гумуса в 100 г почвы и в 100 г физической глины.

УДК 631.414.1

КЛАССИФИКАЦИЯ ТОРФОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Л.И. Инишева¹, Г.В. Ларина²

*¹Томский государственный педагогический университет,
г. Томск, Россия*

*²Горно-Алтайский университет,
г. Горно-Алтайск, Россия*

За период с 1961 по 2003 годы, в мире было выведено 223 млн га сельхозугодий, в том числе в России 58 млн га. Для восстановления катастрофически снижающегося плодородия почв и поддержания его в состоянии, позволяющем получать качественные урожаи сельскохозяйственных культур, а также для очистки почв от загрязнений необходимы препараты направленного действия как альтернативы минеральным удобрениям и, в ряде случаев, пестицидам. В качестве такого универсального сырья для получения разнообразной продукции для сельского хозяйства могут служить болотные ресурсы и в частности торф. Предполагается, что на основе изучения общетехнических, агрохимических и химических свойств торфов и выбора значимых параметров, можно разработать классификацию торфов для их рационального использования в сельском хозяйстве.

Цель исследований — на основе систематизации свойств торфов разного ботанического состава исследовать их взаимозависимости, обосновать значимые параметры и разработать структуру классификации торфов для получения удобрений.

На территории таежной зоны Западной Сибири были проведены экспедиционные работы и отобраны образцы торфов в количестве четырех тысяч, относящихся по ботаническому составу к 55 видам. Для характеристики состава торфов было отобрано 142 образца торфа по зонально-генетическому принципу. В образцах были определены общетехнические свойства (ГОСТ 28245.2-89, ГОСТ 11306-83),

фракционный состав азота — по Шконде-Королевой, фракционно-групповой состав углерода — по Пономаревой и Николаевой. Все лабораторные исследования проводились в Испытательной лаборатории Томского государственного педагогического университета (№ РОСС RU.0001.516054).

Для выявления показателей биохимической устойчивости и разработки классификации торфов использовали системный метод, основанный на анализе целостных интегративных свойств объектов, выявлении различных его связей и их структуры. Правильность выбора параметров классификации оценивалась с помощью факторного анализа.

Попытка классифицировать торф по биохимической устойчивости с целью использования в сельском хозяйстве и раньше предпринималась учеными (С.С. Драгунов, Н.Г. Каблова, 1973; А.И. Поздняков и др. 1998; Н.Н. Бамбалов, Т.Я. Бельнская, 2003). На основании проведенных анализов нами была предпринята попытка объяснения природы торфов с разными свойствами как многомерных структур и характером их связей. С этой целью был применен факторный анализ как набор методов и моделей многомерного статистического анализа. Методы и модели факторного анализа нацелены на снижение размерности исходного признакового пространства. Предпосылками возможности снижения размерности являются взаимная коррелируемость исходных признаков, малая вариабельность некоторых из них и агрегирование. На первом этапе анализа было выполнено сравнение коэффициентов корреляции, а для отбора независимых параметров исследовалась матрица коэффициентов корреляции.

Из всех параметров, описывающих состояние ОВ торфов (их было 38), для включения в дальнейший анализ было выбрано 8 относительно независимых параметров: сумма ГК, содержание углеводов (ЛГ и ТГ) и негидролизующего остатка (НГ), отношение С/Н, сумма легкогидролизующего и минерального азота ($N_{лг} + N_{м}$), степень разложения, зольность и содержание липидов. Первые 5 параметров обоснованы нами в качестве показателей биохимической устойчивости торфов. Последние 3 параметра рассматриваются из следующих соображений: степень разложения и зольность торфов приняты как параметры, в некоторой мере отражающие конечный результат торфообразования, а содержание липидов — как признак, наследуемый торфом от растений-торфообразователей и предположительно влияющий на состояние ОВ торфов. В группе свойств, характеризующих содержание углеводов в торфе (ЛГ, ТГ и ЛГ + ТГ) и сильно коррелирующих друг с другом, в дальнейший анализ был включен параметр ТГ как самый вариабельный. Из группы фракций ГК был

выбран параметр суммы ГК как интегральный показатель, с которым коррелирует каждая из фракций ГК. Параметры Сгк/Сфк и сохранность торфа не вошли в окончательную группу из-за значимой корреляции с суммой ГК.

При подборе модели факторного анализа большое значение имеет выбор числа факторов. Число факторов определяли по точке резкого замедления спада линейного графика зависимости собственных чисел факторов, от их номера, и оно оказалось равным 3. На основании проведенного факторного анализа была установлена следующая иерархия в структуре анализируемых параметров по степени информативности: 1) сумма ГК, 2) липиды, зольность, 3) сумма минерального и легкогидролизуемого азота. Первый параметр, кроме своего определяющего влияния на остальные признаки торфов, имеет общепризнанное отношение к их биохимической устойчивости, следовательно, он может быть выбран в качестве базового для классификации.

Следующий шаг – определение второго классификационного параметра из чисто эвристических соображений. Так, агрохимические свойства торфов достаточно удовлетворительно описывает кислотность солевой вытяжки (рН). Величина рН, во-первых, характеризует состояние поглощающего комплекса торфов, поскольку установлены достоверные связи величины рН со всеми характеристиками поглощающего комплекса торфов. Во-вторых, как и ГК, рН коррелирует с большим числом признаков: с содержанием воскосмол (-0,66), минерального азота (-0,51), общего углерода (-0,60), а также с содержанием 2-ой фракции фульвокислот, зольностью и степенью разложения. Таким образом, из группы агрохимических свойств в классификации целесообразно использовать величину рН.

В результате выше изложенного предлагаются следующие относительно независимые друг от друга признаки: 1) сумма ГК и 2) рН солевой вытяжки.

Вместе с тем, важно отметить возрастающее влияние в низинных торфах минеральной составляющей, а также, принимая во внимание принятые в агрохимии пределы содержания отдельных элементов в низинных торфах для удобрений, будет правомерным дополнить классификацию низинных торфов такими параметрами, как зольность и содержание в золе оксидов Fe_2O_3 , SO_3 , P_2O_5 , CaO .

Установление границ рангов классификации представляет собой отдельную задачу, поэтому были использованы выработанные практикой разработки внутриотраслевых промышленных классификаций торфов. В результате, вариант классификации торфов сельскохозяйственного назначения представлен в таблице.

Структура классификации торфов сельскохозяйственного назначения

Класс торфа				
ГК, % РН	до 15	15–25	25–35	более 35
2,6–3,2	сильнокислый слабогумусный	сильнокислый малогумусный	сильнокислый гумусный	сильнокислый высокогумусный
3,2–4,6	кислый слабогумусный	кислый малогумусный	кислый гумусный	кислый высокогумусный
4,6–5,8	слабокислый слабогумусный	слабокислый малогумусный	слабокислый гумусный	слабокислый высокогумусный
5,8–7,2	нейтральный слабогумусный	нейтральный малогумусный	нейтральный гумусный	нейтральный высокогумусный

Оксиды	Группа по дополнительным параметрам (для низинных торфов)
CaO >5	карбонатный
P ₂ O ₅ >2	вивианитовый
Fe ₂ O ₃ >8	железистый
So ₃ >3	сернистый

Примечание. ГК — гуминовые кислоты, в %; оксиды — в % от золы.

В последующем была проведена экспериментальная проверка разработанной классификации в лабораторных условиях, которая показала разную биохимическую устойчивость торфов, относящихся к разным классам разработанной классификации.

УДК 631.4

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

И.В. Казакова

*ННЦ «Институт познания и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

На данный момент почвенный покров нашей планеты является предметом особого внимания как специалистов, занимающихся изучением и прогнозированием состояния окружающей среды, так и уче-

ных-экономистов, землеустроителей и специалистов других отраслей из-за того, что земельные ресурсы — один из главных компонентов окружающей природной среды.

Среди основных тенденций в сфере охраны земельных ресурсов и воспроизводства плодородия почв, а именно высокого уровня освоения и распаханности угодий, высокой интенсивности хозяйственной деятельности, неэффективного использования земель, усиления деградационных процессов, вытеснения традиционных культур высокопродуктивными, техногенного загрязнения почв в некоторых регионах, недостаточного уровня агротехнологий, отсутствия государственных региональных и местных программ комплексного решения вопросов по использованию и охране земель, самой значительной является устойчивое снижение финансового обеспечения почвоохранных мероприятий и, соответственно, уменьшение количества их применения.

Система финансирования земле- и почвоохранных мероприятий должна выполнять стабилизационную функцию, которая связана с поддержкой качественного состояния земель сельскохозяйственного назначения и стимулированием экологически сбалансированного экономического роста; распределительную, которая отвечает за справедливое по отношению к природе распределение доходов; аллокационную — действие которой направлена на создание инновационных технологий земле- и почвопользования.

В Украине сейчас охрана земельных ресурсов не является объектом ни в одном из ведомств, в том числе и Минагрополитики и Госагентства по земельным ресурсам. В первом из них приоритетом является получение сельскохозяйственной продукции, во втором — земельная реформа, инвентаризация земель, их кадастр, а в будущем рынок земель.

С введением пользования земельным фондом на платной основе независимо от форм права собственности и иных прав на земельные участки, как это определено в ст. 206 Земельного кодекса Украины (ЗКУ), встал вопрос о стимулировании рационального землепользования с учетом целевого назначения земельного участка. В частности, в отечественной юридической науке земельного права стали выделять стимулирующую функцию правовой охраны земель, смысл которой заключается в введении экономических стимулов рационального использования и охраны земельных ресурсов.

Так, в ст. 205 ЗКУ Украины, ст. 27 Закона Украины «Об охране земель» определены меры экономического стимулирования в сфере использования земельных ресурсов с максимальным соблюдением

природоохранных норм среди которых предоставление налоговых и кредитных льгот гражданам и юридическим лицам, осуществляющих за свой счет мероприятия, предусмотренные общегосударственными и региональными программами использования и охраны земель; выделение средств государственного или местного бюджета гражданам и юридическим лицам для восстановления прежнего состояния земель, нарушенных не по их вине; освобождение от платы за земельные участки, находящиеся в стадии сельскохозяйственного освоения или улучшения их состояния в соответствии с государственными и региональными программами; компенсация из бюджетных средств снижения дохода собственников земли и землепользователей вследствие временной консервации деградированных и малопродуктивных земель, ставших таковыми не по их вине.

Финансирование мероприятий по охране земель и почв, в соответствии с ст. 55 Закона «Об охране земель», осуществляется за счет государственного бюджета Украины, местных бюджетов, в том числе средств, поступающих в качестве возмещения потерь сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства, от платы за землю, а также средств землевладельцев и землепользователей и других источников, не запрещенных законом. К сожалению, на практике эти меры малоэффективны как за низкого уровня финансирования государством мероприятий по охране земель и почв, так и из-за юридической неразвитости мероприятий, составляющих содержание экономического стимулирования в этой области и отсутствия эффективного механизма его реализации на практике.

Несовершенство распределения функций, методов и способов решения вопросов как в сфере сельского хозяйства в общем, так и земельных вопросов в частности, власть часто пытается исправить изменением ответственных структур, а в действиях основного органа государственной власти, призванного обеспечивать защиту окружающей среды, экономические интересы все же превалируют над охраной и сохранением окружающей среды. Несмотря на то, что различные структуры дублируют функции друг друга в части охраны почв, нельзя сказать, учитывая современное состояние соблюдения законодательства, что реализация этих функций является эффективной.

Сейчас для повышения эффективности экономического механизма воспроизводства плодородия почв необходимо:

- пересмотреть налоговую нагрузку в аграрном производстве, ведь все налоговое давление переведено на землю, но нет соответствующих компенсаций за качество почвы, кроме того налоги отрываются

от финансового состояния и результатов деятельности субъектов хозяйствования;

- создать стабильные реальные источники финансирования осуществления мероприятий по воспроизводству плодородия почв, ведь отсутствие соответствующих целевых статей поступлений и расходов снижает общую эффективность экономического стимулирования в данной сфере и создает немедленную необходимость в формировании целевого государственного и местных фондов средств для реализации проектов по охране плодородия почв;

- усовершенствовать порядок использования и распределения программных средств. Для повышения эффективности экономического механизма воспроизводства плодородия почв опыт создания спецсчетов (как это было сделано для экологической модернизации предприятий) целесообразно использовать для финансирования экологических проектов по повышению плодородия почв сельскохозяйственных земель;

- использовать европейский опыт для создания «пакетов программ по охране и воспроизводству плодородия почв» соглашаясь на условия которых, и принимая на себя обязательства выполнять эти условия хозяйствования, предприятия имели бы право на получение государственной поддержки. Такой вариант, не усложняя налоговое законодательство, мог бы удовлетворить экономические требования сельхозпроизводителей и экологически социальные требования государства. Примером могут стать пакеты действий в рамках Программы развития сельских территорий на 2014–2020 гг. (Program Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020 (PROW)), а именно, «содержание лугов экстенсивных», «охрана почвы и воды», «экологическое земледелие» [1];

- решить ряд нормативно-правовых вопросов предложенных учеными ННЦ «Института почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского» [2], а именно: ускорить принятие Национальной программы по охране земель и охраны плодородия почв; ввести новую методику расчета стоимости земель, в которой стоимость почв устанавливается на базе их современного состояния; обеспечить прозрачный и объективный механизм отбора проектов и контроль их реализации и прочее.

Список литературы

1. Кучер, А.В. Економіко-правовий механізм регулювання відтворення родючості ґрунтів у Польщі / А.В. Кучер, І.В. Казакова // Рациональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-

економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти : колективна монографія / за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера. — Х.: Смуґаста типографія, 2015. — С. 385—403.

2. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України / за наук. ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва. — К.: Аграрная наука, 2012. — 240 с.

УДК 631.4

АГРОТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ОПОДЗОЛЕННЫХ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

С.В. Канивец

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

Черноземы оподзоленные и реградированные в умеренно-увлажненной части Левобережной Лесостепи Украины с ГТК 1,2–1,0 (в пределах долин рек Сулы и Оскола) залегают на высоких водоразделах с овражно-балочным волнистым рельефом, вдоль правых коренных берегов долин рек, гранича или входя в состав лесных рефугиумов. Сформированные биогеоценозами дубрав они имеют высокие показатели плодородия.

Морфологическое обследование профилей природных лесных черноземов оподзоленных свидетельствует, что верхний гумусовый слабоэлювиированный горизонт густо переплетен корнями, имеет крупнозернистую аграрно ценную структуру, рыхлую текстуру, темно-серое окрашивание, которое свидетельствует о достаточно высоком содержании гумуса, мощность гумусового прокрашивания профиля около 100 см. В большой степени этому способствует биологически активная, богатая на кальций лесная подстилка и целостность строения почвы. Отмеченные положительные свойства характерны так же для верхних горизонтов природных серых и темно-серых почв. Это подтверждают наши предыдущие исследования.

При введении лесных почв в пашню резко сменяются условия почвообразования, в частности, гидротермический режим. В оподзоленных почвах происходит вторичное окарбоначивание (реградация), снижается кислотность, возрастает насыщенность основаниями, раз-

рыхляется иллювий, но эти положительные эволюционные преобразования не дают ожидаемого результата — устойчивости к протеканию процессов деградации. Под действием механической обработки зернистая структура превратилась в пороховато-комковатую, пахотный слой сильно посветлел, что свидетельствует о потерях гумуса, но общая глубина гумусового прокрашивания профиля выросла на 10–20 см.

Аналитические данные указывают на существенную разницу физико-химических и агрохимических показателей черноземов оподзоленных и их реградированных аналогов в пашне. Лесные черноземы в верхнем 0–15 см слое содержат до 10,0% гумуса, а в слое 0–35 см — на уровне 5,7–6,5% и располагают значительным ресурсом азота, который легко гидролизуется (170 мг/кг почвы). Регадированные распаханнные аналоги значительно уступают по содержанию гумуса (3,3–3,6%) и азота, что легко гидролизуется (95 мг/кг почвы). Гумус относится к гуматному типу как в оподзоленных почвах, так и у реградированных. Самое узкое соотношение $C_{г.к.}/C_{ф.к.}$ (1,4–1,6) в нижнем слое гумусовоэлювиального горизонта природных почв, в пашне оно ощутимо выросло (3,2–3,7). Уровень потерь содержания гумуса агрогенными почвами в слое 0–35 см у черноземов реградированных от 37% до 44%, а у темно-серых и серых больше половины. Известно, что черноземы типичные и черноземы обыкновенные теряют в пашне соответственно около 30% и 20%.

Таким образом, положительные эволюционные изменения, связанные с реградацией не дали ожидаемого результата — устойчивости к воздействию процессов деградации. Для улучшения пахотных почв необходимо внедрять гибкие комплексные системы земледелия с ограничением интенсивности обработки почвы, с применением соответствующих доз минеральных и органических удобрений. Постоянно совершенствовать технологии земледелия адаптируя их к индивидуальности ландшафтов хозяйства, севооборота, поля, приближая культуру земледелия к природным условиям.

Перспективным в этом отношении могут быть почвозащитные технологии по примеру no-till, которые широко используются в мире. Литературные источники свидетельствуют, что целостность строения гумусового горизонта и биологически активный слой мульчи приближают условия почвообразования к целинным, что приводит к переходу почвы на природный бездеградационный режим, не лишаясь своих продуктивных функций. Это подтверждают наши предыдущие и теперешние морфологические исследования и аналитические данные по лесным оподзоленным почвам Восточной Лесостепи Украины.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ С ЗАПАХАННОЙ СОЛОМОЙ И ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ МИКРОБНОЙ АССОЦИАЦИЕЙ

**Л.Е. Картыжова¹, З.М. Алещенкова¹, С.П. Антохина¹,
Н.В. Короленок¹, М.Н. Мандрик-Литвинкович¹,
Г.И. Козловская², Т.М. Серая³**

*¹Институт микробиологии НАН Беларуси,
г. Минск, Беларусь,*

*²Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь,*

*³РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

В настоящее время очень остро стоит вопрос о восстановлении почвенного плодородия посредством заправки в почву растительных остатков в сочетании с интродукцией агрономически ценных микроорганизмов. Заправка соломы в почву оказывает положительное влияние на пополнение запасов гумуса за счет высокого содержания в ней органического вещества. В результате последовательной комплексной деятельности микроорганизмов пополняются запасы макро-микроэлементов и гумуса в почве, почва санируется, восстанавливается ее плодородие и возрастает урожайность возделываемых культур. Дополнительное обогащение почвы микроорганизмами, путем интродукции, обладающими хозяйственно-ценными свойствами: азот-фиксация, фосфатмобилизация, минерализация целлюлозы, синтез биологически активных веществ (фитогормоны, антибиотики, сидерофоры) — важный прием экологического земледелия, направленный на активацию микробоценоза почвы, который является важным фактором в поддержании продуктивности земель на необходимом уровне при минимальном антропогенном воздействии на них.

Целью данных исследований являлось изучение влияния эффективной, отобранной в лабораторных условиях, микробной ассоциации, состоящей из активных штаммов целлюлозоразрушающих, азотфиксирующих, фосфатмобилизующих микроорганизмов, на микробиологическую активность почвы после заправки соломы озимого тритикале.

В мировой практике известно, что после обработки пожнивных остатков микробными препаратами ускоряется развитие полезной почвенной микрофлоры, многократно увеличивается количество специфических микроорганизмов, непосредственно участвующих в процессе разложения соломы. Параллельно идет рост неспецифических микроорганизмов, участвующих в этом процессе косвенно (выделение веществ гормональной природы, витаминов, аминокислот), и как следствие — увеличиваются количество и скорость размножения микроорганизмов-деструкторов. Почва обогащается не только свежим органическим веществом, в ней увеличивается содержание обменного калия, подвижного фосфора и усваиваемого азота, а также существенно улучшается водопоглощающая и водоудерживающая структура почвы.

Из коллекции лаборатории средств биологического контроля и взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений отобраны наиболее эффективные штаммы почвенных микроорганизмов:

- целлюлозоразрушающий штамм *Bacillus subtilis* 355, обладающий ферментативной активностью: целлюлозолитической — 0,82 ед./мл, протеолитической — 12,4 ед./мл, ксиланазной — 2,6 ед./мл.

- ассоциативный азотфиксирующий штамм *Brevibacillus* sp. 11-A, выделенный из лесной подстилки, обладающий азотфиксирующей активностью, составляющей 1,27 N мкг/мл; устойчивостью к полимиксину, оптохину, бацитрацину, птеридинового агенту;

- фосфатмобилизующий штамм *Bacillus megaterium* 6, выделенный из дерново-подзолистой почвы, насыщенной фосфатами. Зона фосфатмобилизации составляет 5 мм, штамм способствует увеличению фиксации молекулярного азота, применяемых совместно с ним азотфиксирующих микроорганизмов, в среднем, на 30%, а также стимуляции роста растений, в среднем, на 40–50%.

Азотфиксирующие и фосфатмобилизующие микроорганизмы не проявляют антагонистической активности по отношению к целлюлозоразрушающим штаммам.

Для обработки, запахиваемой в дерново-подзолистую супесчаную почву соломы озимого тритикале, в модельно-полевых опытах, использовали эффективную микробную ассоциацию на основе целлюлозоразрушающих, фосфатмобилизующих и азотфиксирующих ассоциативных микроорганизмов: *Bacillus subtilis* 355 + *Brevibacillus* sp. 11-A + *Bacillus megaterium* 6.

В результате проведенных агрохимических исследований почвенных образцов, отобранных в модельно-полевых и стационарных по-

левых опытах ГП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области установлено, что содержания гумуса, фосфора и калия в дерново-подзолистой почве, необходимое для продуктивного возделывания ячменя – оптимальное, тогда как при заправке соломы – снижается на 0,13%, 6 и 55 мг/кг соответственно. Интродукция в почву микробной ассоциации обеспечивает восстановление оптимального уровня содержания фосфора, азота и гумуса, а также оказывает влияние на функционирование микробоценоза почвы. Применение микробной ассоциации в варианте с запаханной соломой способствует повышению биогенности почвы, определяемой численностью основных эколого-трофических групп микроорганизмов, которая увеличилась на 30% по сравнению с контрольным вариантом (рис.). Интродуцирование в почву азотфиксирующего микробного компонента (*Brevibacillus sp.* 11-A) в ассоциации с целлюлозоразрушающими и фосфатмобилизующими бактериями способствует увеличению численности олигонитрофильных микроорганизмов в 3 раза.

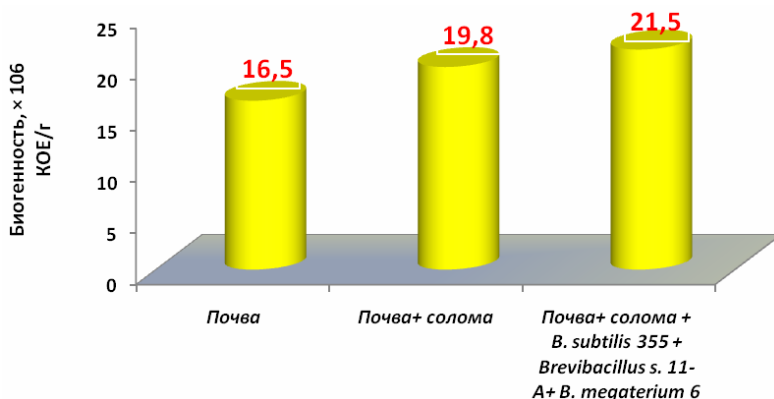


Рис. Влияние микробной ассоциации, интродуцированной в почву на численность микроорганизмов основных эколого-трофических групп в варианте с запаханной соломой

За счет использования микробной ассоциации (*Bacillus subtilis* 355 + *Brevibacillus sp.* 11-A + *Bacillus megaterium* 6) оптимизируются процессы денитрификации, потери (улетучивание) азота уменьшаются, что способствует увеличению плодородия почвы.

Обогащение микробоценоза почвы целлюлозоразрушающей, азотфиксирующей и фосфатмобилизующей микрофлорой способствует увеличению активности микробиохимических процессов в почве,

обуславливающих ускорение процессов разрушения растительных остатков в ней. В результате 2-х месячной экспозиции соломы в почве модельно-полевого опыта за счет микробной ассоциации минерализовалось на 7% больше соломы, чем в контроле. Скорость минерализационных процессов за счет интродуцированной в почву микробной ассоциации возросла на 100%/сутки.

Использование микробной ассоциации в варианте с запаханной в почву соломой озимого тритикале способствует положительному влиянию на рост и развитие последующих культур. Так, обработка почвенной суспензией семян кресс-салата показала, что накопление сухой массы проростков растения в варианте с *Bacillus subtilis* 355 + *Brevibacillus sp.* 11-A + *Bacillus smegaterium* 6 по сравнению с контролем (почва + солома) составило 135% от контроля.

Таким образом, можно заключить, что микробная ассоциация на основе агрономически ценных (ЦР, азотфиксирующих, фосфатобилизующих) штаммов почвенных микроорганизмов, интродуцированная в почву с запаханной соломой способствует восстановлению оптимального уровня содержания фосфора, азота, гумуса в почве, активизирует деятельность микробоценоза почвы, обеспечивая повышение скорости и степени минерализационных процессов в ней, а также обеспечивает ростостимулирующий эффект последующим культурам севооборота.

УДК 631.47

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОЧВЕННЫХ КАРТ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ ПОЧВЕННЫХ КАРТ ХОЗЯЙСТВ

Н.В. Клебанович, С.Н. Прокопович, А.А. Сазонов

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь*

В последние годы в связи с внедрением в картографию технологий геоинформационных систем, активные работы ведутся над автоматизацией и объективизацией процессов почвенной картографии. Расширение возможностей современных информационных систем

позволяет перейти от хранения и использования оцифрованных почвенных карт к их непосредственному производству с использованием цифровых технологий на всех этапах исследования. Сведения о почвах включаются в базы данных ГИС различного уровня и назначения. В практическом использовании ГИС первостепенное значение приобретает грамотная визуализация информации в различных масштабах, во многом определяющая географическую достоверность, объективность и информативность карт [1].

В тоже время, за два десятилетия существования цифровая почвенная картография не создала полностью автоматизированных методов, которые привели бы к получению конечного продукта – цифровой почвенной карты.

Автоматизация процессов картографической генерализации цифровых почвенных карт является в настоящее время приоритетным направлением научных исследований в области почвенной картографии, решающим важную задачу грамотного и оперативного создания и использования крупно- и среднемасштабных почвенных карт.

Возможности автоматизации процессов картографической генерализации всегда были достаточно ограничены. В первую очередь это обусловлено творческим характером генерализации, заключающимся в авторском отборе информации. Тем не менее, попытки алгоритмизации, а в последующем и автоматизации процессов генерализации предпринимаются с середины XX в. В настоящее время процесс формализации масштабной генерализации практически завершен, уступая место картографическим экспертным системам, а вместе с ними и эвристическим подходам в генерализации [2].

Эти подходы являются логико-математическими моделями, в которых последовательность операций определяется по аналогии с традиционной ручной технологией генерализации. В качестве элементов эти модели включают те или иные алгоритмы операций генерализации.

Для автоматизации генерализации почвенных карт авторами были разработаны инструменты и средства Desktop ArcGIS 10.1. Созданный набор инструментов Soil_Generalization включает в себя четыре разработанные модели обработки данных:

1. Generalization_same;
2. Generalization_type;
3. Generalization_complex;
4. Generalization_smallest.

Показатели качественной оценки созданных цифровых и существующих аналоговых карт

Показатели качественной оценки карт¹	Районы									
	Клеккий			Пуховичский			Червенский			
	Слой «Почвы» ЗИС М 1:10 000	Анологовая карта М 1:50 000 в границах Слоя «Почвы»	Цифровая карта М 1:50 000 в границах Слоя «Почвы»	Слой «Почвы» ЗИС М 1:10 000	Анологовая карта М 1:50 000 в границах Слоя «Почвы»	Цифровая карта М 1:50 000 в границах Слоя «Почвы»	Слой «Почвы» ЗИС М 1:10 000	Анологовая карта М 1:50 000 в границах Слоя «Почвы»	Цифровая карта М 1:50 000 в границах Слоя «Почвы»	
Морфометрические показатели										
N	7043	1387	1951	18501	3956	4831	10338	2142	2236	
Ср. га	9,78	49,66	35,30	6,71	31,38	25,70	8,15	39,32	37,66	
KP	0,45	0,17	0,21	0,64	0,21	0,34	0,48	0,25	0,27	
KK	14,25	11,55	13,88	23,08	18,30	21,35	14,30	11,96	13,05	
KN	6,42	1,16	2,91	14,77	3,84	7,26	6,86	2,99	3,64	
Ккруг.	0,46	0,53	0,49	0,43	0,49	0,47	0,49	0,53	0,51	
Типы почв (%)										
ДП	44,3	52,8	45,4	31,6	28,4	32,9	38,2	37,7	39,8	
ДПБ	31,6	23,8	31,1	37,0	39,6	37,2	40,2	40,9	39,2	
ДБ	5,6	5,5	5,9	6,1	4,4	5,7	4,0	3,4	3,7	
БП	—	—	—	0,1	—	0,1	0,1	—	0,1	
ТБн	5,4	5,7	5,6	11,7	13,9	11,1	9,3	10,2	9,0	
ТБв	0,1	0,2	0,1	0,8	1,3	0,6	0,1	0,2	0,1	
АДБ	1,2	1,5	1,3	2,7	3,3	2,4	0,8	1,0	0,7	
АТБ	8,3	7,6	7,9	4,8	4,6	4,7	3,2	3,5	3,4	
АП	3,5	2,9	2,7	5,4	4,5	5,3	4,1	3,1	4,0	

Морфометрические показатели: N – количество контуров, Сер. – средняя площадь контура, КР – коэффициент расчлененности [3], КК – коэффициент контрастности [3], КН – коэффициент неоднородности [3], Ккруг. – коэффициент кругообразности [3]; Типы почв: ДП – дерново-подзолистые, ДПБ – дерново-подзолистые заболоченные, ДБ – дерновые заболоченные, БП – болотно-подзолистые Тбн – торфяно-болотные низинные, Тбв – торфяно-болотные верховые, АДБ – аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные, АГБ – аллювиальные болотные, АП – антропогенно-преобразованные.

Обязательным условием для автоматизации обработки и генерализации почвенной карты является соответствие классификации почв принятому номенклатурному списку почв Беларуси. В представленной технологии обрабатывались и учитывались основные характеристики: род почвы, гранулометрический и ботанический состав и характер подстилания.

Разработанная методика почвенного ГИС-моделирования реализована на примере почвенных карт сельскохозяйственных земель Клецкого, Пуховичского и Червеньского районов. Показатели качественной оценки созданных цифровых и существующих аналоговых карт административных районов представлены в таблице.

Впервые в Республике Беларусь и мире предпринята попытка полной автоматизации картографической генерализации и создания цифровых разномасштабных карт по средствам интерактивной генерализации. Многоуровневые почвенные карты, разработанные с использованием цифровых методов и технологий на основе интерактивной генерализации, являются эффективным инструментом оперативного создания почвенной информационной базы данных на любом уровне визуализации почвенного покрова, необходимого для научных, исследовательских или производственных нужд.

По всем главным показателям, отражающих критерии генерализации, карты, созданные в цифровой среде, обладают значительно большей географической и геометрической достоверностью, информативностью и детальностью и в большей степени характеризуют реальный почвенный покров территории.

Список литературы

1. Клебанович, Н.В. Особенности создания средне- и мелкомасштабных цифровых почвенных карт на примере Клецкого района Республики Беларусь / Н.В. Клебанович, С.Н. Прокопович, А.Ч. Дамшевич // Природные ресурсы. — 2014. — № 2. — С. 10–17.
2. Тикунов, В.С. Моделирование в картографии: учебник / В.С. Тикунов. — М.: Изд-во МГУ, 1997. — 405 с.
3. Фридланд, В.М. Геометрическая характеристика структур почвенного покрова / В.М. Фридланд // Структура почвенного покрова и методы ее изучения. — М., 1973. — С. 4–15.

МОНИТОРИНГ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ТЕСТОВЫХ ПОЛИГОНАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ РФ

А.А. Комаров, П.А. Суханов, А.Д. Кирсанов

*ФГБНУ «Агрофизический институт»,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Территория Ленинградской области РФ занимает площадь 85,9 тыс. км² и имеет протяженность с запада на восток 446 км и с севера на юг в пределах 100–325 км.

Поверхность представляет собой обширную, местами всхолмленную равнину. Значительную часть площади занимают низменности с небольшими абсолютными высотами, с густой гидрологической сетью, многочисленными озерами и болотами.

Для области типичны дерново-подзолистые и болотные типы почв, связанные между собой переходным типом — заболоченными подзолистыми (глеевыми) почвами. Основными почвообразующими породами в Северо-Западной зоне являются моренные отложения, покрывающие коренные породы слоем до 4–5 метров. Гранулометрический состав почв неоднороден, вместе с тем, благодаря выборочности освоения земель, около 65–70% пахотных почв имеют благоприятный гранулометрический состав. Хорошая степень окультуренности почв региона достигнута лишь в передовых хозяйствах, что составляет 30–40% площади пашни.

Для оценки изменения плодородия почв, в меняющихся агроклиматических и социально-экономических условиях Ленинградской области РФ, с 2008–2009 гг. по настоящее время реализуется программа «Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения на тестовых полигонах». Работа выполняется в рамках Государственного контракта с Комитетом по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Ленинградской области. Реализация подобной программы в условиях Северо-Западного региона позволяет не только произвести комплексную оценку плодородия почв и состояния сельхозугодий региона, но и разработать действенный механизм реализации инновационных проектов.

Мониторинг почв земель сельскохозяйственного назначения на тестовых (реперных) полигонах (участках) представляет собой систему постоянных комплексных наблюдений за состоянием сельскохозяй-

ственных угодий, плодородием почв, потоками биогенных элементов, антропогенной нагрузкой, качеством и количеством сельскохозяйственной продукции и др. параметрами. Комплексный характер наблюдений заключается в одновременном отслеживании состояния сельскохозяйственных угодий, видом и интенсивностью их использования, плодородием почв, величиной и качеством урожая, количеством и качеством выпадающих осадков (снег, дождь), качеством грунтовых и поверхностных вод. Такой подход обеспечивает своевременное выявление и прогнозирование изменений плодородия почв, качества и количества сельскохозяйственной продукции, предупреждение и устранение негативных процессов, происходящих в окружающей среде под воздействием хозяйственной деятельности. Особенно важным при этом является выявление доли сельского хозяйства в загрязнении водоемов и водотоков, а также возможность расчета баланса и потоков биогенных элементов.

Полигоны расположены в основных агроклиматических районах области (Карельский перешеек, Пригородный, Юго-Западный, Центральный, Восточный, Северо-Восточный). Площадь каждого полигона 30–40 га. Выбранные полигоны размещены на характерных для соответствующего региона типах почв (рис.).

На основании проведенных исследований удалось выделить следующие основные методологические принципы формирования региональной сети тестовых полигонов предназначенных для осуществления комплексного агроэкологического мониторинга плодородия почв, состояния агроландшафтов, а также для информационного, научного и инновационного обеспечения управленческих и технологических решений при освоении интенсивных и высоких технологий земледелия (Суханов, 2014):

Принцип бассейновости. Обеспечивает единство взаимосвязанной системы микроландшафтов, когда географические границы полигонов совпадают с линиями водоразделов и тальвегов.

Принцип достаточности. Количество (10) заложенных тестовых полигонов достаточно для осуществления комплексного мониторинга плодородия и состояния экосистем во всех (5) агроклиматических районах области (по 2 в каждом из них), в хозяйствах с разной структурой посевных площадей интенсивностью использования земель.

Принцип сравнимости. Ежегодные основные исследования и наблюдения на полигонах (отбор проб, их лабораторные исследования, анализ и оценка результатов) проводятся по одинаковым методикам.

Принцип представительности. Каждый из полигонов занимает поле севооборота или отдельно обрабатываемый участок площадью от 20 до 50 га, то есть имеет размеры, типичные для условий области.

Принцип репрезентативности. Этот важнейший принцип обеспечивается выполнением четырех выше изложенных.

Принцип согласованности. Расположение полигонов, проведение на них наблюдений согласовано с сельхозпредприятиями, органами управления сельским хозяйством.

Принцип инновационности. Апробация и адаптация в производственных условиях новых технических и инструментальных разработок, методологических и технологических приемов осуществляется на тестовых полигонах, что обеспечивает наиболее всестороннюю и объективную их оценку.

Принцип информативности. Результаты наблюдений, их оценка и интерпретация доводятся до заинтересованных лиц и органов, публикуются в печати и средствах массовой информации.

На основании вышеизложенных принципов впервые в условиях отдельного региона РФ (Ленинградской области) сформирована сеть региональных тестовых полигонов, которая может выступать в качестве действенного инструмента инновационного и информационного обеспечения управленческих и технологических решений в сфере использования агроресурсного потенциала.

При выполнении мониторинговых исследований используются современные научно-технические, методологические и инновационные разработки, включающие использование точного пространственного позиционирования с помощью GPS-приемников, что позволяет не только проложить оптимальный маршрут движения и детально зафиксировать отбор проб на местности, но и уточнить площади обследованных угодий. С помощью беспилотных радиоуправляемых аппаратов мониторинг позволяет контролировать сроки и качество проведения основных агротехнических работ и тем самым оптимизировать экономические затраты на производство растениеводческой продукции.

Одновременно с проведением комплекса исследований на ряде полигонов проводились не только наблюдения за ростом и развитием растений в вегетационный период, но и отработывались подходы к изучению диагностики обеспеченности растений элементами питания с использованием современных экспресс-методов диагностики в конкретно складывающихся агропроизводственных условиях. На этой основе определяются меры и приемы для оптимизации и интенсификации продукционного процесса, обеспечения высокого урожая и качества продукции.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПЛОДОРОДИЯ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ В ПОДЗОНЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРЕДАЛТАЙСКОЙ ПОЧВЕННОЙ ПРОВИНЦИИ

Е.В. Кононцева

*ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет»
г. Барнаул, Россия*

Высокая распаханность территорий во всем мире и в нашей стране в последнее время определила повышенное внимание ученых почвоведов и практиков земледелия к состоянию плодородия, развитию почв и в целом к сущности почвообразования в пахотных почвах [1, 4]. Почвы, в той или иной степени изменённые человеком получили общее название антропогенных почв, а почвы пахотных угодий стали называться агрогенными [3].

Главное качество почвы на землях сельскохозяйственного назначения, отличающее ее от других объектов живой и неживой природы, воплощено в понятие плодородия. Так же как и почвообразование, плодородие тесно связано с процессами превращения, аккумуляции и передачи веществ и энергии, что является причиной количественных и качественных изменений факторов и условий плодородия. Эти изменения могут протекать как в благоприятном направлении для развития плодородия, так и в неблагоприятном, что приводит к снижению плодородия (уменьшение содержания гумуса, мощности гумусового горизонта, вынос элементов питания, закрепление их в труднодоступных формах, разрушение структуры, проявления деградационных процессов и т.д.). Широкое развитие деградации почв в условиях антропогенного воздействия, с одной стороны, требует принятия мер по охране почв и почвенного покрова для поддержания естественных механизмов функционирования биосферы и условий жизни человека, с другой, ставит задачу разработки подходов, стратегий поведения и технологий воздействия на почву, обеспечивающие их рациональное и долговременное использование без негативных последствий [1, 2].

Цель исследования изучить состояние плодородия агрогенных почв и его изменение при длительном сельскохозяйственном использовании в условиях умеренно-засушливой и колючей степи на примере хозяйства «Рассвет» Топчихинского района Алтайского края.

Объект исследования — подтипы черноземов пахотных угодий.

В исследованиях были использованы общепринятые в почвоведении методы: сравнительно-географический, картографический, метод почвенно-геоморфологических профилей, сравнительно-аналитический, статистический.

Исследования по изучению современного состояния почв проведены в рамках гранта РФФИ №14-04-98010.

Согласно почвенно-географическому районированию Алтайского края территория хозяйства находится в Кулундинско-Приобском почвенном округе, в зоне обыкновенных черноземов, в почвенном районе черноземов обыкновенных среднегумусных среднемощных и черноземов обыкновенных карбонатных. На территории распространены процессы деградации, о чем свидетельствуют в разной степени эродированные и дефлированные почвы.

Самыми распространенными почвами являются черноземы (выщелоченные и обыкновенные), занимающие 10436 га (65,5%), из них на долю слабдефлированных почв приходится 86,3%, среднедефлированных — 0,6%; слабосмытых — 8,6%, среднесмытых — 4,5%.

Используя метод математической статистики выявлено, что в 1992 г. черноземы обыкновенные слабдефлированные отнесены к виду: по мощности гумусового горизонта (до 40 см) — маломощные, по содержанию гумуса (4,07%) — малогумусные. Почвы обладали слабощелочной реакцией среды (рН 7,34). В составе суммы обменных оснований Са преобладал над Mg. Почвы имели среднесуглинистый гранулометрический состав.

Сравнивая данные предыдущих лет исследования с данными современного состояния почв видно, что в черноземах обыкновенных слабдефлированных произошло изменение практически всех показателей плодородия.

Прослеживается уменьшение содержания гумуса в горизонте Апах на 1,18%, и почвы перешли в вид слабогумусированных. Уменьшилось количество $N_{\text{вал}}$ с 0,23% в 1992 г. до 0,17% в 2014 г., а также подвижных P_2O_5 (на 4,25 мг/100 г) и K_2O (на 8,44 мг/100 г). Гранулометрический состав почв практически не изменился. рН среды увеличилась в сторону подщелачивания на 0,51 единицу. У черноземов выщелоченных слабдефлированных за период 22 летнего использования прослеживается уменьшение мощности гумусового горизонта (на 4 см). При этом содержание гумуса практически не изменилось, прослеживается уменьшение содержания P_2O_5 на 7,64 мг/100 г, а также утяжеление гранулометрического состава, так содержание илистой фракции увеличилось почти на 10%, а физической глины — на 5,95%. По гранулометрическому составу почвы еще относятся к среднесуглинистым.

Физико-химические свойства агрогенных почв

Горизонт	Нижний предел, см	Гумус, %	pH	Ca, мг.экв/100 г	Mg, мг.экв/100 г	N валовый, %	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г	Содержание фракций в % от абс. сухой почвы	
									< 0,001	< 0,01
Чернозем обыкновенный маломощный среднесуглинистый слабодефлированный, 1992 г.										
A	20	4,07	7,34	22,80	3,55	0,23	20,75	17,34	21,06	37,65
AB	40	2,85	7,87	19,62	3,15	0,17	13,27	7,50	22,67	40,12
Чернозем обыкновенный маломощный слабогумусированный среднесуглинистый слабодефлированный, 2014 г.										
A	20	2,59	7,85	29,00	8,00	0,17	16,50	8,90	29,2	41,1
ABк	46	1,32	8,13	50,00	14,00	0,10	8,75	5,60	—	—
Чернозем выщелоченный маломощный среднесуглинистый слабодефлированный, 1992 г.										
A	20,0	4,39	7,06	21,36	3,89	0,25	22,64	25,02	20,77	37,65
AB	44,0	2,64	7,22	19,13	2,52	0,14	20,62	7,92	22,54	38,09
Чернозем выщелоченный маломощный среднесуглинистый слабодефлированный, 2014 г.										
A	20,0	4,31	7,00	16,00	10,00	0,32	15,00	25,40	30,2	43,6
AB	40,0	1,72	7,00	16,00	7,00	0,25	14,00	8,90	28,4	42,5
Чернозем выщелоченный маломощный среднесуглинистый слабосмытый Ч _{1с} , 1992 г.										
A	20	4,12	7,13	21,98	2,81	0,23	18,73	22,57	21,48	39,06
AB	39,67	2,76	7,35	18,13	2,19	0,13	16,10	6,50	21,17	39,40
Чернозем выщелоченный укороченный слабогумусированный среднесуглинистый среднесмытый, 2014 г.										
A	9	3,79	6,90	20,00	5,00	0,25	23,50	44,10	23,1	35,9
AB	20	3,25	6,95	15,00	10,00	0,22	22,50	26,50	25,1	43,6

Наибольшим изменениям подверглись почвы, подверженные водной эрозии. Так, в черноземах выщелоченных слабосмытых уменьшилась мощность гумусового горизонта на 19,67 см, и они перешли из маломощных в укороченные. Содержание гумуса в этих почвах снизилось на 0,33% и из малогумусных они перешли в слабогумусированные. Прослеживается также облегчение гранулометрического состава по физической глине, содержание которой снизилось на 3,7%. Данные характеристики свидетельствуют о том, что почвы перешли из подвида слабосмытых в подвид среднесмытые.

Обобщая материалы по оценке физико-химического состояния черноземов умеренно-засушливой и колючей степи Алтайского края видно, что почвы подвержены агрогенной трансформации. Сельскохозяйственное использование почв приводит к закономерному снижению основных показателей плодородия почв (содержания гумуса, элементов питания, толщи их профилей и др.) и усилению негативных почвообразующих процессов.

Список литературы

1. Бурлакова, Л.М. Оценка размеров ущерба от деградации почв в результате хозяйственной деятельности / Л.М. Бурлакова // Организация рационального использования и охрана сельскохозяйственных земель Алтайского края в современных условиях. — Барнаул, 2001. С.163—165.
2. Бурлакова, Л.М. Управление плодородием пахотных почв Алтайского края в системе агроценозов при интенсивном экологически сбалансированном земледелии / Л.М. Бурлакова, Г.Г. Морковкин, В.А. Рассыпнов // Вестник АГАУ. — 2002. — № 1. — С. 119—121.
3. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация: учебное пособие / М.И. Герасимова [и др.]. — Смоленск: Ойкумена, 2003. — 268 с.
4. Морковкин, Г.Г. Антропогенная трансформация почвообразования и плодородия черноземов в системе агроценозов (на примере степной зоны Алтайского края) / Г.Г. Морковкин. — Барнаул: АГАУ, 2012. — 272 с.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОЙ МЕЛИОРАЦИИ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ НА ЕЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

Я.К. Куликов, Д.О. Казаков

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь*

Участие микроорганизмов в осуществлении протекающих в почве биохимических процессов и их способность к перестройке качественного состава, и изменению активности под влиянием экологических условий среды делают очевидной возможность направленного воздействия на деятельность микрофлоры в мелиорированных торфяных почвах. Обогащение торфяных почв минеральными добавками является активным мелиоративным мероприятием по регулированию биологической активности. Минеральные компоненты коренным образом изменяют среду обитания почвенных микроорганизмов, непосредственно влияют на их физиологическую и биохимическую активность, а также на взаимосвязь внутри микробиоценоза.

Внесение в торф глинистых минералов может способствовать более полной гумификации органического вещества, обеспечивает его стабилизацию и уменьшение потерь от микробного разрушения.

Наличие глины в торфяных почвах способствует существенному увеличению их биогенности и сравнительно быстрому образованию устойчивых форм гумусовых соединений. Коэффициент накопления гумуса при этом возрастает в 2–5 раз. При взаимодействии глинистых минералов и метаболитов микроорганизмов возможно образование сравнительно прочных почвенных агрегатов, участвующих в торможении биологической минерализации оптимизированных торфяных почв.

Обогащение торфяной почвы песком приводит к снижению общего количества микроорганизмов, осуществляющих минерализацию органического вещества. Наряду с этим повышалась активность гидролитических ферментов (протеазы, уреазы), а активность окислительно-восстановительных ферментов снижалась, вследствие чего уменьшалось выделение почвой углекислого газа,

т. е. дыхание почвы. Авторы связывают это с уменьшением содержания органических веществ в результате разбавления торфяной почвы песком.

В большинстве исследований отмечается, что внесение песка в торфяную почву способствует интенсификации микробиологических процессов, а внесение глины стабилизирует эти процессы, создает условия для образования устойчивых форм гумусных соединений, трудноразлагаемых микроорганизмами. В модельных опытах внесение глины приводило к пятикратному увеличению соотношения между фенолоксидазой и пероксидазой, а при внесении песка это соотношение не изменялось или уменьшалось. Учитывая, что пероксидаза активизирует разложение гумуса, а полифенолоксидаза — его синтез, то по их соотношению можно судить о темпах накопления гумуса в почве. Уменьшение активности пероксидазы при внесении глинистых минералов в торфяную почву свидетельствует о замедлении процессов разложения органического вещества торфа. Исследования Н.Н. Бамбалова дали основание сделать заключение, что обогащение торфа глинистыми минералами (монтмориллонитом и каолинитом) сдерживает процессы минерализации органического вещества осокового и тростникового торфа.

Для выяснения абсолютных потерь органического вещества торфяной почвой проведен специальный балансовый опыт. Из полученных данных установлено, что под слоем песка 10 см процесс минерализации органического вещества происходил в 2,3 раза медленнее, чем на контроле. При этом с увеличением мощности пескованного слоя усиливается его тормозящее действие. Так, при внесении 400 м³/га песка за 4 года минерализовалось 3,6% органического вещества, а при внесении 7000 м³/га — 2,6%. Минерализация на контроле за этот период составила 6,1%. В верхнем нескованном слое почвы скорость минерализации значительно выше, чем на контроле, однако суммарные размеры потерь органического вещества ниже, так как разложению здесь подвергается меньшее количество торфа.

Внесение связной супеси в торф вызвало снижение численности некоторых эколого-трофических групп микроорганизмов, участвующих в минерализации органического вещества. Более чем в 2 раза сократилась численность гетеротрофных бактерий, разрушающих подвижные органические соединения азота; в 3–5 раз уменьшилось содержание бацилл и актиномицетов, осуществляющих минерализацию устойчивых органических веществ; почти на порядок

снизилось количество денитрифицирующих бактерий. Наиболее существенные изменения микрофлоры почвы произошли в первый год оптимизации. Несмотря на интенсивное перемешивание внесенного грунта с торфом в результате многократной обработки картофеля, численность бактерий, связанных с трансформацией органического азота, оставалось низкой в течение всего вегетационного периода. Снижение численности денитрифицирующих бактерий, осуществляющих анаэробный процесс восстановления азотных соединений, обусловлено улучшением теплового и водно-воздушного режимов почвы.

Торможение развития гетеротрофных микроорганизмов в оптимизированной почве наблюдалось в последующие годы — под ячменем и многолетними травами. Аналогичное действие оказала оптимизация на развитие бактерий, потребляющих минеральный азот. Численность их сократилась адекватно сокращению численности гетеротрофных бактерий, освобождающих минеральный азот из растительных остатков. Так как микроорганизмы данной группы отражают уровень обеспеченности среды аммонийным азотом, то снижение их численности указывает на замедление активности аммонификации органического вещества. Численность олиготрофных бактерий практически не зависела от внесенных минеральных компонентов и была одинаково высокой как в исходной, так и в оптимизированной почве, активное развитие их отражало благоприятные агрохимические условия почвы и в меньшей мере — уровень тех или иных питательных веществ.

Одновременно происходило снижение уровня активности ряда гидролитических ферментов (протеазы, уреазы, инвертазы), катализирующих реакции расщепления органического вещества почвы. На 12–14% снизилась активность выделения оптимизированной почвой углекислого газа по сравнению с исходной почвой, что отражает снижение скорости минерализации углеродсодержащих соединений.

Приведенные выше данные являются убедительным аргументом в пользу того, что оптимизация мелиорированных торфяных почв путем внесения в них минерального грунта — эффективный агроприем, повышающий их плодородие и предохраняющий органическое вещество от интенсивного микробного разрушения. Это способствует более экономному и производительному использованию торфяных почв в культуре, превращению потенциального плодородия в эффективное.

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННЫХ СЪЕМОК

М.Ф. Курьянович, Ф.Е. Шалькевич

Государственное предприятие «НПЦ по геологии»,

г. Минск, Беларусь

Белорусский государственный университет,

г. Минск, Беларусь

Материалы дистанционных съемок являются не только более точной картографической основой, но и важным источником информации о почвенном покрове, его качественных и количественных характеристиках. Эти факторы и обуславливают их высокую эффективность использования при изучении структуры почвенного покрова (СПП).

Методика, примененная для составления карт СПП, позволяет на основе материалов дистанционных съемок и ранее составленных почвенных карт выделять почвенные комбинации (ПК), которые являются пространственным аналогом природных систем. Исследования Т.А. Романовой показывают, что данные природные системы представляют одну из подсистем системы более высокого уровня — геосистемы, которые можно характеризовать по условиям рельефа, геоморфологическим особенностям, гипсометрическому положению, составу и литологии почвообразующих пород, компонентному составу ПК с количественной оценкой степени неоднородности. Почвы геосистемы могут получить средневзвешенный балл плодородия (бонитет) и заключение по выбору основного направления хозяйственной деятельности, обеспечивающего устойчивое неистощительное использование, что позволяет рассматривать геосистему в качестве типа земель [1].

Материалы дистанционных съемок, в зависимости от масштаба и пространственного разрешения, позволяют получать информацию о СПП на всех уровнях организации от отдельных почвенных ареалов до типов земель. Для выявления наиболее оптимальных масштабов и пространственного разрешения аэрокосмических снимков при картографировании СПП, использовались аэрофотоснимки масштаба 1:10 000 — 1:50 000 и сканерные снимки различного пространственного разрешения — Landsat (50м), IRS (23,6), Alos (10м), БКА (2,1).

Разработанная методика базируется на теоритической базе — учении о структуре почвенного покрова, разработанное В.М. Фридландом и модифицированное для условий Беларуси Т.А. Романовой, которые развивает представление о пространственно-территориальной организации и иерархических уровнях почвенного покрова [2]. Технологическая схема методики включает следующие этапы: подготовительный, основной и заключительный.

На подготовительном этапе проводится изучение на территорию исследования литературных и картографических источников, а также фондовых материалов. Особое внимание уделяется выбору материалов дистанционных съемок. Так как изучение дешифровочных признаков почвенных комбинаций проводится на микро- и мезоуровнях, необходимы аэроснимки крупного и среднего масштабов и сканерные космические снимки высокого и сверхвысокого разрешения. Для дешифрирования СПП под лесной растительностью наиболее эффективно использовать спектрзональные, синтезированные и инфракрасные снимки. Кроме того важно учитывать сезон съемки и наличие облачности. Для территории с преобладанием пахотных земель наиболее оптимальны снимки весенних сроков съемки, под лесной и луговой растительностью — летние.

Основной этап включает одновременное изучение почвенного покрова по районным почвенным картам масштаба 1:50 000 и космическим снимкам очень высокого разрешения (10 м), с целью районирования территории, определения места закладки вложенных ключей и аэрокосмоэталонов. Для этого в компьютерную программу ArcGis загружается космический снимок и выполняется его геометрическая и яркостная коррекция. Космические снимки, обладающие большой обзорностью, с помощью компьютера, позволяют не только анализировать значительную площадь исследуемой территории, но и при необходимости представлять изображение снимка в любом масштабе, что дает дополнительную информацию о почвенных комбинациях. На основании выполненного анализа определяется место и количество закладки ключевых участков и аэрокосмоэталонов. Ключевые участки, микрокомбинации закладывались в масштабе 1:10 000. Для изучения дешифровочных признаков микрокомбинаций наиболее эффективно использование аэроснимков масштаба 1:10 000 — 1:15 000 и космических снимков с пространственным разрешением 2,1 м, мезокомбинаций — аэроснимки масштаба 1:50 000 и космические снимки с пространственным разрешением 10 м. Кроме того использовались почвенная карта масштаба 1:10 000 и полевые дневники. В качестве

ведущего дешифровочного признака почвенных комбинаций использовался рисунок изображения. В рисунке изображения находят отображение закономерно организованные ПК, то есть сочетание почв, четко различающиеся по степени неоднородности, продукционной способности и по реакции антропогенного вмешательства. Для каждого типа земель характерен свой набор почвенных комбинаций с определенным рисунком изображения. Количество ПК на картах СПП несравненно меньше, чем почвенных контуров. На территорию ключевых участков были составлены карты СПП, для которых была выполнена картометрическая обработка с вычислением коэффициентов расчленения, контрастности и неоднородности, а также разрабатывалась диагностическая таблица почвенных комбинаций. Аэрокосмоэталонные диагностической таблицы служат основой для составления карт СПП в масштабе 1:10 000 и в масштабе 1:50 000. Полевые исследования по уточнению содержания почвенных карт проводятся только в случае обнаружения на них грубых ошибок по диагностике почвенных выделов. Крупномасштабные карты СПП используются для проектирования севооборотов и организации территории хозяйств. Среднемасштабные карты СПП служат для технико-экономического обоснования общего направления использования природных ресурсов.

На заключительном этапе проводится окончательное компьютерное оформление карт и их легенд.

Составление карт СПП на основе материалов дистанционных съемок, с использованием ранее составленных почвенных карт позволяет исключить трудоемкий полевой период. Кроме того с помощью материалов дистанционных съемок и компьютерных технологий уменьшаются трудовые затраты на их составление, а также повышается точность и объективность.

Список литературы

1. Романова, Т.А. Методика составления карт структуры почвенного покрова и их востребованность в Беларуси / Т.А. Романова, Ч.А. Романовский // Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоритические и природные аспекты: материалы Международной научной конференции / Санкт-Петербургский гос. ун-т; под. ред. Б.Ф. Апарина. — СПб., 2007. — С. 98—101.
2. Романова, Т.А. Структура почвенного покрова Республики Беларусь / Т.А. Романова, А.М. Котович // Почвы, их эволюция, охрана и повышение производительной способности в современных социально-экономических условиях: материалы I съезда Белорус. О-во почвоведов, БелНИИПА, АНБ, Ин-т леса АНБ, Белгирозем. — Минск, 1995. — С. 18—20.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЭРОЗИИ ПОЧВ И ИХ ОХРАНА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Е.С. Кухарук

*Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

Год 2015 — Международный год почвы. Знаменательный год призывает почвоведов всех стран с особым вниманием отнестись к проблемам почвенных ресурсов. Сохранение и повышение плодородия почв — это одна из главных задач, но в настоящее время есть угроза от водной эрозии, всевозможных видов загрязнения почв и т.д. Содержание гумуса в черноземах упало в 2 раза. Эродированные почвы занимают 35% от площади всех сельскохозяйственных земель Молдовы. Несмотря на проведение противозерозионных мероприятий, эрозионные процессы продолжают развиваться: этому способствуют не только антропогенные, но и природные факторы.

Необходимо менять подход к почвам и брать от нее лишь то, что она в состоянии дать без разрушительных для нее последствий. Такое сельское хозяйство будет подчинено почвам и ее возможностям.

Некоторые виды обработки почв и ухода за посевами, имеющие противозерозионную направленность, являются наиболее универсальными и в то же время достаточно простыми. Они не требуют сложных орудий обработки, отличаются малой энергоемкостью, обладая при этом высокой эффективностью.

Агротехнические приемы защиты почв от эрозии как в отдельности, так и в комплексе, эффективны на территориях, где преобладает ливневая эрозия. Эти приемы описаны в литературе [1, 2, 3, 4, 5]. Многолетние наши исследования позволяют в сокращенной и обобщенной форме рассмотреть эти приемы.

Исследования проводились на многолетнем опытном стационаре Института почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо в коммуне Лебеденко Кагульского района, на склонах с различным углом наклона до 2°, 6°, 8°, восточной и западной экспозиции, длина склонов 400 м.

Полевое обследование и лабораторные анализы выполнены по международным методикам и европейским стандартам [6].

Традиционный способ обработки почвы состоит из основной и предпосевной обработки почвы. Основная обработка почвы состоит

из пожнивного лущения и зяблевой вспашки, включающая оборот почвенного пласта и его крошение; уничтожения сорных и падалицы культурных растений, а также подавление вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур; заделку пожнивных остатков и удобрений с углублением пахотного слоя.

Предпосевная обработка при традиционном способе подразделяется на обработку под яровые и озимые культуры: рыхление и перемешивание почвы, выравнивание и уплотнение почвы. При завершении подготовки почвы производится сев. Таким образом, технология с традиционной обработкой включает десять основных агротехнических приемов, при которых затраты труда на проведение большого числа операций превысили все мыслимые пределы. В результате верхний слой почвы был разрыхлен, как пух, а слой ниже плужной подошвы сильно переуплотнен колесами тракторов. Проведение основной обработки, сева и других полевых работ поперек склона или контурно является обязательным, т. к. уменьшает сток осадков, смыв почвы и способствует повышению урожаев. Противоэрозионная способность основной поперечной обработки под зябь зависит от крутизны склона. На склонах до 2° свежевспаханная почва (выровненная и гребнистая) полностью предотвращает эрозию. На более крутых склонах вспашка теряет в определенной степени свою противоэрозионную роль и необходимы дополнительные приемы. На среднесмытых (4–6°) и сильносмытых почвах (6–8°), в целях предотвращения выворачивания на поверхность нижних малопродуктивных слоев или почвообразующих пород рекомендуется использовать почвоуглубление или плуги с вырезными отвалами. Почвоуглубление одновременно со вспашкой способствует уменьшению стока при слое осадков 60 мм на склоне крутизной до 4° на 50%. На склонах 6–8° — смыв почвы хотя и уменьшается на 40–48% по сравнению с обычной вспашкой, но остается высоким 6,2–14,2 т/га.

Отвал переворачивает почву, но почва — это, в первую очередь, разнородные слои земли. В верхнем слое обитают бактерии, которые дышат кислородом, — их называют аэробными. А глубже живут бактерии, которые на воздухе моментально погибают, — их называют анаэробными. При обороте пласта те бактерии, которые могут жить только в верхнем слое, оказываются внизу и погибают от недостатка кислорода, а те бактерии, которые существуют в глубине почвы, попадают наверх и также гибнут. А ведь эти бактерии своей жизнедеятельностью обеспечивают плодородие почвы, накопление в ней гумуса.

Другая проблема, связанная с применением плуга, — образование плужной подошвы, то есть переуплотненной почвы на глубине 20–25 см. В нормальных условиях влага перемещается по капиллярам,

поступая то из нижних слоев в верхние, то из верхних — в нижние. А плужная подошва перекрывает почвенные капилляры и естественная циркуляция влаги в почве прекращается.

Нами проведены исследования на стационарном опыте по безотвальной, минимальной, нулевой обработках почв.

При нулевой обработке необходимо учитывать особенности и свойства почвы, устойчивость ее к уплотнению, дренированность, содержание гумуса и подвижных форм питательных веществ. Не учитывать — это может привести к определенному риску или даже к отрицательным агрономическим, экономическим и экологическим отрицательным результатам.

Основные рекомендации по обработке почвы и минимализации эрозии почв изложены в опубликованной работе, изданной в нашем институте [7].

Таким образом, технологии обработки почв являются важным элементом в системе земледелия, от которого зависит урожайность сельскохозяйственных культур, агроэкологическое состояние почвенного покрова.

Агротехнические противоэрозионные мероприятия затрагивают несколько элементов системы земледелия, в первую очередь порядок использования земли в севообороте и систему механической обработки. С помощью этой группы мероприятий решают задачи защиты почв от ударного действия дождевых капель, увеличения противоэрозионной стойкости и впитывающей способности почв, сокращения объема и интенсивности стока, снижения скорости течения воды на поверхности почвы, предотвращения концентрации стока на пашне, создания условий для безопасного сброса дождевой воды. Использование почвозащитной роли растительности и совершенствование всех элементов системы механической обработки почв дают положительный экологический и экономический эффект в земледелии.

Список литературы

1. Заславский, М.Н. Почвозащитное земледелие / М.Н. Заславский, А.Н. Каштанов. — М.: Россельхозиздат, 1979. — 208 — С. 45.
2. Заславский, М.Н. Эрозиоведение. Основа противоэрозионного земледелия / М.Н. Заславский. — М.: Высшая школа, 1987. — 376 — С. 82.
3. Константинов, И.С. Защита почв от эрозии при интенсивном земледелии / И.С. Константинов. — Кишинев, Штиинца, 1987. — 240 — С. 43.
4. Константинов, И.С. Методика прогнозирования смыва почвы при выпадении ливневых осадков / И.С. Константинов // Научные труды НИИ водных проблем и мелиорации. Т.1. — Кишинев, 1993. — С. 71–75.

5. Кузнецов, М.С., Эрозия и охрана почв / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазнов. — Издательство Московского ун-та, 2004. — 229 — С. 57.
6. David, L. Rowell Soil Science. Methods and Application / L. David — Longman Group UK, 1994. — P. 15–34, 366–373.
7. Măsurăşitehnologii de combatere a eroziunişolului: recomandări / V. Cerbari [et al.]. — Chişinău, Pontos, 2012. — P. 1–80.

УДК 551.58:631.445.25(234.81)

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ*

Н.С. Кухарук, Л.Г. Смирнова

*Белгородский государственный национальный
исследовательский университет (НИУ «БелГУ»),
г. Белгород, Россия*

Оценка современных тенденций наблюдаемых климатических изменений на территории юга Среднерусской возвышенности, к которой, в частности, относится Белгородская область, показывает, что в целом имеет место аридизация климата.

Почва как компонент окружающей среды, безусловно, претерпевает трансформации под действием изменения климатических параметров, поэтому ее изучение актуально и имеет практическое значение. В дубравных экосистемах лесостепи одним из основных факторов, определяющих их ресурсный потенциал, является плодородие почв, выражаемое через систему диагностических показателей. Таким образом, изучение вопросов, касающихся показателей состояния почв в условиях климатической динамики для фитоценозов лесного типа юга лесостепи было основной целью нашего исследования.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- 1) рассмотреть основные микроклиматические характеристики формирования серых лесных почв подзоны типичной лесостепи правобережья реки Северский Донец;
- 2) проанализировать состояние плодородия исследуемых серых лесных почв.

* Исследование выполнено при поддержке Российского Научного Фонда (проект №14-17-00171) на тему: Региональные отклики компонентов окружающей среды на изменения климата разной периодичности: юг лесостепи Среднерусской возвышенности.

Почвы лесных фитоценозов Белгородской области, расположенных на юге Среднерусской возвышенности преимущественно в лесостепной зоне выступали в качестве объектов исследований.

Полигон исследования находился в пределах Осколо-Донецкого физико-географического района подзоны типичной лесостепи и расположен на правом берегу р. Северский Донец (Шебекинский район Белгородской области).

Рельеф полигона представляет собой речную долину Северского Донца, имеет хорошо выраженную асимметрию, правый склон крутой возвышенный, левый — более пологий с двумя песчаными надпойменными террасами. Склоны долин и узких водораздельных межбалочных возвышенностей прорезаны короткими цирковидными балками, являющимися характерными формами рельефа в районах распространения мергельно-меловых пород. В верховьях балок и ложбин наблюдаются небольшие цирковидные оползни.

Растительный покров территории отражает черты северной лесостепи, для которой характерно чередование лесов с луговой степью, представленных зональной и интразональной типами растительности.

Почвенный покров территории довольно сложный. Разнообразие почв определяется в основном характером рельефа и почвообразующих пород.

Основу методики исследований составили: полевое изучение почв и лабораторная почвенная диагностика.

Материалы почвенных обследований территорий анализировались нами за период с 2011 по 2014 годы.

Химический анализ почвенных образцов проводился в ГНУ Белгородский НИИСХ Россельхозакадемии.

Для расчета трансформации суммы температур $> 10^{\circ}$ за счет перераспределения рельефом потока солнечных лучей использовали формулу И.И. Карманова.

Для подготовки карты территории нашего исследования на правом берегу р. Северский Донец, использовали геоинформационную систему ArcGis (в программе ArcMap).

Для анализа состояния и динамики плодородия серых лесных почв подзоны типичной лесостепи правобережья реки Северский Донец на первоначальном этапе исследования была проведена оценка рельефа, экологических и геологических условий исследуемой территории. На основании топографической карты профилируемого участка был составлен комплексный профиль. Для характеристики рельефа исследуемой территории было построено 3 гипсометрических профиля: профиль

А–В северо – восточной экспозиции, профиль Е–Г восточной экспозиции и С–Д северо-северо-восточной экспозиции. Рельеф территории исследования представлен выпуклыми сложными склонами. Поверхность склонов варьировала от плоской (0°) до очень крутой (18°).

Оценка профиля А–В северо-восточной экспозиции показала, чем больше крутизна склона, тем выше коэффициент увлажнения ($0,71-0,8$), а сумма температур $> 10^\circ$, наоборот, уменьшается с 2018° до 1929° . По коэффициенту увлажнения склон северо-восточной экспозиции является самым влажным. С увеличением крутизны склона восточной экспозиции профиля Е–Г уменьшается коэффициент увлажнения ($0,69-0,63$) и сумма температур $> 10^\circ$, также падает с 2036 до 2000 градусов.

С увеличением крутизны склона северо-северо-восточной экспозиции по профилю С–Д до 2° сумма многолетних температур $> 10^\circ$ уменьшается (с 2036° до 2014°), от 2° до 3° значение показателя увеличивается (с 2014° до 2018°), далее опять идет на спад (2018 до 1994), с 5° до 11° увеличивается (с 1994° до 1996°), а с 11° сумма температур $> 10^\circ$ снижается (с 1996° до 1953°). Коэффициент увлажнения увеличивается с крутизной склона ($0,7-0,75$) и только в конце нашего профиля коэффициент уменьшается ($0,75-0,72$).

Таким образом, распределение суммы многолетних температур $> 10^\circ$ в условиях северо-восточного склона имеет обратную зависимость, а коэффициент увлажнения показывает прямую зависимость. На склоне восточной экспозиции фиксируются снижение значений суммы многолетних температур $> 10^\circ$ и коэффициента увлажнения. Профиль склона северо-северо-восточной экспозиции показал, что распределение суммы температур $> 10^\circ$ варьирует в зависимости от крутизны, а коэффициент увлажнения изменился незначительно.

Анализ микроклиматических характеристик формирования типа серых лесных почв подзоны типичной лесостепи правобережья реки Северский Донец показал, что распределение суммы температур более 10° по гипсометрическому профилю на склоне северо-восточной экспозиции, восточной и северо-северо-восточной уменьшается с увеличением крутизны склона. Коэффициент увлажнения увеличивается с ростом крутизны склона на северо-восточном и северо-северо-восточном направлении, обратная закономерность отмечается для восточного склона.

Наблюдается определенная закономерность в пространственном расположении подтипов серых лесных почв на территории исследования. На плакорных и верхнесклоновых территориях сформировались темно-серые лесные почвы, имеющие мощность гумусового горизон-

та от 52 до 42 см, обладающие более высоким уровнем плодородия, что выражается в более низком значении гидролитической кислотности (1,8 ммоль/100 г почвы), близкие к нейтральной реакции почвы (5,86), более высоким содержанием кальция и магния в поглощающем комплексе (25,7 ммоль/100 г почвы). Однако наблюдается очень низкое содержание подвижного фосфора (16,2 мг/100 г почвы) и калия (14,5 мг/100 г почвы), нитратного азота (10,2 мг/кг почвы). На крутых склонах (от 5 до 18°) сформировались серые лесные почвы, которые имеют меньшую мощность гумусового горизонта от 33 до 23 см, и с увеличением крутизны склона гранулометрический состав изменяется от тяжелосуглинистого до среднесуглинистого. Показатели плодородия серых лесных почв характеризуются более высоким значением гидролитической кислотности (2,07 ммоль/100 г почвы), более низким, чем у темно серых лесных почв содержанием кальция и магния в поглощающем комплексе (23,5 ммоль/100 г почвы), степень кислотности — нейтральная (6,05). Содержанием подвижного фосфора (18,9 мг/100 г почвы) и калия (15,5 мг/100 г почвы) в серых лесных почвах также очень низкое, как и содержание нитратного азота (1,26 мг/кг почвы).

Таким образом, трансформации почв, происходящие на фоне одного из ведущих факторов почвообразования — климата, безусловно, требуют дальнейших исследований в условиях юга лесостепи Среднерусской возвышенности на объектах серых лесных почв, адаптирующихся к климатическим изменениям.

УДК 332.635:504.03.061.27.631

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ: ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

А.В. Кучер

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

На Второй сессии Пленарной ассамблеи Глобального почвенного партнерства, состоявшейся в Риме 22–24 июля 2014 г., была определена необходимость обновления Всемирной хартии почв и представлен ее проект, в котором среди руководящих принципов действий определены следующие: первоочередная задача для всех сторон — обеспечение устойчивого использования почв и оздоровления или восста-

новления почв, подвергшихся деградации; рациональное управление почвами требует, чтобы деятельность на всех уровнях — правительств и, в тех случаях, когда это в их силах, других органов государственной власти, международных организаций, индивидов, групп и корпораций — основывалась на принципах устойчивого использования почв и способствовала построению мира, в котором отсутствует деградация почв в контексте устойчивого развития [1, с. 22].

Среди приоритетных действий правительств указано на необходимость концентрации усилий по созданию социально-экономических и институциональных условий, благоприятных для устойчивого использования почв, путем устранения (преодоление) препятствий, связанных с владением землей, правами пользования, доступом к финансовым услугам и образовательными программами. Также определена необходимость разработки национальной институциональной системы контроля за осуществлением устойчивого использования почв и за общим состоянием почвенных ресурсов [1, с. 23]. Таким образом, современная парадигма Всемирной хартии почв находит свое отражение в системе методологических ориентиров, которые отражают принципы устойчивого использования почвенных ресурсов в условиях глобализации.

Экономической основой рационального использования, охраны и управления качеством почв для обеспечения устойчивого плодородия должен быть механизм экономического стимулирования за рациональное использование почвенных ресурсов, их охрану, сохранение и воспроизводство плодородия почв при одновременном усилении экономической и юридической ответственности за нарушение законодательства в сфере охраны земель и почв. Для реализации такого экономического механизма нужно научно обосновать и сформировать на практике надлежащее институционально-правовое обеспечение.

Следует отметить, что в последнее время все больше задач по охране и рациональному использованию почв возникает на стыке различных наук, в том числе экономической и правовой. Одним из инновационных аспектов эволюции агроэкономической науки стало формирование нового междисциплинарного направления агроэкономических научных исследований — институционального. Все большую актуальность приобретают экономико-организационные (включающие нормативно-правовые вопросы) аспекты усиления роли экономических стимулов и санкций в обеспечении охраны почв и рационального использования почвенно-ресурсного потенциала и

государственного регулирования земельных отношений в аграрном секторе экономики.

Завершающий этап земельной реформы в Украине требует повышения и точности информации о состоянии почвенных ресурсов, установления четких правил и нормативов экологически безопасного землепользования, экономической выгоды предотвращения ухудшения плодородия почв. Одной из определяющих предпосылок завершения земельной реформы в Украине в направлении предотвращения убытков от ухудшения плодородия почв является развитие соответствующих институтов и институций.

Как известно, институции – это правила, сложившиеся формальными и неформальными образованиями общественно-экономических формаций, которые влияют на поведение участников рынка, а институт – организационно оформленная система правил и норм, которые консолидировано в форме организации (предприятия, инфраструктура, государственные органы), закона (нормативно-правовые акты) и функции-правила (собственность, рынок, ценообразование, конкуренция) [2, с. 5].

Под институциональным обеспечением рационального использования почвенных ресурсов понимаем действия органов государственной власти, направленные на установление институтов (норм и правил) и порядка их соблюдения. Анализ формирования институционального обеспечения механизма государственного управления рациональным использованием почвенных ресурсов свидетельствует об отсутствии полноценного информационного и нормативного поля для принятия соответствующих управленческих решений, поскольку ему присущи определенные недостатки. Главная причина кроется в отсутствии надежной нормативно-правовой базы, незавершенности земельной реформы, модификации старых институтов и создания и введения в действие новых, в институциональных рисках. В результате могут возникать так называемые «институциональные ловушки».

«Институциональные ловушки» – это неэффективные устойчивые нормы (неэффективный институт), имеющий самоподдерживающий характер. «Институциональные ловушки» являются главной опасностью при проведении реформ, а их предотвращение – одной из важнейших задач, стоящих перед реформаторами [3]. В этой связи особое внимание следует обратить на перестройку системы контроля за использованием и охраной почв, поскольку осуществляемый государственный контроль есть все основания признать неэффективным. На основании анализа, имеющейся практики мониторинговых исследо-

ваний почв в Украине, доказано бесперспективность их продолжения без реформирования и создания четкого алгоритма обработки и дальнейшего использования информации[4, с. 247].

Необходимым условием построения действенного экономического механизма воспроизводства плодородия почв в Украине является формирование нормативно-правовой базы и институциональные изменения земельного, природоохранного и налогового законодательства в направлении гармонизации отечественных институциональных норм с европейскими. Насущной необходимостью является обновление имеющейся информации о почвенном покрове, в частности, путем проведения повторного обследования почвенного покрова Украины. Кроме того, для организации проведения почвоохранного мониторинга, гармонизированного с европейским опытом, необходимо принять усовершенствованную Концепцию развития мониторинга земель в Украине и Методику мониторинга почв, а также реализовать их на практике. Необходимо определить четкие критерии и показатели существенного снижения плодородия (деградации) почв, гармонизировать и внедрить современные методы точной почвенной диагностики, способы определения показателей плодородия для устойчивого управления и охраны почвенных ресурсов, что, между прочим, является одним из пяти ключевых направлений деятельности Глобального почвенного партнерства. Только при надлежащем информационном обеспечении динамики изменения показателей плодородия почв можно применять механизмы экономического стимулирования за повышение плодородия почв и порядок определения убытков от его ухудшения.

Таким образом, дальнейшее реформирование рыночной институциональной среды требует от государства направления почвоохранной политики на обеспечение адаптированных к отечественным реалиям европейских норм и правил устойчивого (сбалансированного) использование почвенных ресурсов. В основе этого процесса должна быть институционализация земельных отношений, результативным признаком которой должно стать формирование полноценного института собственности на землю, урегулирование института ее капитализации, формирование и соблюдение правил рационального использования почвенных ресурсов в аграрном секторе экономики и воспроизводство плодородия почв.

Список литературы

1. Доклад о работе Второй сессии Пленарной ассамблеи Глобального почвенного партнерства, 22–24 июля 2014 г. [Электронный ресурс]. – Про-

довольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. — Рим, 2014. — Режим доступа : www.fao.org/3/a-m1156r.pdf.

2. Шпикуляк, О.Г. Інституції у розвитку та регулюванні аграрного ринку : теорія, методологія і організація : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : спец. 08.00.03 «Економіка та управління національним господарством» / О.Г. Шпикуляк. — К., 2010. — 36 с.

3. Полтерович, В.М. На пути к новой теории реформ [Электронный ресурс] / В.М. Полтерович. — Режим доступа : ecsocman.hse.ru/data/230/785/.../03-Polterovich.pdf.

4. Рациональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів : організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти : кол. моногр. / за ред. акад. НААН С. А. Балюка, чл.-кор. АЕНУ А.В. Кучера. — Х.: Смуґаста типографія, 2015. — 432 с.

УДК 631.4

ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ СРЕДНЕМАСШТАБНОЙ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

М.А. Лазарева

*ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Почвенные карты традиционно применяют для учебных и научных целей, а также для прикладного анализа почвенных ресурсов. Карта фиксирует накопленные знания о географии почв региона на момент ее составления, служит для приобретения новых знаний. Большое значение имеет масштаб составляемой карты, с помощью которого почвовед-картограф отражает особенности почвенного покрова на заданном уровне обобщения. Без применения среднемасштабных почвенных карт невозможно решить такие важные задачи, как оптимизация размещения отраслей производства, оценка производственного и лесохозяйственного ресурсного потенциала земель, районирование сортов сельскохозяйственных культур.

За последние десятилетия в почвах и почвенном покрове Карельского перешейка произошли существенные изменения. На значительной территории появились новые антропогенные почвы и формы организации почвенного покрова, не имеющие естественных

аналогов, а также резко увеличились площади антропогенно измененных почв.

Оценить современное состояние почвенного покрова и последствия произошедших изменений за последние десятилетия на основе имеющихся разрозненных и устаревших материалов почвенных исследований не представляется возможным.

Из-за отсутствия современной почвенной карты и информации по характеристике почв нельзя сделать качественную экспертизу проектов, связанных с использованием почв почвенного покрова и других природных ресурсов.

В связи с дефицитом информации о современном состоянии почв, значительным изменением компонентного состава и структуры почвенного покрова, выходом в 2004 г. новой классификации почв России, развитием новых научных представлений о естественных и антропогенно-преобразованных почвах и методах картографии почв, для многих научных, экологических, проектных и законодательных организаций крайне необходима почвенная карта, отражающая современное состояние почвенного покрова и информацию о составе и свойствах почв.

Традиционные подходы составления среднемасштабных почвенных карт, которые базируются на методах последовательной генерализации имеющихся крупномасштабных почвенных карт и укладке результата генерализации на топографическую основу соответствующего масштаба — трудоемки. При отсутствии крупномасштабных почвенных карт, составляемые среднемасштабные почвенные карты по факторам почвообразования являются схематичными, и порой не отражают реального состояния почвенного покрова.

Разработаны подходы к созданию цифровой среднемасштабной почвенной карты для территорий сельгового ландшафта, моренной возвышенности, террасированной равнины с ледниковыми и водноледниковыми отложениями, озерной равнины, районов с высокой степенью сельскохозяйственного освоения и густонаселенных районов Карельского перешейка в границах Ленинградской области.

Подходы разработаны с учетом:

- современных цифровых технологий;
- новых почвенных форм и структур почвенного покрова, появившихся под антропогенным воздействием на Карельском перешейке за последние десятилетия;
- современной почвенной классификации («Классификация и диагностика почв России» (2004 г.);

- новых научных знаний о почвах региона, полученных в результате почвенных исследований за последние 50 лет.

Использование спутниковых данных в данных подходах позволяет повысить детальность карт, геоинформационный формат открывает широкие возможности для сопряженного анализа почвенных данных с другими картографическими сведениями (о рельефе, растительности, специфике использования земель, социально-географической информации и др.), для организации мониторинга почв. Использование современных геоинформационных технологий позволяет осуществить корректировку среднемасштабных почвенных карт путем коррекции границ почвенно-картографических выделов и их содержания. Причем эти работы могут быть выполнены при сравнительно небольших временных и трудовых затратах.

Создана почвенная карта масштаба 1:200000 на территорию Карельского перешейка. При составлении карты использовались следующие материалы:

1. Финские карты территории Карельского перешейка масштаба 1:100 000.
2. Финские карты территории Карельского перешейка масштаба 1:20 000.
3. Почвенная карта Ленинградской области масштаба 1:300 000.
4. Топографическая карта Карельского перешейка масштаба 1:100 000.
5. Аэрофотоснимки (Google и Яндекс).

На карте, помимо контуров естественных почв и почвенных комбинаций, выделены контуры:

- почв и почвенных комбинаций, характерных для населенных пунктов, садоводств;
- непочвенных образований и почв первичного ствола почвообразования (карьеры, газонефтепроводы);
- антропогенно-нарушенных почв (турбированные — на территории военных полигонов, торфоземы);
- агропочв в современных границах сельскохозяйственных угодий;
- залежных земель.

*Работа рекомендована к.б.н., доцентом
кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ,
зам. директором по науке ФГБНУ ЦМП
им. В.В. Докучаева Е.Ю. Сухачевой.*

ГЕНЕЗИС И ДИАГНОСТИКА ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ ЛЕССОВЫХ ТЕРРАС РЕК УКРАИНЫ

В.В. Лебедь

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

Речные долины и водораздельные территории отличаются почвенным покровом в связи с неоднородностью природных условий. Среди почв речных долин особую ценность представляют почвы лессовых террас как наиболее благоприятные для выращивания культурных растений.

Лессовые террасы рек характеризуются разнообразным почвенным покровом, компоненты которого могут подвергаться воздействию гидроморфизма, галогенеза и осолодения. В связи с этим почвы, затронутые этими процессами, имеют специфическое плодородие, что необходимо учитывать при выращивании определенных культур. Также очень важным компонентом речных террас являются западины, которые наиболее распространены именно на данных территориях и имеют своеобразные условия почвообразования в связи с аккумуляцией вод поверхностного стока.

На сегодняшний день существует много научных работ, связанных с геоморфологией речных террас, достаточно широко освещены вопросы их генезиса, строения и эволюции. Этим вопросом занимались такие ученые как Н.И. Дмитриев, М.Ф. Веклич, Ю.И. Полянский. На фоне их фундаментальных работ значительно меньше внимания уделено изучению собственно почв. Отдельными исследованиями, к примеру, галогенных почв лессовых террас, занимались известные ученые — Г.С. Гринь, Б.С. Носко, А.М. Гринченко, К.К. Гедройц.

На сегодня остаются дискуссионными вопросы генезиса остаточо-солонцеватых, осолоделых, гидроморфных почв. Почвенный покров лессовых террас, выделенный на картах почв, не всегда соответствует действительности. Наиболее актуальным является вопрос диагностики и картографирования полугидроморфных почв, отличающихся пульсирующим характером уровня грунтовых вод.

Поэтому, целью исследований является выявление влияния геоморфологического строения территории, гидрогеологических особенностей и палеогеографических условий на формирование полугидро-

морфных почв лессовых террас, их морфогенетических особенностей и параметров свойств.

На лессовых террасах низкого уровня с уровнем грунтовых вод 3–5 м развиты полугидроморфные лугово-черноземные почвы. Эти почвы сформировались под луговой растительностью в условиях дополнительного увлажнения, что проявляется в более интенсивном, по сравнению с зональными почвами, гумусонакоплением и оглеением в материнской породе. На данные почвы оказывают влияние как поверхностный сток в виде атмосферных осадков, так и близко залегающие грунтовые воды. При более высоком их уровне признаки оглеения появляются в нижней части профиля, что является диагностическим признаком черноземно-луговых почв.

На развитие полугидроморфных почв оказывают влияние множество факторов. Одними из главных являются гипсометрический уровень лессовых террас и их геоморфологическое строение, что проявляется в особенностях поверхности, на которой сформировались данные почвы. Отдельно необходимо выделить влияние палеогеографических условий, которые находят отображение в характере подстилания почв различными породами — мореной бывшего оледенения и древнеаллювиальными песками в перигляциальной зоне. Именно от этих факторов зависят такие важные показатели как гидротермические и гидрогеологические условия лессовых террас.

Для решения вопроса генезиса и диагностики полугидроморфных почв необходимо выявить:

- пространственные особенности формирования полугидроморфных почв в зависимости от гипсометрического уровня, геоморфологических, гидротермических и гидрогеологических условий лессовых террас;

- закономерности формирования свойств полугидроморфных почв в зависимости от глубины подстилания древнеаллювиальными песками, режима и уровня грунтовых вод, их минерализации.

Наряду с традиционной морфологической диагностикой в полевых условиях большое значение приобретают вопросы количественной диагностики с помощью селективных показателей, позволяющих оценить дополнительное увлажнение грунтовыми водами.

Установленные закономерности генезиса, географии и свойств полугидроморфных почв лессовых террас рек Украины будут использованы для совершенствования их диагностики и картографирования с использованием морфологических и количественных критериев для крупномасштабных почвенных исследований, мониторинга за состоянием почв, совершенствования их классификации и типологии земель.

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЛЮЦЕРНЫ НА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ – КАК ЭЛЕМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Л.Н. Лученок, О.В. Пташеч

*РУП «Институт мелиорации»,
г. Минск, Беларусь*

В регионе Белорусского Полесья осушено около 700 тыс. га торфяных почв, третья часть (около 190 тыс. га) этих земель — антропогенно-преобразованные торфяные почвы с содержанием органического вещества (ОВ) менее 50%, которые образовались в результате длительного сельскохозяйственного использования и характеризуются новыми физико-химическими свойствами (А.П. Лихацевич, Н.Н. Семененко, Э.Н. Шкутов и др.). По содержанию ОВ, агрохимическим и водно-физическим свойствам вновь сформировавшиеся почвенные разновидности достаточно благоприятны для возделывания многих сельскохозяйственных культур (А.С. Мееровский, В.И. Белковский, Д.Б. Даутина, Н.Н. Семененко и др.).

Регион Полесья по своим природным условиям благоприятен для интенсификации как молочного, так и мясного животноводства. Однако одним из сдерживающих факторов экономически целесообразного увеличения его продуктивности является недостаток белка в получаемых кормах. Решить эту проблему возможно за счет расширения посевных площадей под многолетними бобовыми травами и насыщения ими травяного поля, большую ценность среди которых имеет люцерна посевная. Эта культура дает высокобелковый и сбалансированный по аминокислотному составу корм. Кроме того, в ранее проведенных в Институте мелиорации пилотных экспериментах была установлена пластичность люцерны к природным условиям Полесья. Продуктивность ее стабильна по годам и укосам. Также отмечено эффективное долголетие травостоя (до 8 лет).

Однако для интродукции люцерны посевной на антропогенно-преобразованные торфяные почвы Полесья необходимо разработать комплекс агrobiотехнологических приемов, учитывающий все почвенно-гидрологические и фитосанитарные особенности этих земель и интегрировать их в технологию ее возделывания.

Для этих целей был проведен ряд лабораторных, полевых и производственных экспериментов в Лунинецком (стационар I) и Солигорском (стационар II) районах на дерготорфяных минеральной остаточно-торфяной и постторфяной минеральной связнопесчаной, торфяно-минеральной остаточно-оглеенной сильноминерализованной связнопесчаной. Агрохимические показатели: $pH_{KCl} \sim 5,8$, содержание P_2O_5 – 190–271 мг/кг почвы, K_2O – 320–644 мг/кг почвы, подвижные формы Cu – 0,58–1,19, Zn – 4,6–5,22 и Mn – 23,3–52,2 мг/кг почвы.

В результате проведенных исследований экспериментально доказано, что целый комплекс почвенных разновидностей, включающий торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфяные и постторфяные почвы Полесья с УГВ более 0,8 м пригодны для эффективного долголетнего (3–5 и более лет) возделывания люцерны посевной на зеленый корм. За счет почвенного плодородия на них можно получать 53,3–67,3 ц к. ед./га. Применение различных агробиотехнологических приемов (способ сева и предпосевной обработки семян, фон минерального питания) позволяют увеличить этот уровень до 87,9 ц к. ед./га.

Впервые установлено, что за счет предпосевной обработки семян препаратом с биологически активными веществами можно на ранних этапах онтогенеза управлять продукционным процессом, стимулируя прорастание семян (энергия прорастания увеличилась в среднем на 5%, рост корешков на 29,4–42,8%). В дальнейшем этот прием увеличивает количество вегетативных побегов в 1,1–1,6 раз по отношению к контролю и вариантам с обработкой семян смесью микроэлементов, соответственно, повышая среднюю за 3 года продуктивность травостоя люцерны в 1,1–1,3 раза обеспечивая выход 80,7–87,9 ц к. ед./га.

Установлено, что наиболее эффективным способом сева люцерны на данных почвенных разновидностях является беспокровный посев с удвоенной нормой высева (25 кг/га) по сравнению с посевом под покров пелюшко-овсяной смеси (норма высева люцерны 12 кг/га). При беспокровном севе выход кормовых единиц с гектара выше на 9,9–24,2 ц к. ед./га по сравнению с посевом под покров и достигает уровня 67,3–87,9 ц к. ед./га в зависимости от агробиотехнологического приема. Доля бобового компонента в структуре травостоя уже в первый год в этом варианте достигает 41–50% и более 70% – в последующие. Оценка качественных показателей зеленой массы, показывает, что корм, получаемый с антропогенно-преобразованных торфяных почв соответствует зоотехническим требованиям (показатели

близки к оптимальным) и характеризуется повышенным содержанием сырого протеина (19–21%). Обеспеченность килограмма сухого вещества сырым протеином, сырым жиром, обменной энергией и кормовыми единицами составляет соответственно – 196,9–221,3 г/кг, 29,7–35,6 г/кг, 10,07–10,91 МДж и 0,82–0,96 к.ед.

Эффективным способом защиты посевов люцерны от сорной растительности, отличающимся тем, что вегетирующие растения, начиная с фазы 3–5 настоящих тройчатых листа до высоты травостоя 10–15 см, является обработка композицией гербицида (как рекомендованными для применения Базагран и Пивот, так и вновь установленным – Пульсар) с биологически активным веществом. Наиболее эффективна композиция Пульсар (1,0 л/га) с Экосилом, которая увеличивает массу растений в 1,4, длину и массу корней в 1,3 и 1,9 раза соответственно по сравнению с обработкой растений гербицидом в чистом виде. Биохимические показатели (содержание различных хлорофиллов) свидетельствуют о сокращении стресс-периода и быстром восстановлении растений, а в результате чего к уборке первого укоса как в первый, так и в последующие годы жизни, продуктивность в вариантах с применением композиции (гербицид + Экосил) в 1,3–1,9 раза выше по сравнению с вариантами без обработки в зависимости от агротехнологического приема или находятся на уровне контрольного варианта.

Для расчета возможной продуктивности ($ПП$, ц к.ед./га) люцерны, возделываемой на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья, установлены ее экспериментальные зависимости от количества осадков и $\Sigma_{НК}$ (сумма кг д.в. вносимых минеральных удобрений):

- от количества осадков (x , мм): $ПП = 0,2214x + 11,644$ ($R^2 = 0,5048$);

- суммы вносимых минеральных удобрений (x , кг д.в./га):

$$ПП_{1 \text{ г.ж.}} = -0,011 \cdot x + 37,806 \quad (R^2 = 0,026);$$

$$ПП_{2 \text{ г.ж.}} = 0,085 \cdot x + 71,504 \quad (R^2 = 0,803);$$

$$ПП_{3 \text{ г.ж.}} = 0,016 \cdot x^2 - 0,311 \cdot x + 80,691 \quad (R^2 = 0,709);$$

$$ПП_{4 \text{ г.ж.}} = 0,092 \cdot x + 79,491 \quad (R^2 = 0,778);$$

$$ПП_{5 \text{ г.ж.}} = 0,088 \cdot x + 77,291 \quad (R^2 = 0,426).$$

Это позволяет с учетом складывающихся погодных условий и имеющейся возможности внесения определенных доз минеральных удобрений рассчитывать величину эффективного использования люцернового травостоя.

С учетом агроэкономической эффективности научно обоснован комплекс агротехнологических приемов, адаптированный к поч-

венно-гидрологическим условиям антропогенно-преобразованных торфяных почв Полесья, включающий: беспокровный способ сева, норму высева 25 кг/га, предпосевную обработку семян БАВ, применение композиций гербицидов (при необходимости), фон минерального питания $P_{60}K_{90}$ или $P_{90}K_{90}$, и обеспечивающий среднюю продуктивность до 87,9 ц к.ед./га, выход обменной энергии — до 137,7 ГДж, сырого протеина — 2788,7 кг и прибыль — до 186 \$/га.

УДК 631.4:631.5

ЭВОЛЮЦИЯ ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

Л.Н. Лученок, Э.Н. Шкутов

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

В Беларуси около 1 млн га торфяных почв осушено более 40 лет назад и интенсивно используются в сельском хозяйстве. Большая их часть расположена в Брестской, Минской и Гомельской областях, где они занимают 236,2, 230,5 и 180,2 тыс. га соответственно. Значительно меньше их в Витебской — 69,5; Гродненской — 86,4; Могилевской — 75,2 тыс. га областях. На их месте идет процесс формирования почвенных комплексов, которые включают разновидности агроторфяных почв с содержанием органического вещества (ОВ) более 50% и дегроторфяных различных стадий трансформации (ОВ < 50%). Их физические, био- и агрохимические свойства, характеризующие процессы трансформации и плодородия органогенного слоя существенно изменились и продолжают изменяться. Поэтому прогнозы трансформации торфяных почв и их ОВ, а также оценка плодородия, сформированные на данных начального периода сельскохозяйственного использования, в настоящее время нуждаются в уточнении и существенной корректировке, базирующейся на новых исследованиях, проведенных на реальных объектах, осушенных более 40–450 лет назад.

Цель работы является экспериментальное изучение водно-физических, агрохимических и биохимических свойств торфяных почв на максимально доступных наблюдению сроках сельскохозяйственного использования мелиоративных объектов.

Исследования проводили на совокупности мелиоративных объектов на территории Республики: ~450 лет после осушения — Канал

Бона (Кобринский район Брестской области); ~250 лет — объект «Лопатино» (исходное название польдер «Кристиново», Пинский район Брестской области); ~85 лет — мелиоративная система Марьинская (исходное название Марьино Болото, Любанский район Минской области), н.п. Майзорово и Лучное (Червеньский район Минской области); 2 точки на Дричинском массиве около н.п. Вендеж (Пуховичский район Минской области); 45–50 лет — Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства (ПОСМЗиЛ, Лунинецкий район Брестской области), п. Ютишки (Браславский район Витебской области); н.п. Петровщина (Шарковщинский район Витебской области); н.п. Варлань (Докшицкий район Витебская область); н.п. Слобода (р. Поня) (Докшицкий район Витебской области); н.п. Веретеи (Докшицкий район Витебской области). На каждом объекте были подобраны точки с содержанием ОВ > 50%, 20–30% и менее 10%. Детальное изучение физических свойств проводили на Марьинской системе, также на этом объекте и всех остальных делали оценку агро- и биохимических параметров.

Установлено, что на всех исследованных мелиоративных объектах в реперных точках плотность структурного скелета определяется содержанием ОВ в органогенном слое и хорошо ($R^2 = 0,84$) аппроксимируется степенной зависимостью (1):

$$\rho = 4,3003 \cdot C_{ОВ}^{-0,5935}, \quad (1)$$

где ρ — плотность структурного скелета, г/см³; $C_{ОВ}$ — содержание ОВ в органогенном слое 0–20 см, %.

С другой стороны, ее изменение хорошо аппроксимируется экспоненциальной корреляционной зависимостью с длительность сельскохозяйственного использования (2):

$$\rho(t) = 0,23 \cdot (1 - \exp(-0,056 \cdot t)) + 0,1), \quad (2)$$

где $\rho(t)$ — плотность структурного скелета на момент t ; t — длительность сельскохозяйственного использования торфяной почвы после осушения.

Из зависимости (2) следует, что процесс уплотнения торфяной залежи после 40 лет использования с нарастающим поэтапным углублением мелиоративной сети вступает в квазистационарную фазу. При актуальном состоянии регулирующей и проводящей сети, существующие плотности структурного скелета пахотного горизонта будут изменяться незначительно.

Установлено, что процесс уплотнения торфяного слоя в процессе 85 летнего сельскохозяйственного использования и в ходе поэтапного увеличения глубины осушения при реконструкциях сети, в основном происходил в слое 0–2,0 м от исходной поверхности болота. Таким образом, к настоящему времени основная масса ОВ при осадке концентрируется в слое 0–50 см от текущей дневной поверхности почвенного слоя. Также можно отметить тенденцию некоторого ускорения темпов уплотнения пахотного горизонта в последнее время, связанного, очевидно, с массовым применением более тяжелой сельскохозяйственной техники и образованием переуплотненной прослойки (своеобразной подплужной подошвы в слое 20–40 см). Зависимость осадки за 85 лет сельхозиспользования (при нескольких углублениях сети при реконструкциях) от исходной глубины торфяного слоя, удовлетворительно ($R^2 = 0,61$) аппроксимируется линейной зависимостью (3):

$$y = 0,5439 \cdot x + 0,3821, \quad (3)$$

где y — величина осадки, м; x — исходная глубина торфа (0,5–5 м), м.

Таким образом, среднемошные и мощные торфяные почвы трансформировались в агроторфяные с содержанием ОВ более 50%, а мало-мощные торфяные, торфянисто- и торфяно-глеевые после осадки и механического перемешивания с подстилающей песчаной породой формируют целый комплекс дегроторфяных почв с содержанием ОВ менее 50%. Вклад механической трансформации в общее изменение свойств составляет около 80%. В связи с тем, что на всех объектах независимо от длительности осушения и зоны дислокации на территории республики были представлены почвы от агроторфяных до дегроторфяных с различным содержанием ОВ, подтверждается вывод, что этот вид трансформации заканчивается в первые годы после осушения, а в дальнейшем скорость ее значительно замедляется. При ограничении числа и соблюдении глубины обработки почвы (до 25 см) при сельхозиспользовании на этапе квазистационарного процесса, механическую трансформацию можно существенно замедлить.

Химическая трансформация затрагивает ОВ, определяется биохимическими процессами и выражается через содержание лабильных фракций азота в пахотном слое. Биохимические показатели (в частности активность пероксидазы (*ПО*)) зависят от климатических условий, характеризующихся биоклиматическим потенциалом (БКП), а процессы изменения замедляются при движении с юга на север.

Анализ данных позволил сделать вывод, что трансформацию ОБ торфяных почв целесообразно выразить через содержание лабильных фракций почвенного азота — легкогидролизуемого (N_l) или минерального (N_m). Оно определяется активностью *ПО*, фермента катализирующего трансформацию фенольных соединений, из которых образуется гумус, в более простые — соединения азота, углекислый газ и воду. Активность *ПО* определяется БКП, поэтому модель трансформации ОБ торфяных почв выражена системой зависимостей содержания минерального азота (N_m) от активности *ПО* в каждой из изучаемых гидролого-климатических зон.

$$\begin{cases} 1,38ПО - 7,05 \ (R^2 = 0,82) \text{ при } 105 \leq \text{БКП} \leq 118 \\ N_m = 147,54Ln(ПО) - 594,51 \ (R^2 = 0,61) \text{ при } 119 \leq \text{БКП} \leq 125 \ (3) \\ 35,76Ln(ПО) - 100,08 \ (R^2 = 0,81) \text{ при } 126 \leq \text{КП} \leq 135 \end{cases}$$

Химической трансформации (минерализации ОБ) в большей степени подвергается свежее ОБ (растительные пожнивные и корневые остатки), поэтому при сельскохозяйственном использовании через 35–40 лет эти процессы можно корректировать с целью формирования устойчивого во времени органогенного почвенного слоя, используя различные агробиотехнологические приемы (системы удобрений, видовой состав возделываемых культур, структура посевных площадей и др.).

В процессе сельхозиспользования (внесение удобрений) в пахотном слое происходит накопление макро- и микроэлементов. Поэтому содержание подвижных форм фосфора и калия в пахотном слое в настоящее время на порядок выше по сравнению с их валовыми формами сразу после осушения. Однако в последние годы применение микроэлементов уменьшилось, это приводит к повторному снижению их содержания.

Таким образом, в процессе сельскохозяйственного использования на месте торфяных почв образуется целый ряд почвенных разновидностей с различным содержанием ОБ, их водно-физические, био- и агрохимические свойства улучшаются по сравнению с исходными осушенными торфяными почвами, что в настоящее время позволяет реализовывать их производительную способность на высоком уровне — 8 и более т к.ед./га.

Сформировавшиеся в настоящее время почвенные разновидности могут существовать длительное время (века), а их искусственным и эффективным плодородием можно управлять подбором комплекса соответствующих агробиотехнологических приемов (систем обработки почвы, удобрений и систем защиты растений, адаптацией набора кормовых культур и севооборотов и др.).

СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ В СЕВООБОРОТАХ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ

М.А. Мазиров¹, А.А. Корчагин², Л.И. Ильин³

*¹РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия*

*²Владимирский государственный университет,
г. Владимир, Россия*

*³Владимирский НИИ сельского хозяйства,
г. Суздаль, Россия*

Полевые исследования проводили на территории Владимирского научно-исследовательского института сельского хозяйства в комплексном, многолетнем, стационарном опыте с 1996 по 2014 гг. в течение трех ротаций пяти-шестипольных севооборотов: (1) черный пар — озимая пшеница — овес — многолетние травы 1 и 2 г.п. — ячмень; (2) занятый пар — озимая рожь — овес — многолетние травы 1 и 2 г.п. — яровая пшеница; (3) однолетние травы — многолетние травы 1 и 2 г.п. — озимая рожь — яровая пшеница — овес; (4) однолетние травы — многолетние травы 1 и 2 г.п. — озимая пшеница — картофель — яровая пшеница; (5) занятый пар — озимая пшеница — зернобобовые — яровая пшеница — картофель — ячмень (Мазиров и др., 2011, Корчагин, 2011).

Дозы удобрений рассчитывались балансовым методом с учетом естественного плодородия почвы на три уровня продуктивности: низкий — 18–20 ц/га з.ед., средний — 20–22 ц/га з.ед., высокий — 37–41 ц/га з.ед.

Удобрения применялись на фоне четырех систем обработки почвы: отвальной (В + В + В + В); комбинированно-энергосберегающей (П + В + П + П); комбинированно-ярусной (П + ЯВ + П + В); противоэрозионной (Г + В + Г + Г), где В — отвальная вспашка на 20–22 см, П — мелкое рыхление на 10–12 см, ЯВ — двухъярусная вспашка на 25–27 см, Г — глубокое рыхление на 25–27 см.

Площадь делянки 140 м², повторность опыта — 4-кратная.

Участок, где провели исследования, является типичным для Владимирского ополья. Он расположен на полого-холмистой равнине с покатыми уклонами крутизной 1–2°. По агроэкологической классификации участок принадлежит к зональному автоморфному типу земель (Mazirov, 2011).

На территории опыта площадью около 3 га была проведена детальная почвенная съемка сотрудниками РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и МГУ им. М.В. Ломоносова.

Почвенный покров характеризовался высокой неоднородностью, на площади опытного участка выделяется восемь почвенных разновидностей различного таксономического уровня: серые лесные неоподзоленные и разной степени оподзоленности, серые лесные остаточные карбонатные, серые лесные со вторым гумусовым горизонтом (СЛГ) разной степени оподзоленности.

Более 40% площади участка занимают типичные серые лесные почвы без видимых признаков оподзоленности в профиле; остальные 60 % почв содержат в своем профиле элементы оподзоленности: от фрагментарной кремнеземистой присыпки до самостоятельного элювиального горизонта. Широко представлены типичные для Владимирского ополья почвы с СЛГ. Периодичность встречаемости почв с СЛГ составляет от 20 до 70–80 м, а площадь, занятая этими почвами, составляет в среднем 26,3%.

Полученный массив данных по продуктивности аппроксимируется законом нормального распределения, поэтому результаты исследований были подвергнуты дисперсионному анализу, и методам параметрической статистики.

Установлено, что в среднем за три ротации севооборотов системы обработки почвы не существенно отличались между собой, эффективность которых зависела в основном от погодных условий. Некоторое преимущество имела комбинированно-ярусная обработка, где прибавки составляли от 0,7 до 1,3 ц/га з. ед.

Достоверное увеличение продуктивности отмечается на почве с СЛГ в сравнении с серой лесной и слабооподзоленной почвами, где прибавки составили от 2,7 до 5,2 ц/га.

Продуктивность по элементарному почвенному ареалу (ЭПА) значительно варьировала (коэффициенты вариации около 20%), за исключением СЛГ на отвальной обработке (9,7%), где урожайность колебалась в узких пределах. Размах варьирования составлял от 12,4 до 35,3 ц/га. (Мазиров и др. 2010, М.А. Мазиров, А.А. Корчагин, Н.И. Шушкевич 2010).

Таким образом, глубокое рыхление второго гумусового горизонта создает более благоприятные условия для формирования урожая, чем на серых лесных и оподзоленных почвах.

Данный вывод может служить обоснованием разноглубинных безотвальных обработок на комплексе серых лесных почв для технологий точного земледелия.

Список литературы

1. Особенности применения удобрений на неоднородном почвенном покрове серых лесных почв / М.А. Мазиров [и др.] // Доклады ТСХА: сборник статей. Вып.283. Ч. 1. – Москва: Издательство РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – С. 122–132.
2. Корчагин, А.А. Оценка плодородия комплекса серых лесных почв Владимирского ополья: материалы III Международной науч.-практ. конф. «Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем» / А.А. Корчагин, М.А. Мазиров, Н.И. Шушкевич. – Иркутск, 2011. – С. 287–290.
3. Mazirov M., Korchagin A., Mazirov I., Aikebaier Yilalong. Agroecological Herbage Creation with Goat's East and Long-term Cereal Grasses in the Forest-Steppe Agrolandscapes of Vladimir Region // Proceedings «The Workshop of Sustainable Grassland Management in China and Australia», Urumqi, China, August, 2011. – S. 79.
4. Мазиров, М.А. Эколого-почвенный мониторинг Владимирского ополья // IV Международная науч.-практ. конф. «Современные проблемы экологии» Центра РГАЗУ / М.А. Мазиров, И.М. Мазиров, Е.М. Мазирова. – М., 2010. – С. 55–58.
5. Мазиров, М.А. Агроэкологическая оценка систем удобрений на баланс питательных веществ и гумуса в полевых севооборотах для адаптивно-ландшафтных систем земледелия / М.А. Мазиров, А.А. Корчагин, Н.И. Шушкевич // Агрохимический вестник. – 2010. – № 3 – С. 25–28.

УДК 631.42

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЧВ

И.Б. Макаров, В.Ф. Басевич

*Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия*

Почва как среда обитания живых организмов качественно отличается от других сред, так как структурная и функциональная организация почвы возникла при участии и под частичным контролем биоты и в большой мере адаптирована к ее нуждам. Появление такой системы в условиях земной коры, несомненно, могло быть результатом только такого эволюционного процесса, когда живые организмы и среда их обитания изменялись и совершенствовались одновременно, во взаи-

модействии и взаимообусловленности (Орлов, 1990). Почва без живых организмов — это качественно другой объект природы, имеющий другое название, например, минеральный субстрат.

Почва — объект, обладающий сложной структурной и функциональной организацией, элементы которой создают многоуровневую иерархическую систему. Структурные элементы размещаются в почвенном пространстве согласно закономерностям их генезиса. Элементы функционирования в большей мере определяются современными экологическими условиями, их местоположение и форма может совпадать со структурными элементами. Однако часто этого не происходит, элементы функционирования могут изменять свои размеры и положение в пространстве. Определяющие их функционирование почвенные и иные процессы могут, как интенсифицироваться во времени, так и затухать практически до нуля, т.е. некоторые элементы функционирования имеют «мерцающий» характер. Такое строение и жизнь почвенного тела создает условия для существования множества экологических ниш для микроорганизмов, растений и животных. Одна и та же почва может одновременно обеспечить благоприятные условия для жизни организмов с совершенно противоположными условиями существования, что определяет её биоразнообразие (Макаров, Басевич, 2010) и, как следствие, устойчивость экосистемы. Экологические ниши могут менять свое пространственное расположение, обладать разным временем существования, что создает условия для наличия и развития прямых и обратных связей в почвенной экосистеме, способствует развитию процессов саморегуляции и саморазвития почвы, определяет устойчивость почвенной экосистемы, в том числе устойчивость и уровень ее продуктивности. В свою очередь, уровень продуктивности влияет на устойчивость, как почвенной системы, так и биогеоценоза в целом, в равной степени, естественный он, или антропогенный (включая агроценоз). Здесь описаны, конечно, не все, но важные для понимания обсуждаемой темы.

Почва, с одной стороны, является самостоятельной экосистемой. С другой стороны, она — подсистема биогеоценоза, который в свою очередь — подсистема в системе ландшафта или ее элементов и т.д. Структурные и иные элементы почвы могут функционировать относительно самостоятельно, но чаще они одновременно являются элементами биогеоценоза с соответствующими функциями. Поэтому самостоятельность почвы как экосистемы можно представить только с большой степенью абстрагирования.

Плодородие почв — это качественная характеристика, обозначающая способность почв участвовать в создании биологической продук-

ции экосистемой. Можно согласиться с такими терминами как низкое, среднее и высокое плодородие, но и это, прежде всего, качественные характеристики почв. Дать количественные оценки плодородия почв невозможно как теоретически (признавая ее качественным явлением), так и практически. Отделить плодородие почвы от плодородия биогеоценоза невозможно, исходя из сути этих природных тел.

Для количественной характеристики плодородия почв следует применять давно применяемый в науке термин — продуктивность почв. Продуктивность почв определяется такими характеристиками почв как запасы, продуктивный базис и ресурсы (Макаров, 2007). Продуктивность является количественной характеристикой почв, но точно определить долю участия почвы в создании биопродукции весьма затруднительно, часто невозможно, так как почва является только подсистемой в системе производства органического вещества биогеоценозом.

Продуктивный базис почв (ПБ почв) — это количество, качество и разнообразие веществ и условий, определяющих продуктивность биоценоза: химический и минералогический состав, физическое и санитарное состояние, протекающие в почве процессы и т.д. ПБ почв характеризует их современное состояние.

Следует обратить особое внимание на то, что ПБ почв определяется как запасами почв и их состоянием, так и характером и интенсивностью процессов, протекающих как в почве, так и во всем биоценозе. ПБ может в некоторых случаях в значительной мере определяться «процессной» (динамичной) частью, а не «субстантивной» (статичной), представленной конкретными веществами и состоянием физического каркаса почвы (Макаров, 2007).

Главные отличия агроценозов от естественных общеизвестны. Следует только обратить внимание на те особенности агроценозов, которые вынуждают практиков использовать большие материальные ресурсы для поддержания их стабильности и продуктивности. Вещества, вносимые на поля не всегда безвредны, часто вызывают снижение качества продукции и деградацию окружающей среды. Снижение биоразнообразия и усиление конкурентоспособности вредных организмов в сравнении с полезными вынуждает использовать пестициды с соответствующими отрицательными последствиями. Отчуждение с урожаем органических и минеральных веществ вызывает необходимость компенсации потерь путем внесения органических, минеральных удобрений и мелиорантов. Обработка почвы, нарушающая их водно-воздушный режим, чаще всего приводит к потере почвенного органического вещества и обесструктуриванию почв и т.п. В то время

как естественные ценозы саморегулируются и находятся в устойчивом состоянии, агроценозы приходится поддерживать перечисленными и другими искусственными опорами (костылями).

Углубленное изучение функционирования естественных и искусственных биоеценозов, использование как уже имеющихся, так и вновь полученных знаний в практике земледелия позволит уменьшить материальные затраты и получать более экологически чистую продукцию. В качестве примера можно привести возможную практику применения навоза и схожих органических удобрений. Как известно, в течение вегетационного сезона существуют периоды минерализации и гумификации органического вещества почвы (Макаров, 1981). В зависимости от целей применения органики ее следует вносить в соответствующие периоды. Если цель внесения — обеспечить растения элементами питания, навоз следует вносить в период минерализации. Если цель внесения — увеличение содержания гумуса в почве, увеличение степени оструктуренности почвы, укрепление каркаса почвы, то органическое вещество надо вносить в период гумификации, учитывая конечно нюансы, связанные с режимами и свойствами конкретных почв.

Учитывая всю сложность теоретических исследований в почвоведении и земледелии, касающихся почвенного плодородия, необходимо, на наш взгляд, более аккуратно и оправданно использовать, казалось бы, устоявшиеся понятия. Так, вместо применяющихся сейчас в большей мере политико-экономических, чем естественнонаучных терминов «воспроизводство плодородия» и «расширенное воспроизводство плодородия», которые к тому же нивелируют суть, безусловно имеющейся проблемы и нацеливают в основном на совершенствование технологий, применять более адекватные с позиций биологических наук и семантики термины — «стабилизация продуктивности почв» и «увеличение продуктивности почв».

Список литературы

- Макаров, И.Б. Сезонная динамика содержания гумуса в почве / И.Б. Макаров // Вес. Московского ун-та. Сер. почвоведение. — 1985. — № 3. — С. 98–103.
- Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. — М.: МГУ, 1990. — 325 с.
- Макаров, И.Б. Плодородие и продуктивность почв : соотношение понятий / И.Б. Макаров // Плодородие. — 2007. — № 3. — С. 33–35.
- Макаров, И.Б. К вопросу о почвенном биоразнообразии: материалы IV Международной науч.-практ. конф. «Современные проблемы экологии» / И.Б. Макаров, В.Ф. Басевич. — М., 2010. — С. 58–61.

ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ОРОШЕНИИ ПОЧВ

В.Г. Мамонтов

*РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия*

Орошение является одним из наиболее эффективных мелиоративных приемов, позволяющих оперативно устранять дефицит влаги и обеспечивать благоприятные условия для произрастания сельскохозяйственных культур. В целом ряде регионов вследствие дефицита атмосферных осадков невозможно создание высокопродуктивных устойчивых агроландшафтов без развития орошаемого земледелия.

В тоже время при интенсивном орошении уровень антропогенной нагрузки на почву многократно возрастает, что сопровождается существенным изменением почвенных свойств и режимов и часто приводит к негативным последствиям. Особенно неблагоприятная ситуация складывается при экстенсивном использовании орошаемой пашни при котором постоянно имеют место переполивов, приводящие к большим потерям оросительной воды на физическое испарение и фильтрацию. Возникающий в результате переполивов промывной тип водного режима вызывает развитие миграционных процессов сопровождающихся вымывание кальция и элементов питания.

Пропашные севообороты без внесения органических удобрений и особенно монокультура негативно отражаются на гумусовом состоянии орошаемых почв. Происходит заметное снижение содержание общего гумуса и изменение его качественного состава. Гуматный тип гумуса трансформируется в фульватно-гуматный, а фульватно-гуматный в гуматно-фульватный, уменьшается общее количество гуминовых кислот и количество гуминовых кислот связанных с кальцием, наиболее ценных с агрономической точки зрения, возрастают подвижность и дисперсность гуминовых кислот, уменьшаются их средневесовые молекулярные массы.

Согласно данным элементного состава и термического анализа экстенсивное использование орошаемого чернозема при монокультуре кукурузы вызывает биологическую деградацию гуминовых кислот, в результате которой они теряют лабильные компоненты, в том числе

и азотсодержащие группировки, подвергаются окислению и обогащаются инертными циклическими структурами. Накопление в составе гумуса инертных компонентов снижает его реакционную способность и буферность, ослабевает его стимулирующее начало по отношению к растениям и микроорганизмам, ухудшаются условия для формирования глиногумусовых комплексов.

Уменьшение содержания гумуса и ослабление клеящей способности гуминовых кислот из-за потери части лабильных компонентов, обладающих таким качеством, сопровождается деградацией почвенной структуры. В орошаемых почвах возрастает глыбистость и уменьшается содержание водопрочных агрегатов. В результате разрушения почвенной структуры в орошаемых почвах появляется водопептизируемый ил, почвы переуплотняются, снижаются пористость и фильтрация, активизируются процессы коркообразования.

В еще большей степени негативное влияние орошения на состав и свойства почвы проявляется при использовании для полива минерализованных вод с содержанием солей 1–4 г/л и рН 7,5–8,5 без проведения превентивных мелиоративных мероприятий. При непромывном водном режиме поступление легкорастворимых солей с поливной водой вызывает засоление почвы. При минерализации поливной воды 1–2 г/л через 3–5 лет, в верхней части профиля почв, судя по содержанию токсичных ионов, отмечается слабая, реже средняя степень засоления. При поливах водой с минерализацией более 2 г/л степень засоления за тот же период достигает средней, но могут встречаться и сильнозасоленные почвы. В первую очередь это касается почв тяжелого гранулометрического состава с плохими физическими свойствами. Изменения в ионно-солевом комплексе почв сопровождаются накоплением в ППК обменных натрия и магния. В результате осолонцевания происходит подщелачивание среды, ухудшение агрофизических свойств и фосфатного режима, снижение содержания гумуса и его фульватизация. При низкой культуре земледелия и орошении минерализованными водами биологическая деградация гуминовых кислот дополняется действием химического и физико-химического фактора, в результате чего происходит частичное разрушение циклических компонентов ядерной части молекул гуминовых кислот.

Крайне неблагоприятная ситуация складывается при орошении экстенсивно используемых угодий низкоминерализованными водами содержащими соду. В этом случае происходит очень быстрое осолонцевание пахотного слоя, которое со временем распространяется и в

нижележащие горизонты почвенного профиля. Уже через несколько лет орошения такими водами почвы могут превратиться в ирригационные солонцы. При поливах щелочными водами активно развиваются различные деградационные явления: обесструктуривание, дегумификация, переуплотнение, коркообразование. Существенно снижается фильтрация, в результате чего после обильных поливов происходит застаивание воды на поверхности почвы и развиваются анаэробные явления. В таких условиях возможно проявление элювиально-глеевого процесса и осолодения.

УДК 631.6:633.18

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ СТЕПИ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ РИСОВЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

А.Н. Марущак

*Институт риса Национальной академии аграрных наук Украины,
г. Скадовск, Украина*

Рисоводство — уникальная отрасль орошаемого земледелия, не смотря на то, что в общем зерновом балансе культура занимает незначительную часть, и Украина традиционно не относится к странам с высоким уровнем потребления риса, данная крупа пользуется высоким и стабильным спросом у населения, уступая лишь гречневой.

Попытки возделывания риса на украинских землях известны еще с 30-х годов прошлого столетия, что диктовалось необходимостью удовлетворения потребности населения в ценном диетическом продукте и введением в сельскохозяйственный оборот малопродуктивных засоленных земель юга республики. Рисосеяние получило развитие в шестидесятые годы прошлого века, после ввода в эксплуатацию крупных оросительных систем: Северокрымского канала, Краснознаменской оросительной системы и рисовых оросительных систем дельты Дуная. Таким образом, в 1964—1980 гг. был создан потенциал рисосеяния, построены рисовые мелиоративные системы на площади 62,2 тыс. га, которые расположены тремя массивами: 30,6 тыс. га находятся в Автономной республике Крым, 17,7 тыс. га — в Херсонской области и 13,9 тыс. га — в Одесской.

По направленности изменений мелиоративных условий и гидрохимического режима грунтовых вод под влиянием орошения, рисовые массивы объединены в два мелиоративных района: естественно дренируемые территории — поймы и дельты рек; естественно недренируемые территории — степные водораздельные пространства. Неоднородность мелиоративного состояния карты, вследствие наличия гидростатических напоров в период затопления, обуславливается двумя группами условий: 1) локальные — определяемые конструктивными особенностями карты; 2) региональные — определяемые природными условиями (рельеф, дренированность, литологическое строение грунтов и др.) орошаемого массива. На карте краснодарского типа с локальными причинами связано неудовлетворительное мелиоративное состояние краевых участков (25—30% общей площади карты) вдоль оросителя и валиков нижележащих чеков при террасности более 0,4 м вследствие активного притока почвенно-грунтовых вод, солей и продуктов анаэробного разложения с вышележащих территорий. С региональными причинами связано мелиоративное состояние центральной части карты (70—75% общей площади), вследствие различного характера движения бокового оттока грунтовых вод к местам разгрузки. В первом мелиоративном районе участки с неудовлетворительными мелиоративными условиями формируются под влиянием в основном локальных причин, а во втором — как локальных, так и региональных.

Длительное изучение рисовых почв в различных регионах страны показало, что в условиях постоянного затопления в почвах происходит уменьшение содержания гумуса, снижения реакции почвенного раствора, опреснение или засоление верхних горизонтов профиля и другие изменения, ведущие к формированию специфических луговых и лугово-болотных рисовых почв, причем, в различных зонах орошения они происходят с различной интенсивностью и далеко не одинаково влияют на почвенное плодородие и урожай риса.

Специфические условия возделывания риса, обусловленные нахождением под слоем воды, способствуют преобразованию направленности почвенных процессов и режимов. Поэтому почвы с момента их освоения под рис вступают, под воздействием антропогенеза, в период необратимых изменений вне зависимости от их естественного генезиса. Практически непромывной режим лугово-каштановых почв и четко выраженный десуктивно-выпотной водный режим солонцов луговых сменяются сложной комбинацией водозастойного (май-сентябрь) и ирригационно-промывного (октябрь-апрель) в годы возделывания.

вания риса, а также постепенно ослабевающего десуктивно-выпотного при выращивании сопутствующих культур рисового севооборота. Совокупность указанных обстоятельств породила и активизировала ряд новых несвойственных почвам процессов: глубокое рассоление, рассолонцевание, оглеение верхней части профиля с одновременным усилением его в глубоких горизонтах, оглинивание и другие. Под влиянием названных процессов, а также планировки поверхности полей, ежегодных механических обработок значительно изменяется морфология почв. Бывший гумусово-элювиальный горизонт трансформируется в принципиально новый антропогенный горизонт A_n , включающий признаки элювиального, иллювиального, гумусово-аккумулятивного и глеевого. Все это существенно отражается на свойствах почв, трансформация которых у лугово-каштановых почв и солонцов луговых имеет как общие черты, так и существенные различия.

Сохранение плодородия почв рисовых севооборотов обеспечивается за счет многолетних трав и промежуточных культур, сравнительно ценные растительные остатки, которых являются основным источником органического вещества. Выращивание риса отразилось в большей мере на качественном составе гумуса, особенно на более подвижных его фракциях. Установлено, уменьшение части гумусовых кислот и их соединений с полуторными окислами, что очевидно обусловлено при применении азота, активизацией минерализации почвенных азотосодержащих органических соединений, энергетически более доступных.

Мероприятия по управлению расширенным восстановлением плодородия почв при длительном рисосеянии предполагают агротехнические мероприятия, обеспечивающие предупреждение деградации почв, соблюдение параметров режима орошения согласно технологических условий, поддержание в удовлетворительном состоянии оросительной и дренажно-сбросной сети в соответствии с эксплуатационными требованиями. Рисовые севообороты должны соответствовать следующим требованиям: сопутствующие культуры обеспечивать поддержание плодородия почв, посеvy риса необходимо размещать по лучшим предшественникам, насыщение рисом севооборотов не должно превышать 50%. Система удобрения предполагает внесение минеральных удобрений в соответствии с нормативным выносом культуры с учетом предшественника и обеспеченности почв питательными элементами.

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

**А. Марцинкявичене, Р. Пупалене, Р. Величка,
Л.-М. Буткявичене, М. Кейдан, С. Бартнинкайте**

*Университет им. Александраса Стулгинскиса,
г. Каунас, Литва*

Биологическая активность почвы один из факторов урожайности с агрономической и экологической точки зрения, а также чувствительный индикатор антропогенного влияния (Ros et al., 2003). Увеличению посевных площадей рапса в экологических хозяйствах препятствуют проблемы, связанные с контролем сорняков, болезней и вредителей. Один из наиболее дешевых и экологически выгодных способов борьбы с сорняками в посевах рапса — это использование конкурентных способностей самого рапса подавлять сорняки. В экологической системе земледелия хорошим средством уменьшения засоренности посевов служит рыхление междурядий (Melander et al., 2012). Термическое уничтожение сорняков с помощью влажного водяного пара может полностью заменить использование гербицидов (Sirvydas ir kt., 2009). В Литве экологическим хозяйствам разрешено использование биологических препаратов, позволяющих контролировать распространение болезней и вредителей.

Цель исследования — оценить влияние биопрепаратов и различных способов борьбы с сорняками на биологические свойства почвы в экологических посевах озимого рапса.

Полевой опыт проводился в 2012–2013 г. на опытной станции университета им. Александраса Стулгинскиса. Почва *Calc(ar)i-Epihy-pogleyic Luvisol* (WRB, ISSS — ISTRIC — FAO, 2014). Варианты эксперимента: фактор А — способы борьбы с сорняками: 1) Термический (Т); 2) Механический (М); 3) Подавление (П). Фактор В — биологические препараты: 1) Использованы (с БП); 2) Не использованы (без БП). Выращивался озимый рапс сорта 'Cult' (3 кг га⁻¹). На делянках с применением термического и механического способов борьбы с сорняками междурядья составляли 48 см. Термический способ: сорняки

уничтожались мобильным оборудованием для термического уничтожения сорняков влажным водяным паром. Механический способ: междурядья рыхлились рыхлителем КОР – 4.2–01, обработка производилась дважды. Сорняки в междурядьях уничтожались, когда озимый рапс достиг фазы 3–4 листа. В варианте с использованием биопрепаратов семена рапса прошли предпосевную обработку биопрепаратом Nagro (BioPlant), а во время вегетации производилось опрыскивание биопрепаратами Oleorgan и Konflic (Atlantica Agricola S.A.). На делянках в варианте подавление междурядья составляли 12 см. Образцы почвы брались во время цветения рапса с каждой делянки почвенным буром на глубине 0–25 см. Активность гидролитических ферментов инвертазы и уреазы устанавливалась в воздушно-сухих образцах почвы: инвертазы – по методу Hofman и Seegerer (1950), уреазы – методом Hofman и Schmidt (1953) в модификации А.И. Чундеровой (1973). Выделение из почвы углекислого газа устанавливалось во время цветения рапса портативной системой анализа фотосинтеза LI-6400XT (LICOR) на каждой делянке в 5-ти местах по 3 мин. (Madsen et al., 2005).

Различные способы борьбы с сорняками не имели существенного влияния на активность почвенного фермента инвертазы (рис. 1).

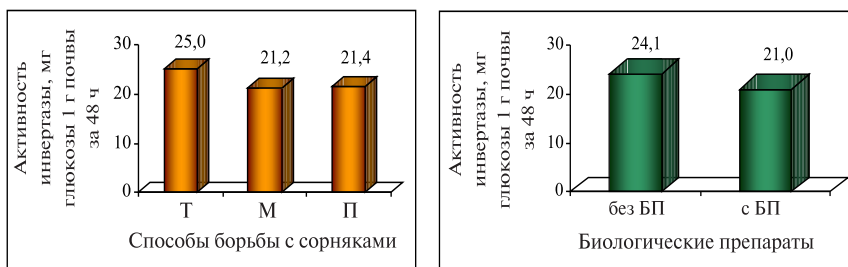


Рис. 1. Активность инвертазы почвы, $P > 0,05$

Использование биологических препаратов не имело существенного влияния на активность инвертазы. Г.В. Мороз (1997) утверждает, что увеличившаяся активность инвертазы указывает на ускорение распада гидролитических углеводов и увеличение интенсивности минерализации органических веществ почвы.

Термический способ борьбы с сорняками существенно, в 2,0 раза увеличил активность уреазы по сравнению с подавлением и механическим способом (рис. 2).

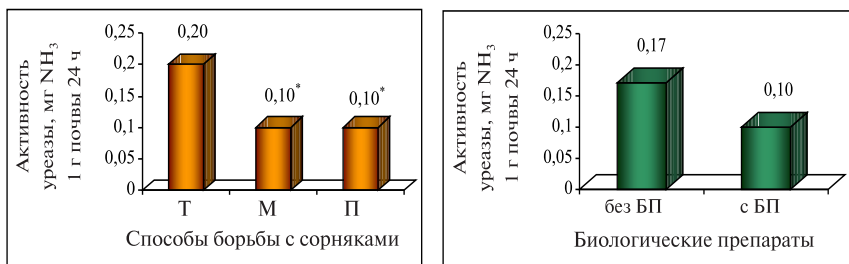


Рис. 2. Активность уреазы почвы, * – $P \leq 0,05$

Использование биологических препаратов существенно не повлияло и на активность уреазы. На ферментативную активность почвы могли повлиять не сами биологические препараты, а высокая плотность посева, в том числе и увеличившаяся корневая масса рапса в почве. А. Marcinkevičienė ir kt. (2011) утверждают, что по мере уплотнения посевов рапса, активность инвертазы в почве увеличивается.

Существенно меньший выброс CO₂ замечен на делянках, где сорняки уничтожались механически (рис. 3). Наибольшее количество CO₂ замечено на делянках, где сорняки уничтожались термически. Это могло стать следствием увеличившейся активности гидролитических ферментов, указывающей на интенсивные процессы разложения в почве.

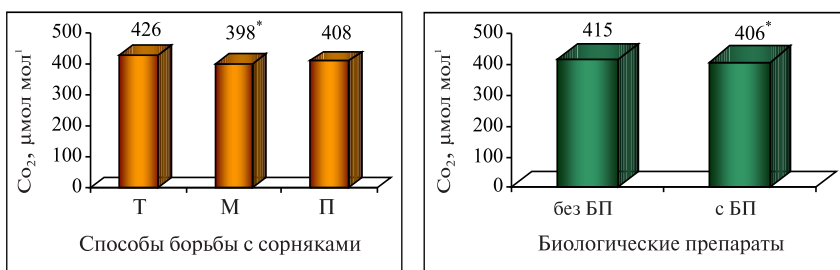


Рис. 3. Выброс CO₂ из почвы, * – $P \leq 0,05$

В ходе эксперимента установлено, что применение биологических препаратов существенно уменьшило эмиссию CO₂.

Способы борьбы с сорняками не имели существенного влияния на активность инвертазы. Уреазная активность увеличилась наиболее существенно в варианте с термическим уничтожением сорняков. На делянках без применения биологических препаратов замечена тенденция по увеличению ферментативной активности почвы.

Механический способ борьбы с сорняками существенно снизил выделение CO_2 из почвы. Также существенное понижение эмиссии CO_2 установлено на делянках с применением биологических препаратов.

Список литературы

1. MArčinkevičienė, A.; Velička, R.; Kosteckas, R. 2011. Dirvos fermentų aktyvumo palyginimas skirtingo tankumo vasarinių rapsų agroceozėse. Tmogaus ir gamtos sauga 2011: tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga = Human and nature safety 2011: proceedings of the international scientific conference. Akademija, D. 2, p. 131–134.
2. Melander, B.; Holst, N.; Rasmussen, I.A.; Hansen, P.K. 2012. Direct control of perennial weeds between crops – Implications for organic farming. Crop Protection, 40, p. 36–42.
3. Ros, M.; Hernandez, M.T.; Garcia, C. 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. Soil Biology and Biochemistry. Vol.35, iss. 3, p. 463–469.
4. Weiske, A., 2007. Potential for carbon sequestration in European agriculture. Sixth Framework Programme. Specific target research project, nr. SSPE-CT_2004_503604, p. 2–8.
5. Мороз, Г.В. Влияние доз азотных, фосфорных и калийных удобрений на биологическое состояние дерново-подзолистой супесчаной почвы: автореф. дис. ...канд. биол. наук / Г.В. Мороз. – Минск, 19 с.
6. Чундерова, А.И. Ферментативная активность дерново-подзолистых почв Северо-Западной зоны: автореф. дис. ... д-ра с.-х наук / А.И. Чундерова. – Таллин, 47 с.

УДК 631.151:631.474

УЧЕТ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОЛЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ОТДЕЛЬНЫХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЙ

Д.В. Матыченков, Г.С. Цытрон

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

Основной целью создания системы информационного обеспечения рационального использования почвенных ресурсов отдельных землепользований является определение пригодности их конкретных

рабочих участков (полей) для целей растениеводства, так как поле представляет собой первое звено эффективного ведения сельского хозяйства. Поэтому информация о компонентном составе его почвенного покрова, агроэкологическом состоянии отдельных компонентов и их пригодности для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур является необходимым условием для реализации растениями своего потенциала продуктивности, а вместе с ним и потенциала эффективного плодородия почв. В условиях Беларуси решение этих задач затруднено из-за значительной неоднородности (пестроты) почвенного покрова полей.

Исходная информация о характеристиках компонентов почвенного покрова, влияющих на их пригодность для возделывания сельскохозяйственных культур, находится в атрибутивной части электронных почвенных карт Почвенной Информационной Системы Беларуси (ПИСБ) [1]. Согласно методике создания программно-информационного комплекса (ПИК) по использованию почвенных ресурсов отдельных землепользователей [2], производится установление пригодности каждого полигона почвенной карты для возделывания сельскохозяйственных культур.

В конкретном случае наша задача состояла в извлечении этой информации из баз данных ПИСБ, представление ее в удобном для обработки и пользования виде. В качестве объекта исследования были выбраны рабочие участки СПК «Большевик-агро» Солигорского района Минской области. Предметом исследований явилась пригодность их почвенного покрова для возделывания люцерны.

Первым шагом решения нашей задачи являлось наложение слоя (карты) элементарных рабочих участков на почвенный слой (электронную почвенную карту). После наложения на цифровую почвенную карту СПК «Большевик-агро» карты элементарных участков, производится преобразование данных слоев: разбивка почвенного покрова на полигоны, соответствующие конкретным полям. Создается дополнительный слой в системе ГИС, содержащий контуры элементарных участков с принадлежащими им контурами почвенной карты.

Далее проводится процедура присвоения пригодности почв СПК «Большевик-агро» для возделывания люцерны на основе общей агропроизводственной группировки. Для этого был использован геостатистический метод на основе идентичности заданного параметра для объединения полигонов электронной почвенной карты с одинаковой степенью пригодности под люцерну в пределах элементарного участка. Данная процедура проводится для всех контуров участка (рис. 1).

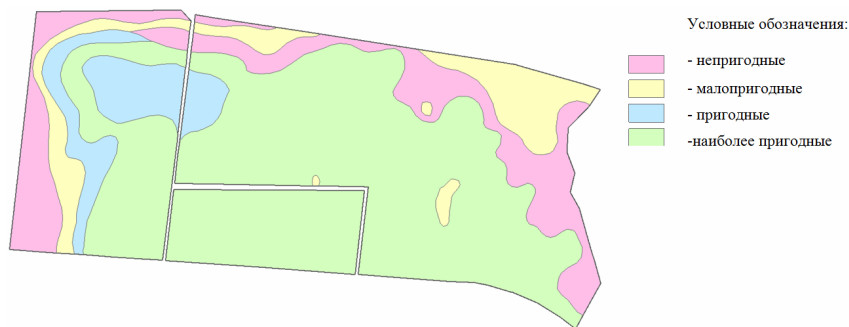


Рис. 1. Пригодность почвенного покрова рабочих участков для возделывания люцерны (по объединенным почвенным контурам на основе идентичности степени пригодности) (фрагмент)

Затем присваивается степень пригодности под люцерну почвенного покрова в целом конкретного рабочего участка. Для этого используются методы статистической обработки нечисловых данных. Так как нарезка элементарных участков зависит от большого количества как объективных, так и субъективных факторов, то будет логичным предполагать, что во многих случаях распределение земель с различной пригодностью в пределах поля не будет подчиняться различным статистическим закономерностям: нормальному распределению, распределению Пуассона и т.д.

Одним из методов описательной статистики является возможность присвоения нечисловому классу наблюдения степени или градации. Предлагается каждой степени пригодности для возделывания сельскохозяйственной культуры присвоить определенную градацию: 0 – непригодные; 1 – малопригодные; 2 – пригодные; 4 – наиболее пригодные.

В качестве параметра, описывающего пригодность почвенного покрова конкретного участка в целом используется показатель выборочного среднего. Он вычисляется исходя из предположения, что все значения внутри каждого класса сосредоточены в средней точке класса:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^c m_j f_j}{n},$$

где $\bar{X}$ – выборочное среднее; n – объем выборки; c – количество классов в распределении частот; m_j – средняя точка j -го класса; f_j – частота, соответствующая j -му классу.

В нашем случае n – общая площадь рабочего участка, c – количество степеней пригодности (четыре), m_j – показатель степени пригодности объединенного почвенного контура, f_j – площадь объединенного почвенного контура. В таблице приведены площади почв по степени пригодности почвенного покрова, а также вычисленные по вышеприведенной формуле показатели выборочного среднего для элементарных участков. В результате всем полигонам элементарных участков присваивается соответствующая степень пригодности (рис. 2).

Таблица

Площади почв по степени пригодности для выращивания люцерны и показатели выборочного среднего рабочих участков СПК «Большевик-агро»

Пригодность почв	Площадь почв, м ²		
	элементарный участок		
	1/10	1/11	1/12
Наиболее пригодные	125817	475567	132970
Пригодные	93165	19109	0
Малопригодные	59662	68177	0
Непригодные	78654	136056	0
Показатель выборочного среднего	1,7	2,2	3

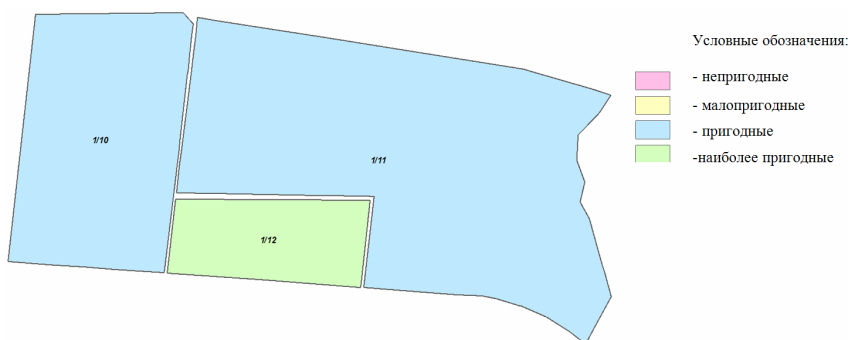


Рис. 2. Пригодность рабочих участков для возделывания люцерны (фрагмент)

Все изложенное выше позволило заключить, что:

- существующая «нарезка» рабочих участков может быть непригодной под одну культуру, и оптимальной под другую;
- пригодность почвенного покрова отдельного рабочего участка под конкретную сельскохозяйственную культуру не всегда является

дискретно выраженной величиной, то есть существует варьирование степени пригодности отдельных его компонентов;

- компоненты почвенного покрова участков различаются по агро-экологическим условиям, что необходимо учитывать при рациональном использовании почвенных ресурсов отдельного землепользования, а это уже является стимулом для внедрения элементов технологии «точного» земледелия.

Полученную информацию о степени пригодности почвенного покрова рабочих участков хозяйства для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур следует использовать для оптимизации севооборотов и структуры посевных площадей, а также рассматривать ее как основу для нового землеустройства (нарезки полей).

Список литературы

1. Методические указания по созданию Почвенной Информационной Системы Беларуси / Г.С. Цытрон [и др.]. — Минск, 2011. — 48 с.

2. Система экспертной оценки рационального использования почв Беларуси / Г.С. Цытрон [и др.] // ИнтерКарто/ИнтерГИС-20: матер. междунар. конф., Белгород, Харьков (Украина), Кигали (Руанда) и Найроби (Кения), 23 июля — 8 августа 2014 г. — Белгород, 2014. — С. 375—387.

УДК 631.6.02:504.062.2

ПОЧВЫ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ

**О.В. Матыченкова, Г.С. Цытрон, С.В. Шульгина,
Д.В. Матыченков, Т.Н. Азаренок***

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

Почва является центральным звеном глобальной биосферной системы, планетарным узлом экологических связей, объединяющим в единое целое ее составляющие: гидросферу, атмосферу, биосферу, литосферу.

Возрастающее антропогенное воздействие на природные системы оказывает влияние как на отдельные почвенные характеристики, так и на скорость и направление эволюции почвенного покрова

* БРФФИ № Б14-023 от 23.05.2014 г.

в целом, что приводит к возникновению совершенно новых типов почв. В создавшихся условиях не обойтись без объективного своевременного экологического прогнозирования сложных изменений, происходящих в природно-антропогенных системах и особенно в почвах — основных носителях и хранителях информации, где все компоненты биосферы связаны в единый структурно-функциональный блок.

Сохранившиеся ненарушенные естественные почвы являются «природным банком», матрицей, используя которые возможно эффективное решение этих задач.

В Республике Беларусь преобладает агрономическая трактовка почвы как объекта сельскохозяйственного производства, основное предназначение которого сводится к обеспечению элементами питания растений с целью получения сельскохозяйственной продукции, что не позволяет существенно расширить задачи сохранения почв в республике как незаменимого компонента биосферы.

К настоящему времени рядом белорусских ученых (Н.И. Смянн, Г.С. Цытрон, В.М. Яцухно, В.И. Матвеева, Ю.П. Качков и др.) уже поднимались вопросы о законодательном регулировании этого процесса и создании Красной книги почв Беларуси.

В условиях Беларуси ненарушенный естественный почвенный покров сохранился на землях особо охраняемых природных территорий (ООПТ), которыми являются национальные парки (НП) «Беловежская пуща», «Браславские озера», «Припятский», «Нарочанский», «Березинский биосферный заповедник», заказники республиканского значения «Озеры», «Острова Дулебы».

Поэтому нами в рамках договора с Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований (БРФФИ) был определен компонентный состав почвенного покрова этих территорий на основании имеющихся почвенно-картографических материалов.

В результате исследований установлено, что только два объекта имеют свои почвенные карты: национальный парк «Беловежская пуща» (почвенная карта м-ба 1:50 000 составлена в 1982–83 гг. 2-й Минской экспедицией под рук. М.П. Лузана и Н.И. Будниченко) и «Березинский биосферный заповедник» (почвенная карта м-ба 1:150 000 составлена В.М. Натаровым в 2007 г.). На остальные вышеуказанные объекты ООПТ почвенных материалов не было.

Поэтому нами на основе районных почвенных карт, составленных УП «Проектный институт Белгипрозем» и его дочерними предприятиями, по материалам 3-го тура крупномасштабного

почвенного картографирования сельскохозяйственных земель и почвенных планов земель Гослесфонда (УП «Белгослес»), созданы цифровые (электронные) почвенные карты на эти территории. В цифровой формат переведены также почвенные карты НП «Беловежская пуша» и «Березинского биосферного заповедника». Наименование почв в легендах приведено в соответствии с существующим «Номенклатурным списком почв Беларуси» (2003 г.), используемым при выполнении работ по крупномасштабному почвенному картографированию и при составлении почвенных карт различных масштабов.

Подсчет площадей почвенных разновидностей выполнен в автоматическом режиме (табл.)

Таблица

Распределение почв земель особо охраняемых природных территорий Беларуси по типовой принадлежности, %

Типы почв	Особо охраняемые природные территории						
	НП «Беловежская пуша»	«Березинский биосферный заповедник»	НП «Браславские озера»	НП «Нарочанский»	НП «Припятский»	Заказник «Озеры»	Заказник «Острова Дулебы»
Дерново-карбонатные				0,2			
Бурые лесные	0,3					0,9	
Дерново-подзолистые	11,7	12,8	34,2	57,5	8,3	55,5	1,4
Дерновые заболоченные и дерново-карбонатные заболоченные	11,2	3,2	9,2	3,4	0,1	3,2	0,3
Подзолистые заболоченные				1,1	0,02		
Дерново-подзолистые заболоченные	49,7	17,5	43,4	16,9	2,9	16,6	7,1
Торфяно-болотные низинные	21,1	30,2	2,9	7,7	1,6	17,4	5,8
Торфяно-болотные верховые	4,3	29,9	8,4	13,2	45,4	5,5	85,4
Аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные		1,7	0,8		32,1	0,1	
Аллювиальные торфяно-болотные	1,7	4,7	1,1		9,58	0,8	

Всего на исследуемых территориях выделено 10 типов почв. Пять из них: дерново-подзолистые, дерновые заболоченные и дерново-карбонатные заболоченные, дерново-подзолистые заболоченные, торфяно-болотные низинные и торфяно-болотные верховые встречаются в каждом объекте изучения. Максимальные площади дерново-подзолистых почв характерны для НП «Нарочанский» (57,5%) и заказника «Озеры» (55,5%), минимальные — для заказника «Острова Дулебы» (1,4%). На территории этого заказника преобладают торфяно-болотные верховые почвы — 85,4%. Эти же почвы доминируют и в почвенном покрове НП «Припятский», где они занимают 45,4% территории. В составе земель НП «Беловежская пуца» и «Браславские озера» основную долю составляют дерново-подзолистые заболоченные почвы (49,7 и 43,4% соответственно).

В пяти объектах из семи изученных встречаются аллювиальные торфяно-болотные почвы. Они занимают от 9,58% в НП «Припятском» до 0,8% площади земель в заказнике «Озеры». Аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные почвы встречаются на территории НП «Припятский» (32,1%), Березинского биосферного заповедника (1,7%), НП «Браславские озера» (0,8%) и заказника «Озеры» (0,1%).

«Редкими» или наименее распространенными типами почв на изучаемых территориях являются дерново-карбонатные (0,2% площади земель НП «Нарочанский»), бурые лесные (0,3% в НП «Беловежская пуца» и 0,9% в заказнике «Озеры»), а также подзолистые заболоченные (1,1% в НП «Нарочанский» и 0,02% в НП «Припятский»).

Почвы исследуемых ООПТ сформировались на водно-ледниковых, моренных, древнеаллювиальных и органогенных почвообразующих породах.

По гранулометрическому составу среди минеральных почв изучаемых территорий преобладают связные пески, занимающие от 62,8% площади заказника «Озеры» до 17,3% НП «Припятский». Только в НП «Браславские озера» доминируют связные супеси, на которые приходится 26,4% площади земель парка.

Результаты проведенных исследований являются исходным материалом для дальнейших работ по установлению перечня почв, подлежащих первоочередной охране на территории Беларуси, и по созданию Красной книги почв нашей страны.

ТОРФЯНЫЕ ПОЧВЫ БЕЛАРУСИ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ТРАНСФОРМАЦИЯ, ПЛОДОРДИЕ

А.С. Мееровский

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

Высокая заболоченность территории Беларуси, болота до начала проведения мелиоративных работ занимали 2,9 млн га (14,0% общей площади), в сочетании с преобладанием дерново-подзолистых почв, преимущественно легкого гранулометрического состава, создавали объективные предпосылки целесообразности их осушения и включения в сельскохозяйственное производство. К этому побуждал мировой опыт мелиорации болот, который свидетельствовал об эффективности их освоения для сельского хозяйства.

Начало осушения болот республики для сельскохозяйственных целей относится к последней четверти XIX века — работа Западной экспедиции по осушению болот (1873—1902 гг.), в результате деятельности которой в Белорусском Полесье на обширных площадях были созданы культурные луга, а пахотные земли избавлены от переувлажнения. В 1878 г. проект осушения Полесья награжден Почетным дипломом Всемирной выставки в Париже, а руководитель работ И.И. Жилинский — золотой медалью. В Западной экспедиции участвовали крупнейшие ученые А.И. Воейков, В.В. Докучаев, Е.В. Оппоков, Г.И. Танфильев и другие, они создали теоретическую основу мелиорации болот не только в Белорусском Полесье, но и в России и Украине.

Выполнение уникального по продолжительности и масштабам (3,5 млн га канализованных земель) проекта не только вошло в историю мелиоративного преобразования переувлажненных территорий, но и выкристаллизовало ряд проблем, актуальность которых сохраняется до настоящих времен.

В Беларуси в качестве сельскохозяйственных земель используется около 1,1 млн га осушенных органогенных почв. В среднем на район приходится 9,1 тыс. га. Основная их часть расположена в Полесье в Брестской области, например, в районе — 18,7 тыс. га сельхозземель на торфяных почвах. Почти в 50 сельхозпредприятиях торфяные почвы преобладают и играют определяющую роль в их экономике. Большая их часть находится в культуре от 35 до 55 лет, что значительно превышает нормативный срок работы мелиоративных систем.

При локальном строительстве мелиоративных систем подбирались геоморфологически компактные участки с относительно однородными торфяными почвами по мощности торфа, строению торфяной залежи и водно-минеральному питанию. Продолжительность периода мелиоративного освоения болот в Беларуси составляет 100–110 лет, из них в течение 75–80 лет абсолютное большинство объектов мелиорации создавалось на почвах с мощностью торфа более 1 м.

В период наибольших объемов мелиорации (1965–1985 гг.) в почвенном покрове мелиоративных объектов преобладали маломощные торфяные, торфяно- и торфянисто-глеевые почвы в сочетании с зональными дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными. За этот период площадь осушенных торфяных почв в республике увеличилась на 407,8 тыс. га, но практически все они имели мощность торфа менее 1 м. В результате резко изменилось соотношение различных по мощности торфа почв: в 1965 г. среднемощные и мощные составляли 79,2%, а 1985 г. – 32,7%. К сожалению эта трансформация не повлекла существенной перестройки системы земледелия.

Отведение вековых запасов воды при осушении и сельскохозяйственном использовании торфяных почв коренным образом изменяет природные почвообразовательные процессы. Торфонакопление сменяется сработкой органического вещества торфа и его интенсивной физической и биохимической трансформацией. Их закономерности хорошо изучены в разных странах и в том числе в Беларуси. При этом большинством исследователей выделяются три стадии трансформации торфяных почв: в первые 5–7 лет после осушения – интенсивная послестроительная усадка (уплотнение); в последующие 6–8 лет – сочетание физической усадки и активных биохимических превращений; спустя 12–15 лет после начала освоения преобладают гумификация и минерализация органического вещества на фоне затухающего уплотнения. Временные рамки в разных природных и почвенных условиях, а также в зависимости от хозяйственной деятельности сильно варьируют. Параметры сработки торфяных почв подтверждаются результатами полевых опытов, их картографирования и мониторинга.

По состоянию на 1 января 2010 г. в составе осушенных органомогенных почв сельскохозяйственного назначения было 190,2 тыс. га с содержанием органического вещества менее 50% (17,8% общей их площади).

Однако можно ли все их считать результатом рассмотренных процессов. В работе «Почвы Белорусской ССР» (1974) сельскохозяйственные земли на торфяно- и торфянисто-глеевых почвах (мощность торфа менее 0,5 м) занимали 668 тыс. га, в т.ч. 152 тыс. га – пахотные. Технология их первичного освоения при проведении мелиоративных

работ предусматривает глубокую вспашку на глубину до 60 см. При этом слой торфа еще до начала эксплуатации перемешивался с подстилающей минеральной породой. В условиях Полесья — это рыхлые пески и супеси. После 1990 г. новое мелиоративное строительство в республике практически не ведется.

Таким образом, минимальная продолжительность использования осушенных торфяных почв превышает 25 лет. За это время все торфяно- и торфянисто-глеевые почвы должны были утратить исходные признаки, прежде всего, запасы органического вещества. Очевидно, что периодичность и системность их мониторинга недостаточны для достоверной оценки состояния.

Если по вопросам трансформации процессов и свойств осушенных торфяных почв принципиальных различий среди исследователей в Беларуси и за ее пределами нет, то оценки влияния осушения и сельскохозяйственного использования на их плодородие, особенно в перспективе, диаметрально противоположны. Следует признать, что аргументов для пессимистических прогнозов более чем достаточно. Главные из них: быстрая сработка органического вещества торфа, усиление неоднородности и контрастности почвенного покрова, зависимости от атмосферных осадков, увеличение выноса взвешенных и растворенных органических и минеральных компонентов в водоприемники, рост повторяемости заморозков практически в течение всего периода вегетации растений и т.д. К этому следует добавить старение мелиоративных систем, ослабление и утрату их управляемости.

Естественно, что наибольшую озабоченность вызывает плодородие наиболее сработанных торфяных почв с содержанием органического вещества менее 20%. В последнее десятилетие проведена серия полевых опытов на почвах в прошлом торфяных, а ныне, имеющих до 5% органического вещества (Л.Н. Лученок, Н.Н. Семененко, А.В. Сорока). Их результаты свидетельствуют, что с помощью адаптивных агротехнологий обеспечивается высокая продуктивность. В 50-летних опытах на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства, инициированных С.Г. Скоропановым, мощность торфяного слоя уменьшилась с 69 до 26 см, содержание органического вещества с 91,5 до 14,7 %, а продуктивность сельскохозяйственных культур практически не изменилась и сохранилась на уровне 6–8 т/га кормовых единиц.

Биоклиматический потенциал торфяных почв в Беларуси остается высоким — до 14–15 т/га кормовых единиц, но его реализация требует системного мониторинга почв и агроландшафтов, оперативной корректировки всех земледельческих технологий. Существенное значение для

их эффективного использования имеют четкая диагностика, толковая классификация и объективная оценка. Первую классификацию торфяных почв в республике разработали И.С. Лупиневич, И.Н. Соловей (1958). Глубокая трансформация их свойств требовала новых подходов. Выделим в этом направлении исследования Н.Н. Бамбалова, С.М. Зайко, Н.И. Смеяна, Г.С. Цытрон. Перманентность мелиорации определяет необходимость постоянного совершенствования классификации мелиорированных почв. Это в еще большей степени относится к их оценке.

Разработанная несколько десятилетий назад стратегия сельскохозяйственного использования осушенных торфяных почв не утратила своей актуальности. Луговой долголетний высокопродуктивный агроценоз наиболее полно отвечает задаче их сохранения и продления продуктивного долголетия.

УДК 631.4:633

ПРИГОДНОСТЬ ПОЧВ СПК «ОКТЯБРЬСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ» ДЗЕРЖИНСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Т.Э. Минченко, И.В. Бычков

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь*

Почвенный покров сельскохозяйственных земель Республики Беларусь характеризуется большим разнообразием как в количественном отношении, так и в отношении производительной способности и пригодности под те или иные культуры. Поэтому для более удобного практического использования материалов почвенных исследований требуется объединение почв в агропроизводственные группы, а также группировка их по степени пригодности для возделывания отдельных культур, так как по своим биологическим особенностям и отношению к почвенным условиям последние существенно различаются.

Наши исследования были направлены на применение новых разработок РУП «Институт почвоведения и агрохимии» для составления общих и частных агропроизводственных группировок и возможность их использования на примере конкретного хозяйства (СПК «Октябрьская революция»). СПК «Октябрьская революция» находится в 18 км

от города Дзержинска в северо-восточном направлении. Административный центр СПК — д. Гричино.

Окончательные площади почв, пригодных для возделывания озимой пшеницы, озимого тритикале, яровой пшеницы, ячменя, льна, озимого рапса, сахарной свеклы представлены в таблице.

Озимая пшеница является очень требовательной к почвенным условиям и к кислотности. Наиболее благоприятная реакция почвенной среды для ее возделывания pH от 6,0 до 7,0 (допустимым для нее является и pH 5,8).

Из данных таблицы видно, что по типам, увлажнению и гранулометрическому составу площадь пригодных почв для возделывания озимой пшеницы составляет 93,9% от общей площади пашни.

Исходя из данных последнего тура агрохимических исследований выявлено, что с учетом кислотности, площадь пригодных почв для озимой пшеницы составляет 60,8% от общей площади пашни. Так как в хозяйстве присутствуют средне- и сильноэродированные почвы (8,3%), то всего пригодных почв для возделывания озимой пшеницы в хозяйстве 52,5%. В целом по республике под озимую пшеницу пригодны 34,2% пахотных земель. По Минской области — 37,8%, по Дзержинскому району — 56,6%.

Таблица

Площади пригодных почв для возделывания сельскохозяйственных культур

Культура	Площадь пашни (посевная площадь), га	Площадь пригодных почв по типам, увлажн. и гран. составу, %	Площадь пригодных почв по кислотности (pH >5,8), %	Площадь пригодных почв с учетом кислотности, %	Площадь средне- и сильно-эродированных, %	Всего пригодных почв, %
Озимая пшеница	2540	93,9	64,7	60,8	8,3	52,5
Озимое тритикале	2540	93,9	86,1	80,7	8,3	72,4
Яровая пшеница	2540	92,4	86,1	79,6	8,3	71,3
Ячмень	2540	93,9	86,1	80,7	8,3	72,4
Лен	2540	90,8	67,3	56,3	8,3	48,0
Озимый рапс	2540	90,8	86,1	42,0	8,3	33,7
Сахарная свекла	2540	78,8	68,1	59,3	8,3	51

Озимое тритикале наиболее высокую урожайность формирует на почвах со слабокислой, близкой к нейтральной и нейтральной реакцией почвенной среды (рН 5,5–7,0; допустимым является рН 5,5).

По типам, увлажнению и гранулометрическому составу площадь пригодных почв для возделывания озимого тритикале составляет 93,9% от общей площади пашни. Площадь пригодных почв с учетом кислотности составляет 80,7% от общей площади пашни, всего пригодных почв для возделывания озимого тритикале в хозяйстве 72,4%. В целом по республике под озимое тритикале пригодны 52,3% пахотных земель. По Минской области – 58,5%, по Дзержинскому району – 75,6%.

Наиболее благоприятная реакция почвенной среды для возделывания яровой пшеницы рН от 5,8 до 7,0 (допустимо ее возделывание на почвах с рН до 5,6).

Согласно составлению общих агрогрупп, по типам, увлажнению и гранулометрическому составу площадь пригодных почв для возделывания яровой пшеницы составляет 92,4% от общей площади пашни, с учетом кислотности – 79,6%. Так как в хозяйстве присутствуют средне- и сильноэродированные почвы (8,3%), то всего пригодных почв для возделывания яровой пшеницы в хозяйстве 71,3%. В целом по республике под яровую пшеницу пригодны 37,9% пахотных земель. По Минской области – 39,2%, по Дзержинскому району – 56,3%.

Оптимальная реакция почвенного раствора для возделывания ячменя колеблется в пределах 5,6–6,0, допустимо – с рН до 7,0.

По типам, увлажнению и гранулометрическому составу площадь пригодных почв для возделывания ячменя составляет 93,9%, с учетом кислотности составляет 80,7% от общей площади пашни. Всего пригодных почв для возделывания ячменя в хозяйстве 72,4%. В целом по стране под ячмень пригодны 44,1% пахотных земель. По Минской области – 50,3%, по Дзержинскому району – 64,7%.

Для льна наиболее благоприятная реакция почвенной среды 5,0–6,0, допустимой является и 6,2.

По типам, увлажнению и гранулометрическому составу площадь пригодных почв для возделывания льна составляет 90,8% от общей площади пашни, с учетом кислотности – 56,3%. Учитывая 8,3% эродированных почв, установлено, что всего пригодных почв для возделывания льна в хозяйстве 48,0%. В целом по республике под лен пригодны 28,1% пахотных земель. По Минской области – 34,8%, по Дзержинскому району – 32,0%.

Оптимальным показателем кислотности почв для возделывания озимого рапса является 6,0–6,5. Допускается его возделывание в пределах колебания рН от 5,5 до 7,0.

Из данных таблицы видно, что по типам, увлажнению и гранулометрическому составу площадь пригодных почв для возделывания озимого рапса составляет 90,8% от общей площади пашни, с учетом кислотности составляет 42,0% от общей площади пашни. С учетом эродированности, пригодных почв для возделывания озимого рапса в хозяйстве — 33,7%. В целом по республике под озимый рапс пригодны 41,9% пахотных земель. По Минской области — 46,8%, по Дзержинскому району — 64,3%.

Оптимальным показателем кислотности почв для возделывания сахарной свеклы является 6,0–6,5. Допускается ее возделывание в пределах pH 5,5–7,0. Сахарная свекла является сравнительно теплолюбивой культурой. Для полного развития растений сумма активных температур выше 10°C должна быть не ниже 2200°.

Из данных таблицы видно, что по типам, увлажнению и гранулометрическому составу площадь пригодных почв для возделывания сахарной свеклы составляет 78,8% от общей площади пашни.

Всего пригодных почв для возделывания сахарной свеклы в хозяйстве остается 51,0%. В целом по стране под сахарную свеклу пригодны 28,0% пахотных земель, а по Минской области — 38,0%.

Дзержинский район по температурному режиму является неблагоприятным для возделывания сахарной свеклы. Однако в хозяйстве довольно успешно выращивают данную культуру, получая высокую урожайность в среднем до 400 ц/га. Проведенные нами расчеты согласуются с практическими результатами хозяйства и указывают, что в хозяйстве половина пахотных почв пригодны для ее возделывания.

УДК 633.11:631.445.24

ВЛИЯНИЕ Р-МОБИЛИЗУЮЩЕГО ИНОКУЛЯНТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ НА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ

Н.А. Михайловская, Т.Б. Барашенко, Е.Г. Тарасюк, С.В. Дюсова

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»
г. Минск, Беларусь*

Одним из факторов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур при возделывании в стрессовых условиях на эродированных почвах может быть использование фосфатмобилизирующих

инокулянтов. Мобилизация труднодоступных минеральных форм фосфора в почве, которые накапливаются из-за относительно невысокой эффективности использования фосфорных удобрений (не выше 25%), тесно связана с деятельностью ризосферных фосфатмобилизующих микроорганизмов [1, 2]. Способность к растворению фосфатов обнаружена у широкого круга бактерий, основную группу Р-мобилизующих бактерий составляют *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Rhizobium* [3].

Фосфатмобилизующие микробные инокулянты привлекают интерес в первую очередь из-за возможности увеличения подвижности трудно растворимых почвенных фосфатов и улучшения фосфатного питания сельскохозяйственных культур, однако микробная фосфатмобилизация не всегда является доминирующим и тем более единственным фактором повышения урожайности при использовании фосфатмобилизующих инокулянтов. Установлено гормональное действие фосфатмобилизующих бактерий [4, 7]. Индуцированное микробными фитогормонами увеличение длины и массы корней, числа и массы побегов [5] способствует адаптации инокулированных растений в неблагоприятных экологических условиях, оказывая одновременно и антистрессовое действие.

Цель исследований — изучение влияния бактериального удобрения на основе штамма фосфатмобилизующих бактерий на урожайность яровой и озимой пшеницы и фитопатологическое состояние посевов по развитию и распространению корневых гнилей в полевом опыте на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах на моренных суглинках, в зависимости от степени эродированности и системы удобрения («Межаны», Браславский район).

Фосфатмобилизующий инокулянт вносили путем обработки посевов жидким концентрированным препаратом (титром $7,9 \times 10^8$ — $1,2 \times 10^9$ КОЕ/мл). Обработку посевов яровой пшеницы проводили в фазу кущения, озимой пшеницы — в фазу кущения-выхода в трубку.

Учет пораженности посевов корневыми гнилями проводили в фазе молочно-восковой спелости. Интенсивность поражения растений определяли по условным шкалам. Количество больных растений рассчитывали в процентах от общего числа растений в пробе, используя показатель «распространение болезни». Определяли также показатель «развитие болезни», отражающий усредненную интенсивность поражения одного растения, участка или определенной территории [6].

Бактеризация посевов яровой пшеницы была рациональным приемом на всех изученных системах удобрения. Наиболее высокие прибавки от внесения фосфатмобилизующих бактерий получены на водоразделе — 3,5–6,8 ц/га зерна. На сильноэродированных почвах

наиболее значимые прибавки от бактеризации получены при органо-минеральной системе удобрения (6,4 ц/га), при минеральной системе (4,8 ц/га) и при органической системе удобрения (2,8 ц/га).

Наиболее высокие прибавки зерна от бактеризации посевов озимой пшеницы в 2012–2013 гг. получены на водоразделе – 2,6–3,6 ц/га. На сильноэродированных почвах наиболее значимые прибавки от бактеризации получены при органо-минеральной системе удобрения – 2,6 ц/га, при органической системе удобрения – 2,3 ц/га, при минеральной системе и на контроле – 2,0 ц/га.

Положительное влияние изученных фосфатмобилизирующих бактерий на урожайность зерновых культур может быть обусловлено также их фунгистатическим действием на корневые гнили.

Таблица

Влияние Р-мобилизующего инокулянта на урожайность и фитопатологическое состояние посевов пшеницы (Межаны, 2011–2013 гг.)

Дозы удобрений	Водораздел				Сильноэродированная			
	ц/га		снижение, % (корневые гнили)		ц/га		снижение, % (корневые гнили)	
	урожайность	прибавка	распространение	развитие	урожайность	прибавка	распространение	развитие
яровая пшеница Тома (2011 г.)								
Контроль	38,1	3,5	1,9	1,3	28,3	3,2	2,6	2,2
Навоз, 30 т/га	42,0	3,6	2,0	1,5	31,9	2,8	2,8	2,2
N ₇₀₊₂₀ P ₅₀ K ₁₂₀	44,0	5,3	2,4	2,2	38,4	4,8	3,2	3,8
N ₇₀₊₂₀ P ₅₀ K ₁₂₀ + навоз	51,0	6,8	3,2	2,4	42,9	6,4	4,0	3,6
НСР ₀₅ фактор А (почва)		1,6				1,6		
фактор В (бактеризация)		1,8	1,3	0,4		1,8	1,3	0,4
озимая пшеница Богатка (2012–2013 гг.)								
Контроль	44,1	2,6	2,8–2,9	1,5–1,8	26,2	2,0	3,2–3,4	2,6–3,2
Навоз, 30 т/га	57,7	3,3	2,6–2,9	2,5–3,0	29,7	2,3	3,4–3,8	3,1–4,3
N ₇₀₊₂₀ P ₅₀ K ₁₂₀	49,6	2,8	3,1–3,2	2,9–3,1	27,9	2,0	3,4–4,0	4,5–4,9
N ₇₀₊₂₀ P ₅₀ K ₁₂₀ + навоз	59,3	3,6	2,9–3,4	3,3–3,7	33,7	2,6	4,5–4,8	4,3–5,4
НСР ₀₅ фактор А (почва)		2,7				2,7		
фактор В (бактеризация)		1,9	1,4–1,5	0,3–0,5		1,9	1,4–1,5	0,3–0,5

При всех изученных системах удобрения наиболее заметный эффект от применения Р-мобилизирующих бактерий на посевах яровой и озимой пшеницы отмечен на сильноэродированной почве по сравнению с водоразделом. Этот факт может свидетельствовать, что в стрессовых условиях, наряду с ростостимуляцией и фосфатмобилизацией, повышение урожайности пшеницы связано и с биоконтролем. Интродуцированные бактерии способны контролировать распространение и развитие болезни и оказывать фунгистатическое действие на деятельность грибковых фитопатогенов за счет антагонизма. Выживание интродуцированных микроорганизмов в конкурентных условиях ризоплана и ризосферы связано с биосинтезом антимикробных метаболитов. Как правило, микробные инокулянты не способны к полному уничтожению популяции фитопатогена, но они ограничивают их развитие, снижая их негативное влияние на урожайность.

Список литературы

1. Khan, M.S. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture / M.S. Khan, A. Zaidi. P.A. Wani // *Agron. Sustain. Dev.* — 2007. — Vol. 27. — P. 29–43.
2. Богдевич, И.М. Фосфорные удобрения в сельском хозяйстве важны и незаменимы / И.М. Богдевич, В.В. Лапа. // *Земляробства і ахова раслін.* — 2004. — № 2. — С. 24–25.
3. Илялетдинов, А.Н. Биологическая мобилизация минеральных соединений / А.Н. Илялетдинов. — Алма-Ата: Наука, 1966. — 332 с.
4. Печуркин, И.С. Влияние ризосферных бактерий *Pseudomonas* на рост молодых растений пшеницы в условиях полного минерального питания и при дефиците азота / И.С. Печуркин, Д.А. Сомова, В.И. Полонский // *Микробиология.* — 1997. — Т. 66. — № 4. — С. 553–557.
5. Свойства фосфатмобилизирующих бактерий и их влияние на урожайность яровой пшеницы на дерново-подзолистых супесчаных почвах / Н.А. Михайловская [и др.] // *Почвоведение и агрохимия.* — 2011. — № 2(47). — 120–129.
6. Практикум по защите растений / Н.Г. Берим [и др.]. — Л.: Колос, 1980. — 247с.
7. Rodriguez, H. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion / H. Rodriguez, R. Fraga // *Biotechnol. Adv.* — 1999. — Vol. 17. — P. 319–339.

ДЕГРАДАЦИОННЫЕ И ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ РОССИИ

Э.Н. Молчанов, В.В. Разумов, И.Ю. Савин

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
г. Москва, Россия*

Площадь сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации составляет 220,2 млн га, в том числе на пашню приходится 121,2 млн га. Это очень скромные площади в масштабах страны (с земельным фондом более 1,7 млрд га) и мира – в США при меньшем общем земельном фонде в 915,9 млн га площадь пахотных угодий составляет 176 млн га. В тоже время в России сельскохозяйственные угодья и особенно пашня в результате нерационального использования и несоблюдения мер по их охране подвержены деградационным и опасным природным процессам (водной, ветровой и овражной эрозии, переувлажнению и заболачиванию, засолению и осолонцеванию, пыльным бурям, наводнениям и др.). Темпы и охват территории ими с каждым годом увеличиваются, что ведет к потере плодородия почв и выводу земель из хозяйственного оборота. В этой связи сельскохозяйственное производство в нашей стране характеризуется высокой степенью рискованности. Распределение рисков, связанных с влиянием негативных процессов на почвы страны характеризуется значительной неравномерностью, о чем свидетельствуют многочисленные доклады МЧС, Минприроды, Минсельхоза РФ.

На территории России все деградационные и опасные природные процессы, негативно воздействующие на почвенный покров сельскохозяйственных земель, можно разделить на три группы по степени опасности: 1) процессы, протекающие с уничтожением почвы и изъятием земель; 2) изменяющие структуру почвенного покрова, приводящие к деградации земель и уменьшающие их продуктивность; 3) снижающие продуктивность почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

Процессы *первой* группы представляют непосредственную угрозу существованию почв. К ним относятся: овражная эрозия, разрушение берегов морей и водохранилищ, эрозия русел рек.

Примерно 41% берегов морей и 36% берегов водохранилищ в нашей стране в настоящее время активно разрушаются, в результате чего

ежегодно безвозвратно изымается из хозяйственного использования около 6,7 тыс. га ценных прибрежных территорий, в том числе и сельскохозяйственных земель

Заовраженные земли, площадь которых в 2,5–3 раза больше площади самих оврагов, из-за сложных условий обработки имеют пониженную рентабельность и практически трансформируются в малопродуктивные кормовые угодья. Количество оврагов в европейской части России превышает 2 млн, ежегодно за счет оврагов площадь пашни сокращается на 100–150 тыс. га.

Итогом интенсивного размыва берегов рек страны в результате русловых процессов, является уничтожение сотен и тысяч гектаров сельскохозяйственных земель ежегодно. На территории России наиболее опасными по проявлению русловых процессов являются районы, где средняя скорость размыва берегов превышает 10 м/год. К ним относятся: нижнее течение Терека (Северо-Кавказский федеральный округ), верхняя Обь (Сибирский федеральный округ), нижний Амур (Дальневосточный федеральный округ), Северная Двина, Вычегда (Северо-Западный федеральный округ) и др.

Вторая группа процессов представлена только деградационными процессами, которые характеризуются широкомасштабным характером проявления и более растянуты во времени. Процессы этой группы не несут прямой и быстрой угрозы для почвы и биоты, но могут привести к полной деградации земель, кардинально изменив структуру почвенного покрова и условия существования биоты, вплоть до ее гибели. К ним можно отнести такие природные процессы как: водную эрозию, дефляцию, переувлажнение, подтопление, засоление, опустынивание и др.

В России ежегодно с пахотных склонов сносится свыше 500 млн т плодородной части почв. К категории эродированных земель относится до 56% общей площади сельхозугодий в стране. По данным государственного учета общая площадь эродированных, дефлированных, эрозионно- и дефляционно-опасных сельскохозяйственных угодий в стране составляет 130 млн га, в том числе пашни — 84,8 млн га, пастбищ — 28,7 млн га.

Общая площадь засоленных почв в стране составляет около 54 млн га (3,3% почвенного покрова страны или 21,5% площади сельскохозяйственных угодий). Почвы с различными типами засоления имеются на территории 42 субъектов Российской Федерации.

В России опустыниванием в той или иной мере охвачена площадь более 100 млн га. Опустынивание, ранее рассматривавшееся на территории страны, как узорегиональная проблема, связанная с дегра-

дацией Черных земель Республики Калмыкия и Кизлярских пастбищ северной части Республики Дагестан, в настоящее время затронуло в той или иной мере 27 субъектов Российской Федерации.

В нашей стране в настоящее время переувлажненными считаются около 9 млн га, в том числе 5 млн га сельскохозяйственных угодий. Основные массивы переувлажненных земель сосредоточены в южнотаежно-лесной зоне, представленной на территории практически всех федеральных округов. В европейской части страны переувлажнение земель достаточно широко проявляется также в лесостепной и степной зонах.

В России процессами подтопления в наибольшей мере охвачена территория федеральных округов, расположенных в европейской части страны, а также Уральского и западной части Сибирского федеральных округов. Общая площадь подтопленных земель в стране составляет более 80 тыс. км², из которых 34 тыс. км² приходится на земли сельскохозяйственного назначения.

Третья группа представлена опасными быстроразвивающимися природными процессами (явлениями), негативно влияющими на продуктивность земель — пыльные бури, сильные продолжительные дожди, наводнения и паводки и др.

В России северная граница распространения пыльных бурь проходит через Саратов, Самару, Уфу, Оренбург и предгорья Алтая. Наибольшее распространение пыльные бури получили на территории Северо-Кавказского и Южного федеральных округов и в прилегающих к ним районах Центрального и Приволжского округов.

На территории страны наибольшей повторяемостью сильных дождей отличаются субъекты Дальневосточного федерального округа, подверженные влиянию насыщенных влагой воздушных масс с Тихого океана и его морей, а на юге страны — Черноморское побережье Краснодарского края в пределах Южного федерального округа.

Суммарная площадь земель России, подвергающихся наводнениям, оценивается в 350—400 тыс. км². В многоводные годы общая площадь затопляемых территорий достигает 2—2,5% площади страны. Наводнения в России происходят ежегодно, а в некоторых районах — по несколько раз в год. Под угрозой затопления в стране находится сотни тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий. Наибольшим размахом характеризуются наводнения в Южном, Северо-Кавказском и Дальневосточном федеральном округах.

Выявление в конкретных почвенно-климатических условиях причин, условий и факторов возникновения и развития деградационных и опасных природных процессов на сельскохозяйственных землях явля-

ется ещё не вполне использованным резервом повышения плодородия почв, урожайности, перевода растениеводства страны на почвоохранное адаптивно-ландшафтное и контурно-мелиоративное земледелие.

Главным итогом углубленных научных исследований деградационных и опасных природных процессов станет совершенствование систем предотвращения деградации почв и воспроизводства их плодородия, формирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий, обеспечивающих экологическую устойчивость агроландшафтов, значительное повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий, устранение зависимости России от поставок импортной сельскохозяйственной продукции, общее оздоровление экологической обстановки и создание безопасных условий жизни населения нашей страны.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ
(грант № 14-38-00023).*

УДК 631.405

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ТОРФА

**Г.В. Наумова, А.Э. Томсон, Н.Л. Макарова, Н.А. Жмакова,
Т.Ф. Овчинникова**

*Институт природопользования НАН Беларуси,
г. Минск, Беларусь*

Торф находит широкое применение в агропромышленном комплексе нашей республики в качестве органических и органо-минеральных удобрений, мелиорантов, компостов и грунтов, получаемых на его основе, а торфяные залежи после осушения и мелиорации успешно используются в растениеводстве.

Как известно, торф является богатым источником питательных веществ для растений, пополняющих почву гуминовыми веществами, азотом, а также минеральными макро-и микросоединениями. Однако торфу принадлежит и еще одна весьма важная функция — обогащение минеральных почв биохимическими катализаторами почвообразовательных процессов и индукторами ее биологической активности — ферментами. Именно ферментам отводится важная роль, связанная с повышением биологической активности минеральных почв, мелиори-

рованных торфом, органическими удобрениями, компостами, получаемыми на его основе.

Согласно академику В.Ф. Купревичу [1], в торфяных почвах и торфе обнаружены ферменты четырех классов: гидролазы, оксидоредуктазы, трансферазы и синтетазы. Ферменты этих групп, адсорбируясь на частицах торфяных почв, торфа, проявляют высокую устойчивость к ингибиторам, неблагоприятным условиям внешней среды и активно участвуют в трансформации их органического вещества. Происхождение ферментов торфа обязано их поступлению из клеток и тканей отмерших болотных растений и водорослей, а также выделению микрофлорой торфяной залежи — бактериями и грибами, разрушающими в первую очередь, полисахариды и протеины. Интенсивность биологических процессов почв и торфа в наибольшей степени определяется каталаза, инвертаза и протеаза [2].

Учитывая роль микробиологических и биохимических факторов при сельскохозяйственном использовании торфа и торфяных почв, значительный интерес представляло изучение ферментативной активности торфа на участках разных лет добычи и на различных глубинах неосушенной торфяной залежи.

Для этого были обследованы ряд торфяных месторождений Беларуси низинного и верхового типа. На осушенных участках торфяной залежи различных лет эксплуатации пробы отбирали из верхнего 10-ти сантиметрового слоя. Чтобы избежать влияния сезонности, и влияния процесса фрезерования залежи, отбор проб торфа проводили в сентябре-октябре после окончания сезона добычи. Объектом исследования служили пробы, составленные из образцов торфа, отобранного на 12 точках четырех смежных карт, общая площадь которых составляла 2 га. Все отобранные образцы были представлены как низинным торфом: осоковым, тростниковым и смешанным тростниково-осоковым со степенью разложения от 25 до 35 %, так и верховым сфагновым торфом (степень разложения от 10 до 20 %). Усредненные образцы торфа с участков различных лет добычи исследовали по геоботаническим показателям, влажности, зольности, кислотности (рН водной вытяжки).

Влажность образцов низинного и верхового торфа не зависимо от года добычи существенно не отличалась и находилась в пределах 79,8—82,4%. Активная кислотность низинного торфа составляла 6,1—6,3, а верхового — 4,2—4,3 единицы. Более высоким содержанием золы в сравнении с верховым торфом (2,9—3,9%) отличался низинный торф (4,8—6,2), что является закономерным, учитывая особенности минерального питания таких месторождений.

Значительный интерес представляло исследование углеводного комплекса торфа — легкогидролизуемых веществ, включающих водорастворимые вещества и гемицеллюлозу, которые являются доступным питанием для микроорганизмов, что способствует интенсификации энзиматических процессов в почвах. Одновременно определяли содержание трудногидролизуемых веществ, то есть целлюлозы.

Установлено, что торф первого года добычи содержит больше легкогидролизуемых веществ, чем его аналог, имеющий одинаковый ботанический состав и ту же степень разложения, но отобранный из залежи после четырех лет ее эксплуатации: соответственно 44,2 и 40,7% для верхового; 27,4 и 22,9% — для низинного. С увеличением срока эксплуатации как одного, так и другого вида залежи тенденция снижение содержания легкогидролизуемых углеводов сохраняется. Для содержания целлюлозы в этих торфах наблюдается та же тенденция, но она менее выражена.

Значительный интерес представляло исследование ферментативной активности торфа, отобранного на участках залежи различных лет добычи (табл.).

Таблица

**Ферментативная активность верхового и низинного торфа
с участков различных лет добычи**

Вид торфа	Степень разложения, %	Год добычи	Ферментативная активность		
			каталазы	инвертазы	протеазы
Верховой сфагновый	10	1	25,2–29,7	24,4–26,5	3,3–3,6
	10	4	14,6–15,8	10,2–12,3	1,7–2,1
	15–20	8	4,1–5,2	8,1–8,8	0,8–0,9
Низинный тростниково-осоковый	25–30	1	22,3–27,1	13,2–14,9	6,1–6,3
	25–30	8	10,5–13,3	6,5–7,0	3,6–4,0
	30–35	11	6,2–6,7	4,4–5,1	1,5–1,8

Определение активности каталазы, по которой принято оценивать биологическую активность почв и торфа в целом, а также инвертазной и протеазной активности позволило установить, что независимо от месторождения при одинаковой степени разложения и схожем ботаническом составе верхний слой осушенной залежи как верхового, так и низинного торфа отличается высокой энзиматической активностью.

Сравнительный анализ ферментативной активности верхового и низинного торфа показывает, что сфагновый торф первых лет добычи характеризуется более высокой каталазной активностью, кото-

рая для верхового торфа составляет 25,2–29,7 см³, для низинного – 22,3–27,1 см³ O₂ на 1 г торфа, однако в последующие годы каталазная активность сфагнового торфа более резко падает в сравнении с этим показателем низинного торфа, что может быть связана с его самоконсервацией в залежи, обусловленной относительным накоплением в нем фенольных соединений. Инвертазная активность сфагнового торфа 1-го года добычи практически в два раза выше, чем у тростниково-осокового торфа (24,4–28,5 и 13,2–14,9 мг глюкозы на 1 г торфа соответственно), что связано с более высоким содержанием в нем легкогидролизуемых углеводов, являющихся питательной средой для развития микроорганизмов, выделяющих этот фермент. После 8 лет эксплуатации различие в инвертазной активности менее выражено.

Низинный торф отличается более высокой протеазной активностью (1,5–6,3 мг N–NH₂ на 5 г торфа) в сравнении со сфагновым (0,8–3,8 мг N–NH₂ на 5 г торфа) независимо от года добычи, что обусловлено повышенным присутствием в низинной залежи азотсодержащих соединений.

После 8 лет добычи эти показатели для всех ферментов снижаются практически в 2 раза для низинного и в 4–6 раз для верхового торфа. При более длительной эксплуатации залежи наблюдается еще более значительное снижение ферментативной деятельности.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что активность ферментов в торфяной залежи фрезерных полей снижается с увеличением срока эксплуатации залежи. Повышенной активностью гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов характеризуется богатый аэробной микрофлорой торф с поверхности карт 1-го года эксплуатации.

Торф, вносимый на поля в качестве органических удобрений, мелиорантов, компонентов грунтов и компостов, это не только источник питательных веществ для растений и фактор улучшения физической структуры почвы, но и каталитический активатор энзиматической природы, положительно воздействующий на протекание в ней биохимических процессов, вносящий существенный вклад в ее плодородие.

Список литературы

1. Купревич, В.Ф. Почвенная энзимология / В.Ф.Купревич, Т.А. Щербакова. – Минск: Наука и техника, 1966. – 276 с.
2. Щербакова, Т.А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества (в естественных и искусственных фитоценозах) / Т.А. Щербакова. – Минск: Наука и техника, 1983. – 222 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В ПОЧВАХ ПРИ СРЕДНЕМАСШТАБНОМ КАРТИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ

М.П. Оношко¹, Л.И. Смыкович²

¹РУП «НПЦ по геологии», г. Минск, Беларусь,

*²Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь*

Перераспределение химических элементов в компонентах ландшафтов тесно связано с проявлением геохимических барьеров, по А.И. Перельману, «участков земной коры, в которых на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов и, как следствие, их концентрация». Их формирование обусловлено разнообразными процессами и сочетаниями ландшафтных обстановок, определяющими тип и разновидность барьера, уровни концентраций, ассоциаций и формы нахождения элементов.

Все процессы, происходящие в почвах, характеризуются миграцией и аккумуляцией элементов. Они формируют педогеохимические барьеры — почвенные (в целом) и ее генетических горизонтов (дернины, лесной подстилки, гумусового, иллювиального горизонтов, погребенной почвы). В целом, почвы представляют собой систему геохимических барьеров, формирование которых подчинено особенностям литологической основы ландшафта, положению в рельефе и физико-химическим условиям среды. При этом каждому типу геохимических барьеров свойственны накопления определенной ассоциации элементов. В условиях загрязнения среды токсичными, радиоактивными и другими элементами необходимо обладать методикой эколого-геохимической оценки возможности использования геохимических барьеров для их локализации.

В качестве примеров нами рассматриваются геохимические барьеры почв в бассейне реки Сож (участки Бердыж в Чечерском и Присно в Ветковском районах) и барьерная геосистема в пределах Мозырского Полесья. Особенностью рассматриваемых территорий, влияющей на контрастность барьеров, является наличие моренных суглинков и флювиогляциальных песков, а в Приснинской ложбине древнего стока и на участке в Мозырском Полесье — торфов и песков.

Сопоставление максимальных величин химических элементов, определяющих возможность проявления геохимического барьера, при сравнении с величиной нормального геохимического поля $НП_{\text{В}}$, показало их превышение по участкам Бердыж и Присно от 1,4 до 4,7. Аномальные содержания при уровне значимости 0,02 ($АН_2$) по уч. Бердыж отмечены для Pb, Ni, Zr и Cu, у Приснинской ложбины древнего стока в торфах – Ni, Cr, V, Mn, Ti, Zr, Cu, в суглинках и мергеле – Pb, Ni, Cr, V, Cu. По уч. Присно в супесчаных и песчаных отложениях водосбора и ложбины стока аномалии выражены слабо: превышение в 1,1–1,5, за исключением Cr и Zr (в 1,6 и 1,8 раза) по ложбине стока.

Для моренных отложений Бердыжского участка отмечено накопление Zr, Si, Al, величина коэффициента концентрации (K_c) которых по сравнению с моренными отложениями Беларуси изменяется от 1,2 до 4,6. Очень четко проявился рост концентраций всех элементов в подстилающих породах по сравнению с верхними горизонтами. В сравнении с фоном участка содержание элементов в них изменяется от 1,4 до 3,9. Степень дифференциации элементов по почвенным профилям невысокая. Отмечено снижение или близкие концентрации элементов от земной поверхности до моренной глины, в кровле которой для большинства элементов зафиксирован сорбционный барьер. На водосборе по профилю зафиксированы биогенно-сорбционный, сорбционный на глинистых породах, механический и кислородно-сорбционный барьеры. Контрастность барьеров невысокая: для биогенно-сорбционного – 1,3–1,7, для сорбционного – 1,1–2,0.

Моренные отложения по Приснинскому участку в сравнении с Бердыжским более обогащены микро- и макроэлементами. Ведущими элементами, как и по предыдущему профилю, выступают Zr, Si, Al, а также Na. При этом если величина коэффициента концентрации Si, Al, Na в пределах 1,1–2,0, то у Zr превышение кларка моренных отложений юга Беларуси в 5,1–6,8 раз. Увеличивается содержание Ni, как и по уч. Бердыж профилю – в 1,4–2,4 раза. Особенностью отложений водосбора уч. Присно является сильное обогащение фосфором – в 6,8–20 раз.

Сравнение с геохимическим фоном участка свидетельствует, что резких различий радиальной дифференциации элементов нет – в пределах 1,0–1,2. Но в разрезах на глинистых породах четко фиксируются максимумы Zr, Ti, V, Mn, Ni, несколько ниже у Cu и Zr, P, Al. При сопоставлении с $АН_2$ четко выявились барьеры для Zr, Pb, Ni, слабее Ti, Mn, Cu, V. Здесь обнаружены биогенно-сорбционный, сорбционный

на глинистых породах, кислородно-сорбционный и агротехногенный, наложенный на все отмеченные барьеры. Контрастность барьеров по уч. Присно выше, чем по Бердыжскому, особенно по биогенно-сорбционному — 1,2–4,8.

Влияние агротехногенеза сказалось на смещении барьеров вниз по профилю, особенно четко по Cs-137. По Приснинскому участку биогенно-сорбционный радиогеохимический барьер фиксируется как в нижней части горизонта A_1 с ростом концентраций Cs¹³⁷ в 1,1–1,2 и K-40 в 1,1–1,3 раза, так и в кровле A_1 , где он обусловлен сорбцией изотопов корневой системой растений, контрастность с серединой и подошвой горизонта — 3,6. Самая контрастная часть сорбционного радиобарьера установлена на глубине 0,3 м на контакте супесей с суглинками (горизонты A_2B и C) с увеличением содержания Cs¹³⁷ в 2,2 и K-40 в 1,3–2,1 раза по сравнению с вышележащими отложениями.

Для выделения геохимических барьеров необходимо, чтобы были соблюдены два условия: уменьшение интенсивности миграции химических элементов, что может произойти в результате изменения условий миграции. И второе — должна быть зафиксирована концентрация химических элементов. Если второе условие может быть реализовано благодаря лабораторным исследованиям отобранных образцов, то для установления контрастности условий миграции необходимо выполнить детальный анализ ландшафтно-геохимической структуры исследуемой территории, поскольку местом локализации ГХБ часто являются пограничные геосистемы уровня рода, класса и, возможно, семейства элементарных ландшафтов, так называемые барьерные геосистемы. Такие исследования можно проводить, имея ландшафтно-геохимические карты масштаба 1: 50 000 — 1: 100 000; этот уровень является наиболее оптимальным при проведения полевых исследований.

Анализ ландшафтно-геохимического сопряжения элементарных ландшафтов Мозырского Полесья позволил установить в барьерной геосистеме, совмещенной с краевой зоной болота, высокую динамичность миграционных условий и параметров химических элементов, а также своеобразие ее ландшафтной структуры. В результате сложного динамичного совмещения физико-химического и биогеохимического почвенно-геохимических барьеров, в почве краевой зоны болота установлена концентрация V, Ni, Pb, Cr, P, S. На фитоценоотическом барьере поглощения в наземном покрове барьерной геосистемы концентрируются Si, Mg, K, Na, Ca, Mn. Все это дает основание утверждать, что краевая зона болота демонстрирует свойства комплексного барье-

ра, состоящего из физико-химического и биогеохимического барьеров в почве и фитоценотического — в наземном покрове.

Несомненно, что торфяной горизонт краевой зоны болота является важным биогеохимическим барьером, где концентрируется поступающий с мортмассой широкий круг элементов: P, S, Ca, K, Mn, Si, Ni, Co, Zn и т. д. Биогенная аккумуляция в верхних почвенных горизонтах является важным механизмом концентрации металлов.

Анализ концентрирующихся и рассеивающихся элементов позволил установить явление барьерной геохимической инверсии, при которой Si, Mg, Na, K — макроэлементы, концентрируются на фитоценотическом барьере поглощения и рассеиваются в почве барьерной геосистемы; Pb, Ni, Cr, V — микроэлементы, аккумулируются на физико-химическом и биогеохимическом барьерах и рассеиваются в наземном покрове барьерной геосистемы. Это свидетельствует об активности происходящего в барьерных геосистемах перераспределения элементов между компонентами ландшафта. Барьерная геохимическая инверсия показывает, что между биологическим круговоротом химических элементов и ландшафтной структурой территории существует тесная связь и взаимообусловленность.

Изучение ландшафтов вышеописанных территорий и выделение барьеров в исследованных почвах показало, что перераспределение химических элементов происходит в соответствии с пространственной дифференциацией ландшафтов и позволяет получать высокоинформативные показатели, характеризующие значительные по площади территории.

УДК 631.4 (476)

АГРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ В ПРЕДЕЛАХ 30-КМ ЗОНЫ ДЕЙСТВИЯ ОСТРОВЕЦКОЙ АЭС

М.П. Оношко¹, Л.И. Смыкович²

¹РУП «НПЦ по геологии», Минск, Беларусь,

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

При геохимическом изучении и картировании листа N-35-41 (Свирь), полностью расположенного в пределах 30-км зоны влияния Островецкой АЭС, в масштабе 1:100 000 в 2012–2013 гг. была проведе-

на агрогеохимическая оценка территории с составлением агрогеохимической карты.

По почвенно-геохимическому районированию исследованная территория относится к Северной (Прибалтийской) провинции дерново-подзолистых слабогумусных почв, входит в состав ее северо-западного округа, находится в пределах Вилейско-Докшицкого района дерново-подзолистых супесчаных почв, подстилаемых на различных глубинах моренными суглинками. Значительные площади сложены водно-ледниковыми песками, которые нередко перекрыты маломощными толщами связных и рыхлых супесей. В основном преобладают дерново-подзолистые оподзоленные почвы, местами слабоэродированные, развивающиеся на связных водно-ледниковых супесях, подстилаемых песками, моренными супесями или суглинками.

По гранулометрическому составу на исследованной территории преобладают супесчаные почвы на рыхлых пылевато-песчанистых и песчанистых супесях, которые занимают около 52% общей площади в пределах листа. В естественных экосистемах доминируют песчаные почвы, занимающие 58% их общей площади.

Почвообразующие породы имеют неоднородное строение, достаточно часто встречается двух- или трехчленное строение почвенного профиля. Удельный вес супесчаных почв, имеющих двухчленное строение (супесь-суглинок) весьма высок и достигает 35%.

В пределах листа обследования преобладают площади, занятые лесами (42,3%). Под пашней занято 40,2%, при этом в юго-западной части листа распаханно почти 80% территории. Повышенная расчлененность рельефа обуславливает мелкоконтурность сельскохозяйственных угодий.

Нами проанализировано современное состояние агроландшафтов Островецкого, Сморгонского и Мядельского районов, расположенных в пределах листа N-35-41 (Свирь). Это СПК «Ворняны», «Гервяты», «Михалишки», «Страча», «Кемелишки» и РУП «Совхоз Подольский» Островецкого района, СПК «Лылойти» Сморгонского района и участки пашни в пределах Национального парка Нарочанский (Мядельский район).

Полученные данные по рН среды свидетельствуют, что по степени кислотности отложения являются слабокислыми (рН 5,51–6,00) и близкими к нейтральным (рН 6,01–6,50, 6,51–7,00), за исключением лесных массивов, где зафиксированы значения рН в пределах 3,28–4,31, что указывает на сильноокислую реакцию среды. Содержание $S_{орг}$

в отложениях низкое и колеблется в зависимости от использования территории: по средним значениям изменяется от 1,21% на естественных пастбищах до 1,62 — на пашне. В лесу этот показатель равен 1,42, и только в пойменных отложениях содержание $C_{орг}$ увеличивается до 5,07%.

По степени кислотности почвенные разности в пределах выделенных участков пашни относятся к слабокислым, по содержанию гумуса — в основном среднеобеспеченны, за исключением ряда участков пашни по хозяйствам в СПК «Кемелишки», «Михалишки» и «Страча» Островецкого района и одному участку в Сморгонском районе, где в почвах зафиксировано недостаточное (1,7–2,0%) и низкое (1,1) содержание гумуса.

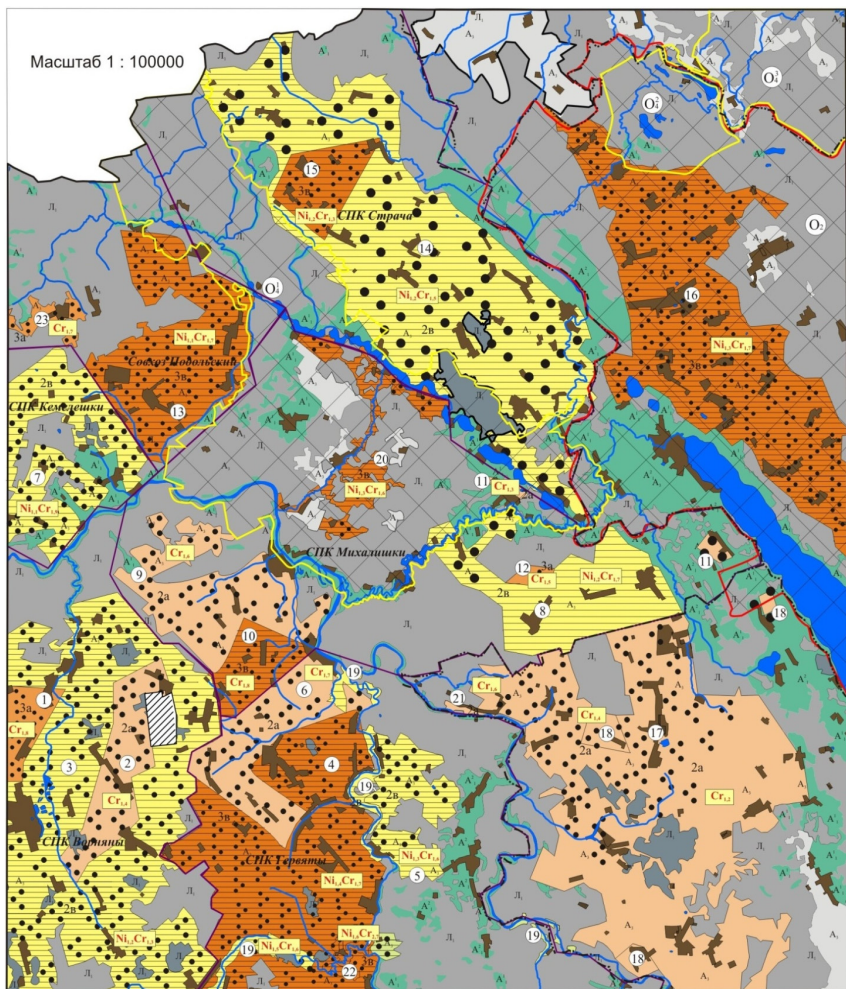
По обеспеченности K_2O участки пашни разделились на две группы: низкое содержание (105–133 мг/кг почвы) отмечено по некоторым участкам в СПК «Гервяты», «Кемелишки», «Михалишки» и «Страча» Островецкого района и в Мядельском районе (125), среднее (146–190 мг/кг почвы) — участки в СПК «Ворняны», «Гервяты», «Михалишки», РУП «Совхоз Подольский» и в участке Сморгонском районе (168 мг/кг почвы).

По содержанию P_2O_5 почвы, используемые под пашню, в районе в основном являются высоко обеспеченными (группы от 151–250 до 251–400 мг/кг).

Почти по всем микроэлементам содержание в почвах ниже принятых в республике ПДК. Исключение составляет хром (по всем участкам выше в 1,2–2,2 раза) и никель — превышением ПДК в 1,2–1,4 раза. Это некоторые участки в СПК «Гервяты», в СПК «Михалишки» и «Страча».

Для элементов 1-го класса опасности (Zn, Pb) для всех выделенных массивов показатель ПДК меньше единицы. Уровень загрязнения почв относится к допустимому. Для элементов 2-го класса опасности (Cu, Ni, Mo, Cr) показатель ПДК в диапазоне 1,0–5,0 (умеренно опасное и опасное загрязнение). Превышение допустимого ПДК наблюдается, в основном, по Ni. Для элементов 3-го класса опасности (V, Mn) показатель ПДК меньше единицы для всех выделенных массивов и их уровень загрязнения относится к допустимому.

По выделенным массивам определялся потенциал плодородия. Высокий потенциал плодородия (> 8,5 балла) не характерен ни для одного из массивов. Наличием среднего потенциала плодородия (7 – 8 баллов) отмечено по 11 массивам пашни, 2 массивам пастбищ, 7 массивов пашни, 1 — пастбищ и 2 массива сенокосов имеют низкий потенциал плодородия (< 7 баллов).



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

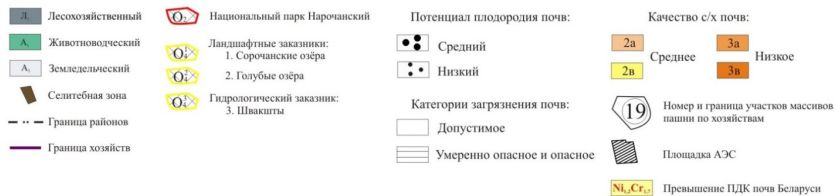


Рис. Агрогеохимическая карта территории листа N-35-41 (Свирь)

По вышеописанным показателям оценено качество почв по территории листа N-35-44 (Свирь). Установлено, что исследованные почвы относятся к почвам среднего и низкого качества.

На основе вышеизложенного составлена агрогеохимическая карта территории (рис.). Агрогеохимическая карта создана на основе оцифрованных карт функциональной зональности, фактического материала, природных ландшафтов, почвенной карты и базы данных по геохимическому составу отложений и химической оценки почв.

УДК 631.445.9:631.452:634.1

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ И ЭТАЛОН ПЛОДОРОДИЯ СКЕЛЕТНЫХ ПОЧВ КРЫМА ДЛЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Н.Е. Опанасенко

*Никитский ботанический сад – Национальный научный центр,
г. Ялта, Россия*

Установленные на основе 35-летних почвенно-биологических исследований и корреляционно-регрессионного анализа реально оптимальные параметры основных агрономически важных показателей плодородия скелетных плантажированных почв колебались в широких пределах в зависимости от зон, почвенно-гидрологических условий, особенностей орошения, плодовых культур и их подвоев. При оценке пригодности и разработке эталона высокого уровня плодородия скелетных почв под сады изученные культуры разделены на две группы, которые по почвенным параметрам в наименьшей мере различались в пределах трех зон Крыма.

Наиболее адаптированными на скелетных почвах были сорта абрикоса на подвое абрикос, алычи на алыче, миндаля и персика на миндале и сеянцы ореха грецкого для плодopolос. Более «требовательными» к плодородию таких почв оказались сорта груши на лесной груше, черешни на антипке, сливы на алыче, яблони на лесной яблоне, сеянцы ореха грецкого для промышленных садов. Отдельную группу составили сорта груши на лесной груше, яблони на сеянцах Синапа Крымского и на Дусене V на скелетных гидроморфных почвах речных долин.

Вторая группа культур наиболее «требовательна» к плодородию скелетных почв в зонах Южной и Предгорной степи, где скелетность почв в плантажном слое не должна превышать 15 и 20% соответственно, а в глубжележащих слоях — 30 и 35%. Плотные породы должны залегать глубже 150 и 145 см, запасов мелкозема и гумуса в корнеобитаемых слоях должно быть не менее 13 и 11 тыс. т/га, 175 и 160 т/га соответственно. Количество CaCO_3 в слое 0–50 см не должно превышать 25 и 20%, в глубжележащих слоях — 35 и 30%.

Первая группа культур по сравнению со второй не так «требовательна» к плодородию скелетных почв и под нее можно отводить менее мощные (на 33–18 см), менее мелкоземистые (на 4–2 тыс. т/га) и до 20 т/га обедненные запасами гумуса почвы. Сорта этих культур не хлорозили и при большей на 5–10% карбонатности почв. При постоянном увлажнении корнеобитаемого слоя аллювиальных скелетных почв пойменных и низких речных террас пресными грунтовыми водами яблоня и груша наименее «требовательны» к обогащенности почв мелкоземом и гумусом, но карбонатность их не должна превышать 15% в слое 0–50 см и 20% в глубжележащих слоях (табл.).

За эталон достаточной обеспеченности почв запасами валовых форм N, P, K приняты усредненные их запасы на садопригодных почвенных видах под хорошими деревьями без симптомов азотно-фосфорно-калийного голодания листьев, подтвержденные их зольным анализом. Запасы подвижных форм основных элементов питания в скелетных почвах в течение вегетации должны быть не менее: N-NO_3 — 60, P_2O_5 — 55, K_2O — 2200 кг/га.

В основу определения эталона достаточной влагообеспеченности садовых скелетных почв положены результаты 22-летнего изучения динамики запасов продуктивной влаги за вегетационные периоды (апрель — октябрь) на различных по скелетности и глубине залегания плит известняков, конгломератов почвенных видах и под различными по состоянию и урожайности деревьями плодовых культур. Изучение динамики влажности сопровождалось физиологическими исследованиями оводненности, водоемкости и водного дефицита листьев различных сортов.

Уровень достаточной влагообеспеченности скелетных почв в летнее — осеннее время для семечковых культур равен не менее 75–80 мм продуктивной влаги в корнеобитаемом слое, для косточковых культур и миндаля — не менее 55–65 мм в зависимости от сорта и подвоя. Эти показатели являются базовыми при орошении садов на скелетных почвах в вегетационный период.

Таблица

Эталоны плодородия скелетных тяжелосуглинистых и легкосуглинистых почв для промышленных садов плодовых и орехоплодных культур в различных почвенно-климатических зонах Крыма
(среднее по изученным почвам, сортам, подвоям), установленные на основе оптимальных почвенных параметров

Основные агрономически значимые почвенные показатели	Абрикос, алыча, миндаль, персик, орех грецкий для плодолопос, черешня			Груша, орех грецкий для промышленных садов, слива, яблоня			Груша, яблоня	
	Южная степь	Предгорная степь	Предгорная и горная лесостепь	Южная степь	Предгорная степь	Предгорная и горная лесостепь	Гидроморфные почвы	
	Автоморфные почвы							
Содержание скелета, % от объема почвы, в слоях: 0–50 см 50–100 см и глубже	<15	<20	<25	<15	<20	<35	<40	
	<30	<35	<45	<30	<35	<50	<60	
Глубина залегания плотных подстилающих пород, см	>127	>117	>117	>150	>145	Пресные грунтовые воды на глубине 170–180 см (лето)	>9000	
Запасы в корнеобитаемом слое мелкозема, т/га	>9900	>9000	>9000	>13200	>11900	>9500	>9000	
Запасы в корнеобитаемом слое гумуса, т/га	>155	>140	>140	>175	>160	>120	>125	
Содержание СаСО ₃ , % в слоях: 0–50 см 50–150 см	<30	<25	<25	<25	<20	<15	<15	
	<40...45	<35...40	<35...40	<35	<30	<20	<20	
Запасы валовых форм N, P, K в слое 0–100 см, т/га	Не менее 7...8; 8...9; 80...100						Не менее 7; 16; 115	

По гранулометрическому составу мелкозема под плодовые и орехоплодные культуры наиболее благоприятны широко распространенные в изученных зонах Крыма средне- и тяжелосуглинистые и легкосуглинистые крупнопылевато-иловатые скелетные почвы и почвообразующие породы. В них в пределах полуторфянистой толщи должны отсутствовать очень тяжелые или легкие слои. Количество ила должно быть не менее 14% и не более 55%. Эталоном высокого уровня плодородия можно принять скелетные почвы и почвообразующие породы, в мелкоземе которых содержится 30...40% илистых частиц.

Установлено, что эталоном высокого уровня плодородия под все плодовые культуры служат почвы, содержащие >75% агрегатов размером 10–0,25 мм и >80% микроагрегатов крупнее 0,01 мм. Плотность мелкозема почв и пород должна быть в пределах 1,20...1,30 г/см³ и не превышать 1,45 г/см³, а общая порозность мелкозема составлять 50...55% и быть не менее 38%.

Все эталонные показатели высокого уровня плодородия скелетных почв реальны, так как обоснованы в разнообразных природных условиях районов распространения таких почв и в многочисленных плодоносящих садах за длительное время. Критерием оптимальности почвенных условий плодовым деревьям была их урожайность, которая почти у всех плодовых и орехоплодных культур на садопригодных почвах соответствовала базовым значениям и превышала среднюю по Крыму урожайность.

УДК 631.417.2

ОСОБЕННОСТИ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Панасин, Д.А. Рымаренко

*ФГБУ «ЦАС «Калининградский»,
г. Калининград, Россия*

Гумусовые вещества играют общепланетарную роль в накоплении и распределении химических элементов в педосфере. Практически все свойства почвы — биологическая активность, водно-физические и буферные свойства, поглощательная способность — в той или иной степени зависят от содержания и состава гумуса. Наиболее значитель-

но влияние органического вещества на физические свойства почвы. Более гумусированная почва имеет прочную структуру не только в пахотном, но и в подпахотном горизонтах, при этом увеличивается удельная поверхность почвы. Увеличение содержания органического вещества приводит к росту водопроницаемости и водоудерживающей способности почв, расширяет диапазон активной влаги, оптимизирует водно-воздушный режим и физические условия корневого питания растений, что особенно актуально в климатических условиях Калининградской области. Запасы органического вещества определяют ряд таких свойств, как теплоемкость, теплопроводность, плотность, емкость поглощения.

Содержание и состав гумуса определяется процессами гумификации и минерализации органического вещества, направление и скорость которых зависят главным образом от природно-климатических факторов. Климатические особенности региона обуславливают длительный период биологической активности почв при достаточном или избыточном увлажнении. Вследствие этого часть гидрофильных органических соединений мигрирует с нисходящим током почвенных растворов в нижележащие горизонты почвенного профиля.

Объектом исследования являются минеральные почвы земель сельскохозяйственных угодий Калининградской области. Всего отобрано свыше 600000 образцов гумусово-аккумулятивных горизонтов почв. Отбор проб проводился по ГОСТ 28168-89. Содержание органического вещества и другие агрохимические показатели определялись по стандартным гостированным методикам.

Для определения группового и фракционного состава было отобрано свыше 150 образцов из гумусово-аккумулятивных горизонтов. В них, кроме стандартных агрохимических показателей были определены валовое содержание азота, валовое содержание ряда тяжелых металлов, а также содержание подвижных форм микроэлементов. Групповой и фракционный состав гумуса определялся по методу Пономаревой и Плотниковой.

Средневзвешенное содержание органического вещества в пересчете на гумус в гумусово-аккумулятивных горизонтах почв сельскохозяйственных угодий на 01.01.2015 составляет 2,90%. Содержание гумуса зависит от вида сельскохозяйственных угодий: на пашне среднее содержание составляет 2,70%, на пастбищах — 3,10%, на сенокосах — 3,30%, на многолетних насаждениях — 2,70%.

Зависимость между содержанием физической глины и органического вещества осложняет широкое распространение на территории

региона двучленных и минералогически неоднородных почвообразующих пород. Наилучшие условия для гумусообразования и гумусонакопления создаются при залегании достаточно мощного кроющего суглинистого наноса на моренной валунной супеси. На пылеватых суглинках, подстилаемых озерно-ледниковыми глинами, процессы трансформации органического вещества протекают значительно медленнее.

Содержание и состав гумуса в почвах является относительно консервативной величиной. Закономерности гумусонакопления, а также особенности состава гумуса почв агроландшафтов Калининградской области были ранее описаны нами достаточно подробно. Фракционный состав гумуса в гумусово-аккумулятивных горизонтах дерново-подзолистых почв несколько различается в зависимости от вида угодья (табл.).

Таблица

Групповой и фракционный состав гумуса горизонта A_1 ($A_{\text{пах}}$) почв различных сельскохозяйственных угодий

Вид угодья	$C_{\text{ГК}}, \% \text{ от } C_{\text{орг}}$			$C_{\text{ФК}}, \% \text{ от } C_{\text{орг}}$				$\frac{C_{\text{ГК}}}{C_{\text{ФК}}}$	Негидролизующий остаток, $\% \text{ от } C_{\text{орг}}$
	1	2	3	1а	1	2	3		
Пашня	10,3	4,5	11,6	5,5	12,3	5,5	11,8	0,75	38,5
Пастбище	10,9	5,1	10,7	6,0	12,2	8,0	11,9	0,74	35,8
Сенокос	10,8	4,0	12,1	7,0	11,1	7,9	11,9	0,80	36,0

В пахотных почвах доля первой фракции гуминовых кислот и кислоторастворимых соединений несколько меньше, чем в почвах сенокосов и пастбищ, а доля инертного негидролизующего органического вещества выше. Однако различия незначительны, можно лишь говорить о тенденции снижения доли лабильных гумусовых веществ в пахотных почвах. Региональной особенностью гумусного состояния окультуренных дерново-подзолистых почв является относительно высокая растворимость и подвижность гумусовых веществ, и пониженное содержание негидролизующего остатка.

Органические макромолекулы являются естественными ионообменниками. Кислотно-основные свойства почв, особенно верхних горизонтов, во многом определяются содержанием и составом гумуса. Изучение корреляционных взаимосвязей между содержанием гумуса и кислотностью показало, что с ростом содержания органического вещества обменная и гидролитическая кислотность увеличиваются практически линейно. Величина $pH_{\text{КК}}$, а также емкость и насыщенность почвенного поглощающего комплекса основаниями определя-

ются, кроме запасов и состава гумуса, содержанием и природой минеральных коллоидов, а также антропогенным воздействием на почву, в частности известкованием, фосфоритованием, видами и дозами минеральных удобрений.

Активная кислотность зависит главным образом от содержания относительно подвижных специфических гумусовых веществ. Коэффициент корреляции между суммарным содержанием фульвокислот и pH водной вытяжки составляет $-0,56 \pm 0,19$; такое же значение имеет коэффициент корреляции между активной кислотностью и первой фракцией гуминовых кислот. По мере нейтрализации реакции почвенного раствора наблюдается тенденция к накоплению инертного консервативного гумуса. Между величиной pH водной вытяжки и содержанием негидролизующего органического вещества установлена тесная корреляционная зависимость ($r = +0,71 \pm 0,14$).

Кислотность гумусово-аккумулятивных горизонтов почв в той или иной степени определяется содержанием свободной и рыхлосвязанной фракции гумусовых веществ, причем в почвах легкого гранулометрического состава зависимость практически линейная.

Таким образом, регулируя кислотно-основные свойства почв, можно влиять на состав гумуса и подвижность химических элементов в профиле. В целом, состав гумуса отражает биоклиматические условия гумусообразования.

УДК 631.459.6:633

ИНФИЛЬТРАЦИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ИЗ ДЕРНОВО-ГЛЕЕВЫХ, ТОРФЯНИСТО-ГЛЕЕВЫХ И ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОД МОНОКУЛЬТУРОЙ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВ

Г.В. Пироговская

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

Многолетние травы наиболее приспособлены для произрастания на дерново-глеевых, торфянисто-глеевых и торфяных, в том числе и деградированных торфяных почвах. В настоящее время площади этих почв преимущественно находятся под улучшенными сенокосами и пастбищами.

Цель исследований – оценить инфильтрацию атмосферных осадков в дерново-глеевых, торфянисто-глеевых и торфяных почвах при длительном возделывании многолетних бобово-злаковых травосмесей (1981–2012 гг.).

Исследования проводились на лизиметрической станции, расположенной в южной части г. Минска (53°51′03″ N, 27°30′26″ E) Республики Беларусь. Станция введена в эксплуатацию в 1980 г., включает 48 насыпных лизиметра, цилиндрической формы из сборных железобетонных колец с глубиной почвенного профиля 1,0 и 1,5 м. Колодцы лизиметров имеют внутренний диаметр 2,0 м, площадь – 3,14 м².

Инфильтрация атмосферных осадков рассчитывалась по данным фильтрации этих осадков, полученных при выполнении стационарных лизиметрических опытов за период 1981–2012 гг., по десятилетиям (1981–1990, 1991–2000 и 2001–2010 гг.), в различные по степени увлажнения годы (влажные, оптимальные, слабозасушливые, засушливые и очень засушливые годы) и сезонам года (весна, лето, осень и зима). Весенний (март, апрель, май), летний (июнь, июль, август) и осенний (сентябрь, октябрь, ноябрь) периоды, соответствовали календарному периоду каждого года. Расчет инфильтрации за зимний период соответствовал подсчету инфильтрации за декабрь текущего года (n) и за январь и февраль следующего года (n+1). Такой расчет обоснован температурным режимом в зимний период, так как при температуре ниже 0 °C выпадают твердые осадки, которые в жидкую фазу переходят только при положительной температуре воздуха и инфильтрация может происходить значительно позже, чем их выпадение.

Установлено, что среднегодовая инфильтрация атмосферных осадков из слоя 1,0–1,5 м за 1981–2012 гг. на дерново-глеевых, торфянисто-глеевых и торфяных почвах, используемых с 1981 г. под многолетними бобово-злаковыми травосмесями, изменялась в зависимости от типа почв: на дерново-глеевых песчаных (лиз. 17, 18) составляла 112,0 л/м², торфянисто-глеевой – 110 и торфяной – 105,6 л/м². В дерново-глеевой и торфянисто-глеевой почвах наиболее высокая инфильтрация атмосферных осадков отмечалась в период 2001–2010 гг., она была выше в 1,26 и 1,05 раза, чем за период 1991–2000 гг., соответственно в 1,60 и 1,38 раза, чем за 1981–1990 гг. Что касается инфильтрации осадков на торфяной почве, то она была максимальной (155,9 л/м²) в 1991–2000 гг. и была больше в 1,34 раза, чем в 1981–1990 гг. и в 1,77 раза, чем за период 2001–2010 гг. Самая высокая связь инфильтрата с количеством атмосферных осадков отмечалась в дерново-глеевых песчаных почвах (табл. 1).

Таблица 1

Изменение инфильтрации атмосферных осадков (слой 1,0–1,5 м) в дерново-глеевых, торфянисто-глеевых и торфяных почвах под многолетними бобово-злаковыми травосмесями, 1981–2012 гг.

Название почвы	Инфильтрация, л/м ²					R ² (по сред- ним данным за 1981– 2012 гг.)
	1981–2012 гг.	1981–1990 гг.	1991–2000 гг.	2001–2010 гг.	2001–2010 гг. к 1981–1990 гг. +, –	
Дерново-глеевая песчаная (лиз. 17–18)	112,0	88,0	111,5	140,5	28,5	0,598
Торфянисто-глеевая (лиз. 19–20)	110,0	92,5	122,1	128,1	18,1	0,373
Торфяная (лиз. 21–22)	105,6	116,3	155,9	88,3	-17,3	0,105
НСР _{0,5}	8,5	6,8	10,3	8,3	—	—

В этих почвах при возделывании многолетних бобово-злаковых травосмесей наибольшая инфильтрация атмосферных осадков наблюдалась во влажные годы от 161,3 л/м² (торфянисто-глеевая) до 172,2 л/м² (дерново-глеевая), далее в слабозасушливые – от 111,1 л/м² (торфянисто-глеевая) до 134,0 л/м² (торфяная). В меньшей степени просачивалось инфильтрата через слой 1,0–1,5 м указанных почв при возделывании многолетних трав в оптимальные по степени увлажнения годы от 63,1 л/м² (торфяная) до 84,6 л/м² (дерново-глеевая), а также в засушливые от 62,5 л/м² (торфянисто-глеевая) до 83,2 л/м² (торфяная) (табл. 2).

Таблица 2

Влияние степени увлажнения года на изменение инфильтрации атмосферных осадков (слой 1,0–1,5 м) в дерново-глеевых, торфянисто-глеевых и торфяных почвах под многолетними бобово-злаковыми травосмесями, 1981–2012 гг.

Название почвы	Инфильтрация, л/м ²				
	Степень увлажнения года*				
	влаж- ные	опти- маль- ные	слабо- засуш- ливые	засуш- ливые	очень засуш- ливые
Дерново-глеевая песчаная (лиз. 17–18)	172,2	84,6	115,5	76,3	63,1
Торфянисто-глеевая (лиз. 19–20)	161,3	84,3	111,1	62,5	123,3
Торфяная (лиз. 21–22)	147,3	63,1	134,0	83,2	108,4
НСР _{0,5}	12,5	5,2	9,7	5,2	7,1

Примечание. * влажные годы – 1982, 1985, 1990, 1993, 1998, 2006, 2008, 2009; оптимальные – 1984, 1987, 1988, 1989, 1996, 2001, 2004, 2005, 2010 гг.; слабозасушливые – 1981, 1986, 1991, 1994, 1997, 2003, 2007, 2011, 2012 гг.; засушливые – 1983, 1992, 1995, 2000 гг.; очень засушливые – 1999, 2002 гг.

Корреляционный анализ связи величины инфильтрации с атмосферными осадками показывает, что наиболее тесная зависимость между этими показателями отмечалась во влажные и оптимальные по степени увлажнению годы, в том числе коэффициент корреляции в дерново-глеевых песчаных почвах в эти годы находился в пределах от $R^2 = 0,582$ до $0,755$, в торфянисто-глеевых — $0,612$ – $0,657$ и торфяных — $R^2 = 0,342$ – $0,425$.

Инфильтрация атмосферных осадков в годы исследований существенно различалась и по сезонам года. Количество инфильтрата в дерново-глеевой песчаной почве в среднем за 1981–2012 гг. при возделывании многолетних трав в весенний период составило $56,7 \text{ л/м}^2$ и было выше, чем в зимний период в 5,7 раза ($9,9 \text{ л/м}^2$), в 8 раз — в осенний период ($7,1 \text{ л/м}^2$) и в 11,3 раза, чем в летний ($5,0 \text{ л/м}^2$), соответственно на торфянисто-глеевой почве — в весенний период — $60,0 \text{ л/м}^2$ и было выше, чем в зимний период в 3,8 раза ($15,8 \text{ л/м}^2$), в 4,2 раза — в осенний период ($14,2 \text{ л/м}^2$) и в 5,9 раза, чем в летний ($10,2 \text{ л/м}^2$), торфяной — в весенний период $64,2 \text{ л/м}^2$ и было выше, чем в зимний период в 4,1 раза ($15,8 \text{ л/м}^2$), в 6,4 раз — в осенний ($10,1 \text{ л/м}^2$) и в 9,0 раз, чем в летний ($7,1 \text{ л/м}^2$). Аналогичные закономерности по инфильтрации атмосферных осадков отмечаются и по десятилетиям. Процент инфильтрации от суммы атмосферных осадков в среднем за лизиметрический год (1981–2012 гг.) при возделывании многолетних трав был невысокий и составил на первой почве 13,2%, второй — 16,8 и третьей — 16,3%.

УДК 332.6: 631.435

ДЕНЕЖНАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

И.В. Плиско

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н.Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

Гранулометрический состав (далее грансостав) — важнейшая и наиболее распространенная характеристика почв, формирующая основные продуктивные и экологические функции почв. Трудно переоценить роль грансостава в различного рода оценках, в том числе бонитировке и денежной оценке. Согласно методического подхода,

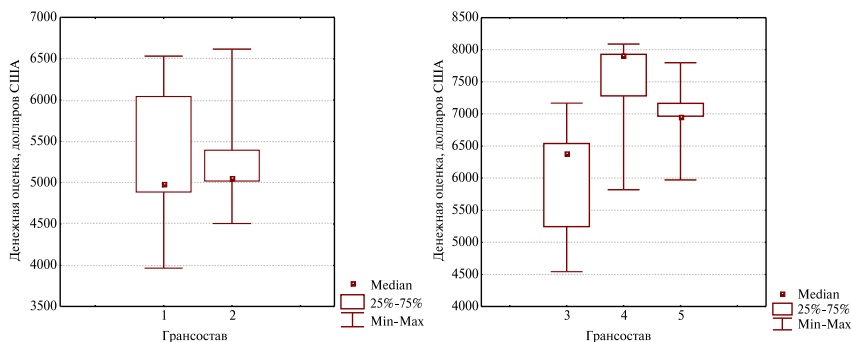
разработанного В.В. Медведевым и др. [2006], базовая (фундаментальная) денежная оценка почв состоит из трех составляющих стоимости: содержания подвижного гумуса, питательных элементов в пахотном слое и биологического потенциала продуктивных почв. Основные положения методического подхода основаны на методике расчетов индексов ценности земель сельскохозяйственного назначения на почвенно-экологической основе, предложенной И.И. Кармановым с соавт. (2003), несколько измененной и адаптированной к условиям Украины.

Цель исследований — определить денежную оценку основных типов почв Украины, которые вовлечены в сельскохозяйственное производство, а также исследовать ее изменения в почвах различного грансостава.

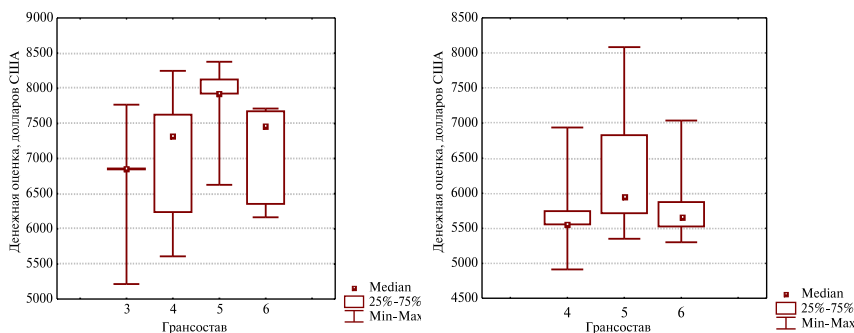
Для расчетов денежной оценки почв были созданы специальные выборки из базы данных почвенной, климатической и картографической информации «Свойства почв Украины», которая включает более 2000 почвенных разрезов, расположенных во всех природно-климатических зонах страны (Лактионова и др., 2012). Структура БД включает 329 показателей, сгруппированных в 9 таблицах. Объектами исследований выступали основные 40 типов пахотных почв Украины, выделенные на почвенной карте Украины масштабом 1:1500000. Для обработки результатов использовали программные средства в виде программы Statistica.

В ходе исследований рассчитана денежная оценка основных типов почв различного грансостава, результаты приведены в таблице. Установлено, что значение рассчитанного стоимостного показателя изменяется в достаточно широком диапазоне — от 3454 до 8380 долларов США. Выявлено значительное влияние грансостава различных типов почв на величину стоимостного показателя. С помощью методов математической статистики рассчитано статистическое распределения денежной оценки 1 га пахотных почв в зависимости от их грансостава, результаты расчетов для некоторых типов почв показаны на рисунке.

Для дерново-подзолистых почв легкого грансостава (супесчаных, песчаных и глинисто-песчаных) рассчитана самая низкая денежная оценка 1 га пашни. Установлено, что с увеличением содержания физической глины (частиц размером $<0,01$ мм) наблюдается увеличение стоимости исследованных почв: медианное значение для дерново-подзолистых песчаных и глинисто-песчаных почв не превышает 4987 долларов, для супесчаных — увеличивается до 5059.



Дерново-подзолистые почвы Темно-серые оподзоленные



Черноземы типичные Чернозем обыкновенный

Рис. Статистическое распределение значений денежной оценки почв Украины (в долларах США) в зависимости от гранулометрического состава (медианные, минимальные значения); 1, 2, 3, 4, 5, 6 – код грансостава (по табл.)

Для серых лесных почв наблюдается следующая тенденция: с утяжелением грансостава стоимостный показатель постепенно возрастает, но до определенного момента. Наибольшее медианное значение (7160 долл.) рассчитано для серых лесных среднесуглинистых почв по сравнению с аналогичными супесчаными и легкосуглинистыми почвами. Денежная оценка тяжелосуглинистых почв снижается по сравнению со среднесуглинистыми, медианное значение не превышает 7010 долларов.

Для темно-серых оподзоленных почв рассчитанный показатель значительно выше по сравнению с легкими почвами, его значение варьирует от 6389 (для легкосуглинистых) до 7917 долларов (для среднесуглинистых), для тяжелосуглинистых почв медианное значение снижается до 6963. Аналогичная тенденция в целом сохраняется и для черноземов оподзоленных.

Таблица

Интервалы варьирования денежной оценки пахотных почв Украины

Название почвы	Код гран-состава ¹⁾	Денежная оценка, долларов США за 1 га			Объем выборки (n)
		средняя	мини-мальная	макси-мальная	
Дерново-подзолистые	1, 2	5280	3965	6616	222
Серые лесные	2, 3, 4, 5	6618	4784	7851	149
Темно-серые оподзоленные	3, 4, 5	6790	4544	8087	160
Черноземы оподзоленные	3, 4, 5	7062	5025	8196	126
Черноземы типичные	3, 4, 5, 6	7127	5216	8380	121
Черноземы обыкновенные	4, 5, 6	6040	4912	8084	180
Черноземы южные	5, 6	4018	3454	4282	23
Темно-каштановые	5, 6	3817	3476	4694	15

¹⁾ Код и название грансостава: 1 — песчаный и глинисто-песчаный; 2 — супесчаный; 3 — легкосуглинистый; 4 — среднесуглинистый; 5 — тяжелосуглинистый; 6 — глинистый

В ходе исследований установлено, что наиболее высокую стоимость имеют почвы среднесуглинистого грансостава — от 5556 до 7934 долларов за 1 га по сравнению с почвами другого грансостава. При этом наивысшая денежная оценка среди исследованных почв рассчитана для черноземов типичных.

Денежная оценка черноземов обыкновенных также зависит от грансостава, однако для этих почв прослеживается увеличение показателя с утяжелением грансостава. Так, например, медианное значение для среднесуглинистых и глинистых разновидностей соответственно составляет 5556 и 5671 долларов, для тяжелосуглинистых почв — возрастает до 5962. Стоимость 1 га черноземов южных глинистых выше на 346 долларов по сравнению с тяжелосуглинистыми аналогами.

Результаты расчетов позволяют сделать вывод о том, что самую низкую денежную оценку (не более 3476 долларов) среди исследованных почв имеют пахотные темно-каштановые глинистые почвы и черноземы южные тяжелого грансостава, а также дерново-подзолистые почвы легкого грансостава — песчаного и глинисто-песчаного. В свою очередь наибольшую денежную оценку имеют почвы среднесуглинистого грансостава большинства пахотных почв Украины. Среди почв степной зоны (черноземы обычные, южные и темно-каштановые) большую стоимость 1 га пашни имеют тяжелосуглинистые почвы по сравнению с глинистыми аналогами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОГО АВИАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

В.Р. Понтус¹, А.Р. Понтус¹, А.А. Лепешев², В.Б. Кадацкий²

¹Государственное предприятие «НПЦ по геологии»

*²УО «БГПУ им. М. Танка»,
г. Минск, Беларусь*

Проблема деградации мелиорированных торфяных почв весьма актуальна для республики. В комплексе разрабатываемых мер направленных на предотвращение данных процессов весьма ценным является наличие информации о современном состоянии мелиорированных торфяных почв, масштабе развития и прогнозе распространения процессов деградации на конкретном мелиоративном объекте и на этой основе принятие оперативных мер по предотвращению или минимизации деградации торфяных почв. Традиционные полевые почвенные съемки не соответствуют требованию оперативности получения актуализированной информации. Таким образом, возникла необходимость использовать дистанционные методы для оперативного картографирования почвенного покрова мелиорированных территорий. Одним из путей решения данной проблемы явилось применение беспилотного авиационного комплекса (БАК) «Бусел М» для проведения съемки почвенного покрова. Отсюда и возникала главная задача исследований — дать оценку возможности и перспективе применения БАК и материалов съемки для почвенного картографирования.

В настоящее время материалы съемки БАК достаточно часто используют для создания цифровых ортофотопланов, а также электронных тематических карт и планов. Данная информация формируется путем выполнения покадровой съемки почвенного покрова с помощью камеры летательного аппарата и последующей обработкой, анализом результатов цифровой съемки. Работа выполнялась нами в рамках ГНТП «БАК и технологии», а объектом исследования была выбрана Полесская опытная станция Лунинецкого района Брестской области.

В качестве теоретической основы для разработки методики и технологии картографирования деградированных торфяных почв на основе материалов съемки БАК была взята та особенность, что дегроторфя-

ные почвы находящиеся в разной степени деградации имеют различия в спектральной яркости отраженного сигнала. Способ выявления и картографирования степени деградации торфяных почв основан на спектральном анализе и преобразовании (тематической обработки) материалов съемки, на учете результатов полевого эталонирования материалов съемки БАК, лабораторного анализа образцов с поверхностного горизонта деградированных почв различных степеней деградации и использования современного специализированного программного обеспечения. Съемка почвенного покрова проводилась с высоты 170–200 м мультиспектральной камерой ADCMicro. Для дешифрирования структуры почвенного покрова использовались ближний инфракрасный, красный и зеленый каналы спектра. Обязательным условием при выполнении работ являлось наличие открытой поверхности участков полей.

Основными технологическими этапами по картографированию деградированных почв мелиорированных территорий с использованием БАК, являются проведение самой съемки, изготовление ортофотомозаики, обработку и интерпретацию полученных данных (рис. 1).

При использовании БАК в режиме кадрового фотографирования изображение местности получается в виде набора отдельных снимков, которые теоретически представляют собой центральную проекцию фотографируемой местности. Далее выполняется создание электронного накладки монтажа и формирование фотограмметрического блока в ЦФС PHOTOMOD. Электронный накладка монтаж создается путем последовательного ориентирования снимков по связующим и опорным точкам. При этом выполняется трансформирование снимков с использованием проективных преобразований. После этого созданный ортофотоплан экспортируется в ПО ArcGis. Необходимым промежуточным этапом является проведение выборочных наземных исследований (эталонирование) обработанных материалов с отбором почвенных образцов и точной привязкой на местности точек отбора проб. На основании полученных материалов съемки, тематических картографических материалов и данных лабораторных анализов формируется библиотека спектральных признаков основных почвенных разновидностей и разрабатывается актуализированная электронная тематическая почвенная карта, отражающая современную структуру почвенного покрова мелиоративного объекта с выявленными деградированными почвами находящимися в разной стадии деградации (рис. 2). Одной из основных задач исследований являлось достоверное определение стадий деградации торфяных почв (остаточного содержания ОВ и минеральных компонентов) на материалах съемки БАК.

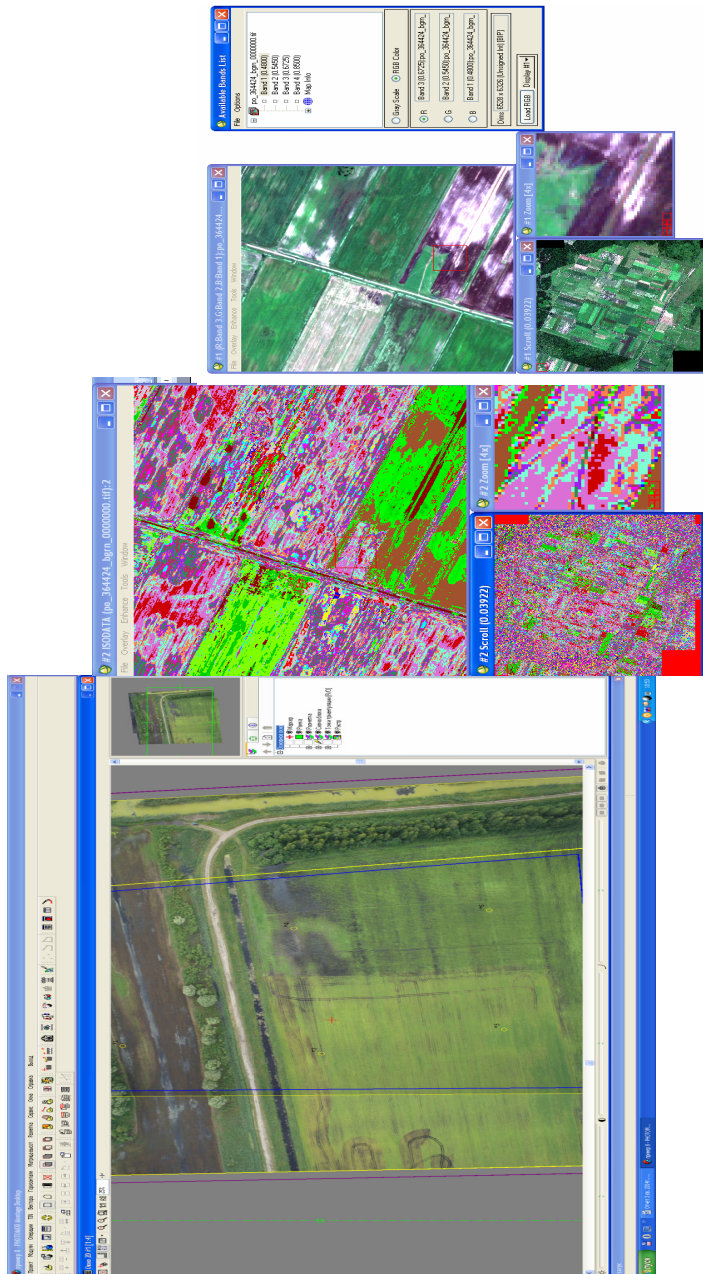


Рис. 1. Основные этапы использования БАК для картографирования деградированных почв:
 а – изготовление ортофото мозаики в ЦФС PHOTOMOD; б – экспорт ортофотоплана в ПК ENVI;
 в – тематическая классификация в ПК ENVI

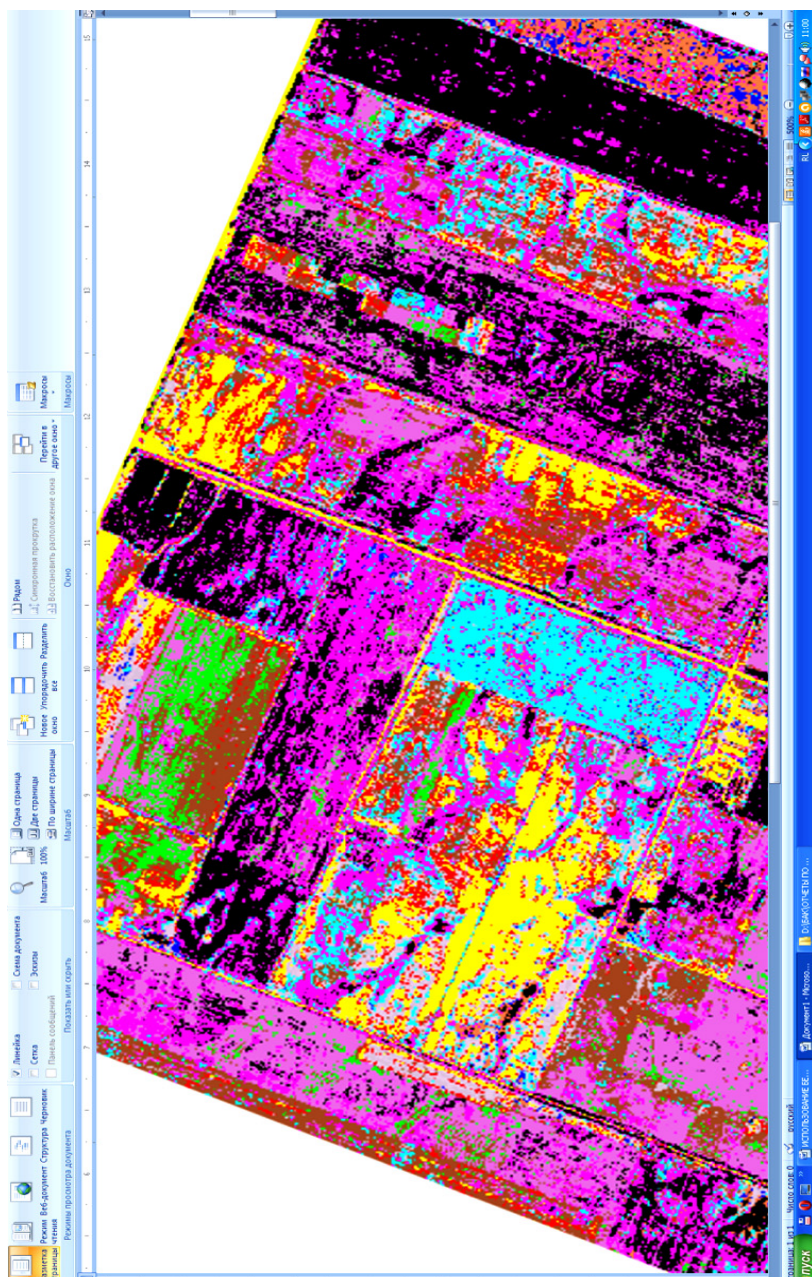


Рис. 2. Фрагмент цифровой растровой почвенной карты М 1: 10 000

Путем управляемой тематической классификации электронного ортофотоплана и ГИС-анализа её результатов с имеющимися тематическими материалами было установлено высокое соответствие между всеми кластерами и почвенной картой. При этом некоторые кластеры при автоматизированном дешифрировании объединялись в один класс. Определенную сложность представляло разделение постторфяных почв с содержанием ОВ менее 5% и коренных минеральных почв легкого механического состава, поскольку спектральные характеристики их были идентичными. Для наиболее корректного дешифрирования была создана библиотека спектральных индексов основных классов почв включающих торфяные почвы с содержанием ОВ более 50%, дегродторфяные торфяно-минеральные с содержанием ОВ 50–20,1%, дегродторфяные остаточные торфяные с содержанием ОВ 20–5,1%, дегродторфяные постторфяные с содержанием ОВ менее 5% и коренные минеральные песчаные и супесчаные.

Применение БАК показало свою эффективность и что касается дальнейших перспектив использования БАК для почвенного картографирования, то это связано с совершенствованием съёмочной аппаратуры и дальнейшим развитием методов обработки материалов съёмки.

УДК 431.452(478)

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЭРОЗИИ И ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

Л.Г. Попов

*Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

Территория Молдовы сильно подвержена эрозии. Большую опасность для проявления эрозии создают режим осадков и условия рельефа. Среднегодовое количество осадков в северных и наиболее возвышенных центральных районах составляет 450–500 мм, а в южных – 360–400 мм. В течение года осадки распределяются весьма неравномерно. В теплый период года выпадает 70% всех осадков, а в холодный – 30%. За июнь-июль выпадает более ¼ годовой нормы. Наиболь-

шее количество осадков приходится на июнь. Нередко за один дождь выпадает 20–40 мм, а иногда 100 мм и более. Интенсивность ливней нередко составляет 2–3 мм в мин, а в максимуме достигает 6–8 мм в мин. Это создает сильную опасность проявления ливневой эрозии почв.

На территории Молдовы выделено [1, 4] 12 районов, существенно отличающихся друг от друга по условиям рельефа. Расчлененность территории долинно–балочной сетью колеблется от 0,15 до 0,76 км на 1 км², средняя длина склонов — от 200 до 1200 м. Площади склонов с уклоном более 2° занимают от 10–15 до 70–80%, в том числе с уклонами круче 6° от 2–5 до 40–42%. В центральной части республики на склонах находится 70–80% всех земель, а в северной и южной зонах — 40–60% [3]. В целом по республике примерно 2/3 территории находится на склонах. Таким образом, наличие больших площадей склоновых земель, сильная расчлененность территории, значительные уклоны склонов и большая их протяженность — все это создает серьезную опасность проявления эрозии.

Естественный почвенный и растительный покров территории Молдовы сильно изменены хозяйственной деятельностью человека. К этому присоединяется и размещение почти всех виноградников и 2/3 всей пашни на склонах. В совокупности создается опасность проявления эрозии. Опасность эрозии усиливается и тем, что к периоду выпадения ливней, пропашные культуры еще слабо прикрывают поверхность почвы, а после уборки колосовых и зернобобовых культур, почва некоторое время остается без защитного растительного покрова.

Сам по себе почвенный покров Молдовы по ряду признаков не создает особенно серьезной опасности проявления эрозии. На территории республики преобладают суглинистые черноземы, характеризующиеся достаточно высокой противозэрозионной устойчивостью. Большинство почв имеют большую мощность гумусового горизонта. В целом почвенный покров Молдовы характеризуется высоким плодородием. Несмотря на эти благоприятные факторы, в результате многолетнего хищнического использования земель, а также недооценки в течение ряда лет важности мер по предотвращению эрозии, почвенный покров республики оказался в сильной степени пораженным плоскостной эрозией.

Как показали данные корректировки почвенных карт, в различных зонах Молдовы эродировано от 20 до 70% всех почв. В целом по республике эродированные почвы сельскохозяйственных угодий занимают до 35% (табл.).

Таблица

**Динамика площади эродированных почв сельскохозяйственных земель
Республики Молдова**

Степень эродированности	Год							
	1956–1960		1965		1995		2013	
	S, тыс. га	%	S, тыс. га	%	S, тыс. га	%	S, тыс. га	%
Слабо эродированы	137,4	5,7	302,4	14,3	485,3	23,0	504,7	57,5
Средне эродированы	108,2	4,5	195,6	9,3	244,6	11,6	259,3	29,5
Сильно эродированы	—	—	96,2	4,5	94,2	4,4	114,2	13,0
Всего	245,6	10,2	594,2	28,1	824,1	39,0	877,2	34,9

Таким образом, режим осадков, рельеф местности, состав и размещение культур на территории сельскохозяйственных угодий – все это создает большую опасность проявления эрозионных процессов. А вместе с потерями почв и элементов питания растений, ухудшением физических свойств почвы, усилением почвенной засухи, снижением биологической активности почв, а также вследствие механического повреждения растений струйчатыми размоинами на склонах с эродированными почвами резко снижается урожай сельскохозяйственных культур в 2–3 раза (рис. 1, 2).



Рис. 1. Размыв
поверхностного слоя почв



Рис. 2. Механическое повреждение
растений

Данные полученные в лаборатории Защиты почв от эрозии, Института почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо, показали, что для оптимизации и повышения эффективности противо-

эрозионных мероприятий, существенное значение имеет внедрение использования компьютерных технологий в процессе планирования, мониторинга и прогнозирования эрозионных проявлений. Акцент в данных технологиях ставится на составляющие рельефа и режима осадков. Поскольку эти факторы являются решающими в ускоренной эрозии почв и через них можно осуществлять регулирование эрозионной опасности. В то же время, существенно меняется подход к пространственной организации виноградников и пашне на склонах, так как она обуславливает направление возделывания и пространственное соотношение между искусственным макрорельефом и естественным рельефом.

Вследствие использования компьютерных технологий и пространственного полосного планирования, а также расположения культур, залужения междурядий виноградника на склонах круче 6°, потери почв снизились от 28 т/га до 5–6 т/га, а в некоторых случаях эрозия почв вообще не проявлялась [2].

Картографический материал служит точным инструментом для исследований эрозионных процессов и планирования противоэрозионных мероприятий.

Планирование и применение противоэрозионных мероприятий с использованием компьютерных технологий позволяет повысить эффективность работ и снизить потери почв до минимума или совсем их исключить.

Список литературы

1. Крупеников, И.А. Почвенный покров Молдовы. Прошрое, настоящее, управление и прогноз / И.А. Крупеников. — Кишинев: Штиинца. 1992. — 264 с.
2. Лаборатория защиты почв от эрозии. Отчет Ин-та почвоведения, агрохимии и защиты почв имени Н.А. Димо. — Кишинев, 2014. — 75 с.
3. Попов, Л.Г. Эколого-энергетический аспект возделывания многолетних трав на эродированном чернозёме юга Молдовы / Л.Г. Попов, В.Г. Руснак // Труды XXI Межд. симп. «Охрана биосферы. Экология нетрадиционное растениеводство. Экология и медицина». — Симферополь: Доля, 2012. — 417–421 с.
4. Почвы Молдавии. — Кишинев: Штиинца. 1984. — 351 с.

ЭМИССИЯ CO_2 С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ

С.С. Пунченко¹, А.С. Тулина², И.И. Жукова³

¹РУП «Институт позвеведения и агрохимии», г. Минск, Беларусь

²ФГБУН «Институт физико-химических и биологических проблем позвеведения», г. Пущино, Россия

³БГПУ им. М. Танка, г. Минск, Беларусь

Постоянный воздухообмен, происходящий между почвой и атмосферой, назван «дыханием» почвы. В настоящее время под термином «дыхание» почвы подразумевают преимущественно выделение из нее углекислого газа. Поскольку образование CO_2 в почве тесно связано с протекающими в ней, биологическими и биохимическими процессами, то количество выделяющегося углекислого газа может характеризовать не только интенсивность газообмена, но и уровень общей биологической активности почвы. Скорость выделения CO_2 , являясь интегральным биогенным показателем и используемым для оценки микробиологической активности почвы, хорошо отражает ее плодородие.

Нами было проведено определение скорости эмиссии CO_2 с поверхности почв разной степени эродированности в фазу созревания озимой пшеницы (вторая декада июля). Количество выделяемого CO_2 колебалось в очень широком диапазоне от 50 до 210 мг $\text{C}/\text{м}^2$ в час (табл.).

Таблица

Эмиссия CO_2 с поверхности почв разной степени смытости под озимой пшеницей, мг $\text{C}/\text{м}^2$ в час

Вариант опыта	Даты отбора газовых проб			
	15.07.	16.07.	17.07.	18.07.
Несмытая почва				
$\text{P}_{40}\text{K}_{70}$	210±28	84±27	68±9	64±12
$\text{N}_{110}\text{P}_{40}\text{K}_{70}$	91±11	76±14	63±3	60±11
Среднесмытая почва				
$\text{P}_{40}\text{K}_{70}$	152±11	86±27	70±6	66±10
$\text{N}_{110}\text{P}_{40}\text{K}_{70}$	138±32	61±5	53±7	50±7

Вариант опыта	Даты отбора газовых проб			
	15.07.	16.07.	17.07.	18.07.
Сильносмытая почва				
$P_{40}K_{70}$	141±20	102±13	84±26	68±14
$N_{110}P_{40}K_{70}$	82±10	82±11	75±8	64±10
Намытая почва				
$P_{40}K_{70}$	139±23	118±32	91±16	68±17
$N_{110}P_{40}K_{70}$	196±30	158±21	94±28	52±16

На фосфорно-калийном фоне на несмытой и намытой почвах в среднем в этот период выделялось 104,0–106,5 мг С/м² в час, а на смытых почвах несколько меньше – 93,5–98,8 мг С/м² в час. В варианте с внесением азотных удобрений скорость эмиссии СО₂ была ниже, чем на фоне РК и незначительно колебалось в зависимости от смытости почвы.

По данным ряда авторов процесс выделения СО₂ зависит от многих факторов, в том числе абиотических [1–4]. Причиной резкой активизации дыхания почвы может служить, например, некоторое увлажнение почвы. В теплое время года, когда поверхность почвы пересушена, достаточно незначительного количества осадков, чтобы вызвать вспышку микробиологических процессов и повысить интенсивность выделения углекислоты [5]. Низкая температура, подавляющая микробиологические процессы и тормозящая минерализацию растительных остатков, способствует уменьшению выделения СО₂.

Временные колебания показателей биологической активности почвы определяются главным образом основными метеорологическими факторами: температурой и влажностью.

В период отбора газовых проб нами были выполнены измерения влажности и температуры почвы. Средняя температура почв составила 23 ± 2 °С, а средняя влажность – 22 ± 2 вес. %. Температура сильноэродированной почвы на слоне южной экспозиции была в среднем на 2–3 °С выше по сравнению с неэродированной почвой, расположенной на плакоре. Влажность неэродированной почвы была выше эродированных почв, а самой высокой увлажненностью характеризовалась намытая почва.

На основе корреляционно-регрессионного анализа были установлены взаимосвязи между величиной эмиссии СО₂ из почвы и температурой и влажностью почвы. Заметная связь ($R = 0,63$), которая описывалась квадратичным уравнением с полиномиальной линией тренда установлена между интенсивностью продуцирования СО₂ из почвы и влажностью пахотного слоя. С увеличением влажности почвы наблюдалось усиление выделения СО₂ (рис. 1).

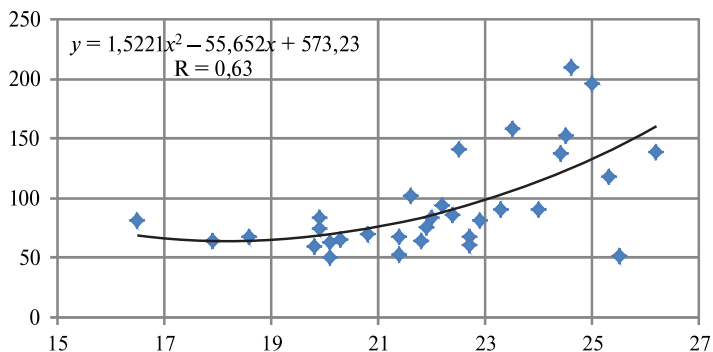


Рис. 1. Взаимосвязь эмиссии CO₂ с поверхности почв разной степени смывости и влажности пахотного слоя при созревании озимой пшеницы

Умеренная взаимосвязь ($R = 0,40$) эмиссии углекислого газа из почв была установлена с температурой почвы (рис. 2). Максимальные значения продуцирования CO₂ в летний период наблюдалось при температуре почвы 24–26 °С, а в осенний период возрастало по мере повышения температуры почвы.

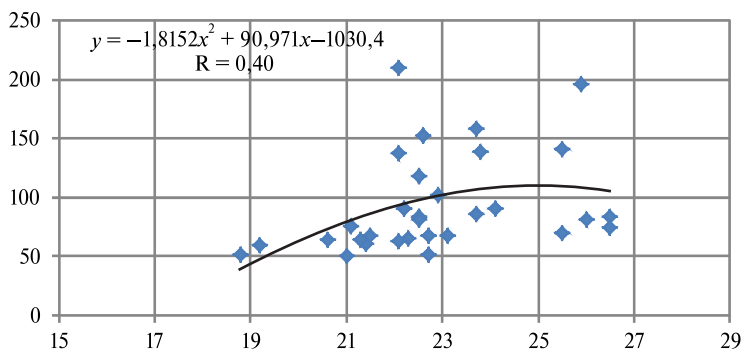


Рис. 2. Зависимость эмиссии CO₂ с поверхности почв разной степени смывости и температуры почвы

Список литературы

1. Орлов, Д.С. О некоторых показателях биологической активности почв и вторичной трансформации гумусовых кислот / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова // Экологические условия и ферментативная активность ионов.— Уфа, 1979. — С. 78–98.
2. Singh, J.S. Plant decomposition and soil espiration in terrestrial ecosystems / J.S Singh., S.R. Gupta // The botanical rev. — 1977. — Vol. 43, № 4. — P. 449–528.

3. Kowalenko, C.G. Effect of Moisture content, temperature and nitrogen fertilization on carbon dioxide evolution from field soils / C.G. Kowalenko, K.S. Ivarsont, D.R. Cameron // Soil Biol and Biochem. — 1978. — Vol. 10, № 5. — P. 417–423.

4. Soil respiration in a Chihuahuan desert rangeland / L.M. Parker [et al.] // Soil and Biochem. — 1983. — Vol. 15, № 3. — P. 303–309.

5. Birch, H.F. The effect of soil drying on humus decomposition and nitrogen availability / H.F. Birch // Plant and soil. — 1958. — Vol. 10, №1. — P. 9–31.

УДК 631.47:632.125

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ В УНГЕНСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Ю.Г. Розлога, Ю.В. Елинек

*Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

Около 80 % территории республики расположены на склонах. Почвенный покров подвержен различным процессам деградации почв, где преобладающим является эрозия почв, составляющая 26 % от всей территории [1].

Оценка современного состояния почвенного покрова была проведена в Унгенском районе (108 383,6 га) с использованием геоинформационной системы [2, 3, 4]. Исходными материалами послужили почвенная карта масштаба 1:10000, аэрофотоснимки 2007 г. с разрешением 40 см, пикеты цифровой модели поверхности через 30 м и др.

После исключения из площади почв территории расположенных под гидрографической системой, дорог, населенными пунктами, дамбами и др., была составлена почвенная цифровая карта почвенного покрова масштаба 1:5000. В результате выполненных работ были выделены 5563 почвенных контуров относительно 2539 исходных. Площадь актуализированного почвенного покрова сократилась от 98485,56 га до 91977,78 га.

Почвы подверженные процессам эрозии составили 39063,11 га при исходных 37638,60 га (табл., рис. 1). Общая площадь деградированных почв в результате поверхностной и линейной эрозии, оползневых процессов достигает 42,47% от площади почв. В результате плохой хозяйственной деятельности часть смытых почв перешла в категорию оползневых территорий. Основные формы деградации почв в рамках района покрывают площадь в 54192 га, что составляет 59% территории.

Общая характеристика эродированных почв

Подтип почв	Площадь, га	Степень эрозии почв, га				% от подтипа	Средний бонитет
		слабая	средняя	сильная	сумма		
Серая лесная типичная	6484,15	1792,58	812,443	158,539	2763,56	42,62	41,18
Серая лесная темная	1070,16	157,61	48,1068	41,348	247,07	23,09	54,69
Чернозем выщелоченный	5971,96	1658,67	684,939	85,3162	2428,92	40,67	69,30
Чернозем типичный	8115,18	980,38	731,181	54,7557	1766,27	21,77	72,31
Чернозем обыкновенный	24689,12	4129,56	2176,45	99,1982	6405,21	25,94	60,94
Чернозем карбонатный	8788,86	2263,3	2098,32	274,81	4636,43	52,75	50,33
Лугово-черноземный	261,42	0,06	-	-	0,06	0,02	68,00
Черноземно-луговой	2218,86	-	-	6,06	6,06	0,27	34,01
Чернозем слитой	29,65	-	9,66	-	9,66	32,59	35,00
Солонец степной	116,06	-	10,37	-	10,37	8,93	23,79
Всего	57745,42	10982,15	6571,43	720,02	18273,61	-	57,34
Оползни активные	15697,34	-	-	-	15697,34	100	5
Оползни стабилизированные	4408,95	-	-	-	4408,95	100	28,17
Овраги	683,209	-	-	-	683,209	100	0
Всего	20789,50	-	-	-	39063,11	-	10,14

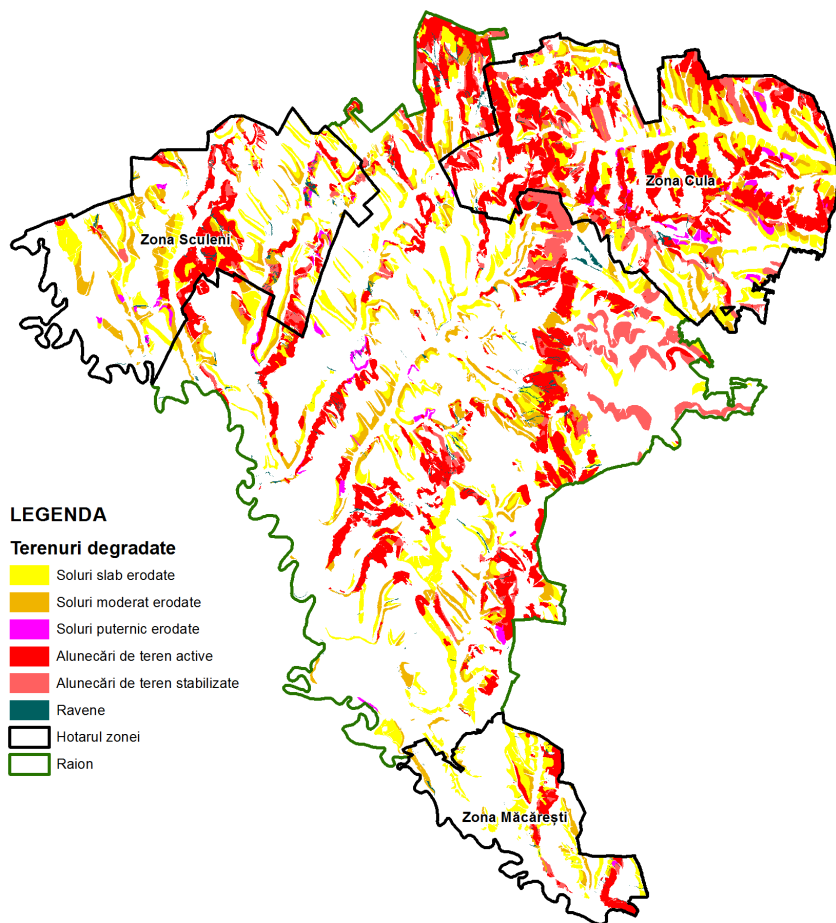


Рис. 1. Карта земель подверженных эрозионным процессам

В пределах территории района общая площадь почв подверженных поверхностной эрозии составляет 20%. Наиболее подвержены эрозионным процессам черноземные почвы (83,4% от площади), а на серых лесных эрозия проявляется на 16,5%. Интенсивность эрозионных процессов снижается следующим образом по подтипам почв: чернозем карбонатный – 52,75%; серая типичная – 42,62%; чернозем выщелоченный – 40,67%.

По степени интенсивности проявления эрозионного процесса преобладает класс слабо-эродированных почв (60,10%), далее следуют

среднеэродированные (35,96%) и только 3,94% составляют сильноэродированные. Почвы подверженные поверхностной эрозии занимают площадь в 18273,61 га или 46,78% от суммы эродированных, включительно овраги и оползни (табл.).

Овраги и оползневые земли составляют 53,2% от общей площади эродированных почв или 22,6% от всех почв. В этой категории преобладают активные оползни, составляющие 75,21%, далее следуют стабилизированные оползни (21,21%) и только 3,28% относится к оврагам (табл.).

В рамках выполненных работ был проведен анализ зависимости степени эродированности почв от величины уклона. Расчеты показывают, что средний уклон территории в который вошли подтипы почв с участием эродированных составляет 9,75°. Средние данные для слабоэродированных почв достигают значений в 7,84°, для среднеэродированных они составляют 7,72° и для сильноэродированных составляет 10,20°. Можно констатировать, что эта связь достаточно репрезентативна. Средневзвешенные показатели для земель, подверженных оползневым и овражным процессам, достигают значений в 11,37°. Процессы деградации почв через поверхностную эрозию получили широкую распространенность на склонах с уклонами варьирующими между значениями в 7° и 10°, а оползни и овраги распространились на склонах от 7° до 15° (рис. 2).



Рис. 2. Диаграмма распределения эродированных почв по классам уклонов

Список литературы

1. Розлога, Ю.Г. Пространственное распределение и количественная характеристика эродированных почв Республики Молдова. VII Сибирцевские чтения, генезис, география, классификация почв и оценка почвенных ресурсов: материалы Всероссийской конф. посвященная 150-летию со дня рождения Николая Михайловича Сибирцева, Архангельск, 14–16 сентября 2010 г. — Архангельск: КИРА, 2010. — С. 221–224.
2. Руководство по среднемасштабному картографированию почв на основе ГИС / М.С. Симакова [и др.]. — М.: Почв. ин-т им. В.В.Докучаева, 2008. — 243 с.
3. Сорокина, Н.П. Методология составления крупномасштабных агро-экологически ориентированных почвенных карт / Н.П. Сорокина. — М.: Рос-сельхозакадемия, 2006. — 160 с.
4. Розлога, Ю.Г. Цифровая почвенная карта Левобережья Днестра / Ю.Г. Розлога; сб. мат. межд. науч.-практ. конф.: Бассейн реки Днестр: Экологические проблемы и управление трансграничными природными ресурсам. — Тирасполь: изд. Приднестровского ун-та, 2010. — С. 165–168.

УДК 633.2.032:581.526.45

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ НА ГЕОСИСТЕМНОЙ ОСНОВЕ

**М.Л. Романова¹, Г.В. Ермоленкова¹, А.В. Пучило¹,
М.В. Кудин¹, А.Н. Червань²**

*¹ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича»
г. Минск, Беларусь*

*²РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

На основе геосистемного подхода, позволяющего комплексно характеризовать особенности территорий различной площади и конфигурации, их геоморфологические, гидрологические условия и продукционную способность земель (геосистем) в границах поймы р. Припяти и прилегающих районов выделено 22 геосистемы, которые достаточно рельефно дифференцирует территорию в соответствии с наиболее характерными ее особенностями, что позволяет осуществлять системно-детализированный подход к оценке природных особенностей региона при организации сельскохозяйствен-

ной, природоохранной и туристической деятельности. Произведено качественное и количественное распределение земель Припятского Полесья по общему характеру процессов формирования на внепойменные и пойменные. К пойменным землям относится 314072 га, что составляет 59% от общей территории. По количеству описанных луговых ассоциаций на поймы приходится 46%, на водоразделы – 23% описаний, на депрессии – 17%, на первую надпойменную террасу – 14. Наибольшее распространение лугов отмечено в следующих геосистемах:

Поймы прирусловые, гривистые, центрально-гривистые. Встречаются во всех районах Припятского Полесья. В поймах рек Припяти, Желони, Словечны на супесчано-песчаном аллювии эти почвы образуют сложные сочетания – комплексы высокого, среднего и низкого уровня. Пойменные комплексы отличаются высокой степенью неоднородности. В таких условиях формируются почвы пойменные неразвитые на аллювии, преимущественно песчаном, откладывающемся при большой скорости течения в прирусловой пойме. Прирусловые, гривистые и центрально-гривистые составляют охранную зону, не допускающую никакой хозяйственной деятельности. Естественная растительность представлена лугами-пустошами злаковыми или разнотравными, нередко развеваемые пески закреплены ивой остролистной (шелюгой), только в центрально-гривистых поймах имеются в межгривных понижениях луга, типичные для пойм низкого и среднего уровня. Такие геосистемы занимают в Припятском Полесье 22% территории и распространены во всех районах.

Поймы центральные низкого уровня. Это наиболее распространенный вариант геосистем в пойме Припяти, характеризуется высокой степенью заболоченности на рыхлом аллювии, относятся к числу наиболее распространенных минеральных пойм, занимающих, как правило, полосы, приближенные к руслу реки. В почвенном покрове таких земель самые большие площади приходятся на долю аллювиальных дерновых глеевых почв (70%), 20% составляют торфяные и 10% иловато-глеевые. Контуры почв линзовидно-линейной формы, резко контрастные, обуславливающие сильную и очень сильную неоднородность земель. Луга заливные, заболоченные закустаренные разными видами ив, осоковые, преимущественно крупноосоковые. В основном такие геосистемы представлены в Пинском и Столинском районах, занимают около 23% площади поймы.

Поймы центральные среднего уровня. Почвы пойменные дерновые и дерновые заболоченные, почвообразование идет по тому же

типу, что на водоразделах и в депрессиях при близком УГВ. Занимают, в общем, относительно повышенное положение в поймах, но все-таки различаются по высоте, о чем можно судить по составу почвенных комбинаций: 1 — в почвенном покрове преобладают аллювиальные дерновые слабоглееватые и глееватые почвы (80%) и 20% приходится на глеевые, 2 — фон образуют дерновые глеевые (70%), расчленяемые аллювиальными торфяными (15%) и иловато-глеевыми (15%) — более высокая неоднородности земель второго типа происходит из-за быстрого течения воды во время разливов, где образуются водороины, в которых впоследствии развиваются иловато-глеевые или торфяные почвы. Состав естественной растительности на лугах также в общих чертах имеет сходство с описанной выше растительностью земель неглубоких депрессий. Сравнительно непродолжительное затопление таких пойм и быстрое просыхание после весеннего разлива способствует сельскохозяйственному использованию, которое в основном сводится к пастбищу скота и сенокосению. Некоторые участки центральной поймы среднего уровня, где осуществлены гидромелиоративные мероприятия, превращены в пашню. Луга заболоченные чистые и закустаренные крупнотравяные. Данные геосистемы занимают 13% от площади поймы и встречаются на всем ее протяжении.

Поймы центральные высокого уровня. Почвы пойменные дерновые и дерновые заболоченные (слабоглееватые). Общая неоднородность почвенного покрова очень велика. Преобладают луга заболоченные чистые и закустаренные. Наиболее распространены в Столинском, Лунинецком, Житковичском и Мозырском районах.

Останцы первой надпойменной террасы. Выделяются природные комплексы трех высотных уровней. Особенностью их являются высокоплодородные палеопойменные дерновые почвы, образующие почвенные комбинации (ПК), в которых эти почвы сочетаются с пойменными дерновыми заболоченными или торфяными. ПК среднего уровня используются в пашне с древних времен, а низкого — превращены в пахотные земли после осушения. Луга заболоченные чистые и закустаренные. Такие геосистемы составляют всего 9% от поймы Припяти и сосредоточены в Пинском и Житковичском районах.

Староречища широкие среднего уровня. Геосистемы в виде сравнительно неширокой полосы ритмично чередующихся лентовидных контуров разных по степени увлажнения почв. Такие геосистемы выделены на карте как «староречища». Почвы дерновые, дерново-глеевые,

торфяно-глеевые. Такие геосистемы составляют всего 2% от поймы Припяти и сосредоточены, в основном, в Столинском и Лунинецком районах.

Переходные зоны. Геосистемы повышенной сложности - «переходные зоны» — участки, где сочетаются не почвенные разновидности, а почвенные комбинации, где биологическое разнообразие достигает максимально возможных пределов. Такие геосистемы можно рассматривать как рефугиумы — хранилища генофонда местной флоры и фауны. Экологическая значимость их много выше хозяйственной.

Депрессии глубокие (заторфованные) это преимущественно низинные, болота. Почвенный покров однообразный, состоит из торфяных низинного типа (90%) и дерновых заболоченных (10%) почв. В основном произрастают сосновые чернично-долгомошные, долгомошно-сфагновые и черноольховые леса. Большая часть таких экосистем осушена и освоена в сельскохозяйственном производстве. Осушенные торфяники с мощностью торфа менее 1 м целесообразно залуживать и использовать как улучшенные сенокосы, с мощностью торфа более 1 м можно использовать под пашней, но при этом, многолетние травы должны составлять не менее 50%. Луга заболоченные чистые и закус-таренные. Такие депрессии в основном приурочены к Лунинецкому, Пинскому и Петриковскому районам.

Таким образом, проведенная дифференциация (зонирование) поймы р. Припяти и прилегающих земель свидетельствует о том, что наиболее распространены следующие типы пойм: центральная, 1-й надпойменной террасы, центрально-гривистая, приусловая, гривистая. Они относятся к категории природных комплексов, в формировании которых отражается деятельность аллювиальных процессов. Пойменные комплексы отличаются значительной степенью неоднородности, особенно типичной для пойм низкого и среднего уровня. Большие изменения в естественную структуру современных лугов были внесены в результате интенсивного ведения сельского хозяйства.

Кормовая ценность луговых угодий колеблется в значительных пределах как из-за варьирования почвенно-грунтовых условий, нерационального использования лугов, так и в связи с изменением гидрологического режима и поемности в местах спрямления или дамбирования рек. Продуктивность колеблется в пределах от 10,5 ц/га сена низкого качества (луга наземновейникового типа) до 80,0 ц/га сена (луга двукусточкового типа).

ГЕНЕЗИС ПОЧВ: ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗА 50 ЛЕТ

Т.А. Романова

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

В Институте почвоведения и агрохимии исследования генезиса почв выполнялись по традиционным методикам с использованием 14 аналитических показателей, перечень которых и методы рекомендованы Почвенным институтом им. В.В. Докучаева.

На первом этапе объектами были дерново-подзолистые почвы, развивающиеся на 6 вариантах почвообразующих пород в лесу и на пашне. На базе 32 разрезов с полной аналитической характеристикой построены графические модели химической дифференциации профилей 4 типов почв на связных, рыхлых и двучленных породах. Часть анализов использована для выполненного в Почвенном институте им. В.В. Докучаева (В.А. Рожков) математического разграничения почв на автоморфные и полугидроморфные методом главных компонент.

После выполнения тематики, связанной с картографированием хозяйств Республики (1964 г.), начался новый цикл исследований, посвященный повышению информационной емкости почвенных карт.

В нем участвовали сотрудники лаборатории минералогии почв Института почвоведения и агрохимии, а также лаборатории энзимологии почв НАН. Основу составили детальные характеристики двух педоэкологических рядов (катен) на связных и рыхлых породах. Все виды анализов, включая минералогию, микроморфологию и энзимологию почв, выполнялись в одних образцах. В каждом профиле по генетическим горизонтам ежемесячно в течение 2,5 лет определялись: влажность, температура, pH_{KCl} , pH_{H_2O} , gH и содержание 8 подвижных элементов. Особое внимание уделялось гидроморфизму и роли водного режима в генезисе почв. Диагностика степени гидроморфизма устанавливалась по отношению содержания аморфного железа к илу в генетических горизонтах.

Получены количественные показатели увлаженности почв на основе интерпретации данных мониторинга влажности пахотных слоев, проводимого Гидрометеослужбой Беларуси (1952–2014 гг.) на 23 станциях и 83 наблюдательных участках. Все почвы участков были идентифицированы в натуре, разработана методика расчетов, выбра-

на операциональная единица увлажненности и получены скалярные количественные оценки (параметры) среднемноголетней обеспеченности влагой почв 4 степеней гидроморфизма на пяти вариантах почвообразующих пород. Первые параметры увлажненности почв Белорусского Полесья были опубликованы в 1974 г.

К началу 80-х годов прошлого века материалы по изучению генезиса почв имели достаточный объем для обоснованного мнения о процессах, формирующих почвы на территории Беларуси. При этом был установлен абсолютный приоритет суждения о генезисе только по совокупности факторов на основе некоторых достоверных свидетельств, таких как химическая дифференциация профиля, отношение валового содержания железа к кремнезему в илистой фракции. Эти показатели строго соответствуют типу водного режима и позволяют судить о нем по аналитическим данным.

Генезис почв позволяет считать, что суть почвообразования заключается в трансформации минералов, аккумуляции гумуса и в водном режиме почв.

Надежным свидетелем почвообразовательного процесса, определяющего генезис почвы, служит минералогический состав илистой фракции, который содержит неуничтожимые следы измененности поверхности литосферы, превращенной в почву совокупным воздействием космической и земной энергии.

Трансформация глинистых минералов от полевых шпатов и слюд до монтмориллонита и простых оксидов происходит через ряд стадий, каждая из которых диагностируется ассоциацией глинистых минералов по отражениям на рентгендифрактограммах и соответствует генезису почв. Рентгендифрактометрический анализ не принадлежит к числу массовых методов диагностики почв, но он дает ориентиры, в рамках которых могут проводиться все другие исследования.

Исследования органического вещества показали почти функциональную связь количества накопленного в 50 см слое гумуса с увлажненностью почвы. Установлено также, что, с количеством (весом) накопленного гумуса соизмерим биоэнергетический потенциал почвы.

Энергетика почвообразования рассматривается в трудах многих ученых (В.Р. Волобуев, В.А. Ковда и др.) в основном с позиции затрат на разрушение минералов почвообразующих пород. С этим соизмеримы количества накопленного почвой гумуса и тепла, расходуемого на испарение воды.

В наших исследованиях гумус рассматривается не с позиции энергии почвообразования, но в качестве свидетеля взаимодействия сол-

нечной (тепловой) энергии и энергии жизнедеятельности биоты — беспозвоночных и мелких позвоночных животных, микроорганизмов, ферментов, высокомолекулярных нуклеиновых кислот, а также живых корней и водорослей. Вес общего гумуса в каждой почве отражает биоэнергетический потенциал как роста, так и разложения фитомассы растений, соответствующего ботанического состава. Гумус представляет внутреннюю энергию почвы, или точнее, биогеоценоза, что не менее важно для оценки продукционной способности (плодородия) почвы, так как при этом учитываются не только свойства твердой фазы, но и конкретные гидротермические условия.

Выделяется особая роль биоты, которая осуществляет разложение и трансформацию минералов, круговорот веществ, участвует в большом числе элементарных процессов, превращает мертвую породу в биокосную систему. Существование биоты, как любой живой субстанции, детерминировано наличием воды.

Установлено, что в ненарушенной почве накопление гумуса тесно связано со степенью увлажнения почвы, с ее водным режимом.

Водный режим относится к свойствам почвы, определяющих ее генезис.

Катенарные и другие исследования показали, что в Беларуси климатическая составляющая водного режима отличается небольшим превышением осадков над испарением. Натурные наблюдения за накоплением и передвижением влаги в катенах позволили выделить типы водного режима: непромывной — с преобладанием поверхностного стока и отсутствием в профиле гравитационной влаги; промывной — с инфильтрацией гравитационной влаги до грунтовых вод; застойно-промывной — с преобладанием поверхностного и бокового внутрипочвенного стока и локальным застоем влаги в профиле; выпотной — с концентрацией влаги у поверхности почвы в результате подъема от грунтовых вод или бокового притока аллохтонных вод; застойный — с постоянным полным насыщением водой всего профиля почвы.

Исследования показали, что из числа известных процессов на территории Беларуси подзолообразование, связанное с промывным типом водного режима, проявляется только в почвах дерново-подзолистых заболоченных с иллювиально-гумусовым горизонтом. В дерново-подзолистых заболоченных почвах, преобладает застойно-промывной водный режим, в дерново-подзолистых и бурых лесных — доминирует непромывной водный режим, в иловато-глеевых и торфяных — застойный.

Третья составляющая водного режима почв — количество влаги, участвующей в формировании почв любого генезиса, полученных путем прямых измерений и представленных в виде параметров увлажненности, до сих пор не имеющих аналогов в современной науке.

Выполненные исследования являются предклассификационной работой, обобщающей собранные данные, позволяющие судить о полноте и уровне представлений о состоянии изученности фрагмента окружающей действительности, которым в нашем случае является генезис почв Беларуси.

Они проявились в создании генетической классификации, которая в одной таблице содержит сумму основных знаний о почвах и их генезисе.

Классификация построена с соблюдением всех 4 правил формальной логики и относится к категории интенсинуальных — в каждой ячейке содержится не только номенклатурная единица, но и ее основные признаки или показатели. Классификация, как организованное пространство признаков, может служить инструментом идентификации почв. Место почвы в классификации зависит не от ее названия, но определяется набором свойств, среди которых особая роль принадлежит водному режиму.

Результаты исследований позволили составить максимально полное обобщение сведений о водном режиме почв Беларуси и подготовить его публикацию.

УДК 631.872

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОРЕСУРСОВ АГРОЦЕНОЗОВ

И.В. Русакова

*ФГБНУ «Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа»,
г. Владимир, Россия*

По результатам мониторинга плодородия почв, в большинстве регионов РФ продолжается снижение содержания органического вещества и основных питательных элементов в пахотных почвах. В связи с низким уровнем применения минеральных и органических удобрений вынос элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур

превышает их поступление в почву, что приводит к некомпенсированному расходу почвенного плодородия. В этих условиях особенно актуальна задача интенсификации использования биологических ресурсов, поддерживающих механизмы саморегуляции в агроэкосистемах и замкнутость циклов биофильных элементов.

Послеуборочные растительные остатки сельскохозяйственных культур являются ежегодно возобновляемыми биологическими ресурсами питательных элементов и органического вещества. В целом по России ежегодно накапливается около 120 млн т послеуборочных растительных отходов, до 80% которых составляет солома зерновых и зернобобовых культур. В земледелии в качестве удобрения солому до сего времени используют в недостаточных объемах (не более 10–20% валового сбора), в тоже время во многих регионах России продолжают практику ее сжигания, снижая тем самым биогенность и жизнеспособность почвы.

В результате многолетних исследований по оценке эффективности и роли биологических факторов в воспроизводстве плодородия почв и повышении продуктивности агроценозов, проведенных в полевых опытах на дерново-подзолистой и агросерой почвах Нечерноземной зоны в различных севооборотах установлено, что регулярный возврат незерновой части урожая в почву приводит к существенным — краткосрочным и долгосрочным — изменениям активности, численности и биомассы почвенной микробиоты, эффективной и потенциальной биологической активности (БА) почв, пула легко трансформируемого почвенного органического вещества, активизирует гумификационные процессы и накопление гумуса (табл.).

Внесение 27 т/га соломы озимой пшеницы, люпина и ячменя (суммарно за 3 ротации 5-польного зернопропашного севооборота) обеспечило повышение содержания $C_{\text{орг}}$ в пахотном слое дерново-подзолистой супесчаной почвы на 0,06–0,08% (абс.) и увеличение его запасов — на 2055–2445 кг/га, что соответствует среднегодовому воспроизводству органического углерода в размерах 137–163 кг/га, или 76–91 кг на 1 т соломы.

Заделка соломы в почву обеспечивает возврат 50–90 кг/га NPK, 60–74% калия от общего выноса урожаем. В сумме за годы исследований в опыте с дозой соломы 27 т/га было внесено 270–300 кг K_2O , и в конце 3-й ротации зернопропашного севооборота в вариантах с использованием соломы отмечено увеличение в пахотном слое дерново-подзолистой почвы содержания обменного калия на 27–30 мг/кг.

Таблица

**Показатели биологического и гумусного состояния дерново-подзолистой почвы
в конце 3-ей ротации севооборота**

Показатель	Вариант			
	Без удобрений	НРК-фон	Фон + солома 27 т/га	Солома 27 т/га
Суммарная относительная БА, %	100	160	232	173
Актуальная целлюлозолитическая БА, %	15,3	18,7	28,1	17,9
Нитрификационная способность, N-NO ₃ , мг/кг почвы	3,1	5,3	8,2	6,5
Численность микроорганизмов, тыс. КОЕ/г почвы:				
- протеолитических	7590	12470	17530	12610
- целлюлозолитических	13,5	23,9	29,7	20,9
C _{мб} , мг/кг	330	322	406	365
C _{мм} , кг/га	990	2614	4846	5406
C _{вод} , мг/кг	73	69	84	78
C _{эгв} , мг/кг	146	159	179	161
C _{лаб} , мг/кг	797	794	883	883

По результатам изучения структурно-агрегатного состава почвы установлено, что регулярное внесение растительной биомассы наиболее заметно влияло на содержание глыбистой фракции, которое уменьшилось на 11–28% по сравнению с вариантом без удобрений и вариантом НРК, при этом коэффициент структурности возрос на 28–41%. В вариантах с систематическим внесением соломы отмечено увеличение содержания агрегатов наиболее агрономически ценной фракции 1–3 мм, что объясняется оструктуривающим действием лабильных органических веществ и микробных метаболитов, образующихся в процессе трансформации соломы.

Систематическая заделка измельченной соломы (четырекратно за ротацию 8-польного зернотравяного севооборота, в среднем 2,5 т/га ежегодно) является одним из основных элементов почвозащитной биологизированной системы земледелия, в течение 24 лет применяемой на агросерых почвах Владимирского ополья в Юрьев-Польском ГСУ. Результатами научных исследований по агроэкологической оценке этой системы установлена высокая ее эффективность в отношении воспроизводства плодородия почвы. Так, пахотный слой почв

ГСУ характеризовался стабильно более высокими, чем при традиционной системе земледелия, биологическими показателями плодородия (рис.).

Регулярная заделка соломы в почву способствовала повышению запасов гумуса, содержания активных, наиболее агрономически ценных фракций ПОВ: $C_{\text{лаб}}$ – в 1,45; $C_{\text{вод}}$ – в 1,83; предгумусовой фракции – в 1,33 раза, оптимизации агрофизического состояния пахотного слоя: увеличению коэффициента структурности, содержания водопрочных агрегатов – в 1,15 раза, снижению плотности сложения до оптимальных величин – 1,15–1,22 г/см².

Оптимизация показателей плодородия серой лесной почвы сопровождалась устойчивым ростом продуктивности зернотравяного севооборота. Начиная со 2-ей ротации в севообороте достигнута устойчиво высокая продуктивность зерновых культур на уровне 50–58 ц з.ед./га, в целом за 3 ротации при использовании биологизированной системы сбор зерна с посевной площади возрос на 33,6%.

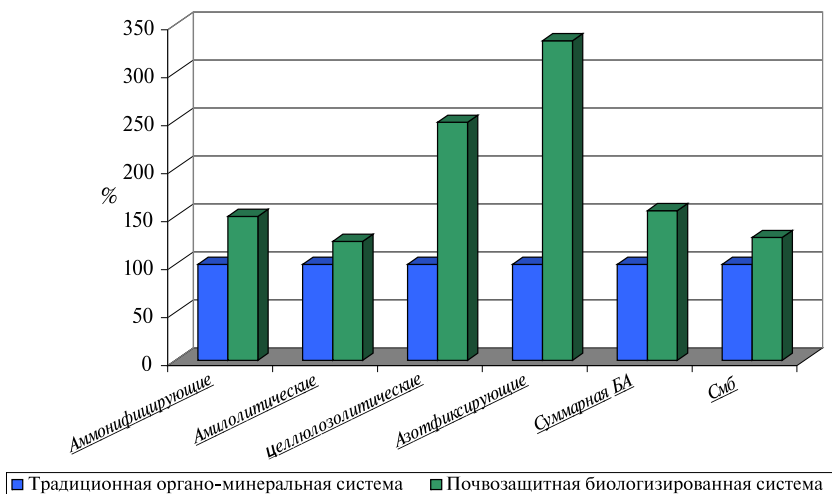


Рис. Показатели биологического состояния пахотного слоя агросерой почвы при длительном использовании биологизированной системы земледелия

Таким образом, регулярное длительное внесение соломы обеспечивает воспроизводство плодородия дерново-подзолистых и агросерых почв: поддержание более высокого уровня лабильного и устойчивого гумуса, биологических показателей, структурно-агрегатного состава, обеспеченности доступными формами калия.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

А.И. Русаленко

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Беларусь*

Древесные породы, являющиеся основным объектом лесохозяйственного производства и формирующие лесные растительные сообщества, обладают рядом свойств и особенностей, отличающих их от травянистых растений. Как многолетние растения, они развивают огромную надземную часть и мощную корневую систему, пронизывающую почвенную толщу и подстилающий ее грунт в горизонтальном и вертикальном направлении.

В 70-х гг. XX в. известный почвовед А.А. Роде отмечал, что общая генетическая классификация почв не может удовлетворить специфические требования лесного хозяйства к оценке лесорастительных свойств почв, их естественной производительности и пригодности для выращивания тех или иных древесно-кустарниковых пород, и что потребность в классификации лесных почв велика. На основании результатов многолетних исследований нами предложена классификация лесных почв Беларуси.

В региональном масштабе ведущим фактором формирования древостоев определенного состава и продуктивности является водно-воздушный режим почвы, зависящий в основном от гранулометрического состава и глубины залегания грунтовых вод. Поэтому для выделения почвенных таксонов предлагаем использовать те признаки и свойства почв, от которых в первую очередь зависит и которые характеризуют водно-воздушный режим почвы. В предложенной нами классификации лесных почв использованы названия общепринятых почвенных таксонов: тип, подтип, род, вид и разновидность (табл.).

Тип почв определяется по проявлению основного и сопутствующего процессов почвообразования. При разработке классификации нами принято, что среди лесных почв Беларуси целесообразно выделять только два типа лесных почв: дерново-подзолистые и торфяно-болотные.

Подтип почвы — группы почв в пределах типа, отличающиеся по условиям увлажнения и, следовательно, по влагообеспеченности древесных пород (автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные), наличием поемности (пойменные) и типа заболачивания (низинные, переходные, верховые).

Разделение почв на автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные широко используется в почвоведении, но этим терминам придается различное толкование. В сельско-хозяйственном почвоведении к автоморфным почвам относятся почвы даже при залегании грунтовых вод на глубине 1,7 м. В связи с глубоким проникновением корней влияние влаги грунтовых вод на продуктивность древостоев проявляется при их залегании до 5 м. По-нашему определению почвы автоморфные — почвы, на которых влагообеспеченность древо-стоев обуславливается атмосферными осадками; занимают, как правило, возвышенные ме-стоположения с залеганием грунтовых вод глубже 5 м.

Таблица

Почвенные таксоны и классификационные показатели лесных почв

Название поч- венных таксонов	Показатели для выделения почвенных таксонов	
Тип	Дерново-подзолистые	Торфяно-болотные
Подтип	Автоморфные; полугидроморфные; пойменные	Гидроморфные; верховые; переходные; низинные; пойменные
Род	Название почвы по грануло- метрическому составу: рыхлопесчаная (среднее со- держание физической гли- ны в зоне ризосферы, %); связнопесчаная (то же); рыхлосупесчаная (то же); связносупесчаная (то же); легкосуглинистая; среднесуглинистая; тяжелосуглинистая	Мощность торфяного горизонта; название почвы по гранулометрическому составу подстилающе-го горизонта
Вид	Глубина залегания грунтовых вод	Глубина залегания грунтовых вод
Разновидность	Глубина залегания моренного суглинка	Зольность торфа; степень разложения торфа

Почвы полугидроморфные — почвы с органогенным горизонтом (лесной подстилкой) до 15 см, на которых влагообеспеченность древо-стоев обуславливается атмосферными осадками и влагой грунтовых вод.

Почвы гидроморфные — почвы с устойчивым избыточным увлажнением и органо-генным горизонтом (торфяным) более 15 см. Гидро-морфными являются только торфяно-болотные почвы.

В период вегетации при одинаковом гранулометрическом составе и глубине залегания грунтовых вод формируется аналогичный водно-воздушный режим почв как в поймах рек, так и на водосборах. Необходимость выделения подтипа почв — пойменные — объясняется тем, что правила ведения лесного хозяйства в пойменных лесах имеют свою специфику из-за ограниченной доступности в период разлива рек и с учетом водоохранного и почвозащитного значения лесных насаждений. Пойменные почвы относятся к дерново-подзолистым полугидроморфным и торфяно-болотным гидроморфным.

Тип заболачивания (низинный, переходный, верховой) характеризует водный режим деятельного слоя торфяной залежи. При низинном типе древостой питается грунтовыми водами, а при верховом — только за счет атмосферных осадков. В свою очередь водный режим обуславливает физические и химические свойства торфяно-болотных почв и условия произрастания древесных растений.

Род почвы — группы почв в пределах подтипа, выделяемые по особенностям гранулометрического состава материнских и подстилающих горных пород, по наличию и мощности торфяного горизонта.

Для отражения особенностей гранулометрического состава целесообразно использовать хорошо известную классификацию почв и пород по гранулометрическому составу Н.А. Качинского (рыхлопесчаная, связнопесчаная, рыхлосупесчаная, связносупесчаная, легкосуглинистая и т. д.). В пределах почвенных разностей, особенно на песчаных почвах, условия произрастания древесных пород могут значительно различаться. Поэтому в названии почвы после разности желательно указывать в скобках среднее содержание частиц физической глины в корнеобитаемой зоне, как средневзвешенное значение с учетом мощности каждого горизонта почвенного профиля и содержания в нем частиц физической глины.

Мощность торфяного горизонта определяет степень развития болотного процесса и возможность освоения подстилающего грунта корневой системой деревьев. В наименовании почвы для подстилающего грунта указывается почвенная разность по гранулометрическому составу.

Вид почвы — группы почв в пределах рода, отличающиеся глубиной залегания грунтовых вод. В названии почвы глубина залегания грунтовых вод указывается для полугидроморфных и гидроморфных почв.

Разновидность почвы — группы почв в пределах вида, различающиеся по наличию и глубине залегания плотных слоев в дерново-подзолистых почвах или по зольности и степени разложения торфа в пределах деятельного слоя торфяно-болотных почв.

На продуктивность и устойчивость древостоев оказывает влияние глубина залегания плотных слоев почвогрунта (моренный суглинок, ортзандовый горизонт), которые препятствуют проникновению корней вглубь и таким образом определяют мощность зоны ризосферы.

Примеры названия почв по предложенной классификации: дерново-подзолистая, автоморфная, рыхлопесчаная (3%); дерново-подзолистая, автоморфная, рыхлопесчаная (4%), подстилаемая моренным суглинком на глубине 1,2 м; дерново-подзолистая, полугидро-морфная, связносупесчаная (18%), с залеганием грунтовых вод на 3 м; дерново-подзолистая, полугидроморфная, пойменная, связнопесчаная (7%), с залеганием грунтовых вод на 1,8 м; торфяно-болотная, переходного типа, с мощностью торфа 0,4 м, подстилаемая песком рыхлым, с залеганием грунтовых вод на 0,8 м, зольностью 6%, слаборазложившаяся.

Признаки и свойства почв, которые предлагается использовать в названии лесных почв, обладают наибольшей информативностью, чтобы охарактеризовать продуктивность и устойчивость древостоев. Для их определения применяются общеизвестные методические приемы, что исключает элемент субъективности и повышает значимость предложенной классификации.

УДК 630.652.2

БОНИТИРОВКА ДРЕВОСТОЕВ И ПОЧВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ БЕЛАРУСИ

А.И. Русаленко, Д.И. Филон

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Беларусь*

Бонитировка в лесном хозяйстве — оценка древостоев и почв в носительных величинах (баллах). В лесном хозяйстве Беларуси для бонитировки древостоев и почву используется 100-балльная шкала.

Древесные породы, формирующие древостои, различаются требовательностью к условиям местопроизрастания и различной продуктивностью древесного яруса, а также быстротой роста и качеством древесины. Лесные почвы Беларуси весьма разнообразны и отличаются происхождением, условиями увлажнения, гранулометрическим составом почвообразующих пород и другими признаками, определяющими в совокупности их плодородие и, следовательно, продуктивность произрастающих древостоев. Поэтому при бонитировке древостоев и почв следует учиты-

вать продуктивность древостоев в зависимости от почвенно-грунтовых условий, быстроту роста древесных пород и качество древесины.

Для характеристики почвенно-грунтовых условий используется класс бонитета древостоя, который, как известно, является интегральным показателем плодородия почв и в то же время характеризует продуктивность древостоя. Класс бонитета определяется по бонитировочной таблице М.М. Орлова, включающей 9 классов от Vб до Iб.

В качестве показателя быстроты роста принимается общий средний прирост древостоев в возрасте главной рубки, зависящий от быстроты роста древесных пород. Осина является быстрорастущей древесной породой, а дуб — медленнорастущей. Общий средний прирост осинников достигает 13,5, а дубрав — только 7,3 м³/га.

При установлении качества древесины учитывается товарная структура, т.е. количество крупной, средней, мелкой деловой древесины и дровяной, а также ее стоимость. В результате получены относительные величины — коэффициенты качества древесины, отражающие ее товарность и ценность.

При бонитировке качества древесины учитывается посредством следующих коэффициентов: дуб, клен, ясень — 10,0; сосна, лиственница — 8,0; ель, пихта — 7,1; береза, граб, липа, ильмовые — 2,3; ольха черная — 2,1 и осина, тополь, ива, ольха серая — 0,5. Использование постоянных коэффициентов качества древесины, являющихся относительными величинами, следует признать довольно удачным методическим приемом, так как упрощается процедура бонитировки, и в результате получаем сравнительные данные, независимо от времени оценки древостоев и почв.

Для оценки древостоев и почв в баллах применяется формула:

$$Б = \bar{Z}_M \cdot K_{кл},$$

где Б — оценка, баллов; $\bar{Z}_M$ — общий средний прирост древесины в возрасте главной рубки, м³/га; $K_{кл}$ — коэффициент качества древесины.

При бонитировке используются лесоустроительные материалы, в частности таксационные описания, содержащие следующие сведения: номер выдела, его площадь, тип леса, тип условий местопроизрастания, состав древостоя, класс бонитета и полнота древесного яруса. Используя эти сведения, устанавливается оценка произрастающего древостоя в баллах.

Величина балльной оценки зависит от условий местопроизрастания, которые характеризуются классом бонитета, а также породным составом древостоя и полнотой древесного яруса. Поэтому в лесах Бе-

ларуси оценка древостоев колеблется от 1 до 100 баллов. Например, оценку 1 балл имеет чистый березняк осоково-сфагновый Va класса бонитета полнотой 0,7. В 100 баллов оцениваются чистые сосняки полнотой 1,0, произрастающие в наилучших условиях местопроизрастания (Ib класс бонитета).

В одинаковых почвенно-грунтовых условиях могут формироваться древостои различных лесообразующих пород, отличающиеся продуктивностью (классом бонитета), породным составом и полнотой. При этом балльная оценка древостоев будет значительно различаться. В связи с этим использовать оценку произрастающих древостоев для оценки почв не представляется возможным.

Имеющихся в настоящее время знаний о лесной почве недостаточно для того, чтобы по названию почвы точно определить продуктивность древостоев. На данном этапе развития лесоведческой науки для характеристики условий местопроизрастания целесообразно использовать фитоценотический метод, который широко применяется в лесном хозяйстве.

Балльная оценка почв определяется по эталонному древостою, который может произрастать в данных почвенно-грунтовых условиях и иметь наибольшую оценку. В качестве эталонных древостоев для водосборных (внепойменных) территорий приняты древостои сосны, ясеня и ольхи черной.

В условиях Беларуси сосна является наиболее продуктивной породой и имеет широкую экологическую амплитуду существования, формируя древостои в жестких условиях недостатка влаги (сосняки лишайниковые) и низкопродуктивные древостои на болотах переходного и верхового типов. На низинных болотах произрастанию сосны препятствует повышенная обводненность в весенний период после снеготаяния.

Для балльной оценки торфяно-болотных почв низинного типа в качестве эталонных взяты древостои ольхи черной, являющиеся коренными для данных условий местопроизрастания. На торфяно-болотных почвах произрастают черноольшаники таволговые, осоковые, болотно-папоротниковые и ивняковые. Древостои ясеня в качестве эталонных приняты для балльной оценки специфических условий местопроизрастания на стыке сосняков и черноольшаников.

В поймах рек в качестве эталонных необходимо использовать древостои дуба, так как сосна не может произрастать при поемности. В притеррасной части поймы, где распространены болота низинного типа, обычно произрастают черноольшаники. Поэтому для пойм, кроме дубрав, в качестве эталонных принимаются также черноольшаники и ясенники.

Оценка почв зависит только от условий местопроизрастания и в лесах Беларуси колеблется от 5 до 100 баллов. В 5 баллов оцениваются торфяно-болотные почвы верховых болот, где сосновые древостои произрастают по Vб классу бонитета. Наибольшую оценку 100 баллов имеют дерново-подзолистые автоморфные почвы, на которых сосновые древостои достигают Ib класса бонитета. Оценка торфяно-болотных почв низинных болот с эталонными древостоями ольхи черной колеблется от 10 до 21 балла. Дерново-подзолистые полугидроморфные пойменные почвы оцениваются от 34 до 71 балла.

Оценка почв является величиной постоянной для конкретного лесного участка и может использоваться при планировании и проведении лесохозяйственных мероприятий. Она может изменяться только лишь при антропогенном нарушении условий местопроизрастания, а именно при изменении гранулометрического состава почв в результате разработки карьеров или при изменении глубины залегания грунтовых вод в зонах подтопления, водозаборов подземных вод, при осушении смежных болотных массивов.

По результатам бонитировки древостоев и почв определяется степень использования произрастающими древостоями почвенного плодородия и устанавливаются причины пониженной продуктивности, что служит основанием для разработки мероприятий по повышению продуктивности лесов. Так, березняк кисличный Ia класса бонитета полнотой 0,7 имеет оценку 14 баллов. Почва на данном участке оценивается в 89 баллов, так как в качестве эталонного используется нормальный сосновый древостой Ia класса бонитета. Оценка березняка меньше максимальной на 86 баллов ($100 - 14$), из которых на долю условий местопроизрастания приходится 11 ($100 - 89$), в связи с пониженной полнотой — 27 ($89 \cdot 0,7 = 62$; $89 - 62$) и на долю породного состава — 48 ($62 - 14$) баллов. Регулированием породного состава и полноты древостоя можно увеличить продуктивность на данном участке на 75 баллов. Это достигается реконструкцией березняка путем его вырубki в любом возрасте с последующим созданием лесных культур сосны и выращиванием нормального древостоя к возрасту главной рубки.

В аналогичных условиях местопроизрастания 50-летний древостой 8С2Б полнотой 0,7 оценивается в 52 балла, что меньше максимальной на 48 баллов. Из них на условия местопроизрастания приходится 11, за счет пониженной полноты — 27 и породного состава — 10 баллов. Увеличить продуктивность данного древостоя регулированием полноты и породного состава можно на 37 баллов. Замена смешанного сосняка на более продуктивный целесообразна только через 30 лет, т. е. после главной рубки.

ОСОБЕННОСТИ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЭРОЗИИ ПОЧВ

В.Г. Руснак

*Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

Острой проблемой экологической обстановки земледелия в Молдове является предотвращение эрозионных процессов, которые отрицательно влияют на продуктивность почв и снижение их плодородия [1].

При огромном разнообразии почвенно-климатических условий, расчлененного рельефа местности и большой интенсивности эрозионных процессов в республике, научно-исследовательскими изысканиями разработаны системы почвозащитного земледелия, которые позволяют максимально задерживать выпадающие осадки, прекращать или ослабевать смыв и дефляцию, а также повышать плодородие почв [2].

Одними из первоочередных задач проведения агротехнических мероприятий, являются накопление и сбережение влаги в почве.

Правильное применение агротехнических приемов обработки почвы на склонах, в отличие от равнинных участков, не только обеспечивает оптимальные условия роста и развития культурных растений, но и воздействует на уменьшение потерь плодородного слоя почвы.

В результате эрозии происходит разрушение почвенного покрова, который рассматривается, как ничем неоправданный урон урожаев, полностью который, компенсировать, даже значительными капитальными вложениями, практически невозможно.

При рациональном использовании земельных ресурсов, удобрений, противоэрозионных способов обработки почв можно с наименьшими потерями средств значительно повысить продуктивность склоновых земель со смытыми почвами и одновременно обеспечить защиту от эрозии и восстановить их плодородие [3].

Искусственное дождевание проводилось на опытном полигоне в ком. Лебеденко, Кагульского р-на, на юге Молдовы после уборки пшеницы по стерне. Опытное поле расположено на склоне восточной экспозиции, с уклонами 2–4°, 6–7°, длиной 400 м. Почва – чернозем обыкновенный, слабо-, средне- и сильной смывтости.

Полевые обследования и лабораторные анализы были выполнены по международным методикам и европейским стандартам [4].

В настоящее время существуют различные современные технологии и способы обработки почвы и выращивания сельскохозяйственных культур. Разработаны новые агротехнические приемы, которые были изучены и протестированы в определенных почвенно-климатических условиях. На текущий момент, в Молдове необходимо проводить освоение и внедрение интенсивных технологий по возделыванию сельскохозяйственных культур, которые увеличивают урожайность и валовый сбор продукции.

Наличие сильной расчлененности рельефа Молдовы оврагами и балками, больших площадей смытых и размывших почв, высокой интенсивностью ливневых осадков, а также неправильной обработки земель и малой лесистости, вызывает ускорение развития процесса эрозии почвы, что влияет на состояние агроэкологии. Для учета развития процессов эрозии, нами проводились исследования при различных способах обработки – объем жидкого и твердого стока.

Таблица

**Объем жидкого и твердого стока при различных способах обработки почв
с. Лебеденко р. Кагул, 2011 г.**

Параметры жидкого и твердого стока искусственного дождевания, интенсивность осадков – 2 мм/мин					
Жидкий сток, мм/м²			Твердый сток, кг/ га		
Эродированность почв					
Слабо	Средне	Сильно	Слабо	Средне	Сильно
Пахота					
6.6	9.87	11.8	697	972	1178
Дискование					
3.1	3.9	16.3	225	361	1670
Нулевая обработка					
2.57	3.6	27.5	242	298	2872
Глубокое рыхление					
1.7	4.0	28.5	170	252	2889

Из приведенные данные в таблице 1 видно, что наибольший объем жидкого стока на сильноэродированных почвах – от 27,5 мм/м² до 28,5 мм/м² при нулевой обработке и глубоком рыхлении, где уклон склона составляет 5–7°. Меньший объем жидкого стока имеется на пахоте и при дисковании – 11,8 мм/м² – 16,3 мм/м² соответственно.

На слабо- и среднесмытых почвах – от 1.7 мм/м² до 4.0 мм/м², где проводились обработки почв, такие как – дискование, глубокое рыхление и нулевая обработка. На пахоте же количество жидкого стока, несколько выше – 6.6 мм/м² – 9.87 мм/м².

Примерно такая же картина наблюдается и по объему твердого стока, что составило, на сильносмытых – 1178–1670 кг/га (пахота, дискование), 2872–2889 кг/га (нулевая обработка, глубокое рыхление), а на слабо- и среднесмытых – 170–361 кг/га (глубокое рыхление, нулевая обработка). И соответственно на пахоте – 697–972 кг/га.

Чередование пропашных и густопокровных культур позволяет улучшить качество почв, сохранить и повысить их плодородие, защитить от различных видов почвенной деградации [5]. За счет накопления большого количества корневых остатков, активизации микробиологических процессов и коагуляции почвы, смываемой с пашни, можно с меньшими затратами средств восстановить плодородие эродированных почв [6].

Основными способами повышения урожайности сельскохозяйственных культур являются: проведение научно-исследовательских работ по исследованию почвенного покрова, выполнение правильной агротехнической обработки почвы, нормированное и своевременное внесение органических и минеральных удобрений, проведение противоэрозионных мероприятий, конкретно для каждого района в отдельности.

На текущий момент, при существующих условиях эксплуатации пахотных угодий, проблематично проводить какие-либо мероприятия по защите почв от эрозионных процессов.

Если учесть, что по мере развития производительных сил, люди будут все больше воздействовать на почву и защищающий ее растительный покров, в результате чего усилится опасность проявления эрозионных процессов, будут возникать новые более сложные проблемы, с которыми необходимо бороться новыми агротехническими методами.

Необходимо в государственном масштабе срочно менять инвестиционную политику, то есть выделять больше денежных средств, материалов, техники, не только на орошение и осушение, но и на защиту почв от эрозии.

Список литературы

1. Рожков, А.Г. Все силы на борьбу с эрозией почв / А.Г. Рожков // Земледелие. – 1989. – № 5. – С.42–46.
2. Чешев, А.С. Природоохранительное рациональное использование земель / А.С. Чешев // Земледелие. – 1987. – № 1. – С. 29.
3. Заславский, М.Н. О повышении продуктивности склоновых земель со смытыми почвами / М.Н. Заславский // Земледелие. – 1981. – № 10. – С. 19.
4. David L. Rowell Soil Science; Methods and Application Lodman Group UK, 1994, – P. 15–34. – С. 366–373.

5. Măsurii și tehnologii de combatere a eroziunii solului. Recomandări. — Chișinău, Pontos, 2012. — P. 40.

6. Кузнецов, В.П. Формирование социально-экономических основ защиты почв от эрозии / В.П. Кузнецов // Земледелие. — 1985. — № 5. — С. 34.

УДК 631.445.15(476.7)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.Н. Рябова, И.А. Залыгина

*Институт природопользования НАН Беларуси,
г. Минск, Беларусь*

Комплексные геохимические исследования компонентов ландшафтов на территории Брестской области, проведенные в 2012—2013 гг., позволили выявить степень загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами, нитратами, сульфатами, хлоридами, нефтепродуктами. Одним из важнейших результатов этих исследований стало составление электронных карт загрязнения почвенного покрова Брестской области в масштабе 1:200 000. Территория Брестской области находится в пределах четырех геоморфологических районов (Припятское Полесье, Брестское Полесье, Предполесье и Загородье), которые значительно различаются по типам почвообразующих пород, геохимическим показателям почвенного покрова, имеют различную степень интенсивности и направленности хозяйственного использования земель. На основании анализа данных, полученных в ходе выполнения полевых исследований, выявлены факторы формирования природных и техногенных аномалий и дана оценка геохимического состояния почвенного покрова Брестской области.

В процессе изучения эколого-геохимического состояния почвенного покрова Брестской области исследовались участки различного использования земель: лесные, аграрные (агроселитебные и агропромышленные), промышленные, санирующие, земли различного сельскохозяйственного назначения. Отбор проб проводился с использованием метода «конверта», т.е. формировалась смешанная проба из 5 проб, удаленных друг от друга на 10—15 м с глубины 0—10 см, в лесных массивах отбирались образцы с поддерновой части почвенного разреза. Всего было опробовано 870 почвенных образцов.

Химические анализы выполнялись в Центральной лаборатории ГП «НПЦ по геологии». Определение обменной кислотности в почвах проводилось в вытяжке 1N KCl методом потенциометрии (ГОСТ 26423-85). Изучение содержания водорастворимых веществ в почве выполнялось с помощью водных вытяжек. Сульфаты определялись гравиметрическим методом (ГОСТ 26426-85), хлориды – с использованием титриметрии (ГОСТ 26425-85). Определение азотистых соединений определялся фотоколориметрическим методом (ГОСТ 18826-73, ГОСТ 4192-82, ГОСТ 4192-82). Определение нефтепродуктов в образцах почв производилось флюориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 03-03-2007). На проведение работ по выполнению вышеперечисленных анализов имеется аккредитация.

Анализ микроэлементного состава почв выполнялся с использованием эмиссионного спектрального метода. Определялись концентрации более 30 элементов (никеля, кобальта, марганца, титана, хрома, свинца, циркония, меди, цинка, бериллия, ниобия, скандия, молибдена, галлия, иттрия, иттербия, таллия, гафния, висмута, сурьмы, селена, олова, бора, лития и др.). Для ряда элементов (W, In, Ge, Sb, U, Th, As, Sb, Cd, Hg) концентрации оказались ниже чувствительности метода исследования.

Для комплексной оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами использовался суммарный показатель загрязнения Zc. При расчете суммарного показателя загрязнения для каждого почвенного образца подбирались фоновые концентрации соответствующего типа почв. Моделирование статистических поверхностей загрязнения почв по соединениям (NO^3 , SO^4 , Cl) с учетом ПДК и по суммарному загрязнению микроэлементами относительно фона (Zc) проводилось с использованием геостатистического метода интерполяции Kriging (Universal) в программной среде ArcView GIS 3.2a на электронной топографической основе масштаба 1:200 000. Данный метод оценки, включающий анализ автокорреляции (статистических отношений между измеряемыми значениями в точках опробования), имеет статистически оптимальные свойства. Наиболее важным преимуществом является то, что этот метод обеспечивает измерение ошибки или неопределенности поверхности изображаемой изолиниями. Kriging использует информацию из полувариограммы для нахождения оптимального множества весов, для оценки поверхности в точках, отличных от точек опробования. В настоящее время метод широко используется в геологии и почвоведении для построения карт в изолиниях. Доступ к данным расчета из ГИС осуществлялся с помощью драйвера Advantage Streamline SQL ODBC.

Дальнейшее редактирование и построение карт выполнялось программной среде MapInfo 8.5. Для корректировки распространения геохимических аномалий использовались карты почвенная, геоморфологическая, четвертичных отложений, а также карты хозяйственного использования земель.

В соответствии с этой методикой на карту выносились сведения:

- номер точки опробования по базе данных;
- цветом отражено загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами по коэффициенту загрязнения;
- столбчатыми диаграммами показаны доли ПДК/ОДК тяжелых металлов и нефтепродуктов;
- знаком отражено присутствие в почвах фенолов и СПАВ.

Врезками на карте показано абсолютное содержание в почвах нитратов, сульфатов и хлоридов в мг/кг. Шкала для этих соединений разработана с учетом ПДК: менее 0,5 ПДК; 0,5 -1 ПДК; 1-2 ПДК; 2-3 ПДК; более 3 ПДК.

Для комплексной оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами использовался суммарный показатель загрязнения Z_c , который определялся по формуле:

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1),$$

где $K_c = \frac{K_x}{K_f}$; K_x — фактическое содержание элемента загрязнителя в почве, мг/кг; K_f — фоновая концентрация элемента в почве соответствующего генетического типа, мг/кг; n — число суммируемых элементов, где частное от деления $\frac{K_x}{K_f}$ превышает единицу.

При расчете суммарного показателя загрязнения для каждого почвенного образца подбирались фоновые концентрации соответствующего типа почв. В городской среде, где антропогенное воздействие становится преобладающим фактором почвообразования, формируя в новых экологических условиях специфические типы почв, которые в общем плане могут быть отнесены к техногенно-измененным. По этой причине, при расчете суммарного показателя почв в городской среде за фоновые концентрации элементов принимались среднефоновые концентрации для района исследований.

Полученная геохимическая информация и построенная карта, позволили охарактеризовать современные геоэкологические состояние почвенного покрова в Брестской области. По уровню загрязнения тяжелыми металлами почвенный покров Брестской области в целом находится в удовлетворительном состоянии и только 1,5% территории

имеет опасный уровень загрязнения земель в основном в промышленных зонах городов области.

Превышение санитарных норм по нитратам зафиксировано в 95 образцах, что составляет 10,9%, по сульфатам – в 43 образцах (4,9%). Встречаемость проб с превышением «порога токсичности» хлоридов (100 мг/кг почвы), определено в 95 образцах – 11% от всех проб. Ареалы аномальных концентраций водорастворимых соединений часто совпадают по площади, а их содержания показывают достоверную положительную корреляцию. Полученные материалы по содержанию водорастворимых соединений в почвах Брестской области, отчетливо свидетельствуют о максимальном их содержании в почвах мелиорированных ландшафтов.

Установлено, что содержание нефтепродуктов колеблется от не обнаружено до 17 333,0 мг/кг. Их содержание в почвах жилых и рекреационных зонах крупных городов Брестской области (Брест, Пинск, Барановичи) колеблется в пределах от 2,33 до 244,36 мг/кг. Максимальные количества нефтепродуктов зафиксированы в почвах промышленных зон городов – 129,17–6709,4 мг/кг. В 80% случаев по содержанию нефтепродуктов почвы в этих зонах не соответствуют санитарно-гигиеническим нормам. Степень загрязнения нефтепродуктами почв промышленных зон районных центров значительно ниже.

УДК 631.472.71

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ

О.А. Савоськина, М.А. Мазиров, И.А. Заверткин

*ФГБОУ ВП РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия*

Сложность мезо- и микрорельефа и слабая водопроницаемость материнской породы создают разнообразие ландшафтно-экологических условий для почвообразования и возделываемых культур и являются первичной пространственной неоднородности почвенного покрова трансэлювиальных ландшафтов [1].

Объектом исследований являлся почвенный покров полевого стационарного опыта «Разработка научных основ защиты почв от эрозии на склоновых землях в адаптивно-ландшафтном земледелии Нечерноземной зоны РФ» (М-01-18-ОП), который был заложен на трансэлю-

виальном ландшафте осенью 1980 г. профессором И.С. Кочетовым в Московской области [2]. Размещение вариантов осуществлялось методом организованных повторений, повторность 3-кратная, число вариантов – 6, делянок – 36 (табл.).

Таблица

Изучаемые факторы в полевом стационарном опыте

Факторы	
А. Система обработки	В. Крутизна склона
1. Вспашка	1. 2–5°
2. Вспашка + щелевание	
3. Плоскорезная + щелевание	
4. Плоскорезная + чизелевание	2. 5–7°
5. Поверхностная + щелевание	
6. Поверхностная	

Полевой опыт расположен в районе поселка Конаково, где преобладают окультуренные дерново-глубокоподзолистые легкосуглинистые почвы на лессовидном покровном суглинке. Участок представляет приподнятую плоскую дренированную равнину, сильно расчлененную эрозией (рис. 1).

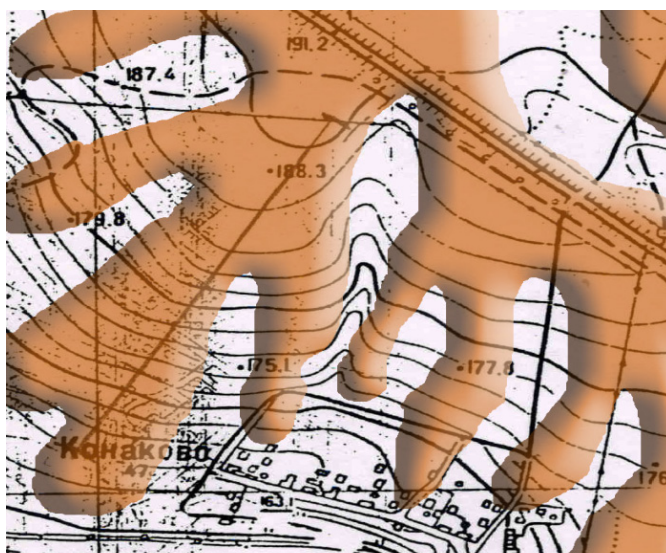


Рис. 1. Карта пластики рельефа исследуемого участка (распечатано с масштаба 1:10000)

По характеру миграции и аккумуляции веществ на опыте выделяются 2 основные категории элементарного геохимического ландшафта. Верхняя часть опыта со склонами крутизной 5–7° (абсолютная высота 168–176 м) и частично склон 3–5° (абсолютная высота 164–165 м) относится к трансэлювиальному ландшафту. Здесь вынос веществ по профилю сочетается с интенсивным поверхностным переносом. Элювиальное звено состоит из двух доминирующих типов урочищ: распаханного волнистого водораздела и распаханых пологих приводораздельных склонов.

Действие эрозионных процессов на протяжении 28 лет, а так же применение разноглубинных приемов обработки привели к изменению почвенного покрова опытного участка (рис. 2).

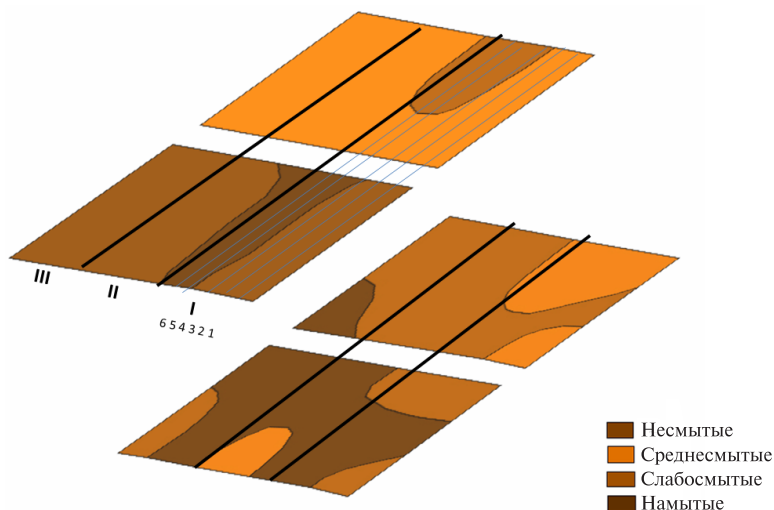


Рис. 2. Трансформация почвенного покрова после 25 лет применения почвозащитных приемов обработки почвы

На склоне крутизной 5–7° применение поверхностных обработок почвы привело к трансформации ареала слабосмытых почв в среднесмытые за счет усиления интенсивности поверхностного стока и переноса материала. За счет денудационных процессов абрис слабосмытых почв расширился до 65% склона. В нижней части третьего повторения образовались намытые почвы (12%) в результате выполаживания. На склоне крутизной 2–5° намытые почвы преобладают в почвенном покрове. Их доля составляет 72%. Отдельными пятнами с небольшой

контурностью располагаются слабосмытые почвы и только 16% занимают среднесмытые почвы в нижней части склона на II повторении.

Таким образом, длительное воздействие на почвенный покров, разрушающего действия воды, и связанного с ним переноса почвы, а также применение разноглубинных почвозащитных обработок приводят к значительной трансформации почвенного покрова, что находит свое отражение и в изменении физических свойств, которые во многом определяют условия для роста и развития растений.

Почвозащитные технологии обработки, основанные на применении ресурсосберегающих приемов, обеспечивают снижение интенсивности эрозионных процессов и повышение экологической устойчивости склоновых агроландшафтов. Однако только комплекс агролесомелиоративных мероприятий позволит устранить пестроту почвенного покрова, определяемую миграцией вещества и энергии в результате проявления деградации разной степени интенсивности [3].

Список литературы

1. Кочетов, И.С. Агроландшафтное земледелие и эрозия почв в Центральном Нечерноземье / И.С. Кочетов. — М.: Колос, 1999. — 224 с.
2. Васенева, Э.Г. Перспективы исследования антропогенной динамики почвенного покрова в системах прецизионного земледелия / Э.Г. Васенева, М.Ю. Дегтева, Д. Шредер / Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. — М., 1998. — С. 158—159.
3. Баздырев, Г.И. Эффективность длительного применения почвозащитных технологий / Г.И. Баздырев // Известия ТСХА. — Вып. 4. — 2005.

УДК 631.445

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЭВОЛЮЦИЮ СВОЙСТВ МАЛОМОЩНОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ

Н.Н. Семененко¹, Н.М. Авраменко²

¹РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

²Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства,
г. Минск, Беларусь

При ведении земледелия на агроторфяных почвах одна из важнейших проблем — продлить их эффективное функционирование, снизить интенсивность минерализации органического вещества и сохранить плодородие на более длительный срок.

С целью разработки для маломощных агроторфяных почв Полесья оптимальной системы почвозащитного земледелия под руководством академика С.Г. Скоропанова в 1961 г., на землях Полесской опытной станции по мелиоративному земледелию и луговодству был заложен стационар «Севообороты», который включал 6 типов севооборотов с различным насыщением травами (от 0 до 100%). В 2011 г. этот стационар прекратил функционирование.

Авторы статьи представляют обобщенный вариант информации по трансформации некоторых свойств агроторфяной почвы под влиянием разных способов ее использования за 50 летний период. Исследованию подвержено 3 контрастных способов использования агроторфяной почвы:

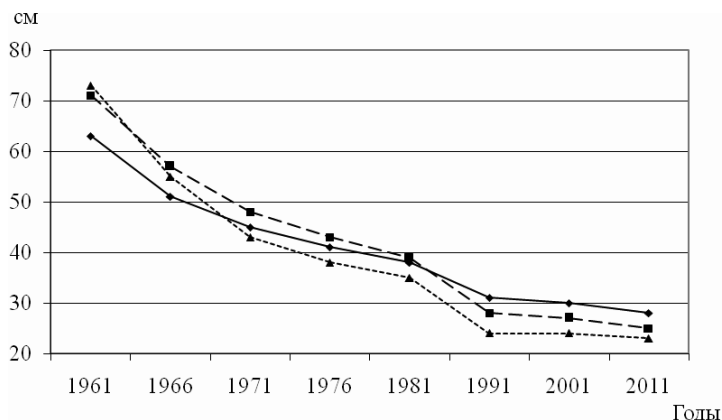
1) бессменная культура трав — 100%; 2) севооборот: 50% — травы, 33% — зерновые, 17% — пропашные; 3) бессменная культура пропашных — 100%.

Приведенные на рисунке данные показывают, что мощность органогенного слоя агроторфяной почвы уже через 20 лет после освоения снизилась в сравнении с исходным состоянием под травами в 1,7, культурами севооборота — 1,8 и пропашными — 2,1 раза. За последующие 20 лет мощность органогенного слоя еще снизилась относительно предыдущего периода на 21, 31 и 31% соответственно. В сумме за 40 лет мощность органогенного слоя снизилась в почве под травами на 52, культурами севооборота — 62 и пропашными — 67%. За последние 10 лет мощность органогенного слоя снизилась незначительно, изменения составили лишь 7, 7 и 4%. Исходя из приведенных данных можно констатировать, что мощность органогенного слоя агроторфяной почвы наиболее существенно трансформируется в первые 20 лет после введения в культуру, особенно при возделывании пропашных культур.

Еще более интенсивно в зависимости от способов использования изменяется плотность агроторфяной почвы. В первые 20 лет после начала использования торфяника плотность почвы увеличилась под травами в 1,8, культурами севооборота — 3 и пропашными — в 3,4 раза. За последующие 20 лет плотность почвы в сравнении с предыдущим периодом еще увеличилась под травами в 2,2; культурами севооборота и пропашными — в 2 раза. В целом за 40 лет плотность агроторфяной почвы увеличилась в сравнении с исходным состоянием под травами в 3,9; культурами севооборота — 6 и пропашных — в 6,7 раза. В последующие 10 лет темпы повышения плотности почвы снизились: под травами прирост составил 17%, а под культурами севооборота и

пропашных – 8%. Конечный уровень плотности почвы (слой 0–30 см) составил под травами – 0,657 г/см³, культурами севооборота – 0,961 и пропашными – 1,135 г/см³.

А – мощность органогенного слоя, см



Б – Плотность почвы (слой 0–30 см), г/см³

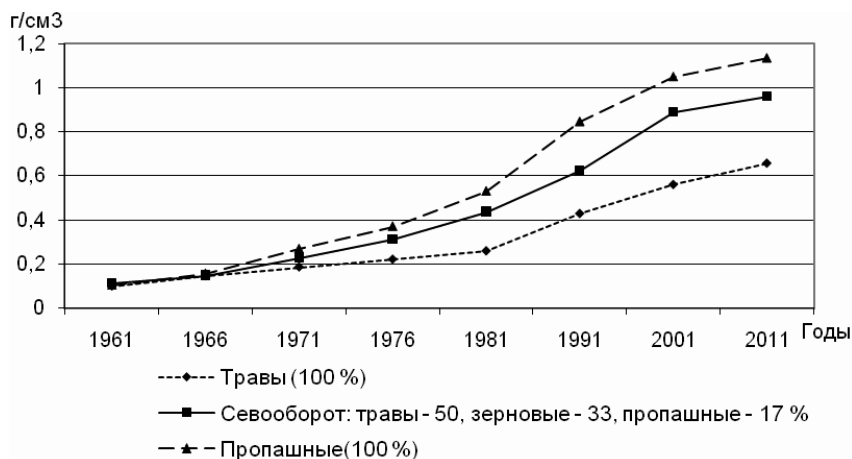


Рис. Динамика трансформации физических свойств агроторфяной почвы под влиянием разных способов длительного использования

Таким образом, наиболее интенсивно трансформация физических свойств органогенного слоя агроторфяной почвы происходит в первые

20 лет после введения ее в культуру. В последующие 20 лет интенсивность снижения мощности и увеличения плотности почвы уменьшаются, а в период 40–50 лет стабилизируются.

Наиболее важным показателем влияния антропогенного воздействия на трансформацию генетического состояния и плодородия агроторфяной почвы является динамика изменения в ней запаса органического вещества во времени под разными культурами. Результаты исследования показывают, что снижение запаса ОВ в почве происходит при разных способах ее использования. Однако общие потери ОВ и их интенсивность в зависимости от способа использования значительно различаются. Так, за 50-летний период после осушения и сельскохозяйственного использования запасы ОВ в агроторфяной почве под травами снизились на 27%, культурами севооборота — 46 и под пропашными — на 69%. В среднем за 50 лет потери ОВ под бессменной культурой трав составляют 4,2; культурами севооборота — 7,7 и бессменной культурой пропашных — 11,3 т/га/год.

Выявлено, что интенсивность потерь ОВ при всех способах использования почвы со временем возрастает и существенно различается.

Уже через 10 лет после осушения и начала использования агроторфяной почвы произошла ее дифференциация по среднегодовым потерям ОВ: под бессменной культурой трав они составили 3,7 т/га; культурами севооборота — 6,2 и бессменной культурой пропашных — 9,5 т/га/год. В почве под травами средние потери ОВ за 40 лет составили около 3 и только за последние 10 лет увеличились до 7,8 т/га/год. Под культурами севооборота близкие (в среднем 5,7 т/га/год) потери ОВ выявлены в течение первых 40 лет после начала использования торфяника, а в последующие 10 лет интенсивность потерь ОВ увеличивается до 11,9 т/га/год. В почве под пропашными близкие потери ОВ (в среднем 9,2 т/га/год) установлены в первые 20 лет освоения. В последующие 30 лет потери ОВ увеличиваются и находятся примерно на одном уровне 12,1–12,7 т/га/год. Можно предположить, что почвы под пропашными культурами достигают максимального уровня потерь ОВ через 30, а под культурами севооборота — 40 лет после осушения и дальше находятся в биологическом равновесии в системе почва — растение. Агроторфяная почва под травами такого состояния может достигнуть через 60–70 лет после вовлечения в культуру.

Установлено также влияние способов длительного использования на трансформацию морфологических, химических, биологических и энергетических свойств маломощной торфяной почвы. Полученные результаты показывают, что за 30–40-летний период маломощные аг-

роторфяные почвы трансформировались в зависимости от способа использования в агроторфяно-минеральные разных стадий эволюции.

Результатами исследований подтвержден вывод, что осушенные маломощные торфяные почвы целесообразно использовать в основном под травы или в севооборотах с наличием в структуре посевных площадей трав не менее 50%.

При значительном наличии в структуре посевных площадей зерновых и пропашных культур сельхозпредприятиям необходимо использовать почвозащитную систему земледелия максимально насыщенную промежуточными культурами.

УДК 631.4

З ГІСТОРЫІ ГЛЕБАЗНАЎСТВА БЕЛАРУСІ

В.Т. Сергеев¹, І.І. Кас'яненка¹, В.Д. Лісіца², А.С. Сахан'коў²

*¹РУП «Інстытут глебазнаўства і аграхіміі»,
г. Мінск, Беларусь*

*²Беларускае таварыства глебазнаўцаў і аграхімікаў,
г. Мінск, Беларусь*

У адной з сваіх лепшых работ «Почвы Белоруссии как естественные ресурсы производительных сил страны» (1926 г.) Я.Н. Афанас'еў, выказаў такую думку: «Белоруссия, прежде всего — крайне бедна культурными наследиями. В дореволюционное время эта страна была совершенно забыта и обездолена, как средства, так и научные исследование чаще проходили мимо нее. И может быть, уже не так сильно преувеличивали, когда говорили, что Белоруссия в почвенном отношении менее известна, чем поверхность луны...».

Пакідаем наш каментар за рамкамі дадзеных тэзісаў. Тут адзначым толькі, што ні адзін з пунктаў яго выказвання не адпавядае гістарычнай рэчаіснасці. Прыводзім на гэты конт некалькі пераканаўчых прыкладаў. Пра Беларусь ведаў і нешта пісаў Герадот (4 век да н.э.), у прыватнасці пра «Пінскае мора». У XVI–XVII стагодзі на тэрыторыі сучаснай Беларусі дзейнічаў пазямельны кадастр, які выкарыстоваўся для ўстанаўлення аброка і працоўных павіннасцей. У кадастры вылучалі добрыя, сярэднія, дрэнныя, вельмі дрэнныя балоцістыя і пясчаныя глебы.

У 1557 г. створана першая вытворчая класіфікацыя глебаў Літвы (у той час сучасная тэрыторыя Беларусі мела такую назву). Значна пазней

глебам Беларусі шмат увагі удзяляў знакаміты рускі даследчык акадэмік акадэміі Расійскай імперыі В.М. Севяргін.

Пры вывучэнні глебаў Беларусі (1902–1904 гг.) ён распрацаваў схему марфалагічнага апісання іх профілю, якой мы карыстаемся і па сёння. Таксама распрацаваў метады акультурвання лёгкіх глебаў Беларусі. На яго думку, пясчаныя глебы значна цяжэй акультурваюцца у параўнанні з сугліністымі. Гэта абумоўлена, як мяркуе В.М. Севяргін, што арганічныя ўгнаенні вельмі хутка згараюць, і ў ворным гарызонце не застаецца рухомах формаў рэчываў жыўлення раслін. Вывучаючы акаліцу навагрудчаны ён заўважыў, што віды лясной расліннасці адпавядаюць глебавым тыпам.

У 1869 г. па прапанове А.І. Сцебута, прафесара П.А. Іл'янкава упершыню выканан валавы хімічны аналіз горацкіх глебаў Магілёўскай губерні наступным метадам. На 1000 частак глебы высушаннай пры 115 °С, прасеянай праз сита 3 мм удзяметры, затым апрацаваных салянай кіслотой (шч. 1,15) без падагрэву, далі вось такіх вынікаў: у раствор перашло 3,14 адсоткаў. У тым ліку: крэмневай кіслаты (SiO_2) – 0,01, сернай кіслаты (SO_3) – 0,054, фосфарнай кіслаты (P_2O_5) – 0,05, угляроднай кіслаты – 0,017, вокіслы жалеза (Fe_2O_3) – 0,42, вокіслы алюмінія (Al_2O_3) – 0,379, вокісі кальцыя (CaO) – 0,086, вокісі магнію (MgO) – 0,047, вокісі калія (K_2O) – 0,044, вокіслы натрыю (Na_2O) – 0,022, арганічных рэчываў і вады хімічна звязанай – 2,01. Зроблены высновы, што у гэтых глебах мала ўтрымліваецца рухомах формаў рэчываў жыўлення раслін, таму вытворчасць у земляробстве на такіх глебах без угнаенняў малаэфектыўна.

А. Крылоў, у 1873 г. дэталёва вывучыў тыя ж узоры горыцкіх глебаў пад мікраскопам пры трохсотразавым павялічэнні. На выснове гэтых даследаванняў ён паказаў неверагоднасць шырока распаўсюджанай тэорыі Эренберга аб арганічным паходжанні крэмністых горных парод. Разгледжана таксама этымалогія тэрміна падзол.

Трэба выказаць, што дадзеныя хіміка-мікраскапічных даследаў былі цалкам выкарастаны В.В. Дакучаевым пры абгрунтаванні падзоліўтварэння і размясчэння такіх глебаў у рэльефе.

Шмат карыснай інфармацыі па глебах утрымліваецца ў матэрыялах для геаграфіі і статыстыкі Расійскай імперыі, якія выкананы афіцэрамі Генеральскага штабу (1861–1864 гг) Гродзенскай, Віцебскай і Мінскай губерням. Найбольш пазней працай такога кшталту з'яўляецца ўзор апісання Магілёўскай губерні ў якой ужо разглядаюцца геаграфічная і агранамічная роля мінералогіі ў глебазнаўстве. Складзена глебавая карта Магілёўскай губерні грануламетрычнага складу, а таксама карта лясоў той жа тэрыторыі. Глебавая карта Расійскай імперыі прадстаўлена

на Парыжскім геалагічным кангрэсе атрымала залаты медаль. А між іншым, заходняя частка карты была прадстаўлена глебавымі картамі Гродзенскай, Мінскай, Віцебскай і Віленскай губернямі.

Пры стварэнні плана асушэння балот Палесся былі праведзены ўсястароннія ізысканні ў тым ліку і глебаў. Была атрымана пярвічная інфармацыя глебавага покрыва 80 тыс. кв. верст. За перыяд з 1873 па 1898 гг. было асушана 500 тыс. га балот, выкапана 46 тыс. км каналаў. У 1895 годзе Г.І. Танфіл'еў выпусціў навуковую працу «Болота и торфяники Полесья», у якой дадзены апісанні глебаў, іх выкарыстанне ў сельскагаспадарчых мэтах, асвечаны генетычныя пытанні балотаўтварэння.

Адзначым, што Э.І. Эйхвальд канчаткова сфармулюе сваю гіпотызу балотнага паходжання чарназемаў толькі пасля грунтоўнага вывучэння балот Гродзенскай і Мінскай губерняў.

Кароткі пералік згаданых прац яскрава сведчыць аб тым, што беларускае глебазнаўства ва ўсе часы, не толькі адпавядала сусветнаму ўзроўню, але і задавала рэй яму. Беларуская зямля была тым удзячным краем, пры сутыкненні з глебамі якога, нарадзіліся крытыўныя ідэі па глебазнаўству і аграхіміі. У канцы XIX стагодзя было добра вядома, што прыбытковым земляробства на такіх глебах без угнаенняў не магчыма.

Такім чынам, Беларускае глебазнаўства мае глыбокія старажытныя карні. Таму беларускім глебазнаўцам і аграхімікам гісторыяй сваёй галіны ведаў трэба ганарыцца, кажучы словамі А.С. Пушкіна: «Не только можно, но и должно».

УДК 631.4

КОРОТКОПРОФИЛЬНОСТЬ СКЛОНОВЫХ ПОЧВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ АРИДНОСТИ ПЕДОГЕНЕЗА

М.Н. Складарская, П.А. Волков

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

Для Украины характерно большое разнообразие почвенно-экологических условий, не учитывая которое невозможно рационально использовать земельные ресурсы. По последним данным, площадь

эродированных земель составляет около 30%, а в некоторых регионах этот показатель достигает 50%. Хорошо известно несовершенство диагностики как самой эрозии, так и подверженных ей почв. Не существует единого мнения о влиянии различных факторов на интенсивность проявления эрозионного процесса. Успех развития исследований по охране и рациональному использованию склоновых земель, в первую очередь, определяется наличием надежных данных об их эволюции. По существующим методикам диагностики склоновых земель принято различать степень эродированности на основании сопоставления их профилной мощности с мощностью плакорных почв той же провинции. Такой подход противоречит основным канонам генетического почвоведения, рассматривающих почву и среду ее образования как единое целое. В последнее время все чаще встречаются научные сообщения о том, что короткопрофильность склоновых почв вызвана не эрозией, а является изначальной, природной. При этом эрозионные процессы на склонах связаны с систематической концентрацией поверхностного стока при антропогенной нагрузке на экосистему. Склоновый педогенез проходит в условиях повышенной аридности, которая обусловлена стоком воды атмосферных осадков и экспозиционным эффектом. Доказательством приоритетности аридности условий формирования короткопрофильных почв склонов является установленный факт тождественности соотношения мощностей генетических горизонтов ксероморфных почв в целинных вариантах (патент № 69952 UA). На основании данных многолетних почвенно-географических исследований разработана модель склонового педогенеза как функции уровня влагообеспеченности в условиях естественного и антропогенного почвообразования за счет перераспределения влаги через постоянно действующую стокоформирующую сеть и различий в температурном режиме в зависимости от экспозиции и формы склонов, разработана номенклатура и диагностика склоновых почв. Ксероморфные виды имеют меньшее на 10–45% содержание гумуса, на 15–55% укороченный профиль. Ксероморфность снижает природную продуктивность (без внесения удобрений) в среднем на 15–30%, а эродированность дополнительно уменьшает для каждого вида ксероморфности на 10%.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ ПО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

И.В. Соколовский

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Беларусь*

Одним из вопросов лесохозяйственной науки и практики является установление взаимосвязи между почвой и типом леса. Согласно применяемой классификации почв по гранулометрическому составу [1] на дерново-подзолистых автоморфных песчаных почвах сосновые насаждения на территории Беларуси произрастают по V-II классам бонитета [2, 3], в то время как на супесях по I-I^a. На дерново-подзолистых автоморфных суглинистых почвах сосновые и еловые насаждения характеризуются I-I^a классами бонитета, а дубравы произрастают по III-II классам бонитета. Таким образом, на дерново-подзолистых автоморфных песчаных почвах, произрастающие древостои, характеризуются четырьмя классами бонитета и представлены лишайниковым, вересковым, брусничным и мшистым типами леса.

На песчаных почвах даже незначительное снижение поглотительной и водоудерживающей способности приводят к резкому изменению условий произрастания растений, а поэтому средняя высота сосновых древостоев в возрасте спелости (80 лет) варьирует от 12 м до 22 м, где решающая роль принадлежит гранулометрическому составу [2].

Применяемая классификация песчаных почв по гранулометрическому составу в лесохозяйственной практике создает трудности в установлении взаимосвязи между песчаной почвой и продуктивностью древостоев.

Для решения данного вопроса были изучены емкость поглощения и водные свойства (наименьшая влагоемкость, гигроскопическая влага, потеря влаги при высушивании) песчаных почвообразующих пород водно-ледникового происхождения. Учитывая, что данные свойства зависят от минералогического, гранулометрического и химического составов почв и почвообразующей породы, содержания гумуса, для повышения объективности проведенных исследований были взяты образцы с иллювиальных горизонтов дерново-подзолистых автоморфных, оглеенных внизу, контактно-оглеенных песчаных почв. Показатели наименьшей влагоемкости (НВ) и потери влаги определены в лабораторных

условиях в насыпных образцах с 5-кратной повторностью. Для проведения опыта использовались стеклянные емкости, в которые насыпался песок массой 100 г. На дно емкости, в котором имеется отверстие диаметром 0,5 см, помещался кусочек фильтровальной бумаги, что позволяло стекать гравитационной воде. Высота насыпного образца 5 см. Открытая поверхность, через которую происходило испарение влаги, равна 18–19 см². Высушивание (потеря влаги) осуществлялось в лабораторных условиях при различных температурных режимах. Наиболее интересные данные по потере влаги были получены при высушивании на открытом воздухе при комнатной температуре 16–18°C (табл.), которые показали, что в первые пять дней отмечается одинаковое количество потери влаги во всех образцах, три грамма на 100 г песка за сутки.

Таблица

Наименьшая влагоемкость песчаных водно-ледниковых отложений и потеря влаги (г) при их высушивании

Время сушки, сутки	Содержание физической глины, %									
	1,2	2,3	3,0	4,3	5,0	6,4	7,0	8,2	9,3	10,2
1	3,0	3,0	2,7	2,6	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1
2	6,1	6,1	5,9	5,6	6,0	6,1	6,1	6,2	6,3	6,3
3	9,6	9,7	8,9	8,8	9,4	9,4	9,3	9,4	9,4	9,8
4	12,7	12,7	12,0	12,0	12,3	12,2	12,2	12,4	12,8	12,8
5	16,7	17,0	17,1	17,2	17,3	17,0	17,4	16,9	17,2	18,1
6	18,6	18,8	19,5	20,6	20,5	20,6	21,4	21,7	21,7	22,5
7	19,2	20,2	21,3	22,4	23,4	24,8	24,5	25,4	26,0	27,4
8	19,3	20,4	21,7	23,4	24,4	25,8	25,8	27,4	28,5	30,3
9	-	-	-	23,6	-	-	26,3	28,0	29,6	31,6
НВ, г/100 г песка	19,3	20,4	21,7	23,6	24,4	25,9	26,7	28,6	30,3	32,4

Образцы песка с содержанием физической глины до 3% после семи суток сушки приобрели воздушно-сухое состояние. Образцы песка с содержанием физической глины от 3% до 6% приобрели воздушно-сухое состояние после восьми суток, а с содержанием физической глины от 6% до 10% после 9–10 суток высушивания.

Наиболее быстро испаряется доступная для растений влага в песках с содержанием физической глины до 3% (рис.). После пяти суток высушивания в них осталось лишь 10–20% влаги от наименьшей влагоемкости, в то время как в песке с содержанием физической глины 6–10% от 35% до 45%.

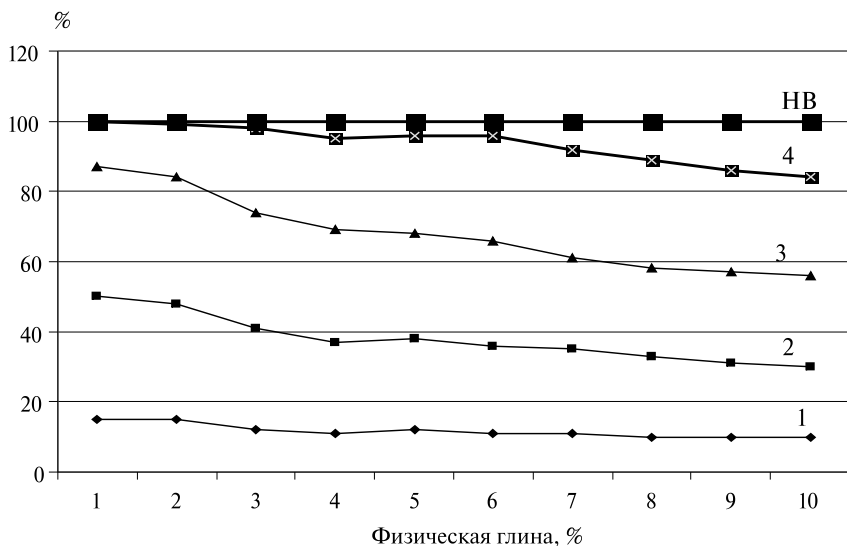


Рис. Потеря влаги водно-ледниковыми песчаными отложениями при высушивании, в % от наименьшей влагоемкости. Продолжительность сушки (часов): 1–24; 2–72; 3–120; 4–168

Емкость поглощения в песчаных почвообразующих породах изменяется в пределах 1,0–5,8 мг-экв на 100 г песка и имеет прямолинейную зависимость от содержания физической глины. Из-за их низкой поглотительной способности песка, даже незначительное изменение ее приводит к резкому снижению продуктивности древостоев, изменению видового состава живого напочвенного покрова. Емкость поглощения в песчаных почвообразующих породах увеличивается примерно в 6 раз, в зависимости от содержания физической глины, в то время как в супесях примерно в 2–3 раза при изменении содержания физической глины от 10% до 20%.

С увеличением содержания физической глины в исходной песчаной почвообразующей породе, сформированная на ней почва, характеризуется более мощным гумусовым горизонтом и более высоким содержанием гумуса. Исходя из этого, следует отметить, что в песчаных гумусовых горизонтах создается еще более контрастная картина по содержанию продуктивной влаги и емкости поглощения из-за влияния коллоидов органического происхождения, обладающих высокими показателями водоудерживающей и поглотительной способности.

Гигроскопическая влага в песках варьирует от 0,1% до 1,3%.

Полученные результаты позволяют разделить пески на три группы в зависимости от содержания физической глины (рыхлый — 0–3%, средний — 3–6%, связный — 6–10%).

Предлагаемая классификация позволяет более детально установить взаимосвязь между песчаной почвой и произрастающим типом леса.

К примеру, на дерново-подзолистых автоморфных песчаных почвах, сформированных на мощных песчаных отложениях, проявляется следующая взаимосвязь:

- рыхлопесчаные - С. лишайниковый (IV – V класс бонитета);
- среднепесчаные - С. вересковый и брусничный (III класс бонитета);
- связнопесчаные - С. вересковый, брусничный, мшистый (II класс бонитета).

Список литературы

1. Качинский, Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н.А. Качинский. — М.: Изд. АН СССР, 1958. — 192 с.
2. Забелло, К.Л. Влияние почвенных факторов на продуктивность сосновых древостоев / К.Л. Забелло, И.В. Соколовский // Труды БГТУ. Лесоведение и лесное хозяйство. — Минск, 1986. — Вып. 21. — С. 29–33.
3. Юркевич, И.Д., Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И.Д. Юркевич. — Минск: Наука и техника, 1980. — 120 с.

УДК 631.4

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО СТАТУСА ПОЧВ УКРАИНЫ

В.Б. Соловей

*ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»,
г. Харьков, Украина*

Точная диагностика генетического статуса почв и соответствующих ему агропроизводственных качеств в значительной мере определяет эффективность мероприятий их рационального использования. На сегодня известны недостатки традиционной морфологической ди-

агностики почв по строению профиля, что не позволяет с достаточной объективностью идентифицировать почвенные тела. В связи с этим все больше внимания уделяется количественным диагностическим показателям, основанным на почвенных свойствах и позволяющих увеличить точность определения почв. В то же время известно о сопряженности большинства почвенных свойств, что не позволяет абсолютные их значения использовать для раскрытия почвенно-экологических взаимосвязей. Увеличение набора подобных показателей, несмотря на все математические ухищрения, не приведет к повышению их диагностической значимости.

Необходимы относительные диагностические критерии, отражающие основные почвенно-экологические связи и позволяющие точно идентифицировать почвы. В связи с этим, система диагностики почв должна соответствовать классификации почв. В свою очередь, таксономические уровни последней должны опираться на четкие количественные показатели, имеющие универсально-информативный характер. Решение проблемы облегчается тем, что в Украине четко выражена зональность почвообразования и сравнительно однородные материнские породы с преобладанием лесов, что позволяет использовать единую систему показателей.

Разработанная генетическая эколого-субстантивная классификация почв Украины на параметрической основе [1] для таксономических уровней: тип, подтип, род, вид и частично вариант имеет четкие диагностические критерии со шкалой значений, что позволяет уточнить результаты полевой идентификации почв по традиционной морфологической схеме. Кроме этого, в последнее время разработан показатель надтипового уровня, позволяющий на количественной основе разграничить ряды почвообразования. Применяемый набор диагностических показателей включает коэффициент регрессивности органо-профиля (КРО), коэффициент профильного накопления гумуса (КПНГ), коэффициент относительной аккумуляции гумуса (КОАГ), коэффициент обменной активности почв (КОА). Кроме этого, используются достаточно известные количественные градации по засолению и солонцеватости почв, мощности их профиля, содержанию физической глины и т.д.

КРО является соотношением содержания органического углерода в слоях 0–30 см и 70–100 см, что отражает характер распространения корней травянистой растительности согласно особенностям растительных сообществ, что позволяет идентифицировать ряды почвообразования (табл.).

Таблица

Параметры диагностических показателей рядов и типов почвообразования

Зона	ГТК Селянинова за май–сентябрь	Почва	КПНГ	КРО
Аккумулятивный ряд				
Степь Сухая	0,45–0,51	Каштановая солонцеватая	0,030–0,035	1,3–1,5
	0,52–0,60	Темно-каштановая	0,035–0,045	- « -
Степь Южная	0,61–0,67	Чернозем южный	0,045–0,055	- « -
Степь Северная	0,68–0,89	Чернозем обыкновенный	0,055–0,065	1,4–1,6
Лесостепь	0,90–1,40	Чернозем типичный	0,075–0,100	1,5–1,6
Оподзоленный ряд				
Лесостепь	1,00–1,80	Чернозем оподзоленный	0,051–0,070	1,8–2,3
	1,05–1,80	Темно-серая оподзоленная	0,040–0,050	2,1–3,1
	1,17–1,80	Серая лесная	0,031–0,040	2,1–3,6
Лесная буроземная	1,80–3,80	Бурозем оподзоленный	0,050–0,260	2,0–2,3
Подзолистый ряд				
Полесье	1,00–1,60	Дерново-подзолистая (автоморфная)	0,020–0,40	7,0–8,0
Лесная буроземная	1,10–1,80	Буроземно- подзолистая оглеенная	0,015–0,020	9,0– 11,0
Солонцовый ряд				
Лесостепь	0,9–1,20	Солонец черноземно- луговой	0,035–0,050	1,1–1,3
Степь Сухая	0,45–0,51	Солонец каштановый	0,020–0,030	- « -

КПНГ является соотношением между содержанием гумуса и физической глиной в слое почвы 0–100 см, позволяет на количественной основе диагностировать типы почв. Его значения возрастают от 0,015–0,020 у буроземно-подзолистых поверхностно-оглеенных почв до 0,090–0,125 в лугово-черноземных почвах Лесостепи. Для некоторых почв, расположенных в различных природных зонах, значения КПНГ могут совпадать: 0,040–0,050 в темно-серых оподзоленных почвах Лесостепи и 0,035–0,045 в темно-каштановых Сухой Степи;

0,020–0,040 дерново-подзолистых почвах Полесья и 0,020–0,030 в солонцах каштановых Сухой Степи. Это позволяет построить гомологические ряды почвообразования, когда воздействие различных факторов определяет сходный результат в морфолого-генетических характеристиках.

КОАГ представляет собой соотношение содержания гумуса и физической глины в слое почвы 0–30 см, умноженное на 10. Между значениями КОАГ и ГТК за период май–сентябрь в пределах каждого типа почвообразования существует тесная зависимость, что позволяет использовать его значения для диагностики подтипов почв и оценивания их влагообеспеченности [1]. Выделено 14 унифицированных градаций этого коэффициента: от 0,25–0,34 в солонцах каштановых (ультранизкая) до 4,00–5,00 в буроземах полонин (экстра) [2]. Это открывает путь к повышению информативности почвенных данных, позволяет усовершенствовать номенклатуру и классификацию почв.

КОА представляет собой соотношение между емкостью поглощения и содержанием физической глины в слое 0–30 см. Является дополнительным после КВАГ показателем, отражает наряду с влагообеспеченностью почв особенности их минералогического состава.

Использование коэффициентов КОАГ и КОА наряду с подтиповыми особенностями почвообразования позволяет количественно диагностировать также степень оглеенности, ксероморфности на видовом уровне.

Сопряженное применение относительных коэффициентов с абсолютными показателями (родовыми значениями содержания физической глины, видовыми — по мощности профиля, засоленности и т.д.) дает возможность как уточнить генетический статус почв, так и повысить информативность их названия, особенно в аспекте характеристики агрономически важных свойств.

Список литературы

1. Полупан, М.І. Класифікація ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко. — К.: Аграрна наука, 2005. — 300 с.;
2. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України / М.І. Полупан [та ін.]. — К.: Колобіг, 2005. — 303 с.

АНТРОПОГЕНЕЗ ПОЧВ ОПОЛИЙ СРЕДНЕРУССКОЙ РАВНИНЫ: ПРОБЛЕМЫ АГРОЭКОЛОГИИ И ИНТЕНСИФИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ)

**Н.А. Старокожко¹, Д.В. Карпова¹, Н.П. Чижикова²,
В.В. Коротаева¹**

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

*²Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
г. Москва, Россия*

Вопросы рационального применения удобрений, обеспечивающих воспроизводство почвенного плодородия и плановую урожайность сельскохозяйственных культур, приобретают все большее значение на фоне осложнения общей экономической ситуации, вызванной непростой политической ситуацией и следствием объявленных России политических и экономических санкций. Внесение минеральных и органических удобрений – важнейший элемент сохранения плодородия почв и один из способов окультуривания. Органические удобрения в значительной мере определяют формирование запасов гумуса, состав новообразованных гумусовых веществ и энергетический потенциал почв. Но применение физиологически кислых удобрений приводит к подкислению почвы. Именно подкисление активизирует процессы деструкции минералов. Происходит разрушение наименее устойчивых, но, как правило, содержащих наибольшее количество элементов питания, минералов.

Сравнительная эффективность различных систем удобрения была исследована по результатам длительного стационарного опыта, заложенного в 1991–1993 гг. на серых лесных почвах на территории землепользования Владимирского НИИСХ во Владимирском ополье.

Агрохимические характеристики почвы: содержание гумуса – 2,65–3,84%, $pH_{\text{сол}}$ – 4,98–5,74, влажность – 16,08–18,67%, содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – 116–263 мг/кг почвы, содержание обменного калия (по Масловой) – 142–173 мг/кг почвы, N_r – 3,15–3,52 мг-экв/100 г почвы.

Используется следующий севооборот: однолетние травы (вико-овсяная смесь), озимая пшеница, овес с подсевом трав, травы 1 г.п., травы 2 г.п., озимая пшеница, ячмень. Для исследования были выбраны 7 наиболее важных вариантов опыта: 1. Контроль; 2. известь (фон);

3. ф + NPK; 4. ф + 2NPK; 5. ф + навоз; 6. ф + навоз + NPK; 7. ф + навоз + 2NPK.

Повторность опыта — трехкратная, площадь делянки — 100 м². Способ размещения — рендомизированный.

Выделение тонкодисперсных фракций (<1, 1–5, 5–10 мкм) проведено методом седиментации частиц по Н.И. Горбунову. Минералогический состав в выделенных фракциях определяли рентген-дифрактометрическим методом с помощью универсального рентген-дифрактометра XZG-4A фирмы Карл Цейсс (Йена, Германия).

Наименьшее значение обменной кислотности пахотного горизонта наблюдается в вариантах с внесением одинарной (5,36) и двойной (5,18) доз минеральных удобрений, а также в контрольном варианте (5,3). Это объясняется природой самих минеральных удобрений, являющихся солями различных кислот и вызывающих подкисление почвенного раствора, а также обменное замещение ионов Н и Alв ППК. Во всех вариантах опыта содержание гумуса в пахотном слое почвы (0–20 см) было больше, чем в подпахотном (20–40 см) в среднем на 0,8%. Среднее содержание гумуса в пахотном горизонте составило 3,26%, а в подпахотном — 2,48%. Наибольшие содержания гумуса наблюдались в варианте с применением органических удобрений в сочетании с одинарной дозой NPK(3,84%), а также в варианте «известь» (3,62%). Применение минеральных, органических удобрений и их сочетания, дает прибавку содержания гумуса в почве по сравнению с контрольным вариантом, в среднем на 0,65%.

Наименьшее содержание подвижного фосфора и в пахотных, и в подпахотных горизонтах наблюдалось в вариантах контроль, известь и навоз. В этих же вариантах содержание подвижных соединений фосфора в пахотных и подпахотных горизонтах было на одинаковом уровне (11,6 и 12,6 для варианта контроль, 9,6 и 9,4 для варианта известь и 14,3 и 14,6 для варианта навоз), в то время как в других вариантах содержание подвижного фосфора было дифференцировано по профилю.

В вариантах с применением минеральных удобрений в пахотных горизонтах содержание подвижного фосфора было выше, чем в подпахотных в среднем на 5,05 мг/100 г почвы при внесении одинарной дозы NPK, и на 9,8 мг/100 г почвы при внесении двойной дозы NPK.

Максимальное содержание подвижного фосфора наблюдалось в пахотных горизонтах вариантов с внесением двойной дозы минеральных удобрений совместно с навозом и без (29,8 и 25,1 мг/100 г почвы).

Применение навоза в дозе 60 т/га на фоне извести в сочетании с двойной дозой NPK максимально способствует высвобождению подвижного, доступного для растений фосфора.

Во всех вариантах опыта содержание обменного калия в пахотном горизонте было выше, чем в подпахотном. Максимальное содержание обменного калия наблюдалось в вариантах с применением органо-минеральных систем удобрений. Применение органо-минеральных систем удобрений повышало содержание обменного калия в пахотном горизонте в среднем на 5,9 мг/100 г по сравнению с контрольным вариантом. При применении минеральных удобрений без навоза не наблюдается достоверного увеличения содержания обменного калия ни в пахотном, ни в подпахотном горизонтах.

Таким образом, органо-минеральная система удобрений на слабосмытых серых лесных почвах Владимирского ополья лучше всего способствует поддержанию на высоком уровне содержания элементов питания и гумуса почвы.

Распределение илистой фракции по слоям 0–20 см и 20–40 см сильно различалось в зависимости от варианта опыта. В вариантах: контроль, NPK и навоз + NPK наблюдался вынос илистого материала из пахотного горизонта в подпахотный, в то время как в вариантах ил + навоз + 2NPK содержание ила в пахотном и подпахотном горизонтах было примерно одинаковым, а в варианте 2NPK и варианте с внесением навоза наблюдалось наоборот, накопление илистой фракции в пахотном горизонте. В зависимости от варианта опыта и исследуемого слоя агросерых почв Владимирского ополья, различалось не только общее содержание илистой фракции, но и ее подфракций дробной пептизации, характеризующих подвижность илистой фракции — легкодоступного, подвижного водно-пептизируемого ила (ВПИ) и труднодоступного агрегируемого ила (АИ). В пахотных и подпахотных горизонтах исследуемых почв в среднем 3,6% и 2,7% (соответственно) материала почвенной массы переходит в пептизированное состояние. Этот показатель существенно изменяется под влиянием внесения минеральных удобрений в различных дозах, при известковании и внесении навоза КРС.

Пептизированность пахотных горизонтов характеризуется самыми высокими показателями в почвах деелянок, на которых вносились минеральные удобрения в двойной дозе, а подпахотных — в известкованном варианте. В целом для агросерой почвы характерно достаточно-высокое содержание агрегируемого ила по сравнению с водно-пептизируемым, что говорит о хорошей структуре почвы, благоприятном агрегатном составе. Говоря о минералогическом составе тонкодисперсной части почв следует отметить, что слоистые силикаты, перешедшие в пептизированное состояние представлены смешаннослойными сложными сильно разупорядоченными образованиями с различным

сочетанием слюдистых и смектитовых пакетов в кристаллитах. Присутствуют гидрослюды сильно разупорядоченные с деградированной решеткой, несовершенный каолинит, сильнодеградированный хлорит. Из кластогенных минералов диагностированы кварц микронной размерности, небольшие примеси К-полевых шпатов, плагиоклазов. В ряде образцов фиксируется наличие рентгено-аморфных веществ. В водно-пептизируемом иле пахотного и подпахотного горизонтов контрольного варианта доминируют смешаннослойные образования с набухающим пакетом (51–55%). Далее следуют гидрослюды в основном триоктаэдрического типа (34–36%), каолинит + хлорит составляют всего 9–15%. Известкование почвы опытной делянки, проведенное в 1991 г. способствовало сохранению равновесного состояния минералов, что видно как по соотношению основных минеральных фаз, так и по рентгенструктурным параметрам. Внесение минеральных удобрений в одинарной дозе оказало влияние на соотношение основных минеральных фаз. Внесение двойной дозы NPK привело к снижению содержания смешаннослойных образований в водно-пептизируемом иле пахотного горизонта (43%) и увеличению содержания гидрослюд во фракции ВПИ пахотного горизонта на 10% по сравнению с ВПИ контрольного варианта (46% и 36% соответственно). Увеличение дозы минерального удобрения привело к большей дифференциации минералогического состава ВПИ пахотного и подпахотного горизонтов.

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ АГРОГЕНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ (на примере Ленинградской области РФ)

П.А. Суханов, А.А. Комаров

*ФГБНУ Агрофизический институт,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Оценка динамики плодородия почв является очень важной научно-производственной задачей. На примере одной из областей РФ выявлены некоторые особенности оценки агрогенетических свойств и плодородия почв сельскохозяйственных угодий. На основании анализа

и обобщения имеющихся материалов крупномасштабного почвенного обследования сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области, было установлено, что почвы сельскохозяйственных угодий области представлены более чем 300-ми разновидностями. Для решения задач землеустроительного проектирования в 60–70 годах прошлого столетия при проведении первого тура почвенного обследования все почвенные разновидности, образующие почвенный покров конкретного сельскохозяйственного предприятия, объединялись в так называемые агропроизводственные группы почв (АППГ). В одну агропроизводственную группу включались разновидности близкие по генезису и свойствам, определяющим плодородие. Таким образом, формировались массивы земель с однотипными возможностями их сельскохозяйственного использования. Это было необходимо для землеустройства и, в первую очередь, для формирования севооборотных массивов. Однако, даже при соблюдении основных подходов к агропроизводственной группировке почв, состав агропроизводственных групп, их количество, а также сравнительное качество (уровень плодородия почв) агрогрупп с одинаковыми особенностями (номерами) существенно различались между хозяйствами. Такое обстоятельство зачастую затрудняло объективное сравнение уровня плодородия почв между различными хозяйствами, осложняло эффективность осуществления мероприятий по воспроизводству плодородия почв и в целом не обеспечивало объективную оценку результатов хозяйственной деятельности.

Начало земельно-оценочных работ потребовало более строгих подходов к объединению почв в одни и те же агропроизводственные группы. На основе фундаментальных научных разработок для почв области были определены основные агрохимические и агрофизические свойства почв, которые в наибольшей степени отражали их потенциальное плодородие. Такими свойствами оказались содержание гумуса, сумма поглощенных оснований, кислотность почв (рН) и содержание физической глины (частицы менее 0,01 мм) в пахотном (гумусовом горизонте).

На основе массовой статистической обработки аналитических данных более чем по пяти тысячам разрезов, все разнообразие почвенных разновидностей было объединено в 45 оценочных групп. При объединении почвенных разновидностей в оценочные группы строго выдерживались два основных принципа: генетическая однотипность почв и близость или идентичность почв по перечисленным выше четырем основным свойствам (признакам).

С учетом выше изложенного характеристику почвенного покрова и свойств почв целесообразно увязывать с оценочными группами

почв. Тогда общая характеристика почв сельскохозяйственных угодий приводится по систематическим группам, объединяющим оценочные группы почв, близкие по генезису и относящиеся к одному типу. Необходимо учитывать, что все рассматриваемые сельскохозяйственные почвы освоены, то есть используются в качестве пахотных земель, сенокосов или пастбищ. А это означает что они (почвы) агрогенно (антропогенно) изменены. Характер изменений обусловлен видом, длительностью и интенсивностью использования.

Поскольку главной задачей работы является оценка уровня плодородия почв, то для этого используются статистически полученные данные по основным, наиболее коррелятивными с плодородием, свойствам пахотного – гумусового горизонта. Свойства пахотного – гумусового горизонта наиболее объективно характеризуют плодородие почв, их агрономическую ценность.

Так, на примере основного типа почв области (дерново-подзолистых почв) занимающих площадь – 192–346 га, составляющих 31,0% от площади всех сельскохозяйственных угодий, в том числе среди пашни 129018 га (35,7% от площади пашни) рассматриваются основные свойства почв, дифференцированные по оценочным группам (табл.).

Таблица

Основные свойства дерново-подзолистых почв Ленинградской области

п.п.	Шифр оценочной группы	Содержание гумуса, %	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы	pH _{ксл}	Содержание физической глины, %	Балл бонитета	Класс качества
1	0012	2,2	6,6	5,5	12,5	63	2
2	0013	2,3	7,2	5,4	14,6	34	4
3	0015	2,9	11,8	5,5	23,9	39	4
4	0027	2,6	11,7	5,5	34,6	75	2
5	0028	2,7	7,1	5,1	24,0	75	2
6	0030	2,5	6,7	5,2	14,5	70	2
7	0032	2,2	5,6	5,2	13,3	64	2
8	0036	2,5	9,0	5,3	45,0	61	2
9	0037	2,8	12,8	5,8	31,6	73	2
10	0038	3,1	9,8	5,6	23,8	72	2
11	0040	2,4	8,2	5,2	15,3	64	2
12	0041	2,3	7,2	5,3	23,0	75	2
13	0043	3,0	12,0	5,8	28,1	48	3
14	0049	1,7	2,2	4,5	13,4	33	4

Наибольшую площадь занимают дерново-слабоподзолистые песчаные и супесчаные на песках и супесях почвы. Меньше других распространены дерново-подзолистые средне- и сильноосмытые песчаные на песках почвы. Почвы с сильно выраженными лимитирующими факторами занимают площадь 9554 га сельскохозяйственных угодий (1,5% от площади с/х угодий). Они представлены почвами средне- и сильнокаменистыми разновидностями и средне- и сильноосмытыми видами.

Согласно сгруппированным в таблице данным получены следующие характеристики дерново-подзолистых почв: содержание гумуса (органического вещества) варьирует от 1,7 до 3,1%, т.е. от низкого до повышенного; обменная кислотность (pH_{KCl}) — от 4,5 до 5,8 ед. pH, т.е. от сильнокислой до близкой к нейтральной; сумма поглощенных оснований — от 2,2 до 12,8 мг-экв на 100 г почвы, т.е. от очень низкой до средней; содержание физической глины — от 12,5 до 45,0%, т.е. гранулометрический состав почв изменяется от супесчаного до тяжелосуглинистого.

Исходя из представленных данных, получен балл бонитета почв, который варьирует от 33 до 75. Лучший балл бонитета (75) отмечен у почв дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых на суглинках, дерново-средне- и сильноподзолистых, включая слабокаменистые легкосуглинистые на суглинках и дерново-слабоподзолистых легкосуглинистых на песках и супесях. Худший балл бонитета (33) отмечен у почв дерново-подзолистых средне- и сильноосмытые песчаные на песках. Дерново-подзолистые почвы, согласно полученному баллу бонитета, отнесены ко 2, 3 и 4 классу качества.

Анализ имеющихся материалов почвенного обследования свидетельствует об их высокой информативной ценности. Выявлена пригодность их использования для сравнительной оценки почв сельскохозяйственных угодий в разрезе районов и области, для определения агресурсного потенциала. Вместе с этим установлена необходимость корректировки и уточнения почвенной информации для сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств в связи с происшедшим перераспределением земель, а также при характеристике и оценке плодородия почв отдельных земельных участков, в связи с различной степенью их агрогенной трансформации, недостаточно отраженной на имеющихся почвенных картах. В целом представленная классификация земель по сельскохозяйственной ценности с учетом агресурсной оценки почв и их устойчивости к агрогенным нагрузкам позволяет оптимизировать структуру посевных площадей, определять основные стратегические мероприятия по сохранению и воспроизводству плодородия почв, сохранению площадей сельскохозяйственных угодий.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ АНТРОПОГЕННО- ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.Ю. Сухачева^{1,2}, Б.Ф. Апарин^{2,1}

*¹ФГБНУ Центральный музей погзоведения им. В.В.Докугаева,
г. Санкт-Петербург, Россия*

*²Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

За последние десятилетия масштабы и характер землепользования, техногенного воздействия на почвы и почвенный покров существенно изменились. На значительных территориях появились новые антропогенные почвы и формы организации почвенного покрова, не имеющие естественных аналогов. Без подсчета площадей различных антропогенно-преобразованных почв и почвенных комбинаций с их участием невозможно провести оценку изменений ресурсного потенциала почв региона и выявить тренды этих изменений. Однако почвенная картографическая база, положенная в основу решения задач рационального природопользования, большинства регионов России часто не отражает изменения, произошедшие в почвенном покрове за последние десятилетия.

Среднемасштабные почвенные карты, необходимые для решения задач рационального природопользования, мониторинга почвенных ресурсов и их управления на уровне регионов, в советское время создавались путем генерализации крупномасштабных карт хозяйств или на специально подготовленной топографической основе. В основе таких карт лежали данные крупномасштабной почвенной съемки, которой были покрыты практически все земли сельскохозяйственных угодий. Решение подобной задачи в современный период практически невозможно из-за трудоемкости и высокзатратности полевых исследований. Новые возможности для создания крупно- и среднемасштабных карт, содержащих достоверную информацию о состоянии почвенного покрова антропогенно-преобразованных территорий, открывают геоинформационные технологии, развитие спутниковой информации и разработанные научные подходы цифровой картографии.

Исследования проводились на территории трех районов Ленинградской области, расположенных вблизи Санкт-Петербурга. В настоя-

шее время облик естественных ландшафтов здесь значительно изменен деятельностью человека. За многолетнюю историю на исследованной территории неоднократно происходили вырубки и пожары коренных хвойных лесов, освоение почв под сельскохозяйственные угодья и переход их в залежные земли. В последние десятилетия антропогенное воздействие на почвенный покров усилилось из-за массового строительства мелиоративных систем, устройства рекреационных зон и военных полигонов, прокладки газо- и нефтепроводов, строительства дорог и крупных населенных пунктов. По мере приближения к Санкт-Петербургу значительно возрастает количество окультуренных, осушенных, трансформированных, нарушенных, загрязненных почв, а также новых антропогенных почв и непочвенных образований.

Одним из важных этапов составления любой почвенной карты является подготовка картографической основы, которая включает комплексную информацию о факторах почвообразования. Учитывая значительную роль антропогенного фактора в формировании почв и почвенного покрова исследуемой территории помимо природных факторов на картографическую основу была нанесена информация о дорожной сети, газо- и нефтепроводах, границах населенных пунктов, сельхозугодий, промышленных зон. На первом этапе эта работа была проделана в автоматическом режиме по оцифрованным бумажным картам. Однако было выявлено, что административные границы населенных пунктов часто не совпадают с реальными границами застроенных территорий, в границы сельскохозяйственных угодий нередко входят лесные массивы, а на территории гослесфонда в действительности находится значительное количество залежных земель. В последующем были использованы цифровые карты сельскохозяйственных угодий, мелиорированных территорий, застроенных площадей, дорог, гидрографии, полученные не путем оцифровки традиционно составленных бумажных карт, а путем анализа спутниковой и другой информации непосредственно в цифровом виде. Таким образом, параллельно создается база данных ГИС, которая включает в себя информацию об основных факторах почвообразования, в том числе и антропогенном.

Для создания почвенной карты антропогенно-преобразованных территорий были разработаны дешифровочные признаки ареалов почв и почвенных комбинаций, характерных для территорий населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, садоводств, территорий с непочвенными образованиями. Дешифровочные признаки разрабатывались на основе сравнительного исследования разнообразных материалов: космических снимков высокого разрешения, финских

довоенных карт, тематических карт различного масштаба, почвенной карты М:300000 (1967 г.), крупномасштабных карт ключевых участков, результатов полевых маршрутных исследований почв и собственно экспертных знаний почвовед-географа.

Для целей картографирования урбанизированных территорий введено понятие почвенного урбанизированного пространства, характерными признаками которого являются дискретность почвенного покрова и четкие геометрические формы ареалов, обусловленные глубоко антропогенным фактором. При картографировании территорий плотной городской застройки необходимо учитывать отсутствие почвенных комбинаций, образованных генетически взаимосвязанными компонентами. Связь между компонентами почвенного покрова на урбанизированных территориях разрушена при строительстве зданий, улиц и проспектов, либо отсутствует изначально, так как большинство почв сконструировано человеком. В пространстве, ограниченном рисунком улиц и проспектов, сформирован геометрически определенный тип поверхности, с отдельными мелкими почвенными ареалами, которые невозможно отобразить на среднемасштабных почвенных картах. Почвенное урбанизированное пространство всегда представлено комбинациями ареалов почв и непочвенных образований в различных соотношениях — урбопедокомбинациями.

В результате проведенных исследований выделены 6 типов почвенного урбанизированного пространства: дисперсный, фрагментарный, фоновый, линейный, монопочвенный, континуальный.

При определении на урбанизированной территории конкретных почвенных выделов учитывались:

- тип организации почвенного урбанизированного пространства (дисперсный, фоновый, линейный, монопочвенный, континуальный);
- характер распределения ареалов почв и непочвенных образований в урбопедокомбинациях (дисперсно-упорядоченные, дисперсно-неупорядоченные, дырчатые, фоновые, фрагментарные, регулярно-фрагментарные, регулярно-полосчатые, линейные);
- состав почв в урбопедокомбинациях (типы и подтипы естественных, антропогенно-трансформированных и антропогенных почв).

На основе изложенных подходов создана цифровая почвенная карта трех районов Ленинградской области масштаба 1:200000, отражающая современное состояние почвенного покрова. Карта содержит информацию о естественных, антропогенно-преобразованных почвах, новых антропогенных почвах (интродуцированных почвах) и

непочвенных образованиях. Помимо контуров, в которых доминирует одна почва, на карте выделены территории с комбинациями почв. Использование фотоснимков с хорошим разрешением позволило впервые выделить на исследованной территории реальные границы контуров многих антропогенно-преобразованных почв и почвенных комбинаций, сформированных под влиянием антропогенного фактора. Цифровой формат карты позволяет подсчитать площади, занятые различными почвами, а также уточнять и изменять границы картографических выделов в будущем.

Легенда составлена по новой классификации почв России, с дополнениями, предложенными авторами проекта. Помимо естественных и антропогенно-преобразованных почв в легенде карты выделены новые почвенные формы и структуры почвенного покрова, созданные человеком и не имеющие аналогов в естественных ландшафтах.

УДК 631.619:631.461:579.26

ВЛИЯНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ МЕХАНИЧЕСКИ НАРУШЕННЫХ ПОЧВ НА ИХ БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

В.И. Титова, А.А. Ветчинников

*ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная
сельскохозяйственная академия»,
г. Нижний Новгород, Россия*

Известно, что универсальным показателем деятельности почвенных микроорганизмов является продуцирование ими углекислого газа (Завьялова, 2006), которое в определенной мере характеризует функциональное состояние экосистемы в целом в каждый конкретный момент времени (Малханова и др., 2008). Установлено, что объемы выделяющегося с поверхности почвы CO_2 , могут характеризовать интенсивность протекающих в ней биохимических процессов и служить интегральным показателем ее биологического состояния, т.к. выделение двуокси углерода с поверхности почвы тесно связано с активностью почвенной биоты (Смагин, 2000; Кудеяров, 2005). Интенсивность дыхания зависит от свойств почвы, гидротермических условий, агротехнических мероприятий и др. Отмечено, что с повышением со-

держания органического вещества выделение углекислоты из почвы повышается, а дыхательный коэффициент приближается к единице (Лыков и др., 2002). Усиленное выделение из почвы CO_2 свидетельствует об активизации биохимических процессов, обусловленных ростом численности микроорганизмов и усилением их жизнедеятельности, а уменьшение выделения CO_2 может ухудшать поступление O_2 в почву, что в свою очередь, может способствовать образованию токсичных веществ (Муха, 2003).

Объект исследования — светло-серая лесная легкосуглинистая почва земельного участка общей площадью около 5 га, весной 2011 г. механически нарушенная при проведении ремонтных работ на магистральном нефтепроводе (НП → НП), сопровождающихся многократными проходами специальной техники и разработкой траншей для ремонта или укладки труб. На части этого участка осенью 2011 г. была проведена биологическая рекультивация (НП + Р), заключающаяся во внесении доломитовой муки — 4 т/га, органических удобрений — торфоновозный компост из расчета 60 т/га, минеральных удобрений — $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ в виде фосфоритной муки и хлористого калия и подсева многолетних бобово-злаковых трав — клевер + тимopheевка под покров вико-овсяной смеси. Фоновый объект (контроль) — поле агроценоза, не затронутое деятельностью по ремонту нефтепровода. В 2011 г. на нем росла смесь клевера с тимopheевкой 1 года жизни, в дальнейшем используемая как сеяный сенокос.

Каждый вариант исследований представлял собой 3 пробных площадки формы, близкой к квадратной, длина одной из сторон которой представляла собой ширину полосы отвода (14 м), а длина другой стороны определялась длиной аварийной части трубопровода. С пробной площадки каждого варианта отбирали 4 объединенных пробы из 5 индивидуальных образцов. Все пробы анализировали в 2-кратной повторности. Определение биомассы микроорганизмов почвы проводили регидратационным методом количественного учета углерода микробной биомассы по С.А. Благодатскому и др. (1987), интенсивность выделения CO_2 определяли газометрическим методом А.Ш. Галстяна (В.И. Титова и др., 2011; В.И. Титова, А.В. Козлов, 2011).

Математическая обработка результатов исследований проведена методом вариационной статистики (Е.А.Дмитриев, 1995) с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007.

Результаты учета количества микробной массы в почве и количества углекислого газа, выделяемого почвенной биотой из образцов почвы разных вариантов опытного участка приведены в таблице.

Влияние рекультивации нарушенной почвы на ее биологическую активность

	Биомасса, мкг С / 1 г абс.-сух. почвы			Интенсивность дыхания, мл CO ₂ /10 г почвы / 24 ч.		
	М*	m*	V*, %	М	m	V, %
2011 г.						
1. Контроль	800	77	16	2,76	0,32	8
2. НП → НП	110	36	23	1,40	0,27	14
3. НП + Р	210	51	17	1,49	0,27	13
2013 г.						
1. Контроль	890	132	19	2,51	0,55	16
2. НП → НП	269	106	28	1,59	0,33	15
3. НП + Р	349	98	20	2,01	0,25	9

* М – среднее значение показателя; m – ошибка среднего; V – коэффициент вариации.

Данные показывают, что следствием механического нарушения светло-серой лесной легкосуглинистой почвы в год осуществления воздействия является резкое уменьшение численности микроорганизмов, выражаемое углеродом ее биомассы: снижение массы микрофлоры более чем в 7 раз при значительном повышении коэффициента вариации наблюдаемого признака. Внесение органических и минеральных удобрений, а также залужение почвы многолетними бобово-злаковыми травами несколько увеличило биомассу почвенных организмов, хотя до значения соответствующего показателя на контрольном участке практически даже не приблизилось.

За 2 года, прошедшие со времени осуществления воздействия, биомасса микрофлоры на нарушенном участке (НП → НП) возросла более чем вдвое, но коэффициент вариации показателя еще более повысился – до 28%. Это свидетельствует о том, что даже в отсутствие типичных рекультивационных мероприятий (внесение удобрений и мелиорантов) жизнь микробионаселения почвы продолжается, а масса микробиоты неуклонно возрастает. Проведение рекультивации способствовало дальнейшему повышению массы почвенных микроорганизмов, которое по отношению к варианту с нарушенными почвами в год наблюдения составило 30%, а в сравнении с этим же вариантом (НП + Р), но два года назад биомасса микроорганизмов возросла на 66%.

Второй важнейшей характеристикой микробиологического состояния почвы является интенсивность ее дыхания. Это один из интегральных показателей оценки биологической активности, показатель

скорости трансформации органического вещества и уровня развития микроорганизмов, который определяет уровень углеродного питания растений, необходимого для создания их органической массы. Отмечено, что интенсивность дыхания контрольного опытного участка численно значительно выше, чем интенсивность дыхания нарушенных и даже рекультивированных почв. Но все значения, согласно шкале сравнительной оценки биологической активности почвы, предложенной Э.И. Гапонюк и С.Г. Малаховым (1985), характеризуют интенсивность дыхания как очень слабую. Биологическая рекультивация почв способствовала некоторому повышению массы выделяемого углекислого газа.

Таким образом, можно констатировать, что механическое нарушение светло-серой лесной легкосуглинистой почвы приводит к резкому сокращению числа микроорганизмов, выражаемому углеродом биомассы, и интенсивности дыхания микробонаселения почвы – в 7,3 и 2,0 раза соответственно. Биологическая рекультивация нарушенных почв способствует приросту биомассы микроорганизмов (на 30–60%) и некоторому повышению интенсивности продуцирования почвой углекислого газа – на 26–35% относительно варианта с нарушенными почвами.

Список литературы

1. Завьялова, Н.Е. Плодородие дерново-подзолистой почвы Предуралья при различном использовании / Н.Е. Завьялова // *Агрохимический вестник*. – 2006. – № 3. – С. 26–28.
2. Малханова, Е.В. Сезонная динамика эмиссии CO₂ мерзлотными почвами Забайкалья / Е.В. Малханова, Р.А. Егорова, Г.Д. Чимитдоржиева // *Агрохимия*. – 2008. – № 2. – С. 66–69.
3. Смагин, А.В. Газовая функция почв / А.В. Смагин // *Почвоведение*. – 2000. – № 10. – С. 1211–1223.
4. Кудеяров, В.Н. Дыхание почв России: Анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки / В.Н. Кудеяров, И.Н. Курганова // *Почвоведение*. – 2005. – № 9. – С. 1112–1121.
5. Лыков, А.М. Биологические показатели плодородия почвы при возделывании зерновых культур / А.М. Лыков, В.Т. Емцев, А.Ф. Сафонов // *Длительному полевому опыту ТСХА 90 лет: итоги научных исследований*. – М.: Изд-во МСХА, 2002. – С. 148–163.
6. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: КолосС, 2003. – 528 с.
7. Гапонюк, Э.И. Комплексная система показателей экологического мониторинга почв / Э.И. Гапонюк, С.Г. Малахов // *Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах*. – Л.: Гидрометеиздат, 1985.
8. Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве / С.А. Благодатский [и др.] // *Почвоведение*. – 1987. – № 4. – С. 64–71.

9. Титова, В.И. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, М.В. Дабахов. — Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, Изд-во ВВАГС, 2011. — 170 с.

10. Титова, В.И. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества / В.И. Титова, А.В. Козлов. — Н. Новгород: НГСХА, 2012. — 64 с.

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРОЕНИЯ ЦЕЛИННОЙ И ОРОШАЕМОЙ ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Г.А. Токсеитова

*Казахский научно-исследовательский институт почвоведения
и агрохимии им. У.У. Успанова,
г. Алматы, Казахстан*

Изучение микростроения целинной темно-каштановой почвы показало агрегированность всего почвенного профиля, хорошую пористость и большое количество растительных остатков. В верхней части почвы агрегаты сложного строения, большая часть которых являются копролитами почвенной мезофауны. Растительные остатки расположены в поровом пространстве, тонкие корешки встречаются внутри агрегатов. Трансформация растительных остатков идет преимущественно по пути гумификации, с присутствием различных стадий разложения до сгустков органического вещества.

Собственно гумус представлен коллоидно-дисперсной буроокрашенной микроформой и гумонами. Последние распределены в агрегатах довольно равномерно, имеют почти черную окраску, с хорошо выраженной зернистостью.

В гумусовом горизонте определены темные изотропные образования, образующиеся при разложении степной растительности. Внешне они воспринимаются как хлопья-сгустки.

Глина закреплена в составе агрегатов, имеет крупночешуйчатое строение и не обнаруживает признаков оптической переориентации или подвижности.

Карбонаты представлены микрозернистым кальцитом. Основная масса их сосредоточена в форме устойчивых скоплений. Карбонатные

выделения заполняют поры и разрыхленные участки почвы, образуют пятна пропитки. С глубиной карбонатность почвы возрастает. Появляются участки, состоящие из карбонатно-глинистых округлых агрегатов. В нижней части почвенного профиля карбонатно-глинистые агрегаты являются характерной формой почвообразующей породы.

Железистые и железисто-марганцевые новообразования присутствуют в виде мелких и плотных конкреций и модулей, с незначительным увеличением вниз по профилю почвы.

Скелетный материал представлен пылевато-песчаной фракцией с включениями крупных зерен первичных минералов, с ярко выраженными признаками выветривания, с образованием глинистых продуктов, сильной коррозией поверхности зерен, их дроблением и измельчением.

Длительное сельскохозяйственное использование темно-каштановой почвы в условиях орошения приводит к заметным изменениям микростроения пахотного и подпахотного горизонтов. В пахотном слое появились мелкие агрегаты неправильной и угловатой формы, являясь результатом разрушения естественных агрегатов при многократной распашки. При этом высвобожденный тонкодисперсный глинистый материал, с оросительной водой, передвигаясь, осаждается как на границе с подпахотным горизонтом, так и ниже, образуя агрокутаны на поверхности агрегатов и стенках пор. Наблюдается и выдувание тонкодисперсного материала с поверхности пахотного горизонта.

Отмечена локальная концентрация растительных остатков и наличие их светло-желтых минерализованных форм. Наблюдается образование точечного (пассивного) гумуса, а также возросшей изрезанности порового пространства, появление деформированных пор.

С длительной распашкой и орошением связано наличие в пахотном слое бесструктурных микроучастков, утративших агрегированность и обедненных тонкодисперсным глинистым материалом, что является проявлением микроэрозионного процесса.

Наблюдается заметное уплотнение микросложения подпахотного горизонта не только из-за осаждения глинистого материала, но и уплотняющим действием сельскохозяйственной техники.

Результатом влияния орошения можно считать увеличение содержания карбонатов в межпоровых пространствах пахотного горизонта и усиления пропитки почвенного материала микрозернистым кальцитом.

Кроме того, орошение приводит к некоторому увеличению содержания железистых и железисто-марганцевых образований рыхлых форм.

Таким образом, микроморфологическое исследование целинной темно-каштановой почвы показало характерные (диагностические)

признаки, к которым относятся сложное строение агрегатов, глубокая трансформация растительных остатков, наличие буроокрашенной коллоидно-дисперсной формы гумуса и гумонов, присущих степному типу почвообразования, разнообразием форм карбонатов, свидетельствующих о динамичности водно-воздушного режима по микроучасткам карбонатного профиля.

Длительное освоение в условиях орошения темно-каштановых почв привело к деградации микростроения пахотного и подпахотного горизонтов, которая проявляется в наличии микроэрозионного процесса и агрокутан, уплотнения связанного не только с разрушением сложных агрегатов, трансформацией состава гумуса и его микроформ, преобразованиями глинистых минералов, но и действием сельскохозяйственной техники.

Для восстановления данных почв требуется длительное время или применение инновационных технологий устойчивого управления земельными ресурсами.

УДК 631.4

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ПАХОТНОГО ГОРИЗОНТА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ БЕЛОРУССКОЙ ГРЯДЫ

А.М. Устинова, С.А. Касьянчик, А.В. Юхновец, В.Б. Цырибко

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

В последние годы исследования физического состояния почв приобретают особое значение как в научных исследованиях, так и в практике сельскохозяйственного производства. Именно физические свойства, формируя водно-воздушный, тепловой и питательный режимы почв, становятся лимитирующим фактором роста и развития растений. Комплексная агрофизическая оценка почв сельскохозяйственных земель необходима для совершенствования технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Способность почвы образовывать устойчивые агрегаты — это самое важное структурное и функциональное свойство почвы. Чем лучше выражена эта структура, чем устойчивее к воздействию воды и ме-

ханических нагрузок почвенные агрегаты, тем лучше функционирует почва, тем выше и устойчивее ее продуктивность.

Почвенная структура оценивается количественно на основании распределения содержания агрегатов по их размерам при сухом и водном просеивании, проводимым по методу Саввинова.

Наиболее важным количественным показателем структуры является содержание воздушно-сухих агрономически ценных агрегатов (0,25–10,0 мм) и коэффициент структурности (Кстр). Количественное их значение определяет качественное состояние почвы.

Изучение структурного состояния пахотного горизонта основных разновидностей почв Белорусской гряды показало, что практически во всех почвах на супесчаных и песчаных породах доля глыбистой фракции (>10,0 мм) невысокая – 4–14% (табл. 1). Количество этих агрегатов в суглинистых почвах выше, чем в супесчаных независимо от их генезиса, и составляет 17–31%.

Таблица 1

**Показатели, характеризующие структуру пахотного горизонта почв
Белорусской гряды**

Почва	Коэффициент структурности (Кстр)	Содержание агрегатов, %	
		>10,0 мм	10,0–0,25 мм
1. Дерново-подзолистые автоморфные:			
а) на водно-ледниковых песках	5,96	4,4	85,6
б) на водно-ледниковых супесях	3,53	8,1	77,9
в) на водно-ледниковых суглинках	1,40	21,7	58,3
г) на лессовидных суглинках	1,44	21,0	59,0
д) на моренных супесях	3,23	13,6	76,4
2. Дерновая слабоглееватая на водно-ледниковой супеси	5,41	8,6	84,4
3. Дерново-подзолистые глееватые и глеевые:			
а) на водно-ледниковых песках	2,87	9,8	74,2
б) на водно-ледниковых супесях	2,86	11,9	74,1
в) на лессовидных суглинках	1,74	16,5	63,5
г) на моренных суглинках	1,36	31,0	57,6
4. Дерново-подзолистые эродированные на лессовидных суглинках:			
а) слабо	0,99	41,8	49,7
б) средне	0,79	45,7	44,1
в) сильно	0,55	49,4	35,5

Содержание агрегатов агрономически ценного размера (10,0–0,25 мм) при сухом просеивании достаточно высокое – 58–86%, что свидетельствует об удовлетворительных условиях протекания почвенно-физических процессов.

Определение коэффициента структурности (Кстр.) также свидетельствует о том, основные разновидности почв в центральной части республики обладают удовлетворительной и хорошей структурой. Кстр. изменяется от 1,4 до 6,0. Исключение составляют эродированные разновидности, где высока доля глыбистой фракции (42–49%), а коэффициент структурности равен 0,6–1,0.

Степень увлажнения почв практически не отразилась на показателях, характеризующих структурное состояние пахотного горизонта почв Белорусской гряды.

Важными показателями структуры является также ее устойчивость к внешним воздействиям, среди которых наиболее существенным является воздействие воды. Почва должна сохранять свою уникальную комковатую зернистую структуру после обильных осадков и последующего легкого подсушивания, когда образуется не плотная непроницаемая для газов и воды корка, а вновь хорошо различимые почвенные комочки, агрегаты.

Основными характеристиками при этом являются средневзвешенный диаметр агрегатов при водном просеивании, водоустойчивость, содержание водопрочных агрегатов более 0,5 мм, а также коэффициенты водоустойчивости, водопрочности и нестабильности (изменение средневзвешенного диаметра агрегатов при сухом и водном просеивании почвы).

Как следует из данных, приведенных в табл. 2, водоустойчивость почв, наиболее распространенных в зоне Белорусской гряды, оцениваемая по классификации Н.А. Качинского, в большинстве своем хорошая. Исключение составляют сильноэродированные почвы, а также автоморфные и полугидроморфные, сформированные на песчаных почвообразующих породах. Отметим, что наибольшая водоустойчивость характерна для почв, сформированных на водно-ледниковых суглинках и супесях независимо от степени гидроморфизма – более 60% водопрочных агрегатов > 0,25 мм при мокром просеивании.

Коэффициент водоустойчивости в почвах центральной почвенно-экологической провинции колеблется от 1,03 до 2,73, водопрочности – от 0,12 до 0,63, нестабильности – от 1,34 до 4,76. На долю водопрочных агрегатов более 0,5 мм приходится 19–63%.

Таблица 2

**Показатели, характеризующие устойчивость структуры пахотного горизонта почв
Белорусской гряды к разрушению**

Почва	Средне-взвешенный диаметр при водном просеивании	Водоустойчивость (%)	Коэффициент водоустойчивости (К _{ву})	Коэффициент водопрочности (К _{впр})	Содержание водопрочных агрегатов более 0,5 мм, %	Коэффициент нестабильности (К _{нест})
1. Дерново-подзолистые автоморфные:						
а) на водно-ледниковых песках	0,36	33,3	2,73	0,12	27,5	1,34
б) на водно-ледниковых супесях	0,86	48,8	1,92	0,36	26,3	2,42
в) на водно-ледниковых суглинках	0,51	61,3	1,74	0,21	18,9	4,32
г) на лессовидных суглинках	1,22	47,5	1,52	0,42	34,9	4,03
д) на моренных супесях	0,79	51,4	1,64	0,40	27,9	2,30
2. Дерновая слабоглееватая на водно- ледниковой супеси	2,68	73,0	1,34	0,63	56,5	2,35
3. Дерново-подзолистые глееватые и глеевые:						
а) на водно-ледниковых песках	0,97	35,7	1,71	0,42	21,0	1,82
б) на водно-ледниковых супесях	1,21	56,9	1,66	0,48	32,5	3,17
в) на лессовидных суглинках	0,63	46,4	1,03	0,36	18,1	4,74
г) на моренных суглинках	1,98	75,2	1,26	0,69	62,6	4,76
4. Дерново-подзолистые эродирован- ные на лессовидных суглинках:						
а) слабо	1,37	40,4	0,99	0,42	28,7	5,04
б) средне	1,25	31,7	0,81	0,38	15,6	5,72
в) сильно	1,19	30,8	0,79	0,31	12,3	6,14

Четких закономерностей в изменении устойчивости структуры почв к разрушению в зависимости от степени гидроморфизма не установлено.

На эродированных почвах все вышеперечисленные показатели значительно ухудшаются.

Таким образом, пахотный горизонт дерново-подзолистых почв Белорусской гряды в целом обладает удовлетворительной и хорошей

структурой, а также устойчивостью к разрушению. На почвах, подверженных водно-эрозионным процессам, показатели, характеризующие структурное состояние, значительно хуже, чем у неэродированных аналогов.

Исследования по изучению агрофизических свойств и структуры почв Белорусской гряды будут продолжены. Полученными данными будет пополнен банк агрофизических свойств основных типов почв Беларуси. Результаты исследований позволят обосновать оптимальные параметры агрофизических свойств и установить отклонения фактических характеристик от оптимальных.

УДК 631.4

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ОСУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПОЛЕСЬЯ

А.М. Устинова, В.Б. Цырибко

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

В соответствии с Государственной программой развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2006–2010 гг., утвержденной Указом Президента Республики Беларусь № 251 от 18.04.2006 г., в 2006 г. в Полесском регионе создана репрезентативная сеть мониторинговых наблюдений за изменением компонентного состава почв и интенсивностью дефляционных процессов на мелиорированных территориях. Ключевые участки и стационарные площадки заложены на пахотных землях в пределах СПК «Мичуринск» Ивацевичского района, Полесской опытной станции мелиорации и луговодства (ПОСМиЛ) Лунинецкого района, ОАО «Парохонское» Пинского района и ЧУАП «Озяты» Жабинковского района.

Объектами исследований являются осушенные торфяные, антропогенно-преобразованные торфяно-минеральные и дерновые заболоченные песчаные почвы.

Программа мониторинга на дефляционноопасных землях включает следующие виды исследований: изучение изменений структуры

почвенного покрова; оценка изменений основных свойств и режимов; наблюдения за интенсивностью проявления дефляции; оценка трансформации органического вещества; оценка производительной способности почв.

Полевые наблюдения и лабораторные анализы проводятся на всех четырех объектах мониторинга в соответствии с общепринятыми в Республике Беларусь методиками.

В данной работе показаны результаты исследований и их обобщение на примере стационарной площадки в СПК «Мичуринск», как наиболее контрастной в почвенно-экологическом отношении.

С целью изучения изменений компонентного состава почвенного покрова мелиорированных земель были проведены картометрические исследования территории ключевого участка площадью 156,2 га.

Сравнительный анализ разновременных почвенных карт показал, что в 1961 г. выделено 3 разновидности торфяно-болотных почв различной мощности (табл. 1). К 1984 г. площадь среднемощных торфяников сократилась почти в 4 раза, маломощных — в 2, торфяно-глеевых — в 3 раза. На месте маломощной торфяной почвы появилось 3 разновидности антропогенно-преобразованных почв. Наибольшие площади (около 45%) занимали деградаторфяные почвы с содержанием органического вещества 10,1–20,0%. Только на 39% территории участка сохранялись торфяные почвы различной мощности.

К 1993 г. выделено уже 9 почвенных разновидностей. Торфяные почвы различной мощности занимали 28% территории участка, а деградированные минеральные остаточно-торфяные — 72%, что свидетельствует о значительном усложнении структуры почвенного покрова.

Самая высокая неоднородность почвенного покрова отмечена в 1984 г., что связано с высоким удельным весом торфяно-болотных почв. Коэффициент контрастности составил 3,40, а неоднородности — 5,08. В дальнейшем произошло некоторое снижение неоднородности почвенного покрова при одновременном увеличении коэффициента внутреннего расчленения. Такое распределение объясняется значительным увеличением площадей деградированных остаточно-торфяных почв за счет резкого уменьшения площадей торфяно-болотных. Преобладание на участке неконтрастных между собой разновидностей деградаторфяных почв позволяет говорить о снижении неоднородности почвенного покрова в 1993 г. в целом. Агропроизводственные условия по величине коэффициента контрастности оцениваются как неудовлетворительные, а по коэффициенту неоднородности — как допустимые.

Таблица 1

**Сравнительная оценка показателей структуры почвенного покрова
на ключевом участке**

Номер почвенной разновидности в легенде карты	Количество почвенных контуров	Площадь почвенных контуров, га	Длина внутренних границ почвенных контуров, см	Коэффициент внутреннего расчленения, (Квр.)	Контрастность			Коэффициент контрастности (Кконтр)	Коэффициент неоднородности (Кнеод)
					по генетическому типу	по увлажнению	по гранулометри- ческому составу		
1961 г.									
251*	2	23,4	51,0	0,33	0	0	0	0,32	0,10
254	1	80,1			0	0	0		
258	1	49,5			0	0	1		
1984 г.									
247	2	6,0	235,7	1,5	3	2	3	3,40	5,08
251	3	10,1			3	2	3		
254	1	12,5			3	2	3		
258	1	32,6			3	2	4		
375	6	24,2			0	0	0		
377	1	67,7			0	0	0		
381	4	3,1			0	1	0		
1993 г.									
247	1	2,1	270,3	1,7	3	2	3	2,40	4,16
251	1	9,8			3	2	3		
254	2	16,8			3	2	3		
258	1	15,0			3	2	4		
376	2	1,1			0	0	0		
377	3	77,4			0	0	0		
378	5	22,7			0	0	0		
381	7	4,0			0	1	0		
382	7	7,4			0	1	0		

*247 — торфянисто-глеевые почвы на осоково-тростниковых торфах, подстилаемых с глубины 0,3 м рыхлым песком; 251 — торфяно-глеевые почвы на осоково-тростниковых торфах, подстилаемых с глубины 0,3–0,5 м рыхлым песком; 254 — торфяные почвы, преимущественно на осоково-тростниковых и тростниковых торфах, маломощные (мощность торфа 0,5–1,0 м); 258 — торфяные

почвы, преимущественно на осоково-тростниковых и тростниковых торфах, среднемошные (мощность торфа 1,0–2,0 м); 375 – деградоторфяные торфяно-минеральные остаточно-оглеенные среднеминерализованные почвы (ОВ 40,0–30,1%), развивающиеся на рыхлых песках; 376 – деградоторфяные торфяно-минеральные остаточно-оглеенные сильноминерализованные почвы (ОВ 20,1–30,0%), развивающиеся на рыхлых песках; 377 – деградоторфяные минеральные остаточно-торфяные почвы (ОВ 20,0–10,1%), развивающиеся на рыхлых песках; 378 – деградоторфяные минеральные остаточно-торфяные почвы светло-серые (ОВ 10–5,1%) на рыхлых песках; 381 – деградоторфяные постторфяные минеральные (ОВ <5,1%), развивающиеся на рыхлых песках; 382 – деградоторфяные постторфяные минеральные (ОВ <5,1%) слабедефлированные, развивающиеся на рыхлых песках

Оценка изменений основных свойств и режимов за годы исследований показала, что в пределах стационарной площадки деградационные процессы наиболее выражены на торфянисто-глеевой почве (табл. 2). Об этом свидетельствует уменьшение мощности торфа и содержания органического вещества на 2,6%, увеличение зольности и содержания минерального азота.

Таблица 2

Свойства торфяных почв на стационарной площадке

Почва	Показатель									
	мощность, см		органическое вещество, %		степень разложения %		зольность, %		минеральный азот, мг/кг	
	2007	2014	2007	2014	2007	2014	2007	2014	2007	2014
Деградоторфяная (ОВ 30,0–20,1%)	27	26	28,1	27,3	—	—	71,9	72,7	258	250
Торфянисто-глеевая	43	41	39,8	37,2	—	—	60,2	62,8	267	274
Перегноино-торфяная	>70	>70	59,3	58,7	45,0	44,4	40,7	41,3	180	193

Наряду с оценкой изменения основных свойств дефляционноопасных почв, выявляется влияния неоднородности почвенного покрова на производительную способность почв. Оценка осуществлялась в производственных посевах на объекте мониторинга.

Выраженность микрорельефа территории стационарной площадки обусловила значительную дифференциацию урожайности сельскохозяйственных культур – различия производительной способности могут достигать 70% и более. За все годы наблюдений самая высокая продуктивность сельскохозяйственных культур сформирована на ор-

гано-минеральных почвах. В то же время, производительная способность перегнойно-торфяной и торфянисто-глеевой почв зачастую снижается из-за избытка влаги в ранневесенний период. На минеральных почвах растения страдают от недостатка влаги в середине вегетации, что отрицательно сказывается на их урожайности.

УДК 630*228:631.4(571.15)

ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ АЛЬФЕГУМУСОВЫХ ПОЧВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Ж.Г. Хлуденцов, Е.В. Кононцева

*ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет»,
г. Барнаул, Россия*

Мониторинг почв особо охраняемых природных территорий представляет собой актуальную задачу, так как система регулярных наблюдений на протяжении длительного периода времени дает представление о состоянии почв, не подверженных агрогенезу. Для осуществления мониторинга необходимо иметь перечень диагностических показателей свойств почв. Свойства почв заказников могут служить эталонами при проведении мониторинга обследуемой территории.

Целью исследований стало изучение свойств дерново-подзолистых почв и их характеристика в ленточных и Приобских борах Алтайского края.

Объектом исследования послужили почвы Касмалинского и Соколовского заказников. Почвенные выработки были заложены в сосновых борах на альфегумусовых дерново-подзолах (классификация почв России, 2004 г.) (дерново-подзолистых почвах классификация почв СССР, 1977 г.) на территории заказников.

В результате исследований были использованы следующие методы: сравнительно-географический, морфологический, сравнительно-аналитический. Физико-химические свойства почв определены по общепринятым методикам.

Территория заказника «Касмалинский» расположен на Приобском плато в пределах Касмалинского ленточного бора. Растительный покров заказника представлен различными видами сосновых и березово-сосновых лесов, встречаются на его территории и осиново-березовые

заболоченные леса. Доминирующими являются ландшафты сосновых боров на дерново-подзолистых почвах.

Соколовский заказник располагается в правобережной пойме и на древних боровых террасах верхней Оби. В административном отношении территория заказника принадлежит Быстроистокскому и Зональному районам Алтайского края. Она расположена на правом берегу р. Обь от устья р. Чемровка вниз по течению до с. Щербаки.

В ландшафтной структуре заказника преобладают древние речные террасы со злаково-разнотравными луговыми степями и лугами в сочетании с сосновыми борами и березово-сосновыми закустаренными травяными лесами. Значительные площади заняты пойменными ландшафтами расчлененными старицами и протоками, со злаково-разнотравными и осоковыми закустаренными лугами и тополевыми рощами на аллювиальных луговых и болотных почвах. Долины правых притоков р. Обь заняты ландшафтами долинно-балочных систем с сильно врезанными руслами постоянных водотоков с закустаренными крупнозлаковыми лесными лугами на аллювиальных луговых почвах.

При описании морфологических особенностей почв выявлено, что почвы Касмалинского заказника, характеризующие особенности почв ленточного бора, не имеют самостоятельно выделенного гумусово-аккумулятивного горизонта. Элювиальный горизонт имеет мощность 20 см, что позволяет отнести эти почвы к виду неглубоко-подзолистые.

Морфологические характеристики Приобского бора имеют некоторые отличия. В генетическом профиле почв присутствует гумусово-аккумулятивный горизонт мощностью 7 см, что соответствует виду — слабодерновые. Элювиальный горизонт, имеет меньшую мощность, чем у почв ленточных боров, и составляет 5 см, что соответствует наименованию по виду — поверхностно-подзолистые. Это свидетельствует о том, что в почвах Приобского бора более интенсивно идет дерновый процесс почвообразования, чем в ленточных борах. В почвах ленточного бора более ярко выражен подзолистый процесс почвообразования, о чем свидетельствует мощный подзолистый горизонт A_2 .

Сравнивая гранулометрический состав почв видно, что в Касмалинском заказнике преобладают фракции крупного и мелкого песка. В общем, на долю песчаной фракции в горизонте A_1A_2 приходится 67,91%, на долю средней и мелкой пыли приходится — 9,29%, на долю илистой фракции приходится 5,7%, на долю физической глины — 14,99%. Это позволяет отнести почвы к супесчаной разновидности. Вниз по профи-

лю содержание песчаной фракции увеличивается и в почвообразующей породе она составляет 94,08 %. По физической глине прослеживается элювиально-иллювиальная дифференциация, отмечено максимальное содержание физической глины в горизонте A₂B.

В почвах Соколовского заказника также преобладает песчаная фракция, на долю которой в горизонте A₁ в сумме приходится 57,56%. На долю средней и мелкой пыли приходится – 10,84%. Почвы Приобского бора имеют более высокое содержание илистой фракции (11,08%) и физической глины (21,92%). В результате почва по гранулометрическому составу легкосуглинистая песчаная. Вниз по профилю содержание песчаной фракции увеличивается и в почвообразующей породе она составляет 93,04%. По профилю прослеживается ослабление элювиально-иллювиальной дифференциации.

Таким образом, сравнивая гранулометрический состав, видно, что почвы ленточного бора в верхнем горизонте в 1,5 раза легче по физической глине, чем почвы Приобского бора. Причем на долю средней и мелкой пыли в изучаемых почвах, приходится примерно одинаковое количество, а илстая фракция почв Приобских боров превышает ленточные в 2 раза.

Изучив физико-химические свойства (табл.), выявлено, что дерново-подзолистые почвы Касмалинского заказника в горизонте A₁A₂ содержат 2,7% гумуса, относятся к среднегумусному виду, который закономерно снижается вниз по профилю.

Таблица

Физико-химические свойства почв ленточных и Приобских боров

Горизонт *	Нижний предел, см	Гумус, %	pНв	Мг-экв./100 г почвы**					V%
				Нг	Са	Mg	S	T	
Касмалинский заказник (ленточный бор)									
Дерново-подзолистая слабодерново- неглубоко-подзолистая супесчаная* Альфегумусовый псевдофибровый дерново-подзол мелкий глубокоосветленный малогумусированный супесчаный									
A ₀ /AO	0—6	Не определяли							
A ₁ A ₂ /AE	6—15	2,70	4,2	9,0	5,0	2,0	7,0	16,00	43,8
A ₂ /E	15—35	1,10	4,9	4,28	2,2	0,3	2,5	6,78	36,9
A ₂ B/ EBHF	35—90	1,03	4,9	2,63	1,0	0,5	1,5	4,13	36,3
B/ВТНF	90—170	0,61	5,1	1,18	0,8	0,4	1,2	2,38	50,4
BC /BC	170—220	0,30	5,3	1,00	0,8	0,2	1,0	2,00	50,0
C/C	>220	—	—	—	—	—	—	—	—

Горизонт *	Нижний предел, см	Гумус, %	pHв	Мг-экв./100 г почвы**					V%
				Нг	Ca	Mg	S	T	
Соколовский заказник (Р.44) Приобский бор <u>Дерново-подзолистая слабодерново-мелко-подзолистая</u> <u>легкосуглинистая</u> <i>Альфегумусовый псевдофибровый дерново-подзол неглубокоосветленный</i> <i>среднегумусированный легкосуглинистый</i>									
A ₀ /AO	0—3	—	—	—	—	—	—	—	
A ₁ /AU	3—10	3,1	4,4	7,3	9,0	1,0	10,0	17,3	57,8
A ₁ A ₂ /AE	10—24	1,29	5,1	5,25	2,0	0,5	2,5	7,75	32,3
A ₂ /E	24—29	1,29	5,5	1,98	1,0	0,5	1,5	3,48	43,1
A ₂ B/ EBHF	29—50	0,95	5,9	1,18	0,9	0,3	1,2	2,38	50,4
B/BTHF	50—90	0,52	5,9	1,03	0,7	0,2	0,9	1,93	46,6
BC/BC	94—170	0,34	5,9	1,06	0,9	0,4	1,3	2,36	55,1
C/C	>170	не определяли							

Примечания. * – в числителе название почвы по классификации почв СССР (1977), в знаменателе – название почвы по классификации почв России (2004); ** Нг – гидролитическая кислотность; S – сумма обменных оснований; T – емкость катионного обмена; V – степень насыщенности почв основаниями.

Почвы обладают кислой реакцией среды (pH_в 4,2), вниз по профилю значение которой соответствует слабокислой (pH_в 5,3). Почвы обладают высокой гидролитической кислотностью в верхнем горизонте (9 мг-экв./100 г), которая снижается к горизонту BC до 1 мг-экв./100 г. Максимальная емкость поглощения отмечена в горизонте A₁A₂ (16,0 мг-экв./100 г), степень насыщенности почв основаниями здесь составляет 43,8%.

Почвы Соколовского заказника имеют отличия в физико-химических свойствах. Они обладают более высоким содержанием гумуса в горизонте A₁ (3,1%), отнесены к виду высокогумусные. Гидролитическая кислотность почв Приобских боров составляет 7,3 мг-экв./100 г), сумма обменных оснований – 10 мг-экв./100 г). В составе суммы обменных оснований преобладает Ca. Емкость поглощения составляет 17,3 мг-экв./100 г, степень насыщенности почв основаниями здесь составляет 57,8%.

Таким образом, почвы Приобских боров обладают более высоким содержанием гумуса, меньшей гидролитической кислотностью, и более высокой степенью насыщенности почв основаниями, чем почвы ленточных боров. Это подтверждает то, что в данных почвах интенсивнее протекает дерновый процесс почвообразования, а в почвах ленточных боров – подзолистый процесс почвообразования.

МЕСТО ПОЧВОВЕДЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ БЕЛАРУСИ

Г.С. Цытрон¹, Т.Н. Азаренок¹, С.В. Шульгина¹, С.В. Дробыш²

*¹РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

*²УП «Проектный институт Белгипрозем»,
г. Минск, Беларусь*

Почва — уникальный природный ресурс, благодаря которому живут и развиваются нации. Республика Беларусь не является исключением. Поэтому насколько глубоки будут наши знания о почвах и насколько умело мы будем этими знаниями пользоваться, настолько благополучным будет наше жизненное устройство. В связи с этим почвоведение как фундаментальная естественнонаучная дисциплина требует своего изучения на самом высоком уровне образования — университетском, на что еще указывал В.В. Докучаев, говоря о необходимости включения почвоведения в программы университетского образования и создания в университетах кафедр почвоведения.

В настоящее время в большинстве классических университетов мира имеются факультеты почвоведения (почвенные или биолого-почвенные), не говоря уже о кафедрах.

Что же имеем мы в республике на данный момент времени в области подготовки специалистов-почвоведов? Начнем с того, что такой специальности у нас нет, несмотря на то, что почвоведение преподается на многих факультетах вузов нашей страны и, главным образом, на первых двух курсах, так как оно дает фундаментальную основу для изучения большинства дисциплин аграрной, экологической, географической, землеустроительной и других направленностей. Существуют только три вуза в стране, где в специальностях упоминается почвоведение: в Белорусском государственном университете (БГУ) на географическом факультете существует кафедра «почвоведения и земельных информационных систем», в Гродненском государственном аграрном университете (ГГАУ) на агрономическом факультете функционирует кафедра «агрохимии, почвоведения и сельскохозяйственной экологии», а на факультете защиты растений ведется обучение по специальности «агрохимия и почвоведение»; в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (БГСХА) на агроэкологическом

факультете работает кафедра «почвоведения». На кафедрах ГГАУ и БГСХА готовят агрономов, а БГУ выпускает специалистов «география (научно-педагогическая деятельность)».

В Белорусском государственном технологическом университете (БГТУ) функционирует кафедра «лесных культур и почвоведения», которая ведет подготовку специалистов по лесному хозяйству, лесовосстановлению и питомничеству, садово-парковому строительству, охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов.

Можно было бы не готовить специалистов-почвоведов, если бы почвенные исследования в республике не проводились, были бы проблемы с трудоустройством. Однако в отличие от других постсоветских республик, в Беларуси до сих пор в УП «Проектный институт Белгипрозем» и его дочерних предприятиях существуют, хоть и не многочисленные почвенные отряды, проводящие в настоящее время корректировку почвенно-картографических материалов III тура осушенных земель и прилегающих к ним территорий в сельскохозяйственных организациях республики. Этот вид работ начат в 2005 году и продолжается по настоящее время. Например, в текущем году (2015 г.) почвоведы обследуют осушенные земли 5 районов страны (Узденского, Глубокского, Мостовского, Светлогорского и Кричевского). Результаты этих работ являются исходной информацией для кадастровых землеоценочных работ, очередной тур которых намечается завершить в 2016 г., а сейчас идет подготовка базы данных для его проведения. В этих же институтах создается земельно-информационная система, куда составной частью входит слой «Почва», то есть ведется оцифровка всех почвенных материалов с автоматическим подсчетом площадей почвенных разновидностей.

Один раз в 4 года агрохимической службой республики проводятся крупномасштабные почвенно-агрохимические обследования сельскохозяйственных земель, в штате работников которой присутствие почвовед-специалиста обязательно.

Научно-методическое руководство этими работами (крупномасштабными почвенными и агрохимическими обследованиями) осуществляет РУП «Институт почвоведения и агрохимии», в структуре которого имеется отдел «Почвоведения».

Ряды почвоведов всех указанных выше организаций пополняют выпускники ГГАУ, БГСХА, БГУ. То есть, пока еще в республике, есть возможность трудоустройства почвоведу, но подготовленных почвоведов — нет!

Вопросом подготовки почвоведов-практиков приходится заниматься уже на месте работы опытным коллегам старшего поколения, которых остается все меньше и меньше в УП «Проектный институт Белгипрозем» и его дочерних предприятиях. В результате многие виды работ, которые должны выполнять специалисты-почвоведы, выполняют землеустроители, специалисты в области ГИС-технологий, агрономы, что в конечном итоге сказывается на их качестве.

В республике достаточно хорошо развивалось и развивается «прикладное почвоведение», в том числе «агропочвоведение», которое опять же базируется на достижениях фундаментальной науки и результатах работы практиков-почвоведов. К сожалению прикладным почвоведением с элементами фундаментального занимается только один сектор в РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

Следует отметить, что на географическом факультете БГУ до сих пор функционирует лаборатория экологии ландшафтов, организованная в 1962 г. как лаборатория почвенной биогеохимии и существовавшая 20 лет как лаборатория мелиорации ландшафтов, внесшая существенный вклад в изучение эволюции почв мелиорированных земель. В этом отношении также следует упомянуть отдельных ученых РУП «Институт мелиорации и луговодства», Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, Гродненского государственного аграрного университета.

В перечне специальностей Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Беларуси имеется специальность 06.01.03 – агропочвоведение, агрофизика в отрасли сельскохозяйственных наук. По ней за последние 15 лет (2000–2014 гг.) защищено 2 докторских и 14 кандидатских диссертаций. Из всех защитившихся только один имеет вузовскую квалификацию «почвоведение» (Московский государственный университет, почвенный факультет), а все остальные – представители других специальностей, в основном, географы (БГУ), землеустроители (БГСХА) и учителя (БГПУ им. М. Танка, факультет естествознания). Специальности «почвоведение» в отрасли биологических наук в ВАК Беларуси нет.

Почвенное образование, являясь признанной и необходимой составной частью современного естественнонаучного образования во всем мире, у нас в республике практически отсутствует. Да что говорить, если в структуре государственных программ научных исследований на 2016–2020 гг. почвенным исследованиям не уделено должное внимание, почва не является «природным ресурсом», не входит составной частью в исследования «экологической безопасности страны». Почвенным исследованиям нашлось место только в программе «Ка-

чество и эффективность агропромышленного производства». То есть в сознании общества и ученых почвоведение ассоциируется только с сельским хозяйством (прикладное почвоведение) и не воспринимается как фундаментальная наука, способная обеспечить необходимыми сведениями решение вопросов охраны окружающей среды, сохранения природных ресурсов, глобальной среды обитания человека.

К сожалению, в республике также не уделяется должного внимания популяризации не только достижений фундаментального почвоведения, но и практического, не говоря уже об его инновационном потенциале.

Почва — главное природное богатство нашей страны! Значит, почвоведение как наука должна занимать соответствующее объекту своего изучения положение как в образовательном процессе, так и в научном обществе. И если мы, почвоведы — ученые, преподаватели, практики — не укажем обществу на существующие проблемы, то этого за нас не сделает никто, так как никто более отчетливо не понимает значимости почвоведения для сохранения, развития и процветания человеческой цивилизации.

В условиях интенсивной антропогенной нагрузки на почвенный покров спрос на специалистов-почвоведов будет не только сохраняться, а наоборот, возрастет. О том, что проблема сохранения почв имеет не только региональное значение, а планетарное, говорит тот факт, что 68 сессия Генеральной Ассамблеи ООН 17 сентября 2013 г. (резолюция A/RES/68/232) утвердила 2015 год как Международный год почв, а 5 декабря ежегодно как Всемирный день почв.

УДК 631.445:631.445.12:631.445.15

К ВОПРОСУ ДЕГРАДАЦИИ ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

Г.С. Цытрон, Т.Н. Азаренок, С.В. Шульгина, В.А. Калюк

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

Практика ведения сельскохозяйственного производства и результаты многочисленных исследований показывают, что применение мероприятий по интенсификации земледелия без учета природных условий, особенностей состава и свойств отдельных компонентов

почвенного покрова неизбежно ведет к утрате устойчивости почв, их деградации. Наиболее быстро эти изменения проявляются в агроторфяных почвах Белорусского Полесья, в частности на территории Брестской области, которая характеризуется наибольшим удельным весом этих почв в составе сельскохозяйственных земель.

В настоящее время единственным источником данных о площадном распространении агроторфяных и деградированных почв Беларуси в составе сельскохозяйственных земель является практическое пособие «Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь» (Г.И. Кузнецов, Н.И. Смеян, Г.С. Цытрон, Минск, 2001), опубликованное в 2001 г. на основе результатов корректировки материалов II тура крупномасштабного почвенного картографирования, проводившегося в 1986–1998 гг. (III тур). Начиная с 2005 г. областными структурными подразделениями УП «Проектный институт Белгипрозем» ведется корректировка почвенно-картографических материалов осушенных земель в сельскохозяйственных организациях республики. В УП «Проектный институт Брестгипрозем» она завершена в 2012 г. Таким образом, в настоящее время имеются новые данные площадного распространения всего видового разнообразия агроторфяных и деградированных почв на уровне сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств Брестской области.

Нами проведена систематизация этих данных на районном и областном уровнях и сделан пространственно-временной анализ количественных показателей площадного распространения агроторфяных и деградированных почв сельскохозяйственных земель Брестской области по результатам I и III туров крупномасштабного почвенного картографирования. По данным корректировки почвенно-картографических материалов осушенных территорий 2005–2012 гг., также установлены объемы недобора урожая на конкретных объектах исследований за счет деградации исследуемых почв.

Согласно материалам I тура крупномасштабного почвенного картографирования агроторфяные почвы в составе сельскохозяйственных земель Брестской области занимали 371638,0 га, или 27,4% их площади (Почвы БССР. Брестская область; под ред. С.Н. Иванова и др., Брест, 1968).

По результатам корректировки II тура крупномасштабного почвенного картографирования площади агроторфяных почв на территории Брестской области сократились в 1,6 раза — до 236229,4 га, а удельный их вес в составе сельскохозяйственных земель — на 8,6% в сравнении с I туром (табл.).

Таблица

**Разновременное распространение агроторфяных и деградаторфяных почв
в составе сельскохозяйственных земель Брестской области, га/%**

Год обследования	Торфяные		Деградаторфяные			
	всего	в том числе	всего	в том числе		
		низин- ные		торфя- но-минеральные	минеральные оста- точно- торфяные	посттор- фяные
По состоянию на 1968 г.	$\frac{371638,0}{27,4}$	$\frac{282636,0}{20,8}$	—	—	—	—
По состоянию на 1.01.2001 г.	$\frac{236229,4}{18,8}$	$\frac{194019,5}{15,4}$	$\frac{62969,0}{5,0}$	$\frac{45916,5}{3,6}$	$\frac{13513,5}{1,1}$	$\frac{3539,0}{0,3}$
По данным обследования 2005—2012 гг.	$\frac{181303,0}{15,0}$	$\frac{141458,6}{11,7}$	$\frac{104423,3}{8,7}$	$\frac{56602,8}{4,7}$	$\frac{44509,6}{3,7}$	$\frac{3310,9}{0,3}$

За последние десятилетия вследствие отсутствия правовых механизмов применения принципов устойчивого землепользования, а также несоблюдения или игнорирования норм и правил рационального использования и охраны почвенных ресурсов, противоречащих рекомендациям науки, пренебрежения принципами экологической безопасности при выборе направлений использования земельного фонда, слабой вовлеченности конкретных землепользователей в процесс сохранения и защиты агроторфяных почв от деградации, произошло увеличение площадей деградаторфяных почв в одновременном сокращении агроторфяных.

Систематизированные данные площадного распространения исследуемых почв в составе сельскохозяйственных земель Брестской области по материалам корректировки 2005—2012 гг. показали, что на данный момент агроторфяные почвы занимают 181303,0 га или 15,0% площади сельхозземель области. То есть за период с 1968 г. по 2012 г. их площади сократились в 2 раза — с 371638,0 до 181303,0 га, а удельный вес их в составе сельскохозяйственных земель уменьшился в 1,8 раза (с 27,4 до 15,0%). В сравнении с результатами III тура крупномасштабного почвенного картографирования произошло увеличение площадей деградаторфяных почв (с содержанием в агроторфяно-минеральном (пахотном) горизонте менее 50% органического вещества) с 62969,0 до 104423,3 га (табл.), т.е. в 1,6 раза.

Необходимо отметить, что только разработка номенклатуры, четких диагностических критериев и параметров и признание дегроторфяных почв самостоятельным типом в классе антропогенно-преобразованных с выделением подтипов (дегроторфяных торфяно-минеральных, дегроторфяных минеральных остаточно-торфяных и дегроторфяных минеральных постторфяных) в начале 90-х гг. прошлого века позволили отделить эти почвы от торфяных и минеральных и провести работы по их выделению на почвенных картах хозяйств, районов и областей республики с последующим их количественным учетом (Смеян Н.И. и др., Методические указания по диагностике и классификации почв, образовавшихся после сработки торфа (для целей крупномасштабного картографирования), Минск, 1991).

Так, площади дегроторфяных торфяно-минеральных почв (с содержанием ОВ 50,0–20,1%) увеличились в 1,2 раза – с 45916,5 га до 56602,8 га, а площади деградированных минеральных остаточно-торфяных почв (с содержанием ОВ – 20,0–5,1%) – в 3,4 раза – с 13513,5 га до 44509,6 га. Площади деградированных постторфяных почв (с содержанием ОВ <5,0%) изменились незначительно (табл.), а точнее – уменьшилась на 2281 га за счет проведенных за истекший период мероприятий по оптимизации землепользования.

Результаты исследований по фиксированным объектам Малоритско-Лунинецко-Лоевского почвенно-экологического района подтверждают существующие представления о характере трансформации органогенных почв в процессе интенсивного сельскохозяйственного использования в сторону ухудшения их состава, свойств и потери уровня производительной способности. Так данные учета урожайности зерновых культур за 2011–2014 гг. (озимая рожь, озимое и яровое тритикале) на объектах «Старобинский» и «Новополесский» Солигорского района показали, что производительная способность дегроторфяных торфяно-минеральных почв снижается на 30–50% в сравнении с производительной способностью агроторфяной маломощной почвы, деградированной минеральной остаточно-торфяной – на 50–60%, а деградированной постторфяной – на 70–80% и более.

Согласно разработанным в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» критериям и параметрам степеней деградации органогенных почв Беларуси (Цытрон Г.С. и др., 2013 г.), по критерию «снижение продуктивности сельскохозяйственных культур», степень деградации почв объектов исследований оценивается как «сильная». Средневзвешенный ежегодный недобор урожая сельскохозяйственных культур на

объектах исследований в среднем на площади около 35 га превышает 165 ц к.ед.

В шкале оценочных баллов плодородия почв для кадастровой оценки земель республики агроторфяные мощные и среднемощные почвы имеют балл 65,8, агроторфяные маломощные почвы — 60,7, а в деградированных балл изменяется от 39,3 в торфяно-минеральных до 25,8 в постторфяных (Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Содержание и технология работ / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. — Минск, 2011.).

Все вышеизложенное позволяет заключить, что деградация исследуемых почв, начавшаяся сразу после осушения, продолжается и проходит почти одинаковыми темпами. Так, за 33 года между I и III турами почвенных обследований, ежегодно площади агроторфяных почв на территории сельскохозяйственных земель Брестской области, уменьшались на 4100 га, а с 1998 по 2012 год на 3923 га с одновременным ускоренным ростом в компонентном составе почвенного покрова староосушенных территорий площадей деградированных минеральных остаточно-торфяных почв с содержанием органического вещества в бывшем торфяном горизонте менее 20%.

УДК502.211:551.588.3

ОБ ИЗУЧЕНИИ ГЛОБАЛЬНОЙ РОЛИ ПОЧВЫ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ БИОСФЕРЫ

Е.В. Цытрон

*УО «Белорусский государственный педагогический университет
им. Максима Танка», г. Минск, Беларусь*

На рубеже XX-XXI вв. Земля и все населяющие ее живые организмы вступили в стадию глобального экологического кризиса, вызванного нерациональной неконтролируемой хозяйственной деятельностью человека и характеризующегося нарушением баланса всех компонентов биосферы планеты.

Многие экологические проблемы, существующие в настоящее время, непосредственно или опосредованно связаны с почвенным покровом.

Почва — верхний слой земной коры, обладающий естественным плодородием, благодаря которому человечество удовлетворяет основную часть своих потребностей в продуктах питания.

Основоположник учения о биосфере В.И. Вернадский, рассматривая ее состав, отнес почву к одному из элементов биокосного вещества планеты, образовавшегося в результате преобразования косного вещества живыми организмами. Он же указывал, что почва образует особую геофизическую оболочку — педосферу, выполняющую ряд важнейших биосферных функций, связанных с ее особым положением на границе живой и неживой природы.

С почвой прямо или косвенно связаны практически все живые организмы, поскольку она является источником, из которого автотрофы — зеленые растения, представляющие собой начальные звенья пастбищных пищевых цепей, получают воду и растворенные в ней минеральные вещества, используемые позже в процессе фотосинтеза для трансформации энергии Солнца в энергию химических связей органического вещества. Синтезируемое органическое вещество передается далее всем гетеротрофным организмам, включая человека. Редуценты же, являющиеся ведущим звеном детритных трофических цепей, разлагают мертвые остатки живых организмов и продукты их жизнедеятельности до простых неорганических соединений, возвращая их обратно в почву. Из этого следует, что одной из основных функций почвы является аккумуляция солнечной энергии и трансформация ее процессами жизнедеятельности живых организмов. Кроме этого, геохимические циклы всех жизненно важных химических элементов (биогеохимических, например, углерода, азота, кислорода, фосфора, серы и др.), осуществляются через почву, то есть она обеспечивает большой геологический и малый биологический круговороты веществ.

Также почва поддерживает баланс химического состава атмосферы и гидросферы, поскольку тесно взаимосвязана с ними, регулирует все биосферные процессы, включая распространение, плотность и продуктивность живых организмов.

Таким образом, почва, являясь неперенным компонентом всех естественных экосистем суши, выполняет важнейшие биосферные функции: обеспечение жизни на Земле, регулирование химического состава атмосферы и гидросферы, регулирование многих биосферных процессов, накопление гумуса и связанной с ним химической энергии. Согласно учению В.И. Вернадского, почва является областью наивысшей геохимической энергии вещества [2].

Различные виды хозяйственной деятельности человека (сельскохозяйственное производство, добыча полезных ископаемых, гидроэнергетика, градостроительство, прокладка наземных транспортных путей, утилизация промышленных и бытовых отходов и др.) напрямую связаны с почвенным покровом, что не только приводит к деградации почвы и изъятию ее из сельскохозяйственного использования, но и затрудняет или делает полностью невозможным выполнение перечисленных выше функций. Это, в свою очередь, ведет к нарушению функционирования всей биосферы Земли, что в конечном итоге может вызвать ее гибель. Поэтому крайне важно знание механизмов взаимосвязи, взаимозависимости и взаимообусловленности всех природных процессов и явлений.

Осознание данного факта привело к необходимому переходу общества к устойчивому развитию, которое призвано обеспечить сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды, природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей [1].

Одним из направлений достижения этого перехода является образование в интересах устойчивого развития. Важнейшим составным элементом такого образования является экологическая его направленность, которая представляет собой предметную и концептуальную основу для образования в интересах устойчивого развития.

Республика Беларусь включилась в глобальный план действий по переходу к устойчивому развитию еще в 1992 г. и реализует принципы образования в интересах устойчивого развития. Это получило свое отражение в ведущих нормативных документах в сфере образования. В частности, в действующем образовательном стандарте Республики Беларусь, в качестве составляющих целей среднего образования выдвигается формирование у учащихся систематизированного представления о мире, обществе и человеке; ценностного отношения к биосфере, научно-техническим нововведениям и культурным инновациям; готовности к рациональному природопользованию и потреблению, здоровому образу жизни и безопасному поведению.

Очевидно, что данная цель носит интегрированный характер и может быть достигнута только на основе междисциплинарного подхода. Т.е. в средней школе экологическое образование, воспитание и просвещение учащихся необходимо осуществлять при изучении всех дисциплин, отдавая предпочтение предметам естественнонаучного цик-

ла. Однако практика показывает, что не всегда учителя-предметники гуманитарного и математического циклов уделяют должное внимание рассмотрению вопросов охраны окружающей среды в целом, и почвы в частности, что часто связано с нехваткой теоретических научных знаний в этой области.

В настоящее время с целью повышения экологической грамотности будущих учителей в педагогических вузах Республики Беларусь изучается раздел «Основы экологии и энергосбережения» дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека». Однако, в силу сокращения сроков получения высшего образования, а следовательно, и времени, отводимого на изучение данного предмета, содержание учебной программы не позволяет полностью раскрыть значимость роли почвы в существовании и функционировании биосферы. В нее включены преимущественно вопросы, касающиеся деградации и загрязнения почв (эрозия, вторичное засоление и заболачивание, переуплотнение, опустынивание, загрязнение тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами, пестицидами, минеральными удобрениями, радиоактивными отходами и др.). Но понимание того, что почва (эдафотоп) – важнейший компонент всех экосистем суши (биогеоценозов) и биосферы в целом, необходимым является рассмотрение глобальной роли почвы в биосфере, ее важнейших функций, а ее изучение, рациональное использование и охрана является неотъемлемой частью экологической подготовки и экологической культуры будущего педагога. Это будет способствовать в процессе его профессиональной деятельности более эффективному достижению всех целей общего среднего образования и прежде всего – формирования высокообразованной духовно-нравственной личности гражданина Республики Беларусь – носителя ценностей национальной и мировой культуры.

Список литературы

1. Образование в интересах устойчивого развития: информ.-аналит. обзор / Т.Н. Ковалева [и др.]. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2007. – 103 с.
2. Федорук, А.Т. Экология: учеб. пособие / А.Т. Федорук. – Минск: Вышэйшая школа, 2010. – 462 с.

ДЕГРАДАЦИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МОЛДОВЫ В ИСТОРИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ И ПРОБЛЕМА ВОССТАНОВЛЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ

В.В. Чербарь

*Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

Почвенный покров является главным природным богатством Республики Молдова. От сохранения и рационального использования этого богатства целиком и полностью зависит экономическая ситуация в стране и благосостояние населения. В использование почвенных ресурсов на территории бывшей царской Бессарабии и нынешней Молдовы выделяются несколько периодов, оказавших в разной степени влияние на процессы деградации и эволюции почв.

Первый период, до 1812 г. Распахивались только около 12% земель от общей площади (табл. 1). Поселения и пахотные земли вокруг них были расположены преимущественно в лесостепной и лесной зонах. При расширении площадей пахотных земель раскорчевывались леса. Это привело к усилению овражной эрозии и частично плоскостной. Все же, экстенсивный характер земледелия в данный период не привел к большой интенсификации таких процессов деградации почв как потеря гумуса, разрушение почвенной структуры, уплотнение пахотного и подпахотного слоев и др. Одновременно, в этот период были широко распространены и процессы реградации почв. В результате постоянных набегов кочевников, и занятия ими данной территории, местное население в основном было уничтожено, а пахотные земли заброшены на сотни лет. На них восстановилась степная растительность и начиналась другая фаза почвообразования. Под влиянием степной растительности, в климатических условиях Молдовы, бывшие распаханые лесные почвы эволюционировали в черноземах. Таким образом, в лесной зоне Молдовы образовался полигенетический почвенный покров. Полигенетичность почвенного покрова лесной зоны Молдовы еще больше усилилось массовой вырубкой лесов в последующие периоды и освоением земель под пашню и многолетними насаждениями (табл. 1).

Таблица 1

**Эволюция структуры земельного фонда Бессарабии и Республики Молдова
в период с 1812 по 2014 г.г., тыс. га**

Год	Общая площадь	Пашня	Многолетние насаждения	Пастбища	Леса	Другие земли
1812	$\frac{4511}{100}$	$\frac{516}{11,4}$	$\frac{46}{1,0}$	$\frac{2200}{48,8}$	$\frac{547}{12,1}$	$\frac{1202}{26,7}$
1900	$\frac{3499}{100}$	$\frac{2320}{67,3}$	$\frac{109}{3,1}$	$\frac{597}{17,3}$	$\frac{211}{6,1}$	$\frac{262}{6,2}$
1950	$\frac{3297}{100}$	$\frac{2124}{64,4}$	$\frac{177}{5,4}$	$\frac{542}{16,5}$	$\frac{231}{7,0}$	$\frac{222}{6,7}$
1990	$\frac{3376}{100}$	$\frac{1846}{54,7}$	$\frac{410}{12,2}$	$\frac{349}{10,3}$	$\frac{416}{12,3}$	$\frac{355}{10,5}$
2014	$\frac{3385}{100}$	$\frac{1855}{54,8}$	$\frac{295}{8,7}$	$\frac{286}{8,4}$	$\frac{350}{10,3}$	$\frac{599}{17,7}$

Источники: Bejan, 2006 [2] , годовые земельные кадастры

Второй период, 1812–1900 гг. Стабильная политическая ситуация в эти годы на территории Бессарабии стимулировала рост численности народонаселения, что привело к тотальному освоению пригодных и полупригодных для пашни земель. Это, в свою очередь, привело к интенсификации эрозии почв (в основном линейной). Все же, благодаря экстенсивному характеру земледелия, другие процессы деградации почв развивались медленно.

Третий период, 1900–1950(1960) гг. В эти годы, в результате интенсификации антропогенного прессинга, на данной территории интенсифицируются процессы поверхностной и линейной эрозии. С 1911 по 1960 г. число оврагов увеличилось в 3 раза, а в некоторых районах – в 5 раз. Другие процессы деградации почв в условиях существующей экстенсивной системы земледелия проявлялись слабо.

Четвертый период, 1950(1960)–1990 гг. В этот период на всей территории Молдовы внедрялась система интенсивного земледелия. Эта система включала: тотальная вспашка земель на глубину до 35 см; частые промежуточные обработки почвы тяжелыми машинами и агрегатами; организация территории в большие по площади поля, что в условиях холмистого рельефа и отсутствия гидрологической организации территории не всегда соответствовала требованиям защиты почв от эрозии; тотальная химизация сельского хозяйства. В результате интенсифицировались эрозионные процессы и самые опасные процессы деградации почв: дегумификация, разрушение структуры, вторичное уплотнение пахотного слоя, увеличение твердости среднего и нижнего

частей пахотного слоя почвы даже при его высокой влажности (рис. 1 и 2). Высокий начальный темп роста урожайности сельскохозяйственных культур к концу периода полностью замедлился, пахотный слой почв, по причине утери естественной структуры, потерял способность сопротивляться уплотнению после обработки.



Рис. 1. Чернозем типичный целинный с прекрасной зернистой структурой горизонта Ah

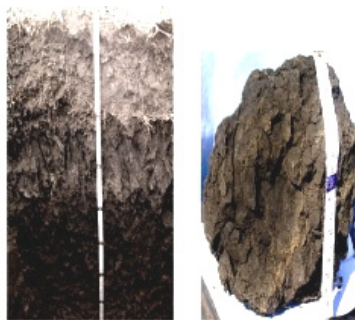


Рис. 2. Чернозем типичный пахотный с сильно уплотненным подпахотым горизонтом

Пятый период, 1991–2014 гг. В результате аграрной реформы земель фонд разделен на миллионы индивидуальных участков, что препятствует проведению мелиоративных и противоэрозионных мероприятий. Внесение минеральных удобрений сократилось в десятки раз, а органических — полностью. Баланс гумуса стал глубоко отрицательный. Произошла интенсификация всех процессов деградации почв. Урожайность сельскохозяйственных культур снизилась почти в 2 раза.

В настоящее время возможность восстановления положительного баланса гумуса и деградированных физических, химических и биологических свойств черноземов следующие:

1. Вывод на 10–15 лет из сельскохозяйственного оборота, деградированных пахотных почв и восстановление на них целинной степной растительности. Исследования в Бельцкой степи показали, что за 15 лет пребывания под степной растительностью содержание гумуса в бывшем пахотном слое чернозема типичного выросло на 0,8%, структура восстановилась на 80% [2]. Из-за отсутствия свободных земель (0,4 га пашни на 1 человека) этот способ восстановления почв в Молдове неприменим.

2. Ежегодное внесение в почвах не менее 10–15 т/га подстилочного навоза для создания в них положительного баланса гумуса. Мера

хорошая, но неосуществимая. Количество производимого в стране навоза, даже если удалось бы его собрать из крестьянских хозяйств, хватило бы только для удобрения 10% площадей пашни.

3. Внедрение в севооборотах 1 поля посеянного смеси люцерны и райграса [2]. Мероприятие дало бы возможность восстановить деградированные почвы еще на 10% площадей пашни, но для этого необходимо восстановить параллельно индустриальные животноводческие комплексы.

4. Использование в качестве отличного органического удобрения зеленой массы вики (80%) + пшеницы (20%). В климатических условиях Молдовы возможны 2 варианта использования вики как зеленое удобрение.

а) Озимая вика как промежуточная культура, посеянная осенью в сентябре и внесенная в почву как зеленое удобрение в конце апреля [3]. Результаты приведены в табл. 2 и 3.

в) В севообороте из 5 полей использование одного поля как занятый пар, засеянный 2 или 3 раза в одном сельскохозяйственном году озимой и яровой викой на зеленое удобрение.

Таблица 2

**Надземная и подземная масса озимой вики (промежуточная культура),
внесенная в почву как зеленое удобрение**

Урожай вики	Абсолютно сухая масса, т/га	Зола	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	C:N
		% de la masa uscată					
Надземная масса	5,6	9,5	4,1	1,1	2,7	39,1	9,5
Корней, в слое 0–30 см	2,4	15,2	1,8	0,5	0,5	38,9	21,6
Всего	8,0	11,2	3,4	0,90	2,0	39,0	11,5

Таблица 3

**Изменение к осени свойств пахотного слоя чернозема обыкновенного
тяжелосуглинистого после внесения в него весной при помощи дисковой бороны
одного урожая зеленой массы вики**

Глубина (см)	Плотность, г/см ³	Общая пористость, %	Агрегаты 10–0,25 мм, %	Водопрочные агрегаты, %	Органическое вещество, %	Formele mobile	
						P ₂ O ₅	K ₂ O
Ahp1 0–12	<u>1,27</u> 1,08	<u>51,3</u> 58,6	<u>71,2</u> 86,6	<u>30,4</u> 38,6	<u>3,03</u> 3,24	<u>2,3</u> 2,5	<u>24</u> 27
Ahp1 12–20	<u>1,46</u> 1,34	<u>44,3</u> 48,9	<u>55,0</u> 67,2	<u>34,2</u> 37,0	<u>2,92</u> 3,02	<u>2,0</u> 1,9	<u>21</u> 22
Ahp2 20–35	<u>1,50</u> 1,44	<u>42,7</u> 45,0	<u>48,0</u> 53,0	<u>36,4</u> 35,6	<u>2,82</u> 2,83	<u>1,9</u> 1,8	<u>20</u> 20

Восемь тонн сухой надземной массы вики и корней привели к улучшению физических свойств и гумусового состояния пахотного слоя почвы. Систематическое применение данного приема проводимого один раз в 2 года, приводит к формированию положительного баланса гумуса и к постепенному восстановлению деградированных свойств черноземов.

Список литературы

1. Bejan, Iu. Dinamica structurii fondului funciar pe teritoriul Republicii Moldova / Iu. Bejan // Revista Economica. – ASEM, Ch. – 2006 – №. 4. – P. 44–49.
2. Cerbari, V. Phyto-amelioration of Degraded Chernozem / V. Cerbari, u.T. Ciolac // Soil as World Heritage. Ed. D. Dent, Springer Dordrecht Heidelberg. – New York London, 2013. – P. 373–381.
3. Phyto-technology for Remediation of Chernozem in the South of Moldova / V. Cerbari // Soil as World Heritage. Ed. D. Dent, Springer Dordrecht Heidelberg. – New York? London, 2013. – P. 381–389.

УДК 631.15:631.4

К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОСНОВЕ ПРЕЦИЗИОННОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.Н. Червань, А.Ф. Черныш

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

Действующие в настоящее время системы высокоточного позиционирования функционируют, используя сигналы глобальных навигационных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. Наличие непрерывного навигационного поля, позволяющего вычислять координаты объектов в геоцентрических системах координат в режиме реального времени в положении статики и кинематики бесспорно открывает новые пути и в обработке сельскохозяйственных земель. Однако «точное земледелие» подразумевает местоположение сельскохозяйственной техники не только в заданной системе координат, но также относительно обрабатываемого участка, границы и свойства которого определены с точностью не ниже. Геореференсирование и анализ в камеральных условиях планово-картографических материалов, отражающих агрофизические и агрохимические свойства почвенного покрова по элементарным и

рабочим участкам сельскохозяйственных предприятий республики, позволяет значительно сократить затраты на специализированную технику и программное обеспечение по отслеживанию свойств почв непосредственно при обработке земельного участка.

Пространственно распределенные данные туров крупномасштабного почвенного и агрохимического обследования земель сельскохозяйственного назначения и действующего в республике агрохимического мониторинга удовлетворяют цели, информационного обеспечения сельскохозяйственной деятельности. По мнению авторов, система прецизионного земледелия должна представлять из себя два блока: комплекс камеральной обработки почвенно-агрохимических и прочих геопространственных топологически корректных данных с формированием полевых маршрутов (треков) и комплекс программно-технического обеспечения со спутниковой навигацией, устанавливаемый на сельскохозяйственную технику. Проектируемые полевые треки могут быть дифференцированы по способу обработки почвы, системе удобрений, возделываемой культуре.

Точность интерполяционного распределения большинства данных мониторинга земель в известной мере еще только приближается к значениям, отвечающим точности прецизионного земледелия. Тем не менее, пространственное распределение большинства свойств почв и других условий землепользования не совпадает с границами обрабатываемых участков, что должно учитываться в использовании и охране сельскохозяйственных земель. К ним, в первую очередь, следует относить элементы рельефа, степень гидроморфности почв, генезис и строение почвообразующих пород, плодородие почв, неоднородность структуры почвенного покрова.

Примером прецизионного учета данных может выступать разработанная в Институте почвоведения и агрохимии технологическая документация на формирование противоэрозионной организации территории сельскохозяйственных организаций. Цифровая модель рельефа, среднемноголетние метеорологические наблюдения и почвенно-агрохимические данные, увязанные в единой базе данных ГИС, позволяют проектировать границы обрабатываемых участков при условии снижения потенциального эрозионного смыва почв до допустимого уровня с привлечением противоэрозионных нормативов, способов обработки, систем удобрения, возделываемых культур. Точность границ может варьироваться в зависимости от точности входных параметров, при этом каждый из них может корректироваться отдельно. Спроектированные границы участков могут быть загружены в виде треков в бортовой компьютер без закрепления их на местности.

Таким образом, первые шаги к прецизионному земледелию в республике должны быть сделаны в направлении увеличения точности планово-картографических почвенно-агрохимических материалов как информационной основы проектирования систем земледелия. С этой целью необходимы не только технологии ортотрансформирования и пространственной привязки, имеющихся растровых изображений, но и методология геосистемного учета почвенно-агрохимических условий землепользования по почвенным комбинациям.

Система прецизионного земледелия со спутниковым контролем работы сельскохозяйственной техники имеет много преимуществ: от контроля расхода топлива до закрепления молодых специалистов на местах в сельской местности. Для обеспечения ее функционирования предварительно требуется разработка картографической информационной основы условий землепользования с автоматизированными методами многофакторного анализа плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. В сложившихся условиях это может быть автоматизированная база почвенно-агрохимических данных, реализованная в геоинформационной среде с открытым кодом и согласующаяся с земельно-информационной системой государственного земельного кадастра республики и данными дистанционного зондирования на территорию сельскохозяйственных предприятий.

УДК 631.412+631.1:528.8

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОСОЛОНЦЕВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ «LANDSAT 7»

С.Г. Черный, Д.А. Абрамов

Николаевский НАУ, г. Николаев, Украина

Мощным фактором антропогенного воздействия на почвы является орошаемое земледелие, развитие которого имеет особенно важное значение для засушливого Юга Украины. В тоже время, учитывая отсутствие качественных поливных вод, поливы черноземных и каштановых почв часто вызывают вторичное осолонцевание, которое приводит к пептизации коллоидов, обесструктуриванию, значительному увеличению

плотности почв и образованию водонепроницаемой корки. Интенсивность развития этого процесса зависит как от степени минерализации поливной воды, так и от частоты и сроков поливов, способов орошения, особенностей почвенного покрова и конкретной геолого-мелиоративной ситуации [1]. Поэтому в территориальном аспекте наблюдается достаточно пестрая ситуация, требующая непрерывного мониторинга для фиксации неблагоприятных последствий поливов минерализованными водами и разработки методов мелиорации таких почв.

Альтернативой традиционным наземным наблюдением за состоянием орошаемых земель может быть мониторинг почв методами дистанционного зондирования, в частности, использование спутниковых снимков, что позволяет оперативно и на больших площадях фиксировать изменения в почвенных свойствах, в том числе, и при поливах минерализованными водами [3].

Наши исследования проводились на стационарном тестовом участке возле поселка Шевченко Жовтневого района Николаевской области (координаты северо-восточного угла прямоугольного участка — $46^{\circ}51'52,6''$ с.ш. и $32^{\circ}15'28,9''$ в.д.). Почвенный покров представлен черноземами южными солонцеватыми тяжелосуглинками. Часть участка орошалась с 60-х годов прошлого века водами реки Ингулец (общая минерализация составляет 3–5 г/л, соотношение катионов натрия и кальция колеблется в пределах 2,0–5,0, рН — 7,5–8,5). Другая часть участка не орошалась вообще.

В качестве данных дистанционного зондирования использовались снимки многоспектральной камеры ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), которая находится на борту американского спутника «Landsat 7» и способна производить съемку в семи спектральных, двух тепловых и в одном панхроматическом канале. Элементарная пространственная единица (пиксель на экране дисплея), с которой ETM+ получает данные по спектральным каналам соответствует квадрату в 30×30 м на местности.

Судя по литературным данным изображения, полученные камерой ETM+, часто используется для дистанционной идентификации разных почвенных свойств. Это касается и определения параметров «линии почв», содержания гумуса, площадей засоленных почв и т.п. [4, 5, 6].

Для анализа использовались безоблачные спутниковые снимки весны 2012 г., сроки съемки — 23.04.2012 и 09.05.2012. Данные по шести спектральным каналам загружались из сервера Геологической службы США (USGS) (www.glovis.usgs.gov). Количественное определение величины спектральной яркости осуществлялось с помощью специального программного обеспечения — ENVI 4.8.

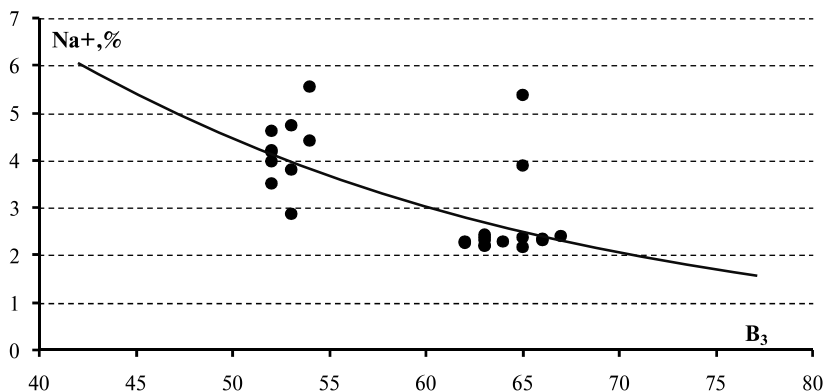


Рис. Зависимость между содержанием натрия в ППК чернозема южного тяжелосуглинистого и величиной яркости третьего канала спутникового изображения «Landsat 7»

Определение влияния возможного растительного покрова на отражательную способность почв рассчитывалось с помощью вегетационного индекса NDVI, который является функцией от яркостей в красном и инфракрасных частях спектра. Минимальные значения ($0,0 \pm 0,05$) этого показателя соответствует максимально оголенной поверхности почвы. После предварительного изучения с помощью индекса NDVI поверхности участков на предмет отсутствия растительности, были выбраны точки отбора почвенных образцов и определены их точные координаты. Затем с помощью GPS-навигатора на местности были определены эти точки и произведен отбор почвенных образцов в слое почвы 0–30 см. В каждом из отобранных образцов был определен состав поглощенных оснований и содержание поглощенного натрия в ППК. Последний показатель является основным диагностическим признаком степени осолонцевания почв.

Статистический анализ показал, что из всех спектральных каналов наиболее тесная связь наблюдается между содержанием натрия в слое почвы 0–30 см (Na) и яркостью в красной части спектра (3-й спектральный канал камеры ETM+)(B_3). На рисунке приводится экспоненциальная зависимость между этими показателями. Аналитически она выражается уравнением:

$$Na = 30,63 \cdot \exp(-0,03 \cdot B_3).$$

Коэффициент детерминации (r^2) – 0,49 показывает на достаточную тесноту связи между этими показателями.

Судя по приведенной выше зависимости важными значениями яркости в красной части спектра будут значения 42–55 ед. и меньше 42 ед., что, в первом случае, примерно соответствует 3–6% поглощенного натрия в ППК, а во втором – больше 6% поглощенного натрия. При существующих классификациях [2], для суглинистых среднебуферных почв первый диапазон значений яркости будет соответствовать слабосолонцеватым почвам, а значения яркости в красной части спектра меньше 42 – среднесолонцеватым.

Итак, проведенное исследование показало, что с помощью данных дистанционного зондирования полученных многоспектральной камерой ETM+, которая находится на борту американского спутника «Landsat 7», возможно достаточно точно определить степень солонцеватости черноземных почв, в частности, орошаемых минерализованными водами. Таким образом, возможна организация почвенного мониторинга орошаемых почв Юга Украины с использованием данных дистанционного зондирования многоспектральной камеры ETM+, которая находится на борту американского спутника «Landsat 7».

Список литературы

1. Екологічний стан ґрунтів України / С.А. Балюк [та ін.] // Український географічний журнал, 2012. – № 2. – С. 38–42.
2. Балюк, С.А. Класифікаційні проблеми зрошуваних ґрунтів України / С.А. Балюк, О.А. Носоненко, В.Я. Ладних // Вісник ХНАУ, 2008. – № 1. – С. 41–55.
3. Медведев, В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В.В. Медведев. – Харьков: Антика, 2002. – 428 с.
4. Выявление многолетних изменений площади засоленных почв шаульдерского орошаемого массива по космическим снимкам Landsat / И.Ю. Савин [и др.] // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2014. – Вып. 74. – С.49–65.
5. Черный, С.Г. Исследование взаимосвязи между спектральной яркостью космических снимков спутника Landsat 7 и содержанием гумуса в черноземах южных / С.Г.Черный, Д.А. Абрамов // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 1(50). – С. 97–105.
6. Черный, С.Г. Определение параметров линии почв черноземов правобережной Украины с помощью спектральных спутниковых снимков Ландсат-7 / С.Г.Черный, Д.А. Абрамов // Грунтознавство. – 2013. – Т.14. – № 3–4. – С. 106–113.

ОБ АГРЕГАТНОМ УРОВНЕ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЧВ, РАЗВИВАЮЩИХСЯ НА МОРЕННЫХ И ЛЕССОВИДНЫХ СУГЛИНКАХ

**А.Ф. Черныш¹, В.Т. Сергеенко¹, И.И. Касьяненко¹,
В.Д. Лисица², А.С. Саханьков².**

*¹РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

*²Белорусское общество почвоведов и агрохимиков,
г. Минск, Беларусь*

Почвы, сформированные на моренных и лессовидных почвообразующих породах, занимают значительный удельный вес в составе почвенного покрова Беларуси. Преимущественно это породы суглинистого гранулометрического состава и наиболее широкое распространение они получили в северной и центральной провинциях республики, природа которых связана с деятельностью последнего Валдайского оледенения.

Основные показатели и свойства дерново-подзолистых почв, развивающихся на моренных и лессовидных суглинках (морфология, гранулометрический и валовой химический составы, агрохимические и водно-физические свойства), хорошо изучены в разное время. Вопросы изучения агрегатного уровня структурной организации (микроморфологии) почв не уделялось достаточного внимания. Вместе с тем, по нашим данным микроморфология горизонтов почвенного профиля представляет большой научный и практический интерес. Наиболее информативным в этом плане является иллювиальный горизонт. В нем наиболее отчетливо запечатлено прошлое и настоящее почвы — наличие химических элементов в окисленной и восстановительной формах, органо-минеральных соединений и илистых частиц, свидетельствующих о периодах иссушения и переувлажнения почв, о путях трансформации ее минеральной части.

Главной составляющей частью иллювиальных горизонтов обоих исследуемых почв является глинистая субстанция, которая имеет два типа текстуры. Одна из них характеризуется мелкочешуйчатой текстурой, которая, несомненно, унаследована от материнской породы. Вторая часть глинистого материала имеет более сложное строение, образует либо волокнисто-чешуйчатые агрегаты, либо сферолитоподобные. Глинистый материал этих агрегатов имеет строгую тангенциальную ориентировку. Волокнисто-чешуйчатые и сферолитовые агрегаты

приурочены главным образом к трещинам, порам, ходам отмерших корешков растений. Высокая оптическая ориентировка глинистых частиц и отсутствие их в материнской породе позволяет считать их продуктами почвообразовательных процессов.

По поводу сфероидальных стяжений в белорусском почвоведении имеется две точки зрения. П.П. Роговой и П.С. Самодуров (1962 г.) считают, что эти стяжения образовались в результате разрушения кластогенных минералов в элювиальном горизонте и переноса продуктов их разложения в иллювиальный горизонт, где происходит синтез нового глинистого вещества с хорошей оптической ориентировкой. Главным аргументом в пользу названной гипотезы служит дисбаланс количества глинистого вещества на единицу объема между элювиальным и иллювиальным горизонтами по сравнению с материнской породой. Н.И. Смеян (2000 г.), В.Д. Лисица (1970, 2010 гг.) считают, что оптически ориентированная глина образуется в результате переноса илистых частиц под влиянием гравитационной влаги из элювиального горизонта в иллювиальный. По их мнению, главным аргументом в пользу этой гипотезы является сходство оптически ориентированной глины по качественному и количественному минералогическому составу, с таковыми в материнской породе.

Аналогичное происхождение глинистого материала иллювиальных горизонтов имеют и почвы, развивающиеся на лессовидных суглинках, кроме разновидностей, образующихся на глинафибровых породах, где часть оптически ориентированной глины (волокнисто-чешуйчатые) обусловлено геологическими явлениями.

В структурном отношении элювиальные горизонты представляют иную картину. Прежде всего, следует отметить сгуженность зерен матричного материала. Линейное расстояние между одинаковыми зернами уменьшается в 1,5–2 раза по сравнению с материнской породой. Это свидетельствует о значительной усадке элювиального горизонта при удалении из него глинистого вещества независимо от способа его перемещения.

Второй особенностью элювиального горизонта является повсеместное разрушение в нем кластогенных и глинистых минералов. Особенно сильно подвержены этому процессу плагиоклазы, они встречаются в виде единичных зерен. Следует обратить внимание, что в естественных почвах оставшиеся зерна полевых шпатов характеризуются сильной трещеноватостью и «работают» в них как единое целое зерно. Микроскопические наблюдения дают возможность сделать предположение, что при выполнении гранулометрического анализа эти зерна перейдут в более мелкие фракции. Наиболее ценную информацию содержат глинистые пленки, расположенные на поверхности матричных зерен.

В научных работах по исследованию глинистых минералов отмечается, что одна и та же политипная модификация гидрослюда частично переходит во вторичные минералы (вермикулит, монтмориллонит), а вторая — остается неизменной. Процесс превращения гидрослюда начинается на тех листочках, которые содержат включения, полости и характеризуются дефектами кристаллической решетки. В результате этого образуется смешанно-слоистая фаза, состоящая из неизмененных гидрослюдистых и вермикулитизированных слоев.

Прямым доказательством разрушения минералов в элювиальных горизонтах почв, развитых на моренных суглинках, является исследование по разрушению биотита и мусковита. Основным направлением преобразования биотита при выветривании в подзолистых горизонтах является его вермикулитизация с обособлением на промежуточных стадиях упорядоченных и неупорядоченных смешанно-слоистых слюда-вермикулитовых и неупорядоченных хлорид-вермикулитовых образований.

Одной из главных причин более высокой устойчивости почв на моренных суглинках к эрозии является разный размер матричных зерен. Каждое большое зерно является механическим препятствием (как бы микроплатиной) для более мелких зерен.

Второй причиной противоэрозионной устойчивости почв является остроугольность (слабая окатанность матричных зерен), третьей — рельеф поверхности матричных материалов, четвертой — глинистые клинья (Р. Грим, 1955), образующиеся на стыке матричных зерен (рис.).

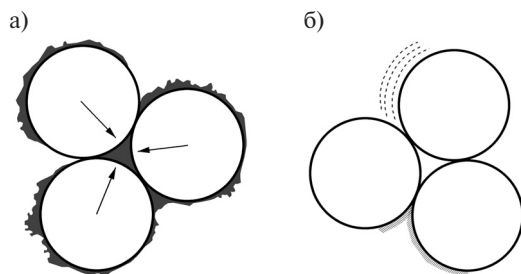


Рис. Принципиальная схема агрегата матричных зерен почв:

а) — на моренных суглинках, б) — на лессовидных суглинках.

Круглые и незавершенные полусферы — зерна кварца, темные участки вокруг полусферы — глинистые клинья

Факторы, способствующие более интенсивной эрозии почв, развивающихся на лессовидных суглинках, обусловлены тем, что лессовые и лессовидные породы прошли дефлюкционную фазу развития, благодаря чему они обладают сфероидальной (хорошо окатанной)

поверхностью одинакового размера матричных зерен. Наблюдаются ничтожно малые глинистые клинья на стыке соприкосновения зерен каркаса.

Поверхность матричных зерен каркаса мелкоячеистая, частично покрытая набухающими глинистыми минералами, которые при увлажнении легко отслаиваются от нижележащего слоя и увеличивают плавучесть поверхностных зерен. При плоскостной эрозии почв, развивающихся на глинофибровых разновидностях лессовидных пород, размыв их осуществляется системой макро- и микроводопадов, обусловленных глинофибрами и песчаными прослойками.

Поверхность кварцевых и других минералов матричных зерен покрыта ячеистостью разных форм и размеров. В естественных почвах эти поверхности служат микроколодцами удержания влаги, увеличения удельной поверхности и поверхностной энергии. В окультуренных почвах эти же зерна выполняют разрушительную роль. При перемещении зерен друг относительно друга, происходит стирание (измельчение) самих зерен, при этом особенно страдают от этого перемещения реликты глинистых пленок, которые стираются с поверхности несущих зерен и под действием гравитационной влаги переносятся в междузерновое пространство горизонта и за пределы почвенного профиля. Главной составляющей частью плодородной почвы, по мнению Ю. Либеха, является глина, говоря современным научным языком — глинистые минералы почвенного поглащающего комплекса.

Таким образом, на формирование профиля дерново-подзолистых почв, развивающихся на моренных и лессовидных суглинках, оказывают влияние перемещение глинистых частиц и сильное разрушение матричных минералов.

УДК 631.4

ОЦЕНКА АККУМУЛЯЦИИ В ПОЧВАХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Н.К. Чертко, А.А. Карпиченко

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь*

Объектом исследования были природные и агропочвы Белорусского Полесья. Среди техногенных веществ нами рассматривались внесение минеральных и органических удобрений, а среди природ-

ных — выпадение пыли из атмосферы и сухого остатка с атмосферными осадками. Вместе они составляют геохимическую нагрузку или давление на единицу площади. С пылью и атмосферными осадками выпадают техногенные вещества, разделить которые не представляется возможным.

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

$$\Pi = [(\mathcal{E}_{\text{п}} \cdot D_1) \cdot K] + [(\mathcal{E}_{\text{сн}} \cdot D_2) \cdot K] + [(\mathcal{E}_{\text{жо}} \cdot D_3) \cdot K],$$

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

Ориентировочный расчет выпавшей пыли за год производился следующим образом. Учитывалось количество дней с осадками и продолжительность осадков, которые вычитались из общего количества дней в году. Пыль с осадками учитывалась вместе с минеральным остатком в осадках. Затем рассчитывалась выпавшая пыль в дни без осадков, которая суммировалась с первой полученной величиной. Общий показатель выпавшей пыли добавлялся к количеству минеральных и органических удобрений, вносимых в среднем за год по каждому административному району по данным РУП «Института почвоведения и агрохимии».

Современные природные почвы Белорусского Полесья освоены не равномерно, наибольшая неосвоенность их территории приходится на южную часть Полесья, где местами достигает площади более 60%. Они представлены лесами, лугами и болотами и удалены от населенных пунктов. Промышленно развитых центров мало, поэтому степень загрязнения под воздействием техногенеза через атмосферу незначительная, даже с учетом космической пыли. Более сложная ситуация складывается с минеральным остатком, выпадающим с осадками.

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

Метеостанций по учету минерального остатка в Белорусском Полесье мало (Гомель, Мозырь, Жлобин, Пинск, Брест, Пружаны) и они

не совпадают с нашими точками наблюдения за выпадающей пылью (Брест, Малорита, Кобрин, Детковичи, Телеханы, Ивацевичи, Пинск, Пружаны, Лунинец, Любань, Светлогорск, Жлобин, Буда-Кошелево, Гомель), поэтому для выявления суммарного выпадения пыли и минерального остатка для природных почв Белорусского Полесья требовалось составление самостоятельных карт:

- по учету суммарной пыли за год в точках отбора и последующем проведении изолиний;
- по учету суммарного минерального остатка за год, выпавшего с атмосферными осадками с последующим проведением изолиний.
- итоговая карта (пыль + минеральный остаток).

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

Экспозиция по учету пыли проводилась в солнечную погоду при слабом ветре чаще после дождя в течение суток. Исключалось попадание почвенной пыли на экспозиционный лист шероховатой бумаги размером 20×20 см. После взвешивания листа до и после экспозиции вычислялось количество пыли на квадратный километр. Величины осажженной пыли практически везде были одинаковы и составляли 0,1 г на лист площадью 400 см².

Расчет по пыли на квадратный километр выглядит следующим образом:

$0,1 \text{ г} \times 25 \times 1000000 = 25\,000\,000 \text{ г/км}^2 = 25 \text{ т/км}^2 \text{ за сутки} \times 195 \text{ дней в году без осадков} = 48,75 \text{ т/км}^2$.

Расчет по минеральному остатку в атмосферных осадках, мг/км²:

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

где a — количество осадков выпавших за год, мм; 10 — коэффициент для перевода количества выпавших осадков в л/м²; b — сухой остаток (сумма ионов) в выпавших осадках, мг/дм³; 1 000 000 — коэффициент для перевода сухого остатка в мг/км².

Для перевода в т/км² полученный результат делим на 1 000 000 000.

Исследования выпадения пыли проводили в течение трех лет (2011–2013 гг.) сначала в агропочвах, затем в природных и городских почвах. Поскольку в период наблюдений часто выпадали осадки, то атмосфера была в достаточной степени очищена, и в дни после осадков при отсутствии почвенной пыли по всем точкам наблюдений ре-

зультаты суточного выпадения пыли составили 48,75 т/км² в год за 195 дней в году без дождя.

Выпадение минерального остатка и количество дней с осадками и без осадков в году рассчитывалось по данным Белгидромета за 2001–2010 гг. По средним данным получены результаты, представленные в таблице.

Таблица

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

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

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

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

В результате в почвах Белорусского Полесья были выделены следующие экологические ситуации: благоприятная (15% от общей площади Белорусского Полесья), удовлетворительная (28,5%), конфликтная (27,7%), напряженная (22,3%), критическая (7%).

ПРИРОДНЫЙ ЦЕОЛИТ – ОДИН ИЗ СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Г.В. Чуварлеева, Г.М. Лесовая, О.Б. Быков, А.А. Мнатсаканян

*ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко»,
г. Краснодар, Россия*

Главной задачей продовольственной безопасности любой страны является сохранение и улучшение состояния почв. В последние годы в связи с усиленной эксплуатацией черноземов Краснодарского края, снижением в них содержания органического вещества и повышением кислотности, произошло уплотнение почвы, разрушение ее структуры, что явилось одним из факторов снижения плодородия черноземов Кубани. Проблема улучшения агрофизических свойств почвы частично решается путем внесения мелиорирующих средств, одними из которых являются природные цеолиты. Ценность цеолитов обусловлена тем, что благодаря ионообменной способности, при внесении в почву они улучшают ее агрофизические и агрохимические свойства (Постников А.В., 1994; Корсунова Т.М., 1992; Романова Г.А., 2000).

Цель наших исследований – в условиях Краснодарского края выявить влияние природного цеолита на изменение физических свойств чернозема выщелоченного при разных системах основной обработки почвы.

Исследования проводились в Краснодарском НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко, расположенном в центральной зоне Краснодарского края в стационаре 6-польного севооборота на черноземе выщелоченном сверхмощном слабогумусном деградированном с 2012 по 2014 гг. В этот период чередование культур было следующее: кукуруза на зерно – озимая пшеница – соя.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль, без внесения цеолита; 2 – внесение природного Хотынецкого цеолита в дозе 5 т/га. Варианты расположены на двух системах основной обработки почвы:

- традиционная система основной обработки почвы (вспашка);
- мульчирующая минимальная с разуплотнением система обработки почвы (чизелевание на глубину 30–32 см один раз в три года).

Цеолит вносили под основную обработку почвы кукурузы на зерно. Повторность опыта 4-кратная, общая площадь делянки – 300 м², учетная – 44 м². Агротехника в опыте, кроме изучаемых факторов – общепринятая.

Проведенные нами исследования показывают, что эффективное применение цеолита зависит от системы основной обработки почвы. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Изменение структурно-агрегатного состава чернозема выщелоченного при внесении природного цеолита в зависимости от систем основной обработки почвы (среднее за 2012–2014 гг.)

Глубина отбора образца, м	Коэффициент структурности (Kс)	Фракции, % содержания от абсолютно-сухой почвы**		
		глыбистые агрегаты	микроагрегаты	комковато-зернистые агрегаты
		> 10 мм	< 0,25 мм	0,25–10 мм
Традиционная система обработки почвы – без цеолита				
0–0,1	0,83	53,6	1,1	45,3
0,1–0,2	0,98	49,2	1,4	49,4
0,2–0,4	1,94	31,2	2,8	66,0
Традиционная система обработки почвы – с цеолитом				
0–0,1	2,15	29,9	1,8	68,3
0,1–0,2	1,43	40,0	1,2	58,8
0,2–0,4	1,94	31,6	2,4	66,0
Минимальная мульчирующая система обработки почвы с разуплотнением – без цеолита				
0–0,1	2,24	29,6	1,3	69,1
0,1–0,2	1,77	35,3	0,8	63,9
0,2–0,4	2,09	30,3	2,1	67,6
Минимальная мульчирующая система обработки почвы с разуплотнением – с цеолитом				
0–0,1	3,40	21,1	1,6	77,3
0,1–0,2	2,61	26,0	1,7	72,3
0,2–0,4	3,24	20,7	2,9	76,4

Примечание. ** Метод Н.А. Качинского.

При традиционной системе обработки значительное повышение содержания агрономически ценных агрегатов в варианте с применением цеолита наблюдалось в слоях 0–0,1 и 0,1–0,2 м. В ниже-

лежащем слое этого влияния не наблюдалось. В то время как при минимальной мульчирующей с разуплотнением обработке почвы, при влиянии цеолита произошло равномерное по профилю увеличение содержания комковато-зернистых агрегатов более чем на 8% по сравнению с контролем. Следует отметить, что независимо от системы обработки почвы, внесение цеолита снизило количество глыбистых агрегатов.

Оценивая изменения коэффициента структурности по вариантам опыта, необходимо отметить его более высокие показатели при внесении цеолита, указывает на улучшение структуры почвы в этих вариантах.

Как показали наши исследования, плотность почвы зависит как от применяемых систем обработки, так и от внесения цеолита.

В вариантах без внесения цеолита по градации плотности почвы можно отнести к очень плотным и плотным ($1,4-1,3 \text{ г/см}^3$). Вариант с применением цеолита при минимальной мульчирующей с разуплотнением системе показал, что плотность сложения равна $1,23-1,36 \text{ г/см}^3$, что говорит о среднеуплотненном состоянии чернозема выщелоченного.

Следует отметить, что на минимальной мульчирующей с разуплотнением системе обработки почвы водопрочность (метод П.И. Андрианова) почвенных агрегатов от внесения природного цеолита увеличилась на 10,5% и оценивается как отличная. На традиционной системе это повышение было незначительным (4,4%).

Таким образом, применение цеолита оказало значительное влияние на структурно-агрегатный состав почвы, плотность сложения и водопрочность как при традиционной, так и при минимальной мульчирующей с разуплотнением системах обработки почвы.

Список литературы

1. Корсунова, Т.М. Применение цеолитов для воспроизводства плодородия почвенно-экологических систем Байкальского региона / Т.М. Корсунова, Т.Д. Ямпилова, В.Н. Струганов // Основные направления получения экологически чистой продукции растениеводства. — Горки, 1992. — С. 105–106.
2. Постников, А.В. Использование цеолитов в растениеводстве / А.В. Постников, Э.С. Илларионова // Агрохимия. — 1990. — № 7. — С. 113–125.
3. Романова, Г.А. Цеолиты: эффективность и применение в сельском хозяйстве / Г.А. Романова. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2000. — 336 с.

ДИНАМИКА ПРОТОЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТАЕЖНЫХ ПОЧВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Е.В. Шамрикова

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт биологии Коми НЦ УрО РАН»,
г. Сыктывкар, Россия*

Кислотность и кислотно-основная буферность почв в значительной мере являются продуктами почвообразования и представляют собой фундаментальные почвенные характеристики, контролирующие подвижность химических элементов, в том числе, многих элементов питания и поллютантов, в почвах и ландшафтах. Реакция среды оказывает существенное влияние на окислительно-восстановительные реакции, протекающие в почвах, процессы комплексообразования, осаждения и растворения. Показатели кислотности почв оценивают при решении проблем химии почв, почвенно-химического мониторинга, агрохимии и экологии.

При достаточно полном понимании общих положений природы кислотности почв, многие ее аспекты и, прежде всего, взаимосвязи с составом живых организмов, заслуживают отдельного рассмотрения. Изучение данной проблемы значимо для территории Европейского Северо-Востока, где основной фон почвенного покрова составляют почвы с кислой и сильнокислой реакцией верхних горизонтов и где в последние десятилетия усилилось антропогенное воздействие, изменяющее естественный протолитический баланс почв. Методологической основой исследований явился системный подход и рассмотрение экосистемы как единства функционально связанных компонентов — почв, растительности, почвенной микробиоты. Проблема кислотности почв рассмотрена на различных иерархических уровнях. Составлена база данных, полученных за последние 60 лет, по кислотно-основному состоянию почв.

Рассмотрение почвы как тела, эволюционно связанного с развитием биоты, позволило установить ряд закономерностей. От дерново-подзолистых (P_d) к типичным подзолистым (П) и глееподзолистым (P^g) почвам выявлено закономерное снижение значений pH_{H_2O} и pH_{KCl} органогенных горизонтов. Данный факт связан с тем, что хотя автоморфные почвы формируются под однотипными еловыми лесами, П и P^g встречаются только под моховым покровом, в напочвенном по-

крова P_d преобладают травянистые растения. Травы характеризуются более высоким содержанием К, Са и Mg (8–10%) по сравнению со мхами (менее 3%). Аналогичная закономерность изменения pH при перемещении в пределах таежной зоны свойственна элювиальным горизонтам, но выражена в меньшей степени; свойства горизонтов В2 почв разных подзон сходны. Рассчитаны парные коэффициенты корреляции между показателями кислотности автоморфных почв. Связь между обменной и гидролитической кислотностью почв характеризуется высокими коэффициентами корреляции вследствие единого источника. Между pH_{H_2O} и pH_{KCl} достоверная линейная корреляция выявлена только в органогенных и элювиальных горизонтах почв. Значения коэффициентов вариации для pH_{H_2O} и pH_{KCl} по почвам и горизонтам составляют менее 10%. Насыщенность почвенного поглощающего комплекса, обменная и гидролитическая кислотность варьируют в пределах 10–50%.

Существенным фактором, определяющим кислотность таежных почв, является образование низкомолекулярных водорастворимых органических кислот. При сходстве литологического состава пород основным источником кислот является деятельность биоты. Взаимные связи между этими свойствами почв выявлены как в пределах отдельных подзон в пространственных рядах, соответствующих различным стадиям деструкции растительных остатков и степени увлажнения почв, так и в широтном направлении. Содержание кислот в почвах составляет 0,2–15,8 мг/дм³, что не превышает 5% в пересчете на углерод водорастворимых органических соединений (140–430 мг/дм³). Подзональной особенностью глееподзолистых почв северной тайги является высокое содержание и разнообразие органических оксикислот, обладающих наиболее низкими значениями pK_a . Специфика среднетаежных типичных подзолистых почв выражается в повышенном количестве менее сильных алифатических незамещенных кислот. Накопление в глееподзолистых почвах алифатических оксикислот, вероятно, определяется низкой скоростью их окисления до многоосновных карбоновых кислот, а также их дегидратацей в условиях слабой испаряемости и более высокой влажности, по сравнению с типичными подзолистыми почвами. В гидроморфных рядах суглинистых почв, принадлежащих тем или иным подзонам происходит увеличение разнообразия, количества ароматических и алифатических оксикислот, снижение набора алифатических незамещенных кислот и образование наиболее сильных (прежде всего, щавелевой) кислот. Это связано с разницей водного режима, определяющего различия видового состава

живого напочвенного покрова и комплекса микромицетов автоморфных и полугидроморфных почв. Увеличение степени гумификации органических веществ независимо от увлажнения и подзональной принадлежности почв приводит к снижению содержания низкомолекулярных кислот.

Расчетами термодинамических равновесий показано, что важнейшим источником кислотности минеральных горизонтов с $pH_{\text{ккл}}$ менее 4,5 являются ионы Al^{3+} , в органогенных горизонтах кислотность определяется, главным образом, неспецифическими кислотами и растворимыми фульвокислотами. Установлена особая роль Fe^{3+} в создании обменной кислотности органогенных и элювиальных горизонтов с pH солевых вытяжек менее 3,2. Горизонты с такой кислотностью присущи суглинистым почвам разной степени увлажнения в крайнесеверной и северной подзонах тайги, а также в полугидроморфным и гидроморфным среднетаежным почвам. Мобилизации Fe^{3+} способствует водная миграция ароматических и алифатических оксикислот, обладающих высокой комплексообразующей способностью.

Кислотно-основная буферность почв, развивающихся в одних и тех же условиях климата, а также сходных по литологическим признакам, зависит от гидрологических условий элементов микрорельефа, а соответственно от состава, функционирования и продуктивности биоценозов. Степень увлажнения в большей мере определяет изменчивость природы и структуры буферности органогенных горизонтов почв. С увеличением степени гидроморфизма снижается буферная роль Mn^{2+} , реакций катионного обмена и возрастает вклад соединений Al^{3+} и Fe^{3+} . Элювиальные горизонты автоморфной подзолистой почвы обладают повышенными значениями буферности по сравнению с соответствующими горизонтами полугидроморфных почв за счет более активного участия аморфных соединений алюминия и обменных катионов. В более гидроморфных почвах решающее значение принадлежит органическим соединениям.

Таким образом, изменчивость протолитических свойств, буферных характеристик, а также наличие (выраженность) взаимных связей между отдельными показателями кислотно-основного состояния суглинистых почв таежной зоны ограничиваются органогенными и элювиальными горизонтами — толщей массового распределения корней растений, где сосредоточено наибольшее количество и разнообразие микробиоты и где осуществляется биологический круговорот веществ. Отсутствие варьирования кислотных характеристик и связей между ними в иллювиальных горизонтах определяется незначительной их

трансформацией почвенными процессами и в первую очередь — биотическими. Это проявляется в отсутствии или пониженном содержании компонентов, являющихся прямыми продуктами почвообразования — органических и Al-, Fe-органических соединений, а также минералов группы почвенных хлоритов.

УДК 631.48

СОДЕРЖАНИЕ ФОРМ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ В УСЛОВИЯХ АГРОГЕНЕЗА

А.Х. Шеуджен, О.А. Гуторова

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
г. Краснодар, п/о Белозерное, Россия*

Роль железа и марганца в почвообразовании многогранна. От их содержания в почвах, распределения в почвенном профиле и в пределах одного генетического горизонта зависят цвет, агрегатное состояние, сорбционная способность почвы, многие элементарные почвенные процессы: оглеение, гумусонакопление, оглинивание и т.д. (А.Х. Шеуджен, 2005, Т.А.Зубкова, Л.О. Карпачевский, 2001).

Эти элементы являются необходимыми компонентами минерального питания растений. Марганец доступен для растений в водорастворимой и обменной форме. Относительно доступны фосфат и карбонат марганца, а также оксиды и гидроксиды этого элемента, поскольку они представляют собой ближайший резерв для пополнения водорастворимой и обменной форм. Марганец, связанный с органическим веществом, потенциально доступен для растений и при разложении органических соединений он может переходить в усвояемую форму. Марганец, входящий в кристаллическую решетку минералов, растения извлекать не могут (В.Б. Ильин, 1973).

Дефицит железа является проблемой для многих сельскохозяйственных культур, поскольку значительная часть окультуренных почв отличается низким содержанием доступных для растений подвижных его форм. В подвижном состоянии находится не более 0,75–0,92% общего количества этого элемента в почве. Основная часть железа

связана в органические и труднодоступные для растений соединения (В.Ф. Бабанин, А.Д. Воронин, Г.М. Зенова и др. 1976).

Цель исследований — изучение групп и форм соединений железа и марганца в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья в условиях агрогенеза.

Исследования проводились после завершения третьей ротации 11-польного зерно-травяно-пропашного севооборота стационарного опыта кафедры агрохимии Кубанского госагроуниверситета, расположенного в учебном хозяйстве «Кубань» (г. Краснодар). Почва опытного участка — чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоголистый на лессовидных тяжелых суглинках.

Для выявления действия системы удобрения севооборота на содержание форм соединений железа и марганца в почве с неудобренным и ежегодно удобряемого варианта (за три ротации севооборота было внесено $N_{1740}P_{1740}K_{1160}$) с каждой повторности опыта отбирали почвенные образцы из пахотного 0–20 см и подпахотного 21–40 см слоя.

Определение содержания форм соединений железа и марганца в почве проводилось с использованием атомно-абсорбционного метода. Валовое содержание железа определяли методом разложения почвы фтористоводородной кислотой; несиликатного — по Мера-Джексону; аморфного — по Тамму; силикатного — по разности между валовым количеством и содержанием несиликатного. Валовое содержание марганца определяли в растворе после разложения почвы концентрированными растворами серной и хлорной кислотами, кислоторастворимые — в вытяжке 0,1 н HCl, подвижные — в вытяжке ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8. Резервное содержание марганца находили по разности между валовым количеством и содержанием легкоподвижных и обменных форм.

Чернозем выщелоченный характеризуется средней степенью ожелезненности: в пахотном и подпахотном слое содержит 3977 и 3922 мг/кг общего железа. За три ротации 11-польного зерно-травяно-пропашного севооборота в удобренном варианте наметилась слабовыраженная тенденция снижения валового содержания железа в почве.

При длительном использовании чернозема выщелоченного в условиях агрогенеза происходит существенные изменения в содержании различных групп и соединений железа. На не удобренном варианте севооборота валовое содержание этого элемента в 0–20 см и 21–40 см слое почвы на 69,4 и 66,5% представлена силикатной и на 30,6 и 33,5 %

свободной группой соединений железа. Применяемая система удобрения севооборота способствует снижению доли силикатной и увеличению — свободной группы его соединений.

В черноземе выщелоченном группа несиликатного железа в 0—20 см слое на 24,8% представлена окристаллизованными и на 75,2 % аморфными соединениями, в 21—40 см слое соответственно — на 26,2 и 73,8 %. Под воздействием удобрений возрастает содержание в почве аморфных и снижается количество окристаллизованных форм соединений этого элемента.

Диагностическими критериями состояния железа в черноземе выщелоченном являются количественные соотношения содержания в нем различных групп и форм соединений этого элемента. Содержание и соотношение железа в почве претерпевает закономерные изменения под влиянием удобрений: величина $\frac{\text{Fe аморф.}}{\text{Fe сил.}}$ и $\frac{\text{Fe аморф.}}{\text{Fe своб.}}$ возрастает, а $\frac{\text{Fe окр.}}{\text{Fe своб.}}$ снижается. Все это свидетельствует о повышении активности железа в почве под воздействием вносимых под культуры севооборота удобрений.

Валовой фонд марганца чернозема выщелоченного до закладки эксперимента составлял в пахотном слое 491,9 мг/кг, подпахотном — 466,3 мг/кг почвы. В пахотном слое 70,44 % валового содержания марганца было представлено обменными формами, 32,16 % — подвижными и 29,56 — резервными. В подпахотном слое доля подвижных форм была меньше, а резервных — больше, чем в пахотном.

После трех ротаций 11-польного севооборота содержание марганца в почве снизилось как в удобряемом, так и неудобряемом севооборотах, причем, в последнем — в меньшей степени. Так, в пахотном горизонте чернозема выщелоченного без удобрений оно уменьшилось на 2,76%, в подпахотном — 1,33%, а на удобряемых участках — на 5,06 и 1,91% соответственно

В неудобряемом севообороте снижение валового содержания марганца происходит, главным образом, за счет сокращения количества подвижных его форм — на 4,74 и 4,68% соответственно в пахотном и подпахотном горизонте почвы. Содержание обменных форм элемента снизилось незначительно — на 1,30%. В пахотном слое на 6,26% сократились резервы марганца, а в подпахотном — только на 1,38%.

В почве удобряемого севооборота в наименьшей мере изменилось содержание подвижного марганца — на 0,44 и 1,47 % соответственно в пахотном и подпахотном горизонте. В наибольшей мере изменениям

подвержен резервный фонд марганца, который сократился на 10,87 и 5,06 % в пахотном и подпахотном слое почвы.

За три ротации 11-польного зерно-травяно-пропашного севооборота уменьшается содержание в почве валового железа. В составе несиликатной части железа увеличивается доля аморфных и снижается доля окристаллизованных форм соединений. Под воздействием удобрения их подвижность возрастает. Применяемая система удобрения способствует уменьшению содержания в почве валового марганца, что отражается на уменьшении резервного фонда этого элемента в пахотном слое почвы. Учитывая уменьшение валового содержания железа и марганца в черноземе выщелоченном и высокую их подвижность, в перспективе возможно с большой вероятностью возникновение их дефицита для питания растений, что и наблюдается на некоторых почвах Северного Кавказа.

УДК631.452:631.474

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ СОЛИГОРСКОГО РАЙОНА И ИХ ПРИГОДНОСТЬ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Л.И. Шибут, Г.С. Цытрон, О.В. Матыченкова

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

Разработанный в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» новый способ оценки эффективного плодородия почв, основанный на запасах внутренней энергии гумуса в агрогумусовом (пахотном) горизонте, прошел производственную проверку на примере Солигорского района Минской области. Оценка проводилась по почвенным разновидностям минеральных почв пахотных земель с расчетом средневзвешенных показателей по району на площади около 45 тыс. га.

Первоначально по материалам последнего тура крупномасштабного почвенного обследования были установлены площади всех почвенных разновидностей, проведена их генерализация и для оценки определена 41 разновидность. Заболоченные почвы были разделены на осушенные и неосушенные по их фактическому состоянию. Затем по почвенным разновидностям были установлены среднестатистические

показатели по всем необходимым для энергетической оценки критериям: мощности агрогумусового горизонта, плотности его сложения, кислотности, содержания в нем гумуса, подвижных фосфора и калия. Для этого использованы материалы крупномасштабного почвенного и агрохимического обследований сельскохозяйственных земель, результаты научно-исследовательских работ, проведенных сотрудниками института непосредственно на пахотных землях района, а также данные, полученные в ходе производственной проверки.

Расчет запасов внутренней энергии гумуса проводился по формуле (В.А. Ковда, 1973) с корректировкой на плотность сложения почв, отличающуюся от оптимальной, в зависимости от гранулометрического состава почвообразующих пород. Внутренняя энергия гумуса переведена в балльную оценку почв по соотношению $1000 \text{ ккал/м}^2 = 1 \text{ баллу}$ (исходный балл). Для расчета окончательного (фактического) балла к величине исходного введены поправочные коэффициенты на заболоченность (степень увлажнения — слабоглееватые, глееватые, глеевые), агрохимическую окультуренность почв (по трем показателям — pH , P_2O_5 , K_2O) и климатические условия (биоклиматический потенциал в индексной форме). Все поправочные коэффициенты дифференцированы в зависимости от гранулометрического состава почвообразующих пород, а на заболоченность и климатические условия и от характера строения почвенного профиля.

Максимальным баллом в районе оценена агроаллювиальная дерновая глееватая осушенная супесчаная почва с мощностью агрогумусового горизонта 28 см, содержанием гумуса 6,48% и плотностью 1,14 г/см³. Однако занимает эта почва в районе всего 15 га. Высокие баллы (более 70) имеют практически все агродерновые и агроаллювиальные дерновые остаточно-глееватые и остаточно-глеевые (осушенные) почвы различного гранулометрического состава с высоким содержанием гумуса (более 4,5%). Занимают такие почвы в районе около 17% площади пахотных земель.

Минимальный балл имеют неосушенные агродерново-подзолистые глеевые песчаные почвы с мощностью агрогумусового горизонта 24 см, содержанием гумуса 2,20% и плотностью 1,41 г/см³. Эти почвы также занимают небольшую площадь (37 га). Низким баллом (около 20 и ниже) характеризуются неосушенные агродерново-подзолистые глееватые и глеевые почвы различного гранулометрического состава с содержанием гумуса 2,0–2,5% и большими поправочными коэффициентами на заболоченность (занимают около 3% площади пахотных земель). Средневзвешенная энергетическая оценка почв по району составила 47,9 балла.

Таблица
Агропроизводственная группировка почв по пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур с учетом их энергетической оценки (фрагмент)

№№ агрогрупп	Названия агрогрупп почв	Мелиоративное состояние	Энергетическая оценка (баллы)	Степень пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур															
				озимая рожь	озимая пшеница	озимое тритикале	яровая пшеница	ячмень	овес	кормовой люпин	горох, вика, пелюшка	лен	сахарная свекла, корнеплоды	рапс	картофель	кукуруза	клевер	люцерна	многолетние злаковые травы
1	Агродерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые мощные, а также связно-супесчаные, подстилаемые суглинком до 1 м		> 60	3 ⁴	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
			30—60	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
			< 30	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2
2	Агродерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые и связносупесч., подстил. песком до 1 м, а также рыхлосупесч., подстил. суглинком до 1 м		> 60	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
			30—60	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
			< 30	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1

7	Агродерново-подзолистые глееватые и глеевые почвы на супесях, подстилаемых песками и песках	ос.	> 60	3	2	2	2	3	3	2	1	2	2	3	2	2	1	3
			30–60	2	1	1	1	2	2	2	1	0	1	2	1	1	0	2
		н/ос.	< 30	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
			> 60	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2
			30–60	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
8	Агродерново-карбонатные глееватые и глеевые и агродерновые глееватые и глеевые разного гранулометрического состава	ос.	< 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			> 60	2	2	2	3	3	3	1	2	1	2	1	2	1	1	3
		н/ос.	30–60	1	1	1	2	2	2	0	1	0	1	0	1	0	0	3
			< 30	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
			> 60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
		н/ос.	30–60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			< 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание. ¹Степень пригодности почв: 3 – наиболее пригодные, 2 – пригодные, 1 – малопригодные, 0 – непригодные.

По сравнению с первым туром кадастровой оценки земель (1997–1998 гг.) плодородие почв оценено на 14,3 балла выше. Это связано с тем, что при энергетической оценке основным ее критерием являются запасы гумуса в агрогумусовом горизонте. В почвах района средневзвешенное содержание гумуса составляет 2,60%, что на 0,25% больше, чем в среднем по Минской области и на 0,37% больше, чем в среднем по республике, при относительно мощных агрогумусовых горизонтах.

С учетом энергетической оценки разработана новая агропроизводственная группировка почв пахотных земель Солигорского района по степени пригодности под различные культуры. За основу была взята предыдущая группировка (2011 г.), в которой для каждой агрогруппы почв, их пригодность под культуры определялась по четырем степеням: 3 – наиболее пригодные, 2 – пригодные, 1 – малопригодные, 0 – непригодные.

В новой агропроизводственной группировке каждая группа почв разбита на 3 подгруппы в зависимости от их энергетической оценки: 1 подгруппа – более 60 баллов; 2 подгруппа – от 30 до 60 баллов; 3 подгруппа – менее 30 баллов. Для 1 подгруппы степень пригодности почв под сельскохозяйственные культуры увеличивается на 1 единицу, для 2 – остается без изменений, для 3 – уменьшается на 1 единицу по сравнению с предыдущей группировкой. Таким образом, чем выше балл энергетической оценки почв, тем выше степень их пригодности под культуры в пределах одной группы. Фрагмент агропроизводственной группировки для основных почв Солигорского района приведен в таблице.

В зависимости от результатов энергетической оценки плодородия почв установлена степень их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур, и определены площади пригодных почв для каждой культуры в целом по району. По сравнению с предыдущей группировкой, площади пригодных почв под культуры увеличились на 5–37% (в зависимости от культур). Это позволило выявить дополнительные резервы для расширения посевных площадей требовательных к почвенным условиям сельскохозяйственных культур.

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ БИООРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОДУЦИРОВАНИЯ CO₂ ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВОЙ

П.И. Шкуринов, К.И. Довбан

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь*

В почве в результате жизнедеятельности микроорганизмов и корневой системы растений идет постоянное поглощение кислорода и выделение углекислоты. Постоянный приток атмосферного кислорода и отток углекислоты, образовавшейся в результате дыхания всего живого населения почвы, включая разложение микроорганизмами органических веществ и корней произрастающих растений, составляет основное содержание газообмена почвы с атмосферой.

Необходимыми условиями нормального газообмена является наличие воздухоносных пор более 10–15% к объему почвы и жизнедеятельность микроорганизмов и корней растений, которые при дыхании, поглощая кислород и выделяя углекислоту, создают постоянный градиент концентрации этих наиболее важных для почвенных процессов газов почвенного воздуха. При этом следует отметить, что наиболее интенсивно эти процессы проходят при оптимальных значениях показателей влажности и температуры почвы и воздуха. В задачу наших исследований входило определить, как влияют на данные процессы агротехнические приемы выращивания культур, включая широкое применение пожнивных и поукосных культур, возделывание которых, прежде всего направлено на дополнительное производство органического вещества, используемого как на корм животным, так и повышение содержания органического вещества в почве. Органическое вещество, созданное в процессе взаимосвязанных процессов выделения и поглощения углекислоты, является основой для усиления активности микробного и всего остального живого населения почвы. Это в свою очередь является важнейшим источником повышения урожайности выращиваемых культур. В своей работе мы ставили задачу установить потенциальную способность почвы в оптимальных условиях продуцировать углекислоту, а также определить способность почвы проду-

цировать ее в природных условиях как при выращивании сельскохозяйственных культур в условиях биоорганического земледелия, так и традиционного их возделывания. Поэтому изучение интенсивности выделения и поглощения углекислоты и процесса фотосинтеза проводили в лабораторных и полевых условиях.

Лабораторный опыт изучения интенсивности выделения CO_2 основан на учете количества выделившегося в процессе минерализации органического вещества почвы углекислого газа по методу Н.Н. Бамбалова [1].

Ход определения

В сосуд с почвой ставят два стеклянных либо пластмассовых стаканчика — один для щелочи, поглощающей выделившуюся углекислоту, другой — для воды. В первый стаканчик наливают 25 мл 0,2 н едкой щелочи, в другой — столько же дистиллированной воды. Сосуд закрывают плотно крышкой, исключающей утечку углекислого газа.

Выделяющийся при разложении почвы углекислый газ поглощается щелочью. Для его количественного учета содержимое стаканчика без потерь переносят в колбу для титрования, дважды смывая стаканчик водой, добавляют 10 мл 10% раствора хлористого бария для осаждения поглощенного углекислого газа в виде BaCO_3 , а затем три капли фенолфталеина и титруют 0,1 н соляной кислотой, приготовленной из фиксаля. Одновременно ставят контрольный опыт без почвы.

Количество выделившегося в процессе минерализации углекислого газа определяют по формуле:

$$\text{CO}_2 = (X_0 - O) \times 2,2, \text{ мг},$$

где X_0 и O — количество соляной кислоты, которое пошло на титрование контрольного опыта и опыта с почвой соответственно, мл; 2,2 — количество CO_2 , соответствующее 1 мл соляной кислоты, мг. Результаты изучения представлены в таблице.

Таблица

Влияние системы биоорганического земледелия на интенсивность продуцирования CO_2 дерново-подзолистой почвой в 2013 г.

№ п/п	Образец	W, %	pH (KCl)	Интенсивность выделения почвой CO ₂	
				мг/100г/час	мг/100г/сутки
Опыт 1 – длительность опыта – 03.10.13–17.10.13					
1	Абсолютный контроль	11,0	5,2	0,042	1,01

№ п/п	Образец	W, %	pH (KCl)	Интенсивность выделения почвой CO ₂	
				мг/100г/час	мг/100г/сутки
2	Традиционный севооборот	13,4	5,1	0,055	1,31
3	Люпин	10,2	5,1	0,108	2,58
4	Клевер	11,3	5,2	0,078	1,88
5	Донник	12,3	5,3	0,100	2,40
Опыт 2 – длительность опыта – 22.10.13–05.11.13					
6	Традиционный севооборот	11,8	5,1	0,080	1,92
7	Контроль к традиц. севообороту 2–1	9,5	5,2	0,047	1,13
8	НРК 1–0	12,1	4,8	0,153	3,67
9	Донник 5–1	12,0	5,3	0,087	2,10
10	Донник 5–2	11,6	5,7	0,100	2,41
Опыт 3 – длительность опыта – 12.11.13–26.11.13					
11	Люпин контроль	12,6	5,4	0,069	1,64
12	Люпин навоз 2–3	13,0	5,7	0,177	4,24
13	Люпин 3–1	11,3	5,7	0,143	3,43
14	Люпин корм. 3–2	12,2	5,8	0,148	3,54
15	Люпин зел. уд.-е	10,5	5,8	0,152	3,65
Опыт 4 – длительность опыта – 28.11.13–12.12.13					
16	Абсолютный контроль	10,9	5,0	0,077	1,85
17	Клевер корм. 6–2	11,1	5,9	0,103	2,47
18	Клевер 7–1	9,0	5,3	0,107	2,59
19	Клевер 7–2	10,0	5,5	0,095	2,27

По результатам выполненных в термостатируемых условиях тестов по изучению интенсивности продуцирования почвой углекислого газа установлено, что дыхание почвы было интенсивнее в вариантах с биоорганическим севооборотом по сравнению с традиционным. Используемые в качестве зеленого удобрения клевер, люпин и донник увеличивали выделение CO₂ в 1,4–2,0 раза относительно традиционного севооборота и в 1,2–1,3 раза относительно контроля (опыт 1).

В варианте с донником (опыт 2) отмечено увеличение выделения CO₂ в 1,1–1,3 раза относительно традиционного севооборота и в 1,9–2,1 раза относительно контроля. В опыте 3 люпин увеличивал продуцирование CO₂ в 1,8–2,2 раза относительно контроля, а при внесении навоза – в 2,6 раза. В опыте 4 с клевером отмечено увеличение выделения CO₂ в 1,2–1,4 раза относительно контроля. Наиболее высоким

было выделение CO_2 почвой под люпином, идущим по навозу, достигало 4,24 кратности.

Таким образом, исследования показали, что в почвенных образцах, взятых с вариантов, где возделывались пожнивныe культуры, интенсивность выделения углекислоты значительно превышала интенсивность выделения углекислоты почвой в традиционном севообороте.

Список литературы

1. Бамбалов, Н.Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения / Н.Н. Бамбалов; под ред. А.В. Тишковица. — Минск: Наука и техника, 1984. — 176 с.

УДК631:45

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ СТАРООСУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ МАССИВОВ

С.В. Шульгина, Г.С. Цытрон, Т.Н. Азаренок

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

В Республике Беларусь, начиная с 2005 г., ведутся работы по корректировке почвенно-картографических материалов III тура обследования староосушенных земель и прилегающих к ним территорий. Результаты корректировки представляют собой объективные данные характеристики современного состояния почвенного покрова обследованных территорий, подвергшихся существенному антропогенному преобразованию вследствие гидромелиоративных мероприятий и последующего их использования в сельскохозяйственном производстве. Процесс корректировочных работ включает полевое обследование почвенного покрова земель с последующим выполнением аналитических исследований. Аналитическая характеристика органо-генных почв охватывает следующие показатели агрохимических и физико-химических свойств: зольность торфа, рН в KCl, гидролитическую кислотность (H^+), сумму поглощенных оснований (S), емкость поглощения (T), степень насыщенности основаниями (V),

содержание подвижных P_2O_5 и K_2O . Агроторфяные почвы дифференцированы с учетом мощности торфяной залежи (торфяно-глеевые – 0,3–0,5 м, маломощные – 0,5–1,0 м, среднемощные – 1,0–2,0 м, мощные – >2,0 м), деградаторфяные (деградаторфоземы остаточно-оглеенные) – в зависимости от содержания органического вещества (ОВ) в торфяно-минеральном горизонте (торфяно-минеральные – ОВ 50,0–20,1%, минеральные остаточно-торфяные – ОВ 20,0–5,1%, минеральные постторфяные – ОВ ≤ 5,0%)*.

Материалы прошлого тура (1986–1998 гг.) крупномасштабного почвенного картографирования свидетельствуют о том, что компонентный состав почвенного покрова сельскохозяйственных земель староосушенных территорий представлен именно вышеуказанными видами агро- и деградаторфяных почв (Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (практическое пособие), Минск, 2001).

Многочисленными исследованиями (Н.И. Смеян, С.М. Зайко, 1987; Г.С. Цытрон, 1990, 2005, 2010, 2011; Н.И. Смеян, Г.С. Цытрон, 1991, 1995, 2002, 2005, 2007, 2011–2013; Н.Н. Бамбалов, 1984, 2005, 2008; А.С. Мееровский, 2001, 2002, 2010–2013; В.И. Белковский и др., 2002; Н.Н. Семененко и др., 2007, 2010–2013 и др.) установлена ведущая роль содержания и качественного состава органического вещества в формировании важнейших свойств органогенных почв, изменение которых является одним из важнейших факторов, обуславливающих эволюцию мелиорированных почв и их плодородия.

Согласно систематизированным данным почвенно-корректировочных работ (табл.) имеет место существенное снижение содержания ОВ в верхнем (пахотном) горизонте исследуемых почв в результате агрогенной эволюции. Если в агроторфяных низинных мощных почвах среднестатистическое содержание ОВ составляет 80,37%, то с уменьшением мощности торфяного слоя до 0,3–0,5 м в агроторфяно-глеевых почвах его содержание падает до 67,62%. В деградаторфяной торфяно-минеральной почве содержание ОВ в 2 раза меньше в сравнении с агроторфяно-глеевой почвой и составляет 33,02%, а в деградаторфяной минеральной остаточно-торфяной почве сокращается в 5,2 раза – 13,08%.

* Номенклатура почв и количественное содержание ОВ даны согласно «Классификации, диагностики и систематическому списку почв Беларуси» (Смеян Н.И., Цытрон Г.С., Минск, 2007 – 220 с.)

Таблица

**Среднестатистические показатели физико-химических и агрохимических свойств пахотных горизонтов
агрогорфяных почв и дерготорфоземов остаточно-оглеенных Республлки Беларусь**

pH _{KCl}	Hr ⁺	S	T	V	P ₂ O ₅	K ₂ O	ОВ		Зольность
							смоль(+)·кг ⁻¹	%	
5,61±0,52 ¹ 277	45,08±19,02 21	109,78±55,03 22	159,63±59,58 22	68,38±13,74 22	246,24±189,45 269	232,65±142,86 269	80,37±11,07 61	19,63±11,07 61	
5,54±0,58 ² 878	38,19±16,99 91	112,24±34,25 113	151,26±31,89 113	70,60±14,18 113	281,66±255,58 835	274,30±208,75 835	75,69±14,42 141	24,05±14,42 141	
5,60±0,54 ³ 1200	36,62±20,57 182	103,30±44,96 202	140,02±54,50 202	72,69±12,80 202	296,47±268,60 1137	286,00±223,96 11,36	74,46±14,47 187	25,54±14,47 187	
5,62±0,57 ⁴ 570	32,07±19,35 135	97,36±43,15 152	136,63±51,07 152	71,26±13,26 152	269,45±231,49 527	255,76±196,73 531	67,62±12,34 94	31,89±12,34 94	
5,59±0,59 ⁵ 1174	8,10±6,70 273	21,16±10,77 273	30,01±15,34 273	70,91±19,78 273	222,39±191,25 1213	196,54±176,54 1213	33,02±9,21 728	66,98±9,21 728	
5,68±0,67 ⁶ 974	4,56±3,83 438	14,54±6,84 419	18,95±8,28 419	75,40±14,52 419	179,54±145,93 935	138,32±116,39 935	13,08±4,28 593	86,92±4,28 593	
5,79±0,56 ⁷ 59	3,25±1,73 49	16,43±9,61 49	20,26±14,28 49	77,66±14,04 49	131,56±67,22 52	151,03±73,78 52	3,47±0,94 26	96,73±0,94 26	

Примечание. ¹Агрогорфяная низинная мощная; ²Агрогорфяная низинная среднemothная; ³Агрогорфяная низинная маломощная; ⁴Агрогорфяно-глеяная низинная; ⁵Дерготорфяная торфяно-минеральная; ⁶Дерготорфяная минеральная остаточно-торфяная; ⁷Дерготорфяная минеральная постторфяная.

Максимальное снижение содержания органического вещества достигается к стадии формирования деградированных минеральных постторфяных почв – в 19,5 раза по сравнению с его содержанием в агроторфяно-глеевой почве.

Установленные корреляционно-регрессионные зависимости между содержанием ОВ в исследуемых почвах и урожайностью зерновых и зернобобовых культур ($r = 0,70-0,93$), многолетних трав ($r = 0,74$), картофеля ($R^2 = 0,91$) (Г.С. Цытрон, 1990; А.С. Мееровский, 2007; Н.Н. Семененко, 2007) подтверждают факт изменения производительной способности этих почв от содержания ОВ в пахотном (агроторфяном и агроторфяно-минеральном) горизонте.

Вследствие изменений содержания органического вещества происходят изменения и других физико-химических характеристик, тесно с ним коррелирующих. Нами было подтверждено снижение среднестатистических показателей суммы поглощенных оснований ($r = 0,97$) и емкости поглощения ($r = 0,97$) в связи со снижением содержания ОВ. Если величина суммы поглощенных оснований плавно снижается в ряду почв от агроторфяной низинной мощной к агроторфяно-глеевой со 109,78 смоль(+) $\cdot$ кг $^{-1}$ до 97,36 смоль(+) $\cdot$ кг $^{-1}$ (табл.), то в деградированных почвах – уже 5–8 раз ниже, чем в агроторфяных. Такая же тенденция характерна и для показателя емкости поглощения – снижение со 159,63 смоль(+) $\cdot$ кг $^{-1}$ в агроторфяной мощной до 136,63 смоль(+) $\cdot$ кг $^{-1}$ в агроторфяно-глеевой и резкое падение значений в 5–8 раз в деградированных почвах.

Результаты исследований показали, что снижение ОВ в ряду почв от агроторфяной мощной к деградированной минеральной постторфяной понижает и величину гидролитической кислотности ($r = 0,98$), а не повышает, как было выявлено ранее (Г.С. Цытрон, 1990; С.М. Зайко и др., 2002), а степень насыщенности основаниями несколько возрастает от агроторфяных низинных почв к деградированным – с 68,38% до 77,66%.

Агрохимические свойства исследуемых почв также подвержены изменению. Среднестатистические значения кислотности ($pH_{\text{кл}}$) агроторфяных низинных почв и деградированных изменяются между собой незначительно и почвы характеризуются как «близкие к нейтральным» (Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания, Минск, 2012).

Содержание подвижных фосфора и калия в агроторфяных низинных почвах оценивается как низкое, а в деградированных – как «низкое»

и «очень низкое», что подтверждает сформулированные ранее выводы (Г.С. Цытрон 1990, 2010, 2013; В.И. Белковский и др., 2002; Г.М. Сафроновская и др., 2012) о зависимости величины степени кислотности и содержания подвижных фосфора и калия от известкования и количества вносимых удобрений как в агроторфяных низинных почвах, так и в дегроторфяных. Возможно, с известкованием связано также современное состояние степени насыщенности основаниями этих почв и величины гидролитической кислотности.

Таким образом, все вышеизложенное свидетельствует об определяющей роли органического вещества в формировании свойств агроторфяных и дегроторфяных почв и их различии между собой, а среднестатистические показатели свойств являются незаменимым источником информации, отражающей их объективное состояние на определенный момент времени.

УДК 631.4

ПОГРЕБЕННЫЕ ПОЧВЫ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА СТАРАЯ ЛАДОГА

К.Е. Щеглова

*СПБГУ, ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Объектами исследования являются погребенные почвы, вскрытые в ходе раскопок на территории археологического памятника Старая Ладога: на Земляном городище, Любшанском городище, погребенные почвы в Староладожской крепости, погребенные почвы под полом в церкви Успения Богородицы, в 2005, 2010 и 2013 годах и в Староладожской крепости.

На территории Земляного городища, на глубине 3 метров от поверхности вскрыты темногумусовые почвы разной степени гидроморфизма, проявляющегося в сизой окраске, и вивианитовом псевдомицелии. По-видимому, данные почвы сформировались под влиянием высокого уровня воды в русле Волхова. Под темногумусовыми почвами практически на всей площади раскопа на глубине около 40 сантиметров вскрыт профиль второй погребенной почвы — темногумусовой

на аллювиальных отложениях. Над погребенными почвами находился слой навоза толщиной около 50 см. Построена карта палеорельефа Земляного городища, абсолютные отметки палеоповерхности варьировали от 11 до 9 м. Понижение шло от русла реки Волхов вглубь материка. Это свидетельствует о том, что ранее была либо ложбина, либо закрытое локальное понижение.

В 150 м к северу от Земляного городища на территории Староладожской крепости рядом с церковью Святого Георгия в 2013 г. были вскрыты серогумусовые и темногумусовые почвы. Они характеризуются темно-серым гумусовым горизонтом мощностью 12–20 см и разной глубиной подстилания элювия известняка. Глубина выхода известняковой толщи в профилях варьирует от 54 до 110 сантиметров.

В 2 км на северо-восток от Земляного городища на территории Любши были вскрыты погребенные темногумусовые почвы на известняковой плите. В культурном слое и гумусовом горизонте найдены единичные включения угольков, рыбьей чешуи.

Под полом церкви Успения Богородицы были так же вскрыты темногумусовые почвы на известняковой плите. Данная почва являлась пахотной по наличию ровной резкой границы.

Таким образом, на берегу Волхова были вскрыты как гидроморфные почвы на аллювиальных отложениях, так и автоморфные почвы, подстилаемые элювием известняка, известняковой плитой, что говорит о значительной пространственной неоднородности почвенного покрова, связанной с рельефом территории и неоднородностью почвообразующих пород.

Было проведено исследование по изучению возраста гумусовых горизонтов почв Земляного городища методом радиоуглеродной датировки. Возраст верхнего гумусового горизонта 1660 ± 70 лет, нижнего гумусового горизонта 4120 ± 110 лет.

По данным Т.А. Константиновой, погребенные почвы Земляного городища отличаются от современных почв высоким содержанием подвижного фосфора, а также повышенным содержанием гумуса. Это может быть связано как с влиянием вышележащих культурных слоев, сложенных органическим веществом разной степени разложения, так и с характером использования почв населением VIII–IX веков. По гипотезе А.Л. Александровского, территория Земляного городища представляла собой пахотные угодья. В почвах раскопа 2013 г. были найдены семена льна, хмеля, мака сонного. Впервые были найдены семена конопли, что может указывать на выращива-

ние данных культур на территории Земляного городища. Учитывая, что Старая Ладога являлась крупным торговым центром с выходом к Волхову, семена культурных растений могли попасть в почву и при их транспортировке. С нашей точки зрения погребенные почвы Земляного городища в силу своей значительной гидроморфности были мало пригодны для пашни. Вероятнее, что на этой территории были загоны и стойла для крупного рогатого скота. Об этом говорят останки домашних животных, щепы, а также значительное количество фосфора в погребенных почвах.

УДК 631.45

ОСОБЕННОСТИ ГЕОРАДАРНОЙ СЪЕМКИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ ТИПИЧНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

**С.А. Юдин¹, В.П. Белобров¹, А.Я. Воронин¹, А.Я. Айдиев²,
А.Ю. Куленкамп³**

*¹Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
г. Москва, Россия*

²Курский НИИ АПП, г. Курск, Россия

*³РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия*

Использование георадиолокации как метода неразрушающего контроля, все больше находит применение при решении широкого круга инженерно-геологических, геотехнических, строительных и других задач, связанных с изучением подповерхностного слоя [1, 2].

Техническая простота и удобство проведения полевых работ, наряду с высокой производительностью делают этот метод весьма перспективным для проведения почвенной съемки и составления почвенных карт различного масштаба. Тем не менее, на сегодняшний день мало работ, посвященных почвенным исследованиям с помощью георадиолокации, а методические работы, посвященные интерпретации результатов георадара в почвоведении практически отсутствуют [3, 4]. В основном исследования почв сводятся к определению неких геофизических свойств поверхностного слоя и их обработки с помощью программного обеспечения поставляемого производителями оборудования, что приводит к несопоставимости полученных результатов. В

связи с этим возникает необходимость калибровки радарограмм и их соответствие традиционным методам, которые используются в почвоведении.

Исследования проводились на территории ГНБУ «НИИАХП» в 20 км от г. Курска. Участок площадью 2,4 га с юга на север имеет небольшой уклон, мезорельеф выражен слабо, вблизи объекта не наблюдается никаких строений и инженерных коммуникаций, которые могли бы внести дополнительный «шум» в радарограмму. Для определения слоистости почвенного профиля по содержанию органического вещества, плотности и содержанию карбонатов использовали георадар «ЛОЗА». Стандартная антенна с частотой 100 МГц давала возможность анализировать почвенно-грунтовую толщу на глубину 4–5 м.

На участке были заложены 45 скважин, в которых определялась мощность горизонта A1, A1 + AB и глубина вскипания.

Таблица

Мощность гумусового горизонта, поле № 2

Горизонт	N набл.	Среднее	Довер. –95%	Довер. +95%	Дисперс.	Стд. откл.	Стд. ошибка
A1	45,0	50,9	47,0	54,8	168,6	13,0	1,9
A1+AB	45,0	104,6	99,7	109,4	262,4	16,2	2,4
Вскип. (HCl)	45,0	70,4	60,8	80,1	1022,8	32,0	4,8
A1B	45,0	53,6	47,4	59,9	433,6	20,8	3,1

В таблице представлены результаты пространственной вариабельности мощности гумусового горизонта и глубины вскипания. Наиболее вариабельным признаком по стандартному отклонению является глубина вскипания, а наименее вариабельным мощность горизонта A1.

На участке было заложено 10 георадарных профилей, с шагом 2.4 м. Для примера, на рис. 1, представлены графики распределения амплитуды, георадарных профилей.

На графике можно выделить три зоны распределения амплитуды по почвенному профилю, первая от 0 до 40 н/с – «шум», случайная вариация сигнала, вызванная приборными и иными причинами, вторая зона от 40 до 90 н/с – плавное затухание сигнала и третья зона от 90 н/с и далее – устойчивое затухание сигнала.

Наибольший интерес представляет вторая зона как наиболее информативная. На рис. 2 представлено распределение средней амплитуды в зависимости от глубины, по 300 георадарным профилям.

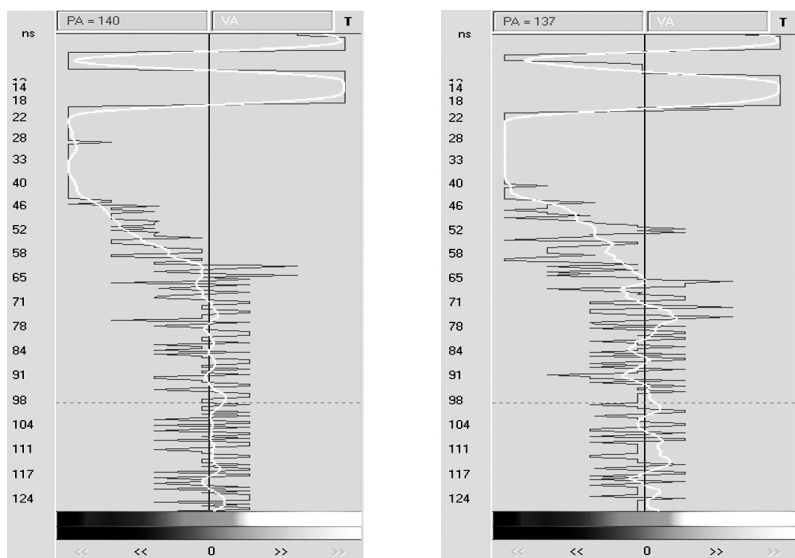


Рис. 1. Типичные георадарограммы

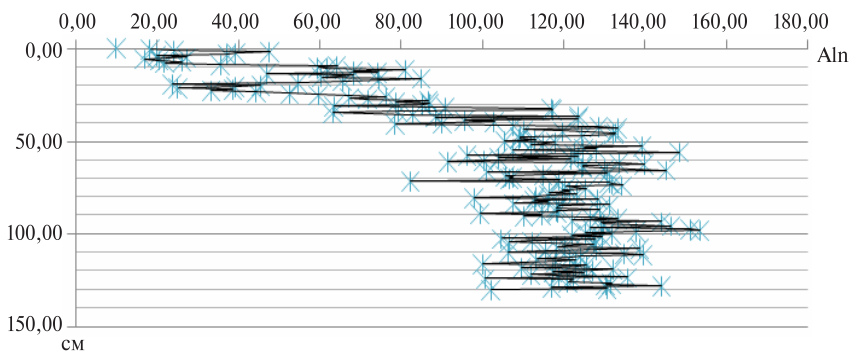


Рис. 2. Распределение амплитуды по глубине

На радарограмме можно отметить увеличение экстремумов амплитуды, на глубине 55–65 см и 95–100 см.

С учетом проведенной статистической обработки (табл.) эти максимумы отмечают смену почвенных горизонтов A1 и A1 + AB. Амплитуды на глубинах 60–80 см. по всей вероятности соответствуют глубине вскипания (табл.). Вместе с тем, это требует дополнительных исследований, так как на радарограмме (рис. 3), выполненной с по-

мощью программного обеспечения прилагаемого к георадару «ЛОЗА», выделить этот горизонт не удалось.

В заключении можно отметить, что применение георадара в почвенных исследованиях требует дополнительных методических разработок по идентификации почвенных свойств на основании конкретных радарограмм.

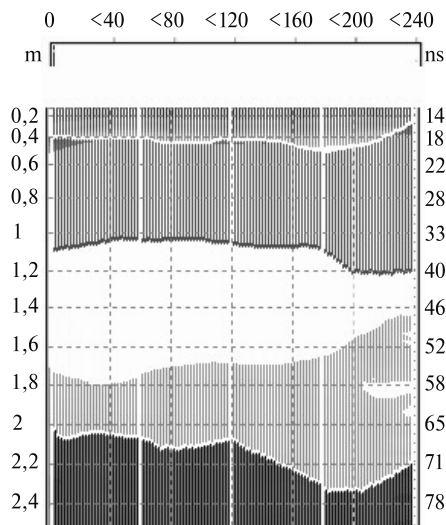


Рис. 3. Данные интерпретации полевого зондирования с помощью георадара «ЛОЗА»

Список литературы

1. Владов, М.Л. Введение георадиолокацию / М.Л. Владов, А.В. Старовойтов. — М.: Изд-во МГУ, 2005. — 153 с.
2. Владов, М.Л. Георадиолокационные исследования верхней части разреза / М.Л. Владов, А.В. Старовойтов. — М.: Изд-во МГУ, 2002.
3. Георадарный метод изучения почвенного покрова (на примере типичных черноземов) / А.Я. Воронин [и др.] // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сб. докладов науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева» г. Курск, 2013. — Курск. — 2013. — 33–37 с.
4. Воронин, А.Я. Фрактальный анализ данных георадарного профилированного почвенного покрова черноземов / А.Я. Воронин, В.П.Белобров, С.А. Юдин // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сб. докладов науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». — Курск, 2014 — С. 35–39.

О МЕСТЕ И РОЛИ ПОЧВ В ОСУЩЕСТВЛЕНИИ РЕСПУБЛИКОЙ БЕЛАРУСЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРИРОДООХРАННЫХ КОНВЕНЦИЙ

В.М. Яцухно

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь*

В последние два десятилетия Республика Беларусь весьма активно и довольно результативно принимает участие в осуществлении международного сотрудничества в области охраны окружающей среды и устойчивого использования ее отдельных компонентов. Это свидетельствует об осознанном понимании важности объединения усилий и координации действий государств в решении глобально и регионально значимых экологических проблем. К настоящему времени Республика Беларусь присоединилась к 25 международным природоохранным соглашениям, и протоколам из которых 16 относятся к документам, имеющим глобальный статус, остальные затрагивают страны европейского континента.

К числу ключевых международных природоохранных конвенций, стороной которых является Республика Беларусь, относятся Рамочная конвенция ООН об изменении климата (год вступления в силу — 2000 г.), Конвенция ООН о биоразнообразии (1993 г.), Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием/деградацией земель (2001 г.), а также Рамсарская конвенция по водно-болотным угодьям (1999 г.) и Конвенция Европейской комиссии ООН об оценке воздействий на окружающую среду в трансграничном контексте (2005 г.).

В указанных природоохранных конвенциях роль и значение почв, как ключевого компонента окружающей среды, нашли прямое или косвенное отражение в предлагаемых принципах, целях и решениях по осуществлению задач устойчивого природопользования. В первую очередь это касается сферы деятельности Конвенции по борьбе с опустыниванием/деградацией земель выполняемой под эгидой ООН, в которой почва и ее структурно-функциональная роль в биосфере рассматривается с двух позиций. С одной стороны она является, согласно статьи 1 конвенции, природным компонентом непосредственного негативного воздействия процессов деградации (водная и ветровая эрозия почв, ухудшение физических, химических и биологических,

экономических свойств почв, долгосрочная потеря естественного непочвенного растительного покрова), с другой — почва выступает незаменимой биопродуктивной системой, обладающей буферной, фильтрационной, обменной способностью, регулятором влаги, фактором определяющим биоразнообразие наземных экосистем, объектом природного наследия и др.

Сложная и многогранная роль, которая играет почва в развитии и функционировании наземных экосистем придает ее свойство полифункциональности и многообразия воздействия на природные компоненты. В данном контексте ее необходимо рассматривать с синергетических позиций и ответного воздействия самой почвы на весь формирующий природный комплекс. Типичным примером этого, получившим широкое применение в Беларуси, является восстановление деградированных болотных экосистем после разработки торфяных месторождений и коренной трансформации сельскохозяйственных мелиорированных торфяных почв. Восстанавливая органогенные почвы, одновременно удается решить не только задачу их ренатурализации, но и создания предпосылок для сохранения разнообразия биоты и увеличения стока (поглощения) парниковых газов, в частности диоксида углерода, из атмосферы. Этому способствуют и другие практические мероприятия, направленные на предотвращение и борьбу с деградацией земель, к числу которых в первую очередь следует отнести меры почвозащитного характера, рекультивацию нарушенных земель, агролесомелиорацию, повышение плодородия почв и др.

В настоящее время значительное внимание уделяется глобальному потеплению климата, в результате которого происходят существенные изменения широкого круга процессов и явлений в природной и хозяйственной среде, что приводит к росту негативных агроклиматических последствий, что требует смены систем земледелия, их адаптации к таким изменениям, включающих научное обоснование соответствующей структуры земель, набора сельскохозяйственных культур и технологий. При этом почва и почвенный покров должны выступать как ключевые компоненты, определяющие такие системы земледелия, а сами рассматриваться как «память» и регуляторы климата и индикаторы их изменений (В.О. Таргульян, Т.А. Соколова, 1996). Актуальность этого положения очевидна, ибо органическое вещество почв представляет собой значительный резервуар углерода и других парниковых газов, суммарная доля которых в общей эмиссии в атмосферу составляет около 30%. В Республике Беларусь научные исследования, направленные на оценку запасов диоксида углерода в почвах и учет регулирующей роли его концентрации в атмосфере, находятся в начальной

стадии. В настоящее время они сконцентрированы при изучении этой проблемы на болотных экосистемах в связи с разработкой мер по их реабилитации. Принятые обязательства в рамках трех природоохран-ных конвенций ООН требуют проведения таких исследований, прежде всего, в лесных, естественных луговых, также аграрных экосистемах с целью объективного качественного определения и расчета в них баланса эмиссии и стока (поглощения) парниковых газов и определения размера имеющихся в республике квот для привлечения внешних кли-матических инвестиций.

Проявления процессов деградации земель часто ассоциируется, что вполне справедливо, со снижением плодородия почв и потерей их биологической продуктивности. Наряду с этим происходит формирование другого их микроклимата, который в свою очередь обеспечивает эту продуктивность, а вносит изменения геофизических и геохимических режимов биогеоценозов, в т.ч. культурных, а также ведет к заметным изменениям в климате приземного воздуха и почв. Назрела необходимость более широко приступить к исследованиям и определению почв, подвергающихся радиационному их регулированию температуры, особенно в период длительных засух и засушливых явлений, на которых наблюдается эффект положительной обратной связи «альbedo поверхности почв — осадки». Актуальность и практическая значимость таких научных поисковых работ очевидна по причине участвовавших за последние годы засушливых явлений.

В недавно разработанных и представленных для официального утверждения Стратегии и Национального плана действий по борьбе с деградацией земель/почв, определены основные целевые задачи направленных на их практическую реализацию. Большинство из них базируются и всесторонне учитывают почвенный фактор. В первую очередь это касается внедрению экологобезопасных и почвозащитных технологий и систем земледелия, особенно на землях, подверженных водной и ветровой эрозии, на мелиорированных и радиационно-за-грязненных сельскохозяйственных землях, разработке почвенно-эко-логической типологии земель и формирования ландшафтно-адаптив-ных систем земледелия, внедрении органического земледелия, а также агроэкологического районирования с целью оценки степени сельско-хозяйственной пригодности почв.

Особое внимание уделено совершенствованию информационного обеспечения мероприятий по борьбе с деградацией земель/почв, ко-торое направлено на создании в республике реестра почв и почвенных ресурсов, обновление материалов крупномасштабного картографи-рования почв и развития системы их мониторинга, использование

для этого методов и приемов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий. В рамках вышеуказанных документов предложено приступить к разработке рекомендаций и адаптационных мер, обеспечивающих смягчение воздействия изменения климата и климатических явлений (засух, заморозков, чрезмерных осадков и др.) на состояние почв и их продуктивность, а также провести оценку взаимосвязи почв и биологического разнообразия наземных экосистем и обязательно учитывать почвенный фактор при создании особо охраняемых природных территорий. Успешное осуществление всех вышеназванных и других задач будет успешно решены и обязательны для выполнения при условии принятия в Республике Беларусь специального закона «Об охране и рациональному использованию земель/почв» и других нормативных правовых актов, закрепляющих роль и обязательный учет почв при обосновании и практическим осуществлением конкретных задач природопользования.

УДК 631.452

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СТРУКТУРНЫХ ОТДЕЛЬНОСТЕЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

М.А. Яшин¹, Б.М. Когут¹, В.М. Семенов²

*¹Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
г. Москва, Россия*

*²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
г. Пущино, Россия*

Целью исследования являлось установление особенностей трансформации органического вещества структурных отдельностей дерново-подзолистой почвы при различных системах использования.

Объектом исследования были дерново-сильноподзолистые слабogleеватые супесчаные почвы целинных, залежных и пахотных земель на территории Мещерской низменности (Владимирская область Сугодоцкий район). Исследованный массив включал варианты длительных стационарных опытов с системами удобрения культур зернопашного севооборота (опыт 1) и бессменных трав (опыт 2), бессменный чистый пар с 1968 г., залежь с 2001 г. и целинный участок под лесом, примыкающий к опытному полю.

Воздушно-сухие структурные отдельности выделяли методом Савинова, просеивая почву на ситах с диаметром отверстий 10–0,25 мм. Воздушно-сухие агрегаты размером 2–1 мм подвергали мокрому просеиванию согласно Хану (1969). Лабильные гумусовые вещества в терминологии Дьяконовой (1990) извлекали из интактных образцов почв и структурных отдельностей 0,1 М раствором $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ с pH 7.0 при отношении почвы к экстрагенту 1:20, рекомендованному для дерново-подзолистых почв. Содержание углерода химически экстрагируемых фракций определяли по методу Тюрина со спектрофотометрическим окончанием (Орлов, Гришина, 1981). Определение содержания активного органического вещества в структурно-агрегатных фракциях проводили по результатам длительного инкубирования образцов и количественного учета $\text{C}-\text{CO}_2$ (Семенов и др., 2006). Органический углерод в почве и в структурных отдельностях определяли методом «сухого» сжигания на автоматическом анализаторе АН-7529М. Для корректного сопоставления результатов определения $\text{C}_{\text{орг.}}$ методом «сухого» сжигания с величинами, полученными методом Тюрина, использовали ранее найденный понижающий коэффициент 1,26 (Когут, Фрид, 1993).

В результате проведенных исследований показано, что наилучшим структурным состоянием характеризовалась почва под лесом, залежью и многолетними травами с систематическим применением высоких доз бесподстилочного навоза.

Установлено, что наибольшим содержанием органического углерода ($\text{C}_{\text{орг.}}$) отличались воздушно-сухие структурные отдельности размером <0,25, 3–2, 2–1 и 5–3 мм, а наименьшим – агрегаты >10 мм и 1–0,5 мм. В почве под лесом и залежью самым высоким содержанием $\text{C}_{\text{орг.}}$ отличалась фракция 3–2 мм, тогда как во всех обрабатываемых почвах – <0,25 мм. Содержание $\text{C}_{\text{орг.}}$ в структурно-агрегатных фракциях 1–0,5, 2–1, 3–2 и 5–3 мм наиболее близко соответствовало его средневзвешенной концентрации в цельном образце. Вклад структурно-агрегатных отдельностей размером 2–1 мм в общие запасы $\text{C}_{\text{орг.}}$ в гумусовом горизонте был в 1,3–4,2 раза больше, чем таковой отдельностей других размеров. Обработка почвы и внесение органических удобрений сопровождаются существенным перераспределением $\text{C}_{\text{орг.}}$ между физическими фракциями, с убылью в одних и накоплением в других.

Доля извлекаемого нейтральной пирофосфатной вытяжкой лабильного органического вещества ($\text{C}_{\text{лаб.}}$) в общем пуле $\text{C}_{\text{орг}}$ почвы составляла от 13 до 23% с более выраженным варьированием в пределах воздушно-сухих структурно-агрегатных отдельностях (от 13 до 32% от $\text{C}_{\text{орг.}}$). Содержание $\text{C}_{\text{лаб.}}$ достоверно коррелировало с $\text{C}_{\text{орг.}}$ как в цельных образцах, так и в выделенных структурно-агрегатных фракциях. Уве-

личение содержания $C_{\text{орг.}}$ в дерново-подзолистой почве на 500 мг/100 г (05% от массы почвы) может сопровождаться ростом содержания $C_{\text{лаб.}}$ на 33 мг/100 г.

Показано, что водоустойчивость структуры и содержание $C_{\text{лаб.}}$ в почве и наиболее агрономически ценных водоустойчивых агрегатах 2–1 мм существенно выше в вариантах с регулярным избыточным поступлением растительных остатков и навоза по сравнению с таковыми бессменного чистого пара. Установлено наличие тесной связи показателей содержания общего $C_{\text{орг.}}$ и $C_{\text{лаб.}}$ с типом землепользования и размером агрегатов различной водоустойчивости: доли влияния этих факторов и их взаимодействия составили соответственно 37–44%, 28–35%, 26% от общего варьирования.

Самая низкая доля активного органического вещества (C_0) обнаружена в почве бессменного чистого пара (5,4–6,6% от $C_{\text{орг.}}$), а самая высокая (9,5–11,6% $C_{\text{орг.}}$) – в почве залежи. В почве леса и залежи повышенным содержанием C_0 характеризовались фракции 3–2, 2–1 и 5–3 мм, а в пахотной почве – <0,25, 3–2, 2–1 мм. Содержание C_0 во всех структурно-агрегатных отдельностях достоверно коррелировало с количеством C_0 в цельных образцах исследуемых вариантов. В гумусовом горизонте дерново-подзолистой почвы разного размера структурно-агрегатные отдельности по своему вкладу в общие запасы C_0 располагались в следующей последовательности: (2–1) > (0,5–0,25) > (<0,25) > (5–3) > (3–2) мм. Вклад остальных физических фракций не превышал 4–7%. В интервале свойственных для дерново-подзолистой супесчаной почвы содержаний $C_{\text{орг.}}$ увеличение его на 500 мг/100 г (0,5% от массы почвы) сопровождается ростом содержания C_0 на 34 мг/100 г.

Обновляемая часть гумуса, потенциально доступная для разложения, подверженная межгодовым колебаниям и чувствительная к агрогенным воздействиям составляет пул трансформируемого органического вещества ($C_{\text{транс.}}$) (Кершенс, 1992). Содержание $C_{\text{транс.}}$ в цельных образцах целинной и пахотной дерново-подзолистой почвы составляет от 0,26 до 1,02% от массы, что соответствует 41–74% от $C_{\text{орг.}}$. Наименьшее содержание $C_{\text{транс.}}$ было свойственно почве агроценоза без удобрений, а наибольшее – варианту с внесением высоких доз бесподстилочного навоза под многолетние травы. Пределы варьирования $C_{\text{транс.}}$ в составе органического вещества разных структурно-агрегатных фракций были более выраженными, чем в целом образце, составляя от 31 до 82% от $C_{\text{орг.}}$

*Работа выполнена при поддержке Российского
научного фонда (Проект № 14-26-00079)*

СОДЕРЖАНИЕ

Лапа В.В. Развитие почвенно-агрохимических исследований в Республике Беларусь — этапы и результативность	5
ГЕНЕЗИС, КЛАССИФИКАЦИЯ, КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ	9
Charzyński P. Properties of ekranosols of Torun, Poland	9
Cojocaru O.I., Filipciuc V.F. Estimated soil loss through of the erosion process	12
Issanova G., Kaldybayev A., Mamutov Zh. Saline soils and mapping their distribution in Kazakhstan	16
Karklins A., Ruza A. Soil nitrogen apparent recovery — method of alculation	20
Leah T.Gh. Abandonment of agricultural land in Moldova: an overview of problem and its consequences	23
Андроханов В.А. Восстановление почвенно-экологических функций на техногенно нарушенных территориях	27
Анненков С.А. Геоэкологическая диагностика состояния залежных земель на территории Курской области	30
Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю., Мерзлякова Я.В., Андронов Е.Е. Метагенные исследования черноземов под разными типами угодий	33
Балюк С.А., Медведев В.В., Захарова М.А. Почвы Украины: сбалансированное использование, воспроизводство и управление	37
Басевич В.Ф., Макаров И.Б. Изменение некоторых свойств подзолистой почвы в постагрогенный период	40
Бородин А.Л. Твердость посевного слоя почв в модельном опыте и производственных условиях	44
Булгаков Д.С., Рухович Д.И., Шишконокова Е.А., Вильчевская Е.В. Принципы выделения земельных (почвенно-агроэкологических) ареалов для оптимального размещения сельскохозяйственных культур	48
Бындыч Т.Ю. Современные подходы к оценке латеральной неоднородности почв	51

Васюков П.П., Лесовая Г.М., Чуварлеева Г.В., Быков О.Б. Изменение структуры почвы под влиянием систем основной обработки на черноземе выщелоченном Краснодарского края	55
Волович П.И. О защитных лесных насаждениях на эродированных и эрозионноопасных землях сельскохозяйственного назначения	58
Воротынцева Л.И. Тенденции изменения черноземов обыкновенных при орошении и устойчивость их к проявлению деградационных процессов	61
Гаевский Е.Е., Феофанов Д.В., Сымонович А.И. Альголого-микробиологическая характеристика оптимизированной дерново-подзолистой песчаной почвы	65
Гуторова О.А., Штуц Р.В., Епифанович Н.В. Физико-химические и морфологические свойства почвы под культурой риса	69
Гюлалыев Ч.Г., Козлова А.А., Гюлалыев Е.Ч. Пространственная изменчивость свойств почв	71
Давыдова И.Ю., Мажайский Ю.А., Давыдов Е.А. Пирогенные почвы Мещерского полесья как мелиоративные объекты	75
Еловичева Я.К. Исследование погребенных почв для обоснования характеристик природной среды и природных явлений	78
Замотаев И.В., Белобров В.П. Агрогенная трансформация серых лесных почв Львовского района Курской области	81
Замулина И.В., Крыщенко В.С., Рыбнянец Т.В. Отношения элементов полидисперсной системы почв	84
Инишева Л.И., Ларина Г.В. Классификация торфов для сельскохозяйственного использования	89
Казакова И.В. Экономические аспекты возобновления плодородия почв	92
Канивец С.В. Агротрансформации лесных черноземов оподзоленных левобережной лесостепи Украины	96
Картыжова Л.Е., Алещенкова З.М., Антохина С.П., Короленок Н.В., Мандрик-Литвинкович М.Н., Козловская Г.И., Серая Т.М. Микробиологическая активность дерново-подзолистой почвы с запаханной соломой и интродуцированной микробной ассоциацией	98
Клебанович Н.В., Прокопович С.Н., Сазонов А.А. Опыт создания цифровых почвенных карт административных районов на основе автоматизации процессов картографической генерализации почвенных карт хозяйств	101
Комаров А.А., Суханов П.А., Кирсанов А.Д. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения на тестовых полигонах Ленинградской области РФ	105

Кононцева Е.В. Трансформация плодородия агрогенных почв в подзоне черноземов обыкновенных Предалтайской почвенной провинции	109
Куликов Я.К., Казаков Д.О. Влияние структурной мелиорации торфяной почвы на ее микробиологическое разнообразие	113
Курьянович М.Ф., Шалькевич Ф.Е. Методика составления карт структуры почвенного покрова на основе материалов дистанционных съемок	116
Кухарук Е.С. Предотвращение эрозии почв и их охрана в условиях современного земледелия	119
Кухарук Н.С., Смирнова Л.Г. Трансформация показателей плодородия серых лесных почв на фоне климатической изменчивости	122
Кучер А.В. Воспроизводство плодородия почв: институциональный аспект	125
Лазарева М.А. Подходы к созданию среднемасштабной почвенной карты Карельского перешейка	129
Лебедь В.В. Генезис и диагностика полугидроморфных почв лессовых террас рек Украины	132
Лученок Л.Н., Птащек О.В. Возделывание люцерны на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья — как элемент эффективного земледелия	134
Лученок Л.Н., Шкутов Э.Н. Эволюция осушенных торфяных почв Беларуси	137
Мазиров М.А., Корчагин А.А., Ильин Л.И. Системы обработки в севооборотах на серых лесных почвах Владимирского ополья	141
Макаров И.Б., Басевич В.Ф. Почвенно-экологические аспекты увеличения продуктивности почв	143
Мамонтов В.Г. Деградационные процессы при орошении почв	147
Марушак А.Н. Особенности эволюции основных типов почв степи Украины в условиях рисовых мелиоративных систем	149
Марцинкявичене А., Пупалене Р., Величка Р., Буткявичене Л.-М., Кейдан М., Бартнинкайте С. Влияние биологических препаратов и различных способов борьбы с сорняками на биологические свойства почвы в экологических посевах озимого рапса	152
Матыченков Д.В., Цытрон Г.С. Учет неоднородности почвенного покрова полей для разработки системы информационного обеспечения рационального использования почвенных ресурсов отдельных землепользований	155
Матыченкова О.В., Цытрон Г.С., Шульгина С.В., Матыченков Д.В., Азаренок Т.Н. Почвы особо охраняемых природных территорий Беларуси	159
Мееровский А.С. Торфяные почвы Беларуси: распространение, трансформация, плодородие	163

Минченко Т.Э., Бычков И.В. Пригодность почв СПК «Октябрьская революция» Дзержинского района Минской области для возделывания сельскохозяйственных культур	166
Михайловская Н.А., Барашенко Т.Б., Тарасюк Е.Г., Дюсова С.В. Влияние Р-мобилизующего инокулянта на урожайность и фитопатологическое состояние посевов пшеницы на эродированных почвах	169
Молчанов Э.Н., Разумов В.В., Савин И.Ю. Деградационные и опасные природные процессы на сельскохозяйственных землях России	173
Наумова Г.В., Томсон А.Э., Макарова Н.Л., Жмакова Н.А., Овчинникова Т.Ф. Ферментативная активность торфа	176
Оношко М.П., Смыкович Л.И. Выявление геохимических барьеров в почвах при среднемасштабном картировании территории	180
Оношко М.П., Смыкович Л.И. Агрогеохимическая оценка территории в пределах 30-км зоны действия Островецкой АЭС	183
Опанасенко Н.Е. Оценка пригодности и эталон плодородия скелетных почв Крыма для плодовых культур	187
Панасин В.И., Рымаренко Д.А. Особенности гумусного состояния почв агроландшафтов Калининградской области	190
Пироговская Г.В. Инфильтрация атмосферных осадков из дерново-глеевых, торфянисто-глеевых и торфяных почв под монокультурой многолетних бобово-злаковых трав	193
Плиско И.В. Денежная оценка почв разного гранулометрического состава	196
Понтус В.Р., Понтус А.Р., Лепешев А.А., Кадацкий В.Б. Использование беспилотного авиационного комплекса для картографирования деградированных торфяных почв	200
Попов Л.Г. Мероприятия по предотвращению эрозии и повышению продуктивности склоновых земель в Республике Молдова	204
Пунченко С.С., Тулина А.С., Жукова И.И. Эмиссия CO ₂ с поверхности почв разной степени смытости	208
Розлога Ю.Г., Елинек Ю.В. Оценка состояния эродированных почв в Унгенском районе Республики Молдова	211
Романова М.Л., Ермоленкова Г.В., Пучило А.В., Кудин М.В., Червань А.Н. Исследование луговой растительности Припятского Полесья на геосистемной основе	215
Романова Т.А. Генезис почв: итоги исследований за 50 лет	219
Русакова И.В. Воспроизводство плодородия пахотных почв Нечерноземья на основе использования биоресурсов агроценозов	222
Русаленко А.И. Классификация лесных почв Беларуси	226
Русаленко А.И., Филон Д.И. Бонитировка древостоев и почв в лесном хозяйстве Беларуси	229

Руснак В.Г. Особенности агротехнических приемов для предотвращения эрозии почв	233
Рябова Л.Н., Залыгина И.А. Эколого-геохимическое картографирование почвенного покрова Брестской области	236
Савоськина О.А., Мазиров М.А., Заверткин И.А. Трансформация почвенного покрова склоновых земель	239
Семененко Н.Н., Авраменко Н.М. Влияние способов длительного использования на эволюцию свойств маломощной торфяной почвы	242
Сергеенко В.Т., Кас'яненка І.І., Лісіца В.Д., Сахан'коў А.С. З гісторыі глебазнаўства Беларусі	246
Скляревская М.Н., Волков П.А. Короткопрофильность склоновых почв как показатель аридности педогенеза	248
Соколовский И.В. Классификация песчаных почв по гранулометрическому составу	250
Соловей В.Б. Диагностические показатели генетического статуса почв Украины	253
Старокожко Н.А., Карпова Д.В., Чижикова Н.П., Коротаева В.В. Антропогенез почв ополей среднерусской равнины: проблемы агроэкологии и интенсификации (на примере серых лесных почв Владимирского ополья)	257
Суханов П.А., Комаров А.А. Особенности оценки агрогенетических свойств и плодородия почв сельскохозяйственных угодий (на примере Ленинградской области РФ)	260
Сухачева Е.Ю., Апарин Б.Ф. Методологические подходы к созданию почвенной карты антропогенно-преобразованных территорий	264
Титова В.И., Ветчинников А.А. Влияние рекультивации механически нарушенных почв на их биологическую активность	267
Токсеитова Г.А. Особенности микростроения целинной и орошаемой темно-каштановой почвы юго-востока Казахстана	271
Устинова А.М., Касьянчик С.А., Юхновец А.В., Цырибко В.Б. Оценка структуры пахотного горизонта дерново-подзолистых почв Белорусской гряды	273
Устинова А.М., Цырибко В.Б. Результаты мониторинговых наблюдений за изменением компонентного состава почвенного покрова осушенных территорий Полесья	277
Хлуденцов Ж.Г., Кононцева Е.В. Характеристика свойств альфегумусовых почв особо охраняемых территорий	281
Цытрон Г.С., Азаренок Т.Н., Шульгина С.В., Дробыш С.В. Место почвоведения в современном высшем образовании Беларуси	285
Цытрон Г.С., Азаренок Т.Н., Шульгина С.В., Калюк В.А. К вопросу деградации осушенных торфяно-болотных почв Беларуси	288

Цытрон Е.В. Об изучении глобальной роли почвы в функционировании биосферы	292
Чербарь В.В. Деградация и эволюция почвенного покрова Молдовы в историческом аспекте и проблема восстановления и сохранения плодородия черноземов	296
Червань А.Н., Черныш А.Ф. К вопросу об информационной основе прецизионного сельского хозяйства в Республике Беларусь	300
Черный С.Г., Абрамов Д.А. Идентификация процессов осолонцевания орошаемых почв с помощью многоспектральных спутниковых изображений «LANDSAT 7»	302
Черныш А.Ф., Сергеев В.Т., Касьяненко И.И., Лисица В.Д., Саханьков А.С. Об агрегатном уровне структурной организации почв, развивающихся на моренных и лессовидных суглинках	306
Чертко Н.К., Карпиченко А.А. Оценка аккумуляции в почвах природно-техногенных веществ	309
Чуварлеева Г.В., Лесовая Г.М., Быков О.Б., Мнатсакяня А.А. Природный цеолит — один из способов улучшения физических свойств чернозема выщелоченного в условиях Краснодарского края	313
Шамрикова Е.В. Динамика протолитических свойств таежных почв европейского северо-востока	316
Шеуджен А.Х., Гуторова О.А. Содержание форм соединений железа и марганца в черноземе выщелоченном западного Предкавказья в условиях агрогенеза	319
Шибут Л.И., Цытрон Г.С., Матыченкова О.В. Энергетический потенциал почв пахотных земель Солигорского района и их пригодность под сельскохозяйственные культуры	322
Шкуринов П.И., Довбан К.И. Влияние системы биоорганического земледелия на интенсивность продуцирования CO ₂ дерново-подзолистой почвой	327
Шульгина С.В., Цытрон Г.С., Азаренок Т.Н. Современное состояние свойств почв староосушенных торфяных массивов	330
Щеглова К.Е. Погребенные почвы археологического памятника Старая Ладога	334
Юдин С.А., Белобров В.П., Воронин А.Я., Айдиев А.Я., Куленкамп А.Ю. Особенности георадарной съемки при исследованиях типичных черноземов	336
Яцухно В.М. О месте и роли почв в осуществлении Республикой Беларусь международных природоохранных конвенций	340
Яшин М.А., Когут Б.М., Семенов В.М. Влияние различных систем землепользования на состояние органического вещества структурных отдельностей дерново-подзолистой почвы	343

Научное издание

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ
И ИХ ОХРАНА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Материалы Международной научно-практической конференции
и V съезда почвоведов и агрохимиков
(Минск, 22–26 июня, 2015 года)

В двух частях

Часть 1

Авторская редакция сохранена

Ответственный за выпуск *Н.Ю. Жабровская*

Редактор *Т.Н. Самосюк*

Компьютерная верстка *Е.А. Титовой*

Подписано в печать 01.06.2015. Формат 60х84/16.

Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 17,10.

Усл. печ. л. 20,46. Тираж 150 экз. Заказ № 214.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельства о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.