
SOIL BIOLOGY



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

UDK 631.4:577.4:579.26

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


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

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

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

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

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

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

DOI: 10.15421/031508

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

75

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

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

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

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

УДК 631.4:577.4:579.26

В. Н. Гришко

канд. биол. наук, стар. науч. сотр.

О. Н. Кориновская

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

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ЦЕНОЗ МИКРОМИЦЕТОВ

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

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

УДК 631.4:577.4:579.26

В. М. Гришко

канд. биол. наук, стар. науч. спів.

О. М. Коріновська

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

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

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

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

ВСТУП

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

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

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

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

РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

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

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

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

Таблиця 1

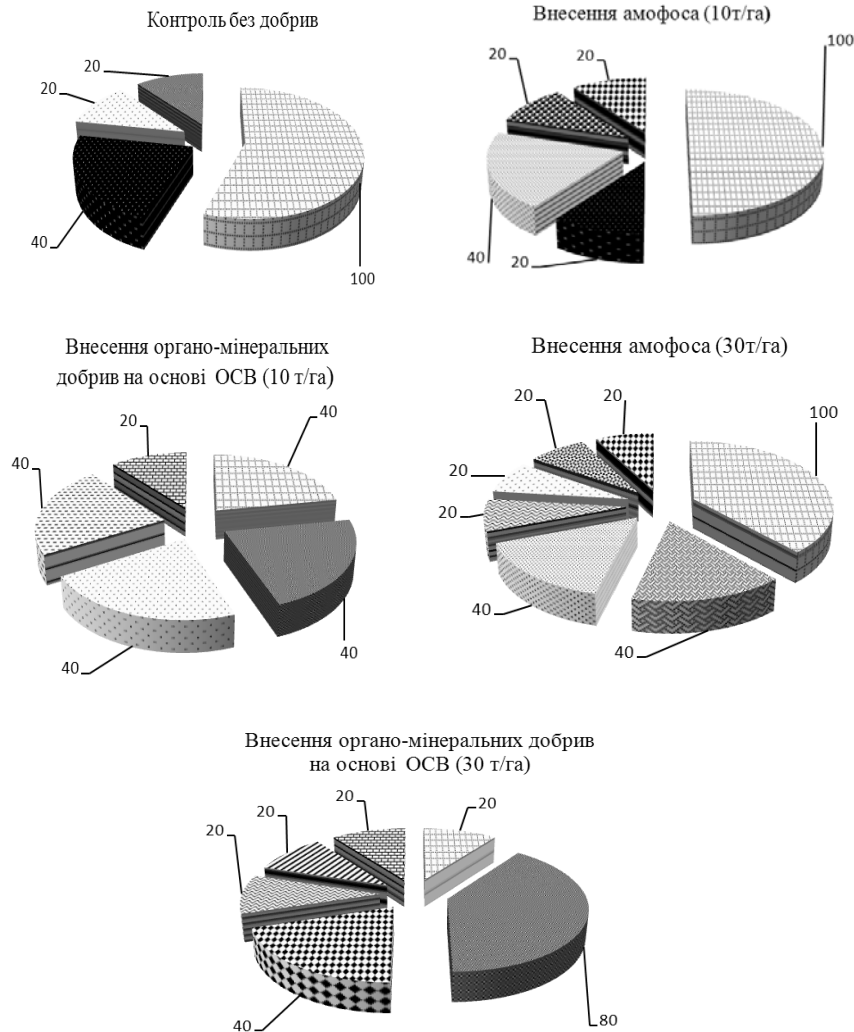
Вплив амофосу та органано-мінеральних добрив на основі осадів стічних вод на чисельність ґрунтових мікроскопічних грибів, тис. КУО/г сухого ґрунту

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

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

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

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



Частота трапляння мікроміцетів в ґрунтах дослідних ділянок (%):

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

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

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

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

Таблиця 2

Індекси екологічного різноманіття угруповань мікроміцетів в едафотопах дослідних ділянок

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

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

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

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

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

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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

- Domsh, K. H., Gams, W., Andersen, T. H., 2007.** Compendium of soil fungi. IHW-Verlag, Eching, 672 p.
- Korinovskaya, O. N., Gryshko, V. M., 2012.** Zagalna kharakteristika chisel'nosti ta vidovogo skladu mikromitsetiv v gruntakh zabrudnenikh spolukami vazhkiikh metaliv [General characteristic of micromycetes quantity and specific composition in soils polluted by heavy metals compounds], Biological systems. Scientific announcer of the Chernivtsi university, 2 (4), 176–179 (in Ukrainian).
- Kramarova, Y., 2012.** Yekologo-gigienichne obruntuvannya zastosuvannya organomineralnikh dobriv, otrimanikh iz osadiv miskykh stichnikh vod [Ecologo-hygienical ground of application of organomineral fertilizers, sewages got from the fallouts of municipal], Dissertation for the degree of candidate of medical sciences, Kyiv (in Ukrainian).
- Kramarova, Y., Shevchenko, O., 2010.** Yekologo-gigienichni aspekti utilizatsii osadiv miskykh stichnikh vod [Ecologo-hygienical aspects of utilization of fallouts of municipal sewages], Announcer of hygiene and toxicology, 14 (1), 12–15 (in Ukrainian).
- Kurakov, A., 2001.** Metody vydeleniya i kharakteristiki kompleksa mikroskopicheskikh gribov nazemnykh ekosistem [Methods of selection and description of complex of microfungus of surface ecosystems], MAKS Pres, Moscow (in Russian).
- Malinina, M., 2012.** Izmeneniye raspredeleniya khimicheskikh elementov v profile dernovo-podzolistoy pochvy posle dlitel'nogo primeneniya osadkov stochnykh vod [Change of distribution of chemical elements in the profile of sod-podzolic soil after the protracted application of fallouts of sewages], Eurasian Soil Science, 12, 1269–1277 (in Russian).
- Meggaran, E., 1992.** Ekologicheskoye raznoobraziye i yego izmereniye [Ecological variety and his measuring], World, Moscow (in Russian).
- Merzlaya, G., 2005.** Ispolzovaniye organicheskikh otkhodov v selskom khozyaystve [Utilization of organic wastes is in agriculture], Russian chemical magazine, 3, 48–53 (in Russian).
- Orazova, M., Polyanskaya, L., Zvyagintsev, D., 1999.** Struktura mikrobnogo kompleksa v prikornevoy zone yachmenya [A structure of microbial complex is in the rhizosphere of barley], Microbiology, 68 (1), 127–133 (in Russian).
- Pchinova, T., 2009.** Ekologicheskaya otsenka stochnykh vod g. Dimitrovgrada i effektivnost pochvennogo razmeshcheniya ikh osadkov v kachestve udobreniya [Ecological estimation of sewages Dimitrovgrada and efficiency of the soil placing of their fallouts as a fertilizer], Dissertation for the degree of candidate of biological sciences, Ulyanovsk (in Russian).
- Plexanova, I., Bambusheva, B., 2009.** Monitoring sodержaniya tyazhelykh metallov v agrodernovo-podzolistykh pochvakh vostochnogo Podmoskovya, zagryaznennykh v rezultate primeneniya osadkov stochnykh vod [Monitoring of maintenance of heavy metals is in agrodernovo-podzolic soils of east Moscow Suburbs, muddy as a result of application fallouts of sewages], Problems of agricultural chemistry and ecology, 3, 27–34 (in Russian).
- Samson, R. A., Pitt, J. I., 1990.** Modern concept in *Penicillium* and *Aspergillus* classification. Plenum Press., New York. 460 p.
- Saruhan, V., Gul, I., Aydin, I. 2010.** The effects of sewage sludge used as fertilizer on agronomic and chemical features of bird's foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and soil pollution. Sci. Res. and Ess. 5(17), 2567–2573.
- Sherbacov, A., Svistova, I., Malixna, N., 2001.** Agroekologicheskii biomonitoring: vliyaniye udobreniy na strukturu kompleksa mikromitsetov chernozema [Agroecology biomonitoring: influence of fertilizers on the structure of complex of micromycetes black earth], Announcer BGU. Series are chemistry, biology Series are chemistry, biology, 2, 168–171 (in Russian).
- Yakist gruntu.** Vidbirannya prob: DSTU 4287:2004 – Chinniy ot 2005-01-01 [Quality of soil. Taking away of tests : DSTU of 4287:2004 – Operating from 2005-01-01], Stateconsstandard of Ukraine, Kyiv (National standards of Ukraine).
- Zvyagintsev, D. G., 1991.** Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry], Moscow State University, Moscow (in Russian).
- Kostuchenko, N., 2009.** Ríznomaníttya míkromítsetív korenevoi zoni rítsini v umovakh Pívdennogo Skhodu Ukrayni [A variety of micromycetes of root area of castor oil is in the conditions of Southeast of Ukraine], Announcer of the Zaporizhzhya national university. Series Biology, 1, 9–15 (in Ukrainian).
- Kostuchenko, N., 2010.** Ríznomaníttya míkromítsetív gruntív agrotsenozív olíyníkh kultur v umovakh pívdennogo skhodu Ukrayni [Variety of micromycetes soils of agrocoenosiss of oil-bearing cultures in the conditions of southeast of Ukraine], Dissertation for the degree of candidate of biological sciences, Kyiv (in Ukrainian).

Стаття надійшла в редакцію: 23.01.2015

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