
SOIL BIOLOGY



O. G. Shekhovtseva 

UDK 631.42.582.26(477.62)

*Melitopol State Pedagogical B. Khmelnytsky University,
Lenina str., 20, 72312, Melitopol, Ukraine*


SOIL ALGAE IN URBAN ECOSYSTEMS OF THE CITY OF MARIUPOL

Abstract. In the present time, a special attention is paid, worldwide, to the investigation of the biodiversity in ecosystems, as a important characteristic of the ecological investigations. The processes of urbanization of natural landscapes have caused some changes of biological factor of the soil formation and also of the formation of artificial ecological systems. The algae are an indispensable part of ecosystems, performing an important regulatory function in them. So aim of the research was to determine the systematic, environmental features, species composition of algae communities of soil in the city Mariupol (Donetsk region).

Structural features of algae soil in habitats with various character of action of factors of urbanized environment are subjected to benchmark analysis. Results of use algal groups for monitoring soils of urbanized ecosystem are described. Problems of algae participation in maintenance of surface ecosystems stability under anthropogenic pressure on the environment have been discussed. Species composition and indication properties of soil algae as biological pollution indicators of the protected of the urbanized soils have been studied. The results of researches of various soil algal flora of arboreal plantations and lawns of the Mariupol industrial city are resulted. Conclusions about the influence of various kinds of anthropogenic effect upon of species diversity algae are given. Specific lines of algal groups of arboreal plantations and lawns of urban ecosystems are shown.

The variety of the soil algae species has been investigated. Systematic structure at the level of orders, families, genera correlation of algae soil, life-forms are considered. The green and blue-green algae were found to be prevail, it was proved that they are the basis of dominate species complex. The greatest quantity of kinds of seaweed is allocated in zonal soils. The leading position in all investigated groups take representatives of Chlorophyta, except of the steppe phytocenoses, where the most various is the section of Cyanophyta. The increasing of species diversity of Xanthophyta is observed in the soils of background parts of man-planted forest phytocenoses. They are traditionally considered to be the index of purity of soil. Low species diversity of algoflora is a peculiarity of the city soils. Cyanophyta and Chlorophyta prevail, one-cell Xanthophyta are poor developed.

A checklist of soil algal flora of the city of Mariupol is includes 78 species from five divisions: Chlorophyta – 32 (41,0 %), Cyanophyta – 25 (32,1 %), Xanthophyta – 9 (11,5 %), Bacillariophyta – 8 (10,3 %), Eustigmatophyta – 4 (5,1 %). Structural features of algae soil in habitats with various character of action of factors of urbanized environment are subjected to benchmark analysis. Including arboreal plantations 68 species: Chlorophyta – 27 (39,7 %), Cyanophyta – 20 (29,4 %), Xanthophyta – 12 (17,7 %), Bacillariophyta – 6 (8,8 %), Eustigmatophyta – 3 (4,4 %); in lawns 49 species – 23 (46,9 %), – 13 (26,5 %), – 4 (8,2 %), – 7 (14,3 %), – 2 (4,1 %) accordingly.

 Tel.: +38095-774-84-79. E-mail: helga22@inbox.ru

DOI: 10.15421/041406

ISSN 1684-9094. *Gruntoznavstvo*. 2014. Vol. 15, no. 1-2

63

On results researches of quantity of algal flora of urbanized soils the change of quantity is marked on the whole toward a decline. Abundance and biomass of soil algae of different in various ecosystems are given. Fluctuation ranges in biomass of algae of arboreal plantations and lawns have been registered. The species composition, ecological structure algae of arboreal plantations and lawns was analyzed. Ecological structure of algal communities of arboreal plantations and lawns: $Ch_{16}P_{15}C_{12}X_8H_6B_5M_2CF_2ampf_2$ (68) and $Ch_{15}P_{10}B_6C_6H_5X_3M_1NF_1CF_1amph_1$ (49) accordingly. Among the algae life forms Ch-, P-, X- and C-forms are domination (58 %).

Key words: biodiversity, soil algae, abundance and biomass, urban ecosystem.

УДК 631.42.582.26
(477.62)

О. Г. Шеховцева

*Мелитопольский государственный педагогический университет им. Б. Хмельницкого,
ул. Ленина, 20, 72312, г. Мелитополь, Украина,
тел.: +38095-774-84-79, e-mail: helga22@inbox.ru*

ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ УРБОЭКОСИСТЕМ ГОРОДА МАРИУПОЛЯ

Представлены результаты исследований многообразия почвенных водорослей древесных насаждений и газонов города Мариуполя (Донецкая обл.). Отмечено 78 видов водорослей из пяти отделов: Chlorophyta – 32 (41,0 %), Cyanophyta – 25 (32,1 %), Xanthophyta – 9 (11,5 %), Bacillariophyta – 8 (10,3 %), Eustigmatophyta – 4 (5,1 %), из них в почвах с древесными насаждениями 68 видов: Chlorophyta – 27 (39,7 %), Cyanophyta – 20 (29,4 %), Xanthophyta – 12 (17,7 %), Bacillariophyta – 6 (8,8 %), Eustigmatophyta – 3 (4,4 %); на газонах – 23 (46,9 %), – 13 (26,5 %), – 4 (8,2 %), – 7 (14,3 %), – 2 (4,1 %) соответственно. Проведен анализ видового состава, систематической и экологической структуры альгофлоры. Экологическая структура альгогруппировок древесных насаждений и газонов соответственно: $Ch_{16}P_{15}C_{12}X_8H_6B_5M_2CF_2ampf_2$ (68) и $Ch_{15}P_{10}B_6C_6H_5X_3M_1NF_1CF_1amph_1$ (49).

Ключевые слова: биоразнообразие, почвенные водоросли, численность и биомасса, урбоэкосистема.

УДК 631.42.582.26
(477.62)

О. Г. Шеховцева

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького,
вул. Леніна 20, 72312, м. Мелітополь, Україна,
тел.: +3809-5774-84-79, e-mail: helga22@inbox.ru*

ҐРУНТОВІ ВОДОРОСТІ УРБОЕКОСИСТЕМ МІСТА МАРИУПОЛЯ

Наведені результати досліджень різноманіття ґрунтових водоростей деревних насаджень та газонів міста Маріуполя (Донецька обл.). Відмічено 78 видів ґрунтових водоростей з п'яти відділів: Chlorophyta – 32 (41,0 %), Cyanophyta – 25 (32,1 %), Xanthophyta – 9 (11,5 %), Bacillariophyta – 8 (10,3 %), Eustigmatophyta – 4 (5,1 %), з них у деревних насадженнях 68 видів: Chlorophyta – 27 (39,7 %), Cyanophyta – 20 (29,4 %), Xanthophyta – 12 (17,7 %), Bacillariophyta – 6 (8,8 %), Eustigmatophyta – 3 (4,4 %); на газонах – 23 (46,9 %), – 13 (26,5 %), – 4 (8,2 %), – 7 (14,3 %), – 2 (4,1 %) відповідно. Проаналізовано видовий склад, систематичну та екологічну структуру альгофлоры. Екологічна структура альгогруповань деревних насаджень і газонів відповідно: $Ch_{16}P_{15}C_{12}X_8H_6B_5M_2CF_2ampf_2$ (68) та $Ch_{15}P_{10}B_6C_6H_5X_3M_1NF_1CF_1amph_1$ (49).

Ключові слова: біорізноманіття, ґрунтові водорості, чисельність і біомаса, урбоекосистема.

ВСТУП

Вивчення біорізноманіття є одним із пріоритетних напрямків дослідження біогеоценозів. Сучасний стан біорізноманіття викликає глибоке занепокоєння та

потребує вживання кардинальних заходів щодо передбачення, запобігання й усунення причин значного зменшення або втрати біологічного різноманіття.

Угруповання ґрунтових водоростей як початкові ланки біопродукційного процесу відіграють важливу роль у функціонуванні природних та штучних екосистем, досить швидко реагують на зміни середовища і служать індикаторами його якості. Для природних екосистем характерно підтримання біорізноманіття. Середовище промислового міста відрізняється своєрідністю основних екологічних чинників, а також специфічним техногенним пресингом. У сучасних наукових розробках значна увага приділяється антропогенним перетворенням екосистем урбанізованих територій, які характерні для промислово-розвинених регіонів і до яких відноситься місто Маріуполь. Відповідно екологічного паспорту Донецької області (2013) Маріуполь, займає площу 244,0 км², зелені масиви, якого складають 80,6 км². Різноманітність екотопологічної диференціації міських територій викликає формування різноманітних антропогенних флорокомплексів. На стан екосистем значно впливають техногенне і рекреаційне навантаження, особливо це торкається зелених зон міста. Сучасна урбанофлора Маріуполя представлена видами судинних рослин, у тому числі елементів флори синантропного – 45,1 %, степового – 22,2 % флороценотипів (Тоhtar, 2003). Дані досліджень альгофлори ґрунтів біогеоценозів відсутні. Дослідження видового складу і кількісних характеристик угруповань ґрунтових водоростей дає можливість зробити висновок про екологічний стан ґрунтів урбоекосистеми. Метою даної роботи було вивчення видового складу водоростей, систематичної та екологічної структури ґрунтової альгофлори міста Маріуполя.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження особливостей видового аналізу та кількісного обліку водоростей ґрунтів району досліджень проводилося на фонових заповідних територіях у межах Українського степового природного заповідника «Кам'яні могили» під ксерофітними степовими рослинними асоціаціями та заказника місцевого значення «Азовська дача» у штучних насадженнях дуба звичайного. На території міста водорості вивчалися у деревних насадженнях природно-рекреаційної паркової зони та на газонах.

Відбір та обробку ґрунтових зразків здійснювали загальноприйнятими методиками альгології (Gollerbakh and Shtina, 1969). Ідентифікацію водоростей проводили на основі культуральних методів (Shtina and Gollerbakh, 1976; Kuzyakhmetov and Dubovik, 2001). Таксономічна структура ґрунтових водоростей наведена за монографією І. Ю. Костікова із співавторами (Vodorosti ґruntiv Ukrainy..., 2001). Чисельність клітин водоростей визначали методом прямого рахунку, біомасу – об'ємно-розрахунковим методом, життєві форми надані згідно рекомендацій Е. А. Штини й М. М. Голлербаха (Shtina and Gollerbakh, 1976).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз ґрунтової альгофлори показав, що урбоекосистеми міста Маріуполя відрізняються одна від одної. У ході альгологічних досліджень на території міста було виявлено 78 видів ґрунтових водоростей, які належать до 37 родів, 31 родини, 23 порядків, 8 класів, 5 відділів: Chlorophyta – 32 види (41,0 %), Cyanophyta – 25 (32,1 %), Xanthophyta – 9 (11,5 %), Bacillariophyta – 8 (10,3 %), Eustigmatophyta – 4 (5,1 %). З них відмічено у ґрунтах з деревними насадженнями 68 видів і 49 видів на газонах, відповідно: Chlorophyta – 27 (39,7 %) і 23 (46,9 %), Cyanophyta – 20 (29,4 %) і 13 (26,5 %), Xanthophyta – 12 (17,7 %) і 4 (8,2 %), Bacillariophyta – 6 (8,8 %) і 7 (14,3 %), Eustigmatophyta – 3 (4,4 %) і 2 (4,1 %) (табл. 1).

Під час дослідження найбільш високу частоту зустрічальності мали види які характерні для степової зони. У більшості досліджених пробних майданчиків лідируючі позиції займає відділ Chlorophyta. В урбоекосистемах трав'янистих насаджень міста цей показник складає 46,9 %, у деревних – 39,7 %, більше ніж у

Таблиця 1

Таксономічна структура ґрунгової альгофлори району досліджень

Відділ	Урбоекосистеми						Фонові біогеоценози					
	Деревні насадження			Газон			Деревні насадження			Степові рослинні асоціації		
	рідина	рід	вид	рідина	рід	вид	рідина	рід	вид	рідина	рід	вид
Chlorophyta	11 (36,7)	13 (36,1)	27 (39,7)	10 (41,6)	11 (45,9)	23 (46,9)	13 (46,4)	17 (47,2)	28 (54,9)	16 (51,6)	9 (30,0)	19 (35,8)
Cyanophyta	6 (20,0)	8 (22,2)	20 (29,4)	7 (29,2)	5 (20,8)	13 (26,5)	4 (14,3)	4 (11,1)	6 (11,8)	4 (12,9)	8 (26,7)	19 (35,8)
Xanthophyta	7 (23,3)	8 (22,2)	12 (17,7)	2 (8,3)	2 (8,3)	4 (8,2)	5 (17,9)	8 (22,2)	10 (19,6)	6 (19,4)	8 (26,7)	8 (15,1)
Bacillariophyta	4 (13,3)	4 (11,1)	6 (8,8)	4 (16,7)	4 (16,7)	7 (14,3)	4 (14,3)	4 (11,1)	4 (7,8)	3 (9,7)	3 (10,0)	5 (9,4)
Eustigmatophyta	2 (6,7)	3 (8,4)	3 (4,4)	1 (4,2)	2 (8,3)	2 (4,1)	2 (7,1)	3 (8,4)	3 (5,9)	2 (6,4)	2 (6,6)	2 (3,7)
Загальна кількість (100 %)	30	36	68	24	24	49	28	36	51	31	30	53

Примітка: у дужках – відсоток від загальної кількості таксону.

степовому заповіднику (35,8 %), але менш ніж у лісництві (54,9 %). Розподіл видів порівню між відділами Chlorophyta та Cyanophyta у досліджених ґрунтах зустрічається на степових ділянках, частка синьозелених водоростей в урбоекосистемах складає 26,5–29,41 %, для фонових деревних насаджень – 11,8 %.

Збільшення частки Cyanophyta свідчить про зростання аридності місцевіснування (Novichkova-Ivanova, 1980). Для фонових степових ділянок співвідношення кількості синьозелених до зелених становить 1:1. Аналогічний показник (1,15:1) для степової цілинки зустрічається у літературі (Maltseva, 2003). У дубовому насадженні заказника «Азовська дача» співвідношення Cyanophyta до Chlorophyta – 0,21:1. В урбоекосистемах спостерігається відхилення від встановлених пропорцій: у деревних насадженнях збільшується частка синьозелених (0,74:1), а в трав'яних – зменшується (0,57:1).

У фонових лісових насадженнях посилюється роль зелених та жовтозелених водоростей. Співвідношення Cyanophyta та Xanthophyta в деревних насадженнях фонових ділянок (0,6:1) свідчить про значне переважання Xanthophyta, що характерно для лісових біогеоценозів. У степовому біогеоценозі переважають Cyanophyta (2,38:1), що узгоджується з результатами досліджень інших авторів (Kuzyakhmetov, 2006; Maltseva, 2009; Aksenova, 2010).

Для альгогрупувань міста Маріуполя співвідношення Cyanophyta та Xanthophyta для деревних насаджень становить 1,67:1, для трав'яних – 3,25:1. Тенденція збільшення різноманіття синьозелених і зменшення жовтозелених у складі ґрунтових водоростей характерна й для інших міських екотопів (Aksenova, 2010; Shekhovtseva, 2012). Крім цього спостерігається збільшення різноманіття видів відділу Bacillariophyta, частка яких на газонах – 14,3 %, у деревних насадженнях міста – 8,8 %, а у ґрунтах фонових ділянок не перевищує відповідно 9,4 % та 7,8 %.

Отримані дані свідчать про те, що таксономічна структура альгофлори фонових і урбоекосистем відрізняється. Для Xanthophyta простежується зниження різноманіття в міських ґрунтах, для діатомових – збільшення. Чутливість жовтозелених до дії різноманітних антропогенних порушень ґрунтів відмічалася й раніше (Shtina and Gollerbakh, 1976; Shtina et al., 1998; Kabirov, 2007).

Трансформація ґрунтових альгогрупувань в урбоекосистемах позначається й на змінах біомаси й чисельності водоростей (табл. 2).

Таблиця 2

Показники чисельності й біомаси ґрунтової альгофлори досліджених біоценозів

Відділ	Урбоекосистеми		Фонові біогеоценози	
	Деревні насадження	Газон	Деревні насадження	Степові рослинні асоціації
Chlorophyta + Xanthophyta	$1,96 \cdot 10^{-3}$ 13,795	$2,77 \cdot 10^{-3}$ 6,393	$4,07 \cdot 10^{-3}$ 10,925	$1,31 \cdot 10^{-3}$ 2,865
Bacillariophyta	$0,31 \cdot 10^{-3}$ 2,143	$1,59 \cdot 10^{-3}$ 3,923	$0,92 \cdot 10^{-3}$ 3,745	$1,42 \cdot 10^{-3}$ 4,130

Примітка: у чисельнику – біомаса водоростей, мг на 1 г абсолютно сухого ґрунту; у знаменнику – чисельність, тис. клітин на 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Середні показники біомаси (чисельності) ґрунтових водоростей різних відділів верхнього гумусового шару ґрунту фонових степових біогеоценозів складають $4,99 \cdot 10^{-3}$ мг/г (14,670 тис. кл./г), лісового – $2,73 \cdot 10^{-3}$ мг/г (6,995 тис. кл./г). У ґрунтах деревних насаджень природно-паркової зони міста відмічено збільшення кількості клітин зелених водоростей, разом із зменшенням їх біомаси. Також зменшуються й розміри клітин діатомових водоростей, про що свідчить зменшення їх біомаси втретє,

тоді як кількість клітин стала меншою лише в 1,7 разів. У міських ґрунтах трав'янистих насаджень також зростає чисельність зелених водоростей й зменшуються їх розміри. Чисельність діатомових незначно поступається фоновим ділянкам, проте їх біомаса збільшується.

У складі альгогруповань трав'янистих насаджень міських ґрунтів відзначається найменше число видів (49) у порівнянні з іншими дослідженими екотопами. Особливістю урбоєкосистем є зменшення видової різноманітності для значної частини родів. Виявлено 18 родин, які представлені одним або двома видами (Schizotrichaceae, Microcystaceae, Neosporangiococcaceae, Bracteacoccaceae, Murgmeciaceae, Stichococcaceae, Choricystidaceae, Chlorosarcinaceae, Scenedesmateae, Botrydiopsidaceae, Botryochloridaceae, Heterococcaceae, Tribonemataceae, Xanthonemataceae, Diadesmidaceae, Pinnulariaceae, Bacillariaceae, Monodopsidaceae) і об'єднують 58 % загальної кількості видів. Це є характерним для урбанізованих ґрунтів (Kabirov, 2007).

Види типові для степової зони мали найбільш високу частоту зустрічальності під час дослідження. Внутрішня таксономічна структура відділів водоростей різноманітна, але число таксонів різного рангу є найбільшим у межах Chlorophyta. Домінування у ґрунтовій альгофлорі зелених водоростей пояснюється їх високою адаптивністю до впливу різних несприятливих факторів.

Аналіз екологічної структури альгогруповань урбоєкосистем показав переважання (58 %) Ch-, P-, X-, C-життєвих форм (табл. 3).

Таблиця 3

Життєва форма	Урбоєкосистеми		Фонові біогеоценози	
	Деревні насадження	Газон	Деревні насадження	Степові рослинні асоціації
P	15 (22,1)	10 (20,4)	4 (7,8)	16 (30,2)
Ch	16 (23,5)	15 (30,6)	15 (29,4)	11(20,8)
X	8 (11,8)	3 (6,2)	11 (21,6)	6 (11,3)
H	6 (8,8)	5 (10,2)	5 (9,8)	6 (11,3)
B	5 (7,4)	6 (12,3)	4 (7,8)	5 (9,4)
C	12 (17,7)	6 (12,3)	9 (17,6)	5 (9,4)
Cf	2 (2,9)	1 (2,0)	1 (2,0)	1 (1,9)
Nf	0	1 (2,0)	0	1 (1,9)
M	2 (2,9)	1 (2,0)	1 (2,0)	1 (1,9)
amph	2 (2,9)	1 (2,0)	1 (2,0)	1 (1,9)
всього	68 (100)	49 (100)	51 (100)	53 (100)

Примітка: у дужках – відсоток від загальної кількості видів.

Ранжирування індексів життєвих форм ґрунтових водоростей дозволило отримати спектр (табл. 3) для деревних насаджень міста $Ch_{16}P_{15}C_{12}X_8H_6B_5M_2Cf_2amph_2$ (68), трав'янистих насаджень – $Ch_{15}P_{10}B_6C_6H_5X_3M_1Nf_1Cf_1amph_1$ (49), фонових ділянок степового біогеоценозу $P_{16}Ch_{11}X_6H_6B_5C_5Nf_1Cf_1M_1amph_1$ (53) та лісового – $Ch_{15}X_{11}C_9H_5B_4P_4Cf_1 M_1amph_1$ (51).

ВИСНОВКИ

1. Систематична й екологічна структура ґрунтової альгофлори м. Маріуполь відрізняється від зональної. На території міста було виявлено 78 видів ґрунтових

водоростей, які належать до п'ятьох відділів: Chlorophyta (41,0 %), Cyanophyta (32,1 %), Xanthophyta (11,5 %), Bacillariophyta (10,3 %), Eustigmatophyta (5,1 %) виду. З них у ґрунтах з деревними насадженнями відмічено 68 видів, у складі альгоугруповань трав'яних насаджень – 49.

2. Спектр життєвих форм водоростей у ґрунті деревних насаджень міста відповідає формулі $Ch_{16}P_{15}C_{12}X_8H_6B_5M_2Cf_2ampf_2$, трав'яних насаджень – $Ch_{15}P_{10}B_6C_6H_5X_3M_1Nf_1Cf_1ampf_1$.

3. Найбільша кількість клітин й біомаса водоростей у ґрунтах фонових й міських екосистем встановлена для зелених і жовтозелених водоростей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Aksenova, N. P., 2010.** Materialy k flore edafofilnykh vodoroslej i tsianoprokariot lesnykh ekosistem okrestnostej g. Izhevsk [Materials to forest ecosystems soil Cyanoprocarvites and algal flora at the Izhevsk city suburban]. Publication Bulletin of Udmurt University. Biology. Geosciences. Izhevsk. 2, 26–33 (in Russian).
- Gollerbakh, M. M., Shtina, E. A., 1969.** Pochvennye vodorosli [Soil algae]. Nauka, Leningrad (in Russian).
- Kabirov, R. R., 2007.** Ispolzovanie algologicheskikh kriteriev pri ekologicheskom prognozirovanii antropogennoj nagruzki na nazemnye ekosistemy [Soil algae role in anthropogenic ecosystems]. Advances in current natural sciences. Academy of Natural Sciences, Moscow. 3, 21–29 (in Russian).
- Kuzyakhmetov, G. G., 2006.** Vodorosli zonalnykh pochv step ii lesostepi [Algae of zonal soils steppes and forests of steppes]. Publication of Bashkir University, Ufa (in Russian).
- Kuzyakhmetov, G. G., Dubovik, I. E., 2001.** Metody izucheniia pochvennykh vodoroslej [Methods of study of soil algae]. Publication of Bashkir University, Ufa (in Russian).
- Maltseva, I. A., 2003.** Gruntovi vodorosti yak strukturnyj element Velikoanadolskogo lisovogo kulturbiogeotsenozu [Soil algae as a building block of Velicoanadolsky simulated forest biogeocenoses]. Gruntoznavstvo. 4 (1-2), 66–72 (in Ukrainian).
- Maltseva, I. A., 2009.** Gruntovi vodorosti lisiv stepovoi zony Ukrainy [Soil algae of the forests of steppe area of Ukraine]. Luks, Melitopol (in Ukrainian).
- Novichkova-Ivanova, L. N., 1980.** Pochvennye vodorosli fitotsenozov Sakharo-Gobijskoj pustynnoj oblasti [Soil algae of phytocenoses of the Sahara-Gobi desert region]. Nauka, Leningrad (in Russian).
- Shekhovtseva, O. G., 2012.** Pochvennye algosinuzii urboekosistem Donetskogo Priazovia (na primere g. Mariupolia) [Soil algological sinusiae of urbanized ecosystems of Donetsk Priazovye (the case of Mariupol)]. Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University. 3, 108–118 (in Russian).
- Shtina, E. A., Gollerbakh, M. M., 1976.** Ekologiya pochvennykh vodoroslej [Ecology of soil algae]. Nauka, Moscow (in Russian).
- Shtina, E. A., Zenova, G. M., Manucharova N. A., 1998.** Algologicheskij monitoring pochv [Algological soil monitoring]. Eurasian Soil Science. 12, 1449–1461 (in Russian).
- Tohtar, V. K., 2003.** Struktura flor tekhnogennykh territorij Donetskogo oblasti [Structure of technogenous territories floras at the Donetsk region]. Industrial botany. 3, 21–24 (in Russian).
- Vodorosti gruntiv Ukrainy (istoriia ta metody doslidzhennia, systema konspekt flory), 2001 [Soil algae of Ukraine: history and methods of research, system, synopsis of flora]. Kostikov, I. Yu., Romanenko, P. O., Demchenko, Ye. M. and others. Phytosociocentr, Kyiv (in Ukrainian).

Стаття надійшла в редакцію: 24.03.2014

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