

---

# RECLAMATION OF DISTURBED SOILS

---

---

UDK 504.53:631.618

**M. M. Kharytonov<sup>1</sup>, Dr. Sci. (Agri.), Professor,  
J. M. Resio Espejo<sup>2</sup>, Dr. Sci. (PhD), Professor**

*<sup>1</sup>Dnipropetrovsk State Agrarian University, Dnipropetrovsk, Ukraine,  
e-mail: nick-nick@mail.ru*

*<sup>2</sup>University of Cordoba, Cordoba, Spaine*

## PROSPECTS OF THE NIKOPOL MANGANESE BASIN ROCKS USING FOR LAND RECLAMATION

The rocks of the Nikopol manganese ore basin in the southeast part of Ukraine are presented the holocene, postpliocene, neogen and paleogen deposits. Taken on day surface they are problem for environment management for the future. The reclamation of disturbed land is conducted in one technological cycle with the process of manganese ore mining. The soil mass is taken off, piled up and heaped onto the land after the rock has been replaced. The seven rocks and southern black soil were divided in five classes after laboratory and field experiments of long standing (Мацюк, 1984). It was established that plant melioration of rocks with perennial legumes grasses lead to improvement their fertility. The effectiveness of different models of land recultivation and heavy metals migration through rock-soil-plant system was researched. The physical-chemical investigation of the organic substances formation particularities were done. It is determined the humic asids level is decreased according to southern black soil to 10 times. It was established also, phytomeliorated rocks had the differences in a low ratio of the humic and fulvoacids (0.2–0.5). The field experiments were carried out to study adaptive potential for the plants having different requirements for substrate fertility. Main task was to note the prospects of the mined land management for the rocks of the Nikopol manganese basin. The experiments used disturbed rocks as technogenic substrata to grow crops in a special rotation. The main minerals of rocks silty fraction consist of feldspar, calcite, hydro mica, montmorillonite, chlorite and kaolinite. The case when weathered rocks accumulate the high level of manganese was fixed for dark-grey schist clay. It was established the rocks getting on the day surface after manganese ore mining and plant melioration stages pass in other geochemical conditions and change their physical-chemical properties due to the process of bioweathering. Some adaptive reactions for alfalfa have been learned for different substrata (loess-like loam, red-brown and grey-green clay). The alfalfa was in stress in the first year of life, but it gave essential yield growth in the next years comparative to southern black soil. It was connected with high level of the energy accumulation with alfalfa as well. It was shown also that the preliminary melioration of rocks by alfalfa provide the simbiotic nitrogen fixation at the level 50–70 % more than in case with southern black soil. Other approaches application for substrata' organic substance composition evaluation (gel chromatography, potentiometer titration with 0,1NKMnO<sub>4</sub>, etc) gave an opportunity to reveal the formation of the humic fractions with a high movability and low molecular weight. Additional steps to improve phytomeliorated rocks fertility have been done within last 7 years. In particular it was fixed that soybean treated by root-substrate mix ithout VAM and Glomus mosscae Isolate could use phosphorus of hard soluble combinations for montmorillonite clay using. The fields' experiments to check winter wheat seeds treatment with different biological preparations were conducted for a last 5-

7 years at the land reclamation station in the Nikopol Manganese Basin. These rocks were involved in that experiment after long term plant melioration. However, it is clear that long-term plant melioration allow opening the bacterial fertiliser's efficiency. Thus the data approved that crops during long-term melioration have dramatically improved some processes as following: bioweathering of rocks, phytomeliorated rocks fertility growth, etc. Preliminary phytomelioration of rock mass may be recommended as technological model of land reclamation in similar mining regions after long-term geochemical monitoring.

*Keywords: manganese basin, land reclamation, rocks, soils, crops, humus quality, trace elements, bacterial fertilizers.*

**М. М. Харитонов<sup>1</sup>, д-р с.-г. наук, проф.,**  
**Х. М. Ресіо Еспехо<sup>2</sup>, д-р біол. наук, проф.**

<sup>1</sup>*Дніпропетровський державний аграрний університет, Україна,  
e-mail: nick-nick@mail.ru*

<sup>2</sup>*Кордобський Університет, м. Кордоба, Іспанія*

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД НІКОПОЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВОГО БАСЕЙНУ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ**

Гірські породи Нікопольського марганцеворудного басейну у південносхідній частині України представлені голоценовими, постпліоценовими, неогеновими та палеогеновими відкладами. Після винесення на земну поверхню ці породи створюють проблему для охорони навколишнього середовища у майбутньому. Рекультивация порушених земель проводиться в одному технологічному циклі з процесом видобутку марганцевої руди. Грунтова маса знімається, переноситься та залишається у відвалах після того як гірські породи виносяться на земну поверхню. Проведені дослідження ефективності різних моделей рекультивациі та міграції важких металів уздовж ланцюга гірська порода-грунт-рослина. Сім гірських порід та південний чорнозем були розділені на п'ять класів після лабораторних та польових багаторічних експериментів (Масюк, 1984). Таким чином було встановлено, що фітомеліорациія гірських порід багаторічними бобовими травами призводить до підвищення їх родючості. Було виконано фізико-хімічні дослідження особливостей формування органічної речовини. Визначено, що рівень гумінових кислот у фітомеліорованих гірських породах нижче ніж у чорноземі південному у 10 раз. Було встановлено також, що фітомеліоровані гірські породи відзначаються низьким співвідношенням гумінових та фульвокислот (0,2–0,5). Польові досліди були проведені для визначення адаптивного потенціалу рослин, які по різному реагують на родючість субстрату. Головні мінерали глинистої фракції гірських порід представлені польовим шпатом, кальцитом, гідролуодою, монтморіллонітом, хлоритом і каолінітом. Найвищий рівень марганцю у породах після вивітрювання був зафіксований для темно-сірої сланцевої глини. Було встановлено, що гірські породи, які опинились на денній поверхні після видобутку марганцевої руди і пройшли стадії фітомеліорациі, потрапляють в інші геохімічні умови та змінюють їхні фізико-хімічні властивості завдяки процесу біологічного вивітрювання. Деякі адаптивні реакції люцерни були вичені на різних субстратів (лесоподібний суглинок, червоно-бура та сіро-зелена глини). Люцерна опинялась у стресових умовах у перший рік життя, але у наступні роки була зафіксована достатня врожайність порівняно з показниками чорнозему південного. Зафіксовано високий рівень виносу енергії з біомасою люцерни. Нами було встановлено, що попередня фітомеліорациія гірських порід люцерною забезпечує рівень симбіотичної азотфіксації на 50–70 % більше порівняно з чорноземом південним. Застосування інших підходів для оцінки складу органічної речовини (гель хроматографія, потенціометричне титрування з 0,1NKMnO<sub>4</sub> тощо) надало можливість оцінити формування гумінових фракцій з високою рухомістю та низькою молекулярною вагою. Додаткові кроки покращити родючість фітомеліорованих порід були зроблені за сім років. Зокрема було зафіксовано, що соя, оброблена коренево-субстратною сумішшю без ВАМ та ізолятом *Glomus mosscae*, дозволяє споживати важкорозчинений фосфор у випадку використання монтморіллонітової глини. Обробка насіння озимої пшениці біологічними препаратами була зроблена у польових дослідах протягом 5–7 років на стаціонарі рекультивациі земель у Нікопольському марганцеворудному басейні. Вищеназвані гірські породи були

залучені в експеримент після багаторічної фітомеліорації. Отже, визначено, що тривала фітомеліорація підвищує ефективність застосування бактеріальних добрив. Таким чином, отримані дані підтвердили, що культивування сільськогосподарських культур протягом багаторічної фітомеліорації суттєво прискорює деякі процеси, а саме: біологічне вивітрювання гірських порід, зростання їх родючості тощо. Попередня фітомеліорація гірських порід може бути рекомендована як технологічна модель у схожих гірничорудних регіонах після багаторічного геохімічного моніторингу.

*Ключові слова: марганцевий басейн, рекультивация земель, гірські породи, ґрунти, сільськогосподарські культури, якість гумусу, мікроелементи, бактеріальні добрива.*

<sup>1</sup>Н. Н. Харитонов, д-р с.-х. наук, проф.,  
<sup>2</sup>Х. М. Ресно Эспехо, д-р биол. наук, проф.

<sup>1</sup>Днепропетровский государственный аграрный университет, Украина,  
e-mail: nick-nick@mail.ru

<sup>2</sup>Кордобский Университет, г. Кордоба, Испания

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НИКОПОЛЬСКОГО МАРГАНЦЕВОГО БАСЕЙНА ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ**

Горные породы Никопольского марганцеворудного бассейна в юго-восточной части Украины представлены голоценовыми, постплиоценовыми, неогеновыми и палеогеновыми отложениями. Рекультивация нарушенных земель проводится в одном технологическом цикле с процессом добычи марганцевой руды. Проведены исследования эффективности разных моделей рекультивации и миграции тяжелых металлов вдоль цепи горная порода-почва-растение. Было установлено, что горные породы, которые оказались на дневной поверхности после добычи марганцевой руды и прошли стадии фитомелиорации, попадают в другие геохимические условия и изменяют их физико-химические свойства благодаря процессу биологического выветривания. Предварительная фитомелиорация горных пород может быть рекомендована как технологическая модель в подобных горнорудных регионах после многолетнего геохимического мониторинга.

*Ключевые слова: марганцевый басейн, рекультивация земель, горные породы, почвы, сельскохозяйственные культуры, качество гумуса, микроэлементы, бактериальные удобрения.*

The rocks of the Nikopol manganese basin in the southeast part of Ukraine are presented the holocene, postpliocene, neogen and paleogen deposits. Taken on day surface they are problem for environment management for the future. Dust from this land is excessive and causes respiratory problems for nearby residents (Duka, 2011). Chronic Mn impact is a hazard in the mining and processing of Mn ores. The screen of 683 children in the Mn rich regions of Ukraine showed that 53 % had impaired growth and rickets-like skeletal deformities. There are 9,000 ha of mined land with soil replaced in the region, but most has had ineffective reclamation. Another 10,000 ha or more exists without soil replacement (mostly from mining operations more than 30 years ago), and an estimated additional 150,000 ha or more in Nikopol region suffers significant adverse affects from the non-restored mined land (Tarika, 2004). The reclamation of disturbed land is conducted in one technological cycle with the process of manganese ore mining. The soil mass is taken off, piled up and heaped onto the land after the rock has been replaced. The reclamation of disturbed land is conducted in one technological cycle with the process of manganese ore mining. The soil mass is taken off, piled up and heaped onto the land after the rock has been replaced. The seven rocks and southern chernozem (black soil) were divided in five classes after laboratory and field experiments of long standing (Masyuk, 1984). The field experiments were carried out long time to study adaptive potential for the plants having different requirements for substrate fertility. Recommendations resulting from cooperative research of Dnepropetrovsk State Agrarian University and the National Mining University

of Ukraine have been adopted by all strip-mining operations in the Nikopol region and to a lesser extent throughout Ukraine. Current mining operations remove and replace overburden by strata, with careful attention to preservation of topsoil. Return of this land to agricultural use is comparatively easy and environmental and health consequences in the surrounding area are minimal. The case when weathered rocks accumulate the high level of manganese was fixed for schist clay (Kharytonov, 2007). Main task was to note the prospects of the mined land management for the rocks of the Nikopol manganese basin.

## THE MATERIALS AND METHODS

The mechanical, physical and chemical properties of some rock substrata were studied with use of standard methods. The stratigraphy of the Nikopol manganese ore basin is shown in table 1.

Table 1

Rock deposits stratigraphy

Age	Depth, m	Name of substrate
Q	0–7	Soils, loess-like loam
N <sub>1</sub> SQ	7–12	Red-brown loam and clay
N <sub>1</sub> Srm <sub>2+1</sub>	12–47	Grey-green clay
N <sub>1</sub> Srm <sub>1</sub>	47–63	Sand-clay deposits
Pg <sub>1</sub> ch <sub>1</sub>	63–71	Green montmorillonite clay
Pg <sub>1</sub> ch <sub>1</sub>	>71	Manganese ore

Q – quaternary; N<sub>2</sub> – Pliocene, upper (late) Neogene; N<sub>1</sub> – Miocene, lower (early) Neogene; Srm<sub>1</sub> – lower Sarmat; Srm<sub>2</sub> – middle Sarmat; Srm<sub>3</sub> – upper Sarmat; Pg<sub>3</sub> – Oligocene, upper Palaeogene.

Accepted conventional meanings for the substrata as following: SBS – southern black soil; LLL – loess-like loam; RBL – red-brown loam; RBC – red-brown clay; GGC – green-grey clay; GMC – green montmorillonite clay; AAS – ancient-alluvial sand; DGSC – dark-grey schist clay

X-RAY analyses were conducted on clay minerals in natural condition, after processing with ethylene glycol, and after firing. An HZG-4 instrument was used. The macro- and microelement content of rocks and crops was studied with an atomic-absorption spectrophotometer. Gel & Gas chromatography, potentiometer titration, and calorimeter were used to study additional effects in rocks-plant system. The effects of a six-year cropping pattern were monitored in 5-kg vessels in the open in Dnepropetrovsk. The vessels contained substrates of neogene and paleogene rocks, with a southern black soil for comparison. The crop sequence was as follows: first two years – alfalfa, third year – "fallow", fourth year – bean, fifth years – pea & bean (relay cropped), and the sixth year – maize. Root-substrate mix without vesicular arbuscular micoriza (VAM) and some *Glomus mosscae* Isolates (mycorrhizal VA-fungies) were studied in the light-room experiments with soybean. The object under research is ordinary medium – loamy black soil, green montmorillonite clay. The vessel capacity – 0.5 kg; repetition – 5 times. The fields experiments to check winter wheat seeds treatment with different biological preparations were conducted also for a last 5–7 years at the land reclamation station in the Nikopol Manganese Basin. The bacterial fertilizers application was made in the several field trials as following: *Agrobacterium Radiobacter*, *Bacillus* sp., *Agrobacterium Radiobacter* 204, *Alcaligenes paradoxus* 207 and *Flavobacterium*. Bacterial fertilizers were cultivated at the southern branch of the Ukrainian Institute of Agricultural Microbiology UAAS.

## RESULTS AND DISCUSSION

The experiments used disturbed rocks as technogenic substrata to grow crops in a special rotation. Agrochemical assessment of the rocks after long-term plant melioration is presented in the table 2.

Table 2

Agrochemical assessment of the rocks after long-term plant melioration

Substrate	C/N	Total P, %	Mob P, mg/100g	Ca-P <sub>1</sub> , %	Ca-P <sub>2</sub> , %	Al-P, %	Fe-P, %	Ca-P, %	Five fractions sum, mgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g
SBS, 0–20 cm	7,5	0,058	5,7	25,8	33,1	8,4	8,7	24,1	74,75
SBS, 20–40 cm	6,5	0,064	5,55	34,6	24,1	5,6	12,3	23,5	81,0
LLL, 0–20 cm	4,0	0,017	1,7	16,5	47,7	10,0	6,5	25,4	65,0
LLL, 20–40 cm	3,3	0,032	1,2	9,3	48,2	8,6	6,07	28,6	70,0
RBC, 0–20 cm	5,7	0,033	4,5	13,9	42,8	15,0	6,9	21,3	93,5
RBC, 20–40 cm	3,2	0,014	1,25	12,5	55,2	8,3	5,5	18,4	72,0
GGC, 0–20 cm	2,5	0,034	0,8	7,2	30,9	3,8	0,8	22,5	118,0
GGC, 20–40 cm	3,8	0,034	0,4	9,9	42,8	5,07	0,8	31,5	88,75
SBS, 0–20 cm	6,6	0,048	3,7	29,7	44,0	12,4	2,4	11,4	52,25

The main minerals of rocks silty fraction consist of feldspar, calcite, hydromica, montmorillonite, chlorite and kaolinite. Some data are presented in the table 3.

The part of data with heavy metals content after 1NHCl extraction is shown in the table 4.

Table 3

Clay minerals content, %

Substrata	Clay minerals	
	Hydro mica + montmorillonite	Kaolinite
Southern black soil	23,3	9,1
Loess-like loam	15,6	7,9
Red-Brown Clay	40,8	14,4
Grey-Green Clay	47,9	15,6
Dark-Grey schist clay	32,4	4,7
Ancient-alluvial sand	4,2	6,7
Green montmorillonite clay	43,2	3,9

The case when weathered rocks accumulate the high level of manganese was fixed for dark-grey schist clay. The some data of the long-term laboratory experiments on rock melioration with plants are shown in the table 5.

Table 4

**Trace Elements Content in the Meliorated Rocks, mg/kg**

Substrate	Co	Ni	Pb	Mn	Zn	Cu	Fe	Cr
South Black Soil	4,88	8,4	16,6	535	62	8,3	1747	3,0
Loess-like loam	5,56	7,9	13,8	343	81	6,6	1283	3,1
Red-Brown loam	5,68	8,43	12,2	348	28,3	6,8	1243	3,0
Red-Brown clay	6,85	11,3	12,6	467	35	8,57	1848	3,75
Grey-Green Clay	2,43	4,0	11,0	155,0	16,3	7,3	1082	3,5
Dark-Grey schist clay	3,33	9,2	11,7	2053	35,8	8,22	2005	3,0

Table 5

**Accessible reserve of rocks on trace elements along the process of rocks melioration by plants, mg/kg (AAB pH 4,8)**

Year	Manganese	Zinc	Copper
Loess-like loam			
1987	21,0	12,2	0,9
1995	69,7	10,0	2,5
Red-Brown Clay			
1987	20,5	17,0	0,6
1995	68,0	9,5	2,18
Grey-Green Clay			
1987	6,1	6,5	0,6
1995	51,3	5,9	2,2

Thus the rocks getting on the day surface after manganese ore mining and plant melioration stages pass in other geochemical conditions and change their physical-chemical properties due to the process of bioweathering. Some adaptive reactions for alfalfa have been learned for different substrata (loess-like loam, red-brown and grey-green clay). The alfalfa was in stress in the first year of life, but it gave essential yield growth in the next years comparative to southern black soil. It was connected with high level of the energy accumulation with alfalfa as well (table 6).

Table 6

**Energy content in the organs of alfalfa planted in soil and rock, (cal/g)**

Plant Organs	Plant Height. cm			
	0-10	10-40	40-70	70-85
Grey-Green Clay				
Leaves	-	3894± 25	4072±11	4305±6
Stalk	4273±5	4251± 8	4232± 7	4030±6
Raceme	4477±11			
Southern Black Soil				
Leaves	-	4275± 20	4384± 5	-
Stalk	-	4269± 8	4163± 16	4127± 6
Raceme	4390±2			

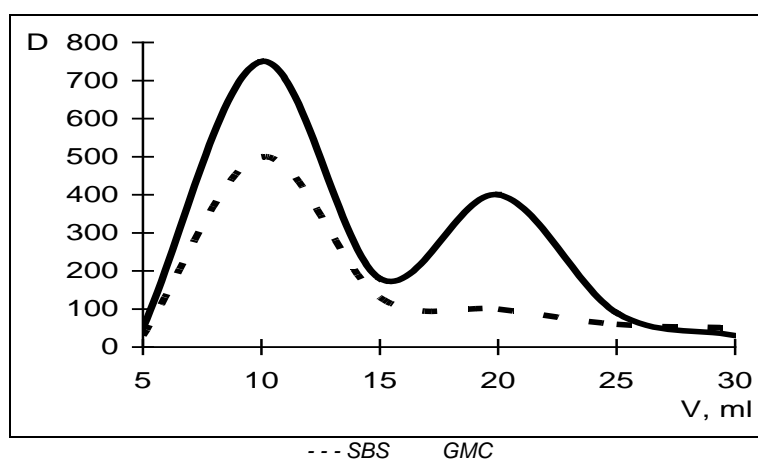
It was shown also that the preliminary melioration of rocks by alfalfa provide the symbiotic nitrogen fixation at the level 50-70% more than in case with southern black soil.

Other approaches application for substrata' organic substance composition evaluation (gel chromatography, potentiometer titration with 0,1NKMnO<sub>4</sub>, etc) gave an opportunity to reveal the formation of the humic fractions with a high mobility and low molecular weight (table 7 and figure).

Table 7

**The Rocks Oxidation-Reduction Buffer Capacity after long-term melioration by plants (mv)**

Substrate	Titration Stages					
	0	1	2	3	4	5
Fresh loess-like loam	195	506	523	532	535	538
Loess-like loam after First Phytomelioration Stage	193	427	459	479	489	496
Loess-like loam after two Phytomelioration Stages	198	380	448	469	478	479
Fresh Grey-Green Clay	175	494	512	520	527	531
Grey-Green Clay after First Phytomelioration Stage	215	384	452	471	483	489
Grey-Green Clay after two Phytomelioration Stages	198	376	430	452	462	481
Southern Black Soil	213	303	328	348	374	404



**Gel-chromatogramma of humic acid extracted of southern black soil and green montmorillonite clay**

Thus it was established that plant melioration of rocks with perennial legumes grasses lead to improvement their fertility. Additional steps to improve phytomeliorated rocks fertility have been done within 7 years. In particular it was fixed that soybean treated by mycorrhizal VA-fungies could use phosphorus of hard soluble combinations (table 8).

Root-substrate Mix without VAM and *Glomus mosscae* Isolate 5 impact was more available for montmorillonite clay using. The fields experiments to check winter wheat seeds treatment with different biological preparations were conducted for a last 5–7 years at the land reclamation station in the Nikopol Manganese Basin. The rocks substrats are presented the loamy soil and clays which were took up to the day surface after manganese ore mining. These rocks were involved in that experiment after long term plant melioration. The first experiment data on Winter Wheat Experiments are presented in the table 9.

Table 8

**VAM fungi effect after soil , rock treatment for soybean yield, g/vessel**

Trials	Grey-Green Clay	Southern Black Soil
Control	0,54	0,71
Root-substrate mix without VAM	0,76	0,8
Glomus mosscae	0,55	0,79
Glomus, Isolate 2	0,69	0,85
Glomus, Isolate 5	0,73	0,66

Table 9

**Bacterial Fertilizers Efficiency for Winter Wheat growing in Land Reclamation Station within 1995–1996 years**

Bacterial Fertilisers	Yield, t/ha		
	Loess-like loam	Red-Brown Clay	Green-Grey Clay
Control	2.64	3.52	2.61
Agrobacterium Radiobacter	3.07	3.76	2.96
Bacillus sp.	2.92	4.0	3.19
Agrobacterium Radiobacter 204	3.34	3.9	2.47
Alcaligenes paradoxus 207	3.44	3.69	2.41
Flavobacterium	3.53	3.14	2.42

Second experiment with *Agrobacterium radiobacter* 204 and *Bacillus* sp. was conducted within two years. The part of data is presented in table 10.

Table 10

**Bacterial Fertilizers Efficiency for Winter Wheat growing in Land Reclamation Station for 1998–1999 years**

Bacterial Fertilisers	Yield, t/ha		
	Loess-like loam	Red-Brown Clay	Green-Grey Clay
Control	2.35	2.13	2.50
Agrobacterium Radiobacter 204	2.61	2.40	2.61
Bacillus sp.	2.67	2.26	2.9

Obviously that yield distinctions are explained with weather conditions which were different for these years. However, it is clear that long-term plant melioration allow opening the bacterial fertiliser's efficiency.

**CONCLUSION**

Thus the data approved that crops during long-term melioration have dramatically improved some processes as following: bioweathering of rocks, phytomeliorated rocks fertility growth, etc. Preliminary phytomelioration of rock mass may be recommended as technological model of land reclamation in similar mining regions after long-term geochemical monitoring.

**ACKNOWLEDGEMENT**

It is necessary to emphasize both the theoretical and applied aspects of agronomic reclamation of mined lands were initiated in Ukraine by DSAU under the direction of the world famous professors Mykola O. Bekarevich, Mykola T. Masyuk and Ivan H. Uzbek.



Credit is due to people who were involved in this work including Mikhail G. Babenko, Olena V. Sherstoboeva, Lyudmila O. Chaykovskaya.

#### REFERENCES

**Duka, Y. D., Pchenko, S. I., Kharytonov, M. M., Vasylyeva, T. L.,** 2011, "Impact of open manganese mines on the health of children dwelling in the surrounding area" / Health Threats Journal, 4 : 7110, pp. 1–6.

**Tarika, O., Zabaluev, V.,** 2004, "Mine land reclamation strategies in the Nikopol manganese ore basin (Central Steppe of Ukraine): Using replaced mining overburden in agriculture", Proc. of the 16<sup>th</sup> Ann. Conf. of the Society for Ecological Restoration, Victoria, BC, Canada. – CD-ROM.

**Масюк Н. Т.** Эколого-биологические эффекты, открытые на горных породах в процессе их изучения и сельскохозяйственного освоения / Н. Т. Масюк // Эколого-биологические и социально-экономические основы сельскохозяйственной рекультивации в степной черноземной зоне УССР. – Д. : ДСХИ, Сб. научных трудов. – 1984. – Т. 46. – С. 33-71.

Masyuk, N. T., 1984, "Ecological-biological effects found in the replaced overburden strata during their investigation and agricultural development", Ecological-biological and socio-economic bases of land reclamation in the Steppe zone of Ukraine, Dnipropetrovsk, 49, pp. 33–71.

**Kharytonov, M.,** 2007, "Geochemical assessment of reclaimed lands in the mining regions of Ukraine", NATO ARW Soil chemical pollution, risk assessment, remediation and security, Springer, Printed in the Netherlands, pp. 57–60.

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

*Надійшла до редколегії 01.03.13*