
ECOLOGICAL STUDY OF MICROORGANISMS



O. G. Shekhovtseva 
I. A. Maltceva

Dr. Sci. (Biol.), Professor

UDK 631.574:54/.5(477.62)

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

INFLUENCE OF CHLORIDE AND SULFATE IONS ON THE COMPOSITION AND THE BIOMASS OF SOIL ALGAE IN THE SOILS OF MARIUPOL CITY URBAN ECOSYSTEMS

Abstract. In the article the results of the estimation of composition of salts and an activity of chlorid-ion and sulfat-ion in soils of the steppe area of Ukraine (by example of Mariupol) are presented. The author was conducting the researches on the territory of Mariupol city during a period from 2008 to 2011. The urban soils have some specific properties which are the result of anthropogenic transformation.

Now all around the world the special attention is given to biodiversity in terrestrial ecosystems, which are an important feature of the natural resources and the main sign of trends in their development. 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. These systems are characterized by the infringement of their functioning.


The alteration of chloride and sulfate ions have been analyzed in comparison with zonal soils of background areas in connection with possible changes of species composition and structure of groupings of soil algae for which the top horizons of soil are the main place for existence. The given researches showed that chloride salts are prevailing in composition of soluble salts.

Species composition and indication properties of soil algae as biological pollution indicators of the protected of the urbanized soils have been studied. The greatest quantity of kinds of seaweed is allocated in zonal soils. In samples of soil Mariupol by direct count the 86 algae species of Chlorophyta (43 %), Cyanophyta (25 %), Xanthophyta (16 %), Bacillariophyta (13 %) and Eustigmatophyta (3 %) have been found. The green and blue-green algae were found to be prevailed, it was proved that they are the basis of dominate species complex.

Structural features of algae soil in habitats with various character of action of factors of urbanized environment are subjected to benchmark analysis. There were examined the formation processes of biological indexes depending on the soluble salts of soil profile and also an influence of these factors on ecological conditions of urban algae landscapes.

The level of anthropogenic load of pollutants has been determined. It is the evidence of negative influence of technogenic loading, in particular process of the accumulation of sulfates, chlorides and deterioration of physical properties of soil on the variety of soil algae species.

Some trends can be easily interpreted on the basis of differential accumulation of biomass and the expected impact of the sharp decline in this indicator. If only the abiotic factors associated with

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

DOI: 10.15421/031511

ISSN 1726-1112. *Ecology and noospherology*. 2015. Vol. 26, no. 1–2

99

monitoring biological indicators of soil, it should be equivalent to dependence, as some indicators, being next to the other, may be affected in certain environmental conditions.

The results of the chemical indicator researches participating in processes of biomass transformation of algae can explain the essence of occurring processes of changes for forecasting of degradation of soil under the influence of anthropogenic influence. The change of integral indexes of biological activity can serve as the degree of the anthropogenic affecting soils.

The results of studies of chlorides and sulfates in soils of urban ecosystems, their influence on the composition and biomass of soil algae are described. Fluctuation ranges in biomass of algae have been registered. The biomass of algae correlates with chlorides ($r = - 0,90$) and sulfates ($r = - 0,54$) in soil.

The results of the research can be widely applied to evaluate the state of the ecosystem of these variables and they can be used as bio-reflecting the reactions of anthropogenically damaged habitats on soil salt content of chlorides and sulfates as pollution.

Keywords: *urbanized ecosystem, soil, chlorides, sulfates, alga soil, biomass of algae.*

УДК 631.574:54/.5(477.62) **О. Г. Шеховцева**
И. А. Мальцева д-р биол. наук, проф.

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

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ХЛОРИДОВ И СУЛЬФАТОВ В ПОЧВЕ УРБОЭКОСИСТЕМ г. МАРИУПОЛЯ НА СОСТАВ И БИОМАССУ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Аннотация. Изучено содержание хлоридов и сульфатов в почве урбоэкоцистем г. Мариуполя, их влияние на состав и биомассу почвенных водорослей. Преобладающей группой водорослей почв в урбоэкоцистем является Cyanophyta и Chlorophyta. Биомасса водорослей коррелирует в обратной зависимости с количеством хлоридов ($r = - 0,90$) и сульфатов ($r = - 0,54$) в почве.

Ключевые слова: *урбоэкоцистема, почва, хлориды, сульфаты, почвенные водоросли, биомасса водорослей.*

УДК 631.574:54/.5(477.62) **О. Г. Шеховцева**
І. А. Мальцева д-р біол. наук, проф.

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького,
вул. Леніна, 20, м. Мелітополь, Україна, 72312,
тел.: +38095-774-84-79, e-mail: helga22@inbox.ru*

ВПЛИВ ВМІСТУ ІОНІВ ХЛОРИДІВ І СУЛЬФАТІВ У ҐРУНТІ УРБОЕКОСИСТЕМ м. МАРІУПОЛЯ НА СКЛАД І БІОМАСУ ҐРУНТОВИХ ВОДОРΟΣТЕЙ

Анотація. Вивчено вміст іонів хлоридів і сульфатів у ґрунті в межах урбоекоцистем м. Маріуполя та їх вплив на склад і біомасу ґрунтових водорослей. Переважаючою групою водорослей ґрунтів урбоекоцистем є Cyanophyta та Chlorophyta. Біомаса водорослей корелює в зворотній залежності із кількістю іонів хлоридів ($r = - 0,90$) та сульфатів ($r = - 0,54$) у ґрунті.

Ключові слова: *урбоекоцистема, ґрунт, хлориди, сульфати, ґрунтові водорослі, біомаса водорослей.*

ВСТУП

На території України помітне місце займають засолені ґрунти, велика частина яких припадає на степову зону. Незначна кількість опадів, високе випарування (регіональний коефіцієнт зволоження становить 0,5 (Mil'kov, 1977; Novikova, 2007)),

близьке розташування мінералізованих підземних ґрунтових вод, високі температури складають умови для формування процесу засолення ґрунтів. Природне накопичення солей у ґрунтах також відбувається під час їх перенесення повітряним шляхом з моря на сушу (Onishchenko et al., 2011). Причинами, що призводять до засолення ґрунтів в умовах урбоекосистем, окрім природних, є антропогенний вплив, пов'язаний із осадженням та фільтрацією через ґрунти розчинів хімічних речовин виробничих відходів, техногенно-обумовленого підтоплення шахтними водами тощо (Lavrik, 2009).

Водорості є складовою частиною ґрунтових біоценозів природних і урбанізованих екосистем. Ґрунтова альгофлора, як вважають багато авторів, знаходиться в прямій залежності від антропогенного впливу (Metting, 1981; Shtina and Nekrasova, 1985). Особливості ґрунтових водоростей та їх угруповань є додатковою якісною характеристикою ґрунту. Сольовий склад ґрунту є чинником, що обмежує розвиток водоростей. Зміна осмотичного тиску середовища внаслідок засолення ґрунту відображається на водно-сольовому обміні водоростей, що знижує продуктивність останніх (Shtina, 1990). Водорості можуть використовуватися як біоіндикатори стану забруднення ґрунтів солями, в тому числі, антропогенного походження (Shtina, 1990; Bellinger, 2010). У науковій літературі є відомості про склад водоростей засолених ґрунтів природного походження (Gollerbakh and Shtina, 1969; Maltseva, 2000; Solonenko et al., 2006). Особливості змін водоростевого складу при зміні концентрацій іонів хлоридів і сульфатів у ґрунтах міських екосистем, не досліджувалися.

Метою досліджень є вивчення впливу сульфатів і хлоридів на видовий склад і біомасу водоростей ґрунтів м. Маріуполя, які перебувають під впливом аеротехногенного навантаження.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали у м. Маріуполь, що знаходиться на півдні Донецької області – одному із найбільш антропогенно-трансформованих регіонів України. Місто Маріуполь розташовано на західному узбережжі Таганрозької затоки, при злитті річки Кальміус та її правобережного притоку Кальчик, до яких надходять шахтні і стічні води. Мінералізація річкових вод Північного Приазов'я збільшується від 0,5–1,0 г/дм³ під час весняного повноводдя до 2,0–4,0 г/дм³ в літньо-осінній період, при цьому сульфатно-кальцієвий сольовий склад трансформується на сульфатно-кальцієво-натрієвий (Geletyuk, 2003). Ґрунтоутворюючою породою району досліджень є лесоподібний суглинок. За гранулометричним складом ґрунти м. Маріуполя відносяться до середньосуглинистих і важкосуглинистих із переважанням мулистої та крупнопилуватої фракцій. Для міських ґрунтів району досліджень характерні зміни значень рН у бік піддуговування, на що було вказано нами раніше (Shekhovtseva and Maltseva, 2010). Контролем служили території природно-заповідного фонду України в межах південної частини Донецької області: Українського степового природного заповідника «Кам'яні могили» та заказника місцевого значення «Азовська дача». Зразки для досліджень відбирали на 8 стаціонарних пробних площах. Стаціонарні пробні площі, які знаходяться під дією аеротехногенних викидів на території міста Маріуполя, розташовані в природно-рекреаційній зоні – парк відпочинку «Азовмаш» (РЗАМ); санітарно-захисній зоні – біля стадіону «Азовець» (СЗАМ), біля промвузла «Азовмаш» (СЗАМ₁), металургійних комбінатів «ім. Ілліча» (СЗКІ) й «Азовсталь» (СЗАС); селітебній зоні – центральна частина міста (СЦТ); уздовж автотраси при виїзді з міста на смт Володарське (АМВ). Пробні площі зональних ґрунтів (контрольні) були закладені у степовому біогеоценозі Українського природного заповідника «Кам'яні могили» (ФС) і штучних дубових насадженнях заказника «Азовська дача» (ФЛ).

Для обстеження урбанізованих та зональних типів ґрунтів зразки відбиралися пошарово до глибини 90 см. Методи дослідження властивостей ґрунтів проводили польовими, лабораторно-аналітичними методами; вивчення складу водоростей –

культуральними методами (Gollerbakh and Shtina, 1969). Біомасу водоростей визначали об'ємно-розрахунковим методом (Bellinger, 2010). З метою ідентифікації видів використовували вітчизняні і зарубіжні визначники. Назви таксонів приведені відповідно до зведення «Vodorosti gruntiv Ukrayiny» (2001). Сульфати досліджувалися гравіметричним методом, хлориди – титрометричним за відповідними методиками (Aginushkina, 1970). Вміст аніонів у водній витяжці представлено у вигляді відсотків і міліграм-еквівалентів на 100 г ґрунту (мг-екв).

Обробка отриманого матеріалу здійснювалась методами математичної статистики з використанням кореляційного аналізу (Microsoft Excel, 2010; Statistika 6.0).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Динамічність таких показників як засолення ґрунтів в умовах степового посушливого клімату в урбоекосистемах простежується на прикладі аніонів хлоридів і сульфатів. Результати аналізів кількісних показників їх вмісту виявляють високу варіативність (табл. 1). Максимальні концентрації хлорид-іону фіксувалися у 2008 році (53,75 мг-екв), сульфат-іону – у 2011 році (4,55 мг-екв). Мінімальні концентрації хлорид-іону (3,4 мг-екв) і сульфат-іону (0,33 мг-екв) – у 2009 році. Такі концентрації хлорид- і сульфат-іонів спостерігаються у ґрунтах, де ступінь засолення оцінюється від малої до сильної (Kovda, 1973).

За період із 2008 по 2011 рр. середньорічна кількість опадів у степовій зоні складала 509,25 мм. Сума опадів у м. Маріуполі за цей період становила 544,1 мм та істотно відрізнялася від середніх багаторічних показників (424 мм). Коливання її у розрізі років від 424,4 мм (2011 р.) до 692,2 мм (2009 р.) сформували специфічні умови впливу атмосферних опадів на рухливість досліджуваних іонів у ґрунтах як фонових ділянок так і в зоні аеротехногенного впливу. Зміни вмісту хлорид-іонів ($r = -0,79$) і сульфат-іонів ($r = 0,62$) у ґрунтах залежні від середньорічних коливань кількості опадів.

Таблиця 1

Результати аналізу кількісних показників вмісту хлоридів і сульфатів у ґрунтах району досліджень (2008–2011рр.)

Пробні площі	Вміст іонів, мг-екв/100 г										Співвідношення іонів Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻		
	весна						зима						
	Cl ⁻			SO ₄ ²⁻			Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		2008	2009	2011
	2008	2009	2011	2008	2009	2011	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2011
ФС	10,20	8,15	8,88	2,65	2,65	2,80	6,30	3,40	1,20	0,95	4,1	3,1	3,3
ФЛ	42,50	7,55	7,85	2,30	4,30	1,50	10,40	5,30	1,20	0,50	18,5	1,8	5,3
РЗАМ	36,60	9,40	8,25	1,37	1,70	2,00	12,30	5,30	1,00	0,78	52,9	5,1	4,14
СЗАМ	38,75	7,83	7,33	0,90	1,55	1,85	15,90	5,00	0,70	0,35	34,2	6,8	4,0
СЗАМ ₁	49,80	7,60	7,26	0,65	1,80	1,78	13,40	5,75	0,90	0,33	40,8	6,3	4,1
СЗАС	48,15	6,90	7,75	0,95	2,15	2,67	12,00	5,80	1,50	0,49	51,1	3,3	5,6
СЗКІ	46,25	6,90	8,38	0,60	2,90	4,55	11,90	5,80	1,20	0,54	79,7	2,4	2,7
СЦТ	45,65	7,50	8,63	1,25	2,75	1,30	12,60	5,50	1,20	1,18	48,3	3,0	6,8
АМВ	53,75	6,55	8,50	1,45	0,75	1,75	9,62	5,80	1,70	0,40	37,1	10,5	5,2

Інтенсивному капілярному пересуванню легкорозчинних солей догори з близьких сільномінералізованих підґрунтових вод і акумуляції їх у верхніх горизонтах сприяють високі температури (Novikova, 2007). Зміна вмісту хлорид- і сульфат-іонів простежувалася у різні часові відрізки: від сезонних до річних, що пов'язано з

температурним режимом та кількістю опадів. Середній вміст хлорид-іонів взимку нижче весняних у 15,8 разів, сульфат-іонів – у 2,7 рази, винятком є весна 2008 року (рис. 1).

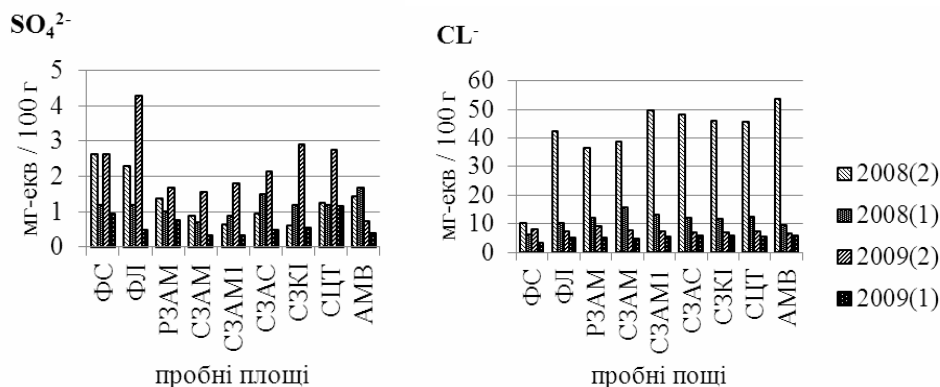


Рис. 1. Посезонний аналіз вмісту хлорид- і сульфат-іонів у ґрунтах району досліджень: 1 – зимові показники; 2 – весняні показники

Середньорічна температура повітря у період 2008–2010 рр. перевищила середню багаторічну на 0,66 °С. У 2008 році високому вмісту іонів легкорозчинних солей у ґрунтах передували природно-кліматичні умови району досліджень у 2007 році, а саме – низька сума опадів порівняно із середньою багаторічною кількістю (373,3 мм) та висока середньорічна температура повітря (на 1,3 °С більша багаторічних даних).

Паралельно зі зміною загальної кількості іонів хлоридів і сульфатів змінюється їх співвідношення, проте спільним є домінування хлорид-іона на всіх пробних площах від 1,8 до 79,7 разів (табл. 1).

Глибина проникнення досліджуваних іонів різна, пов'язана з водним режимом ґрунту і впливом кліматичних факторів. Результати досліджень вмісту іонів сульфатів та хлоридів за ґрунтовим профілем представлені на рис. 2.

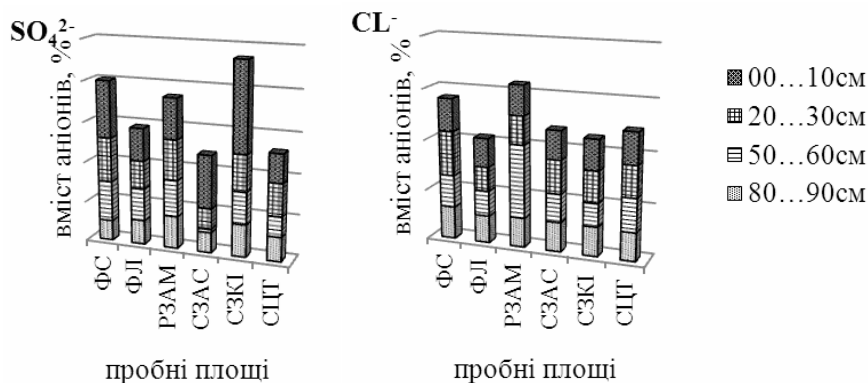


Рис. 2. Профільний розподіл хлорид- і сульфат-іонів у ґрунтах району досліджень (за даними 2011 р.)

Під час аналізу розподілу за профілем спостерігаємо рівномірне розташування сульфат-іонів у більшості варіантів за винятком верхнього шару ґрунту (до 10 см) де акумулюються ці іони у варіантах «СЗКІ» (до 46,8 %) і «СЗАС» (до 54,2 %). У верхньому шарі ґрунтів міських ділянок вміст хлорид-іонів складає меншу кількість і збільшується на глибині 50–60 см на 0,3–0,7 %.

Вміст сульфатів у водній витяжці ґрунтів зональних і урбаногенних територій варіює від 0,33 до 4,3 мг-екв, хлоридів від 3,4 до 53,75 мг-екв. Слід відмітити, що тільки на міських територіях зустрічалися максимальні показники і хлоридів [у 2008 році варіанти: «АМВ» відповідали 53,75 (мг-екв); «СЗАМ» – 15,9 (мг-екв); у 2009 році: «РЗАМ» – 9,4 (мг-екв); «СЗАС», «СЗКІ», «АМВ» – 5,8 (мг-екв); у 2011 році: «СЦТ» – 8,63 (мг-екв)] і сульфатів [у 2008 році: «АМВ» – 1,7 (мг-екв); у 2009 році: «СЗКІ» – 2,9 (мг-екв); «СЦТ» – 1,18 (мг-екв); у 2011 році: «СЗКІ» – 4,55 (мг-екв)] (табл. 1).

Можливо таке становище пов'язано зі складом викидів промідприємств. За даними Держкомстат України, Головного управління статистики у Донецькій області обсяги викидів 2008 р. від стаціонарних джерел забруднення у м. Маріуполі склали 359,3 тис. т. Основною причиною викидів забруднювачів атмосферного повітря в довкілля є застаріле пилогазоочисне устаткування ВАТ «ММК ім. Ілліча». Частина його обсягів складає 220,4 тис. т., ВАТ ММК «Азовсталь» – 136,1 тис. т.

Обсяги викидів хлору та його сполук від стаціонарних джерел у атмосферу становлять менше 1 %, на діоксид та інші сполуки сірки припадає 28 %. Середньорічне значення середньодобової концентрації діоксиду сірки у 2009 році не перевищувало граничнодопустимую концентрацію. У порівнянні з 2008 роком спостерігається тенденція поступового збільшення середньодобової концентрації (Україна у tsifrah ..., 2012), що може пояснювати акумуляцію в поверхневому шарі ґрунту сульфат-іону на даний момент часу.

Не можна виключати і процес імпульверизації ґрунтів солями, які приносяться з повітрям із морського узбережжя. Аналіз близькості розташування пробних ділянок до моря і концентрації хлорид-іонів у ґрунтах, показав, що ближче до узбережжя моря виділяється група пробних площ із більшою концентрацією хлоридів – «СЗАС», «СЦТ» і «СЗКІ».

Для міських ґрунтів району досліджень характерно, крім явищ континентального соленакопичення, також й акумуляція їх за рахунок імпульверизації та аеротехногенного впливу. Все це створює особливі умови для існування ґрунтової біоти і водоростей у тому числі. З 86 видів, що знайдено в урбанізованих екосистемах м. Маріуполя (табл. 2) переважають представники відділу Chlorophyta – 43 %, на другому місці за числом видів відділ Cyanophyta – 25 %. Водорості відділів Xanthophyta і Bacillariophyta становлять 16 і 13 % відповідно. Різноманіття відділу Eustigmatophyta незначне – 3 %.

Таблиця 2

Таксономічна структура водоростей ґрунтів досліджуваного регіону на рівні відділів

Пробні площі	Відносна кількість видів, %				
	Cyanophyta	Chlorophyta	Xanthophyta	Bacillariophyta	Eustigmatophyta
ФС	36,5	32,7	17,3	11,5	2
ФЛ	11,8	54,9	21,6	7,8	3,9
РЗАМ	20,4	42,9	18,3	14,3	4,1
СЦТ	37,5	31,3	15,6	15,6	не виявлено
СЗКІ	12,9	61,3	6,5	19,3	не виявлено
СЗАС	33,3	36,7	16,7	10	3,3
АМВ	22,6	45,2	12,9	16,1	3,2

Збільшення частки Cyanophyta у варіанті фонових ділянок «ФС» характерно для ґрунтової альгофлори степових біогеоценозів. На це вказує співвідношення кількості Cyanophyta до Chlorophyta – 1,11 та Cyanophyta до Xanthophyta – 2,11. У варіанті

«ФЛ» посилюється роль жовтозелених та зелених водоростей, значення показника *Cyanophyta/Chlorophyta* – 0,22 і *Cyanophyta/Xanthophyta* – 0,55, що менше одиниці і є характерною рисою альгофлор лісових біогеоценозів (Kuzyakhmetov, 2006; Maltseva, 2009). Співвідношення *Cyanophyta* до *Chlorophyta* менше одиниці відмічено також у варіантах «СЗКІ» (0,21); «РЗАМ» (0,48); «АМВ» (0,5); «СЗАМ» (0,91). *Xanthophyta* за даними різних досліджень (Shtina, Nekrasova 1985; Shtina, 1990) більш чутливі до різних антропогенних навантажень, тому в урбоєкосистемах спостерігаємо зменшення різноманіття цих представників. Разом з тим, відмічається збільшення частки діатомових водоростей у ґрунтах урбоєкосистем, виключенням є лише пробна площа СЗАС (табл. 2).

У результаті досліджень з 2008 по 2011 рр. за даними регресійного аналізу були розраховані коефіцієнти кореляції для біомаси водоростей та кількості хлоридів і сульфатів досліджуваних ґрунтів. Встановлено зменшення біомаси водоростей під час збільшення концентрації даних іонів. Біомаса водоростей корелює в зворотній залежності з кількістю хлоридів ($r = - 0,90$) і сульфатів ($r = - 0,54$) у ґрунтах.

ВИСНОВКИ

1. У верхньому гумусовому шарі досліджених ґрунтів спостерігається переважання вмісту хлорид-іона порівняно із сульфат-іоном.

2. Кількісні зміни вмісту хлорид-іонів і сульфат-іонів досліджених ґрунтів схильні до значних сезонних і середньорічних коливань. Під час зниження кількості опадів збільшується концентрація хлорид-іонів у верхньому ґрунтовому горизонті ($r = - 0,82$).

3. Для міських ґрунтів району досліджень характерно, крім континентального соленакопичення, акумуляція їх за рахунок імпульверизації та аеротехногенного впливу.

4. За профілем міських ґрунтів промислової зони спостерігається зміна вмісту хлорид-іонів із максимальним значенням у зразках із глибших шарів, а сульфат-іонів – у верхньому гумусовому горизонті.

5. Сольовий склад ґрунту є одним із чинників, що обмежує розвиток водоростей представників відділу *Xanthophyta*. Домінуючими відділами міських ґрунтів є *Chlorophyta* і *Cyanophyta* – вони складають 69 % всього різноманіття видів водоростей.

6. Біомаса водоростей корелює в зворотній залежності із кількістю хлоридів ($r = - 0,90$) і сульфатів ($r = - 0,54$) у ґрунті.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Arinushkina, Ye. V., 1970. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [Guide for chemical analysis of soils], MGU, Moskva (in Russian).

Bellinger E. G., 2010. Freshwater algae: identification and use as bioindicators. John Wiley & Sons, Ltd.

Vodorosti ґруntiv Ukrayiny (istoriya ta metody doslidzhennya, 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., et al., Phytosociocentr, Kyiv (in Ukrainian).

Geletyuk, V. P., 2003. Yekologichni problemi malikh richok Zaporiz'koi oblasti ta shlyakhi ikh virishennya [Ecology problems of Small Rivers in Zaporizhia region's and path

solutions]. Materiali seminaru. Persha robocha zustrich Ukrain's'koi richkovoї merezhi. Kyiv, 1, 35–36 (in Ukrainian).

Gollerbakh, M. M., Shtina, E. A., 1969. Pochvennyye vodorosli [Soil algae], Nauka, Leningrad (in Russian).

Khitrov, N. B., 2004. Vyor diagnosticheskikh kriteriyev sushchestvovaniya i stepeni vyrazhennosti solontsovogo protsessa v pochvakh [The choice of diagnostic criteria to judge the development of the solonetzic process in soils], Soil Science, 1, 18–31 (in Russian).

Kovda, V. A., 1973. Osnovy ucheniya o pochvakh: Obshchaya teoriya pochvoobrazovatel'nogo protsessa [Fundamentals of soils: The general theory of soil-forming process], Nauka, Moskva (in Russian).

- Kuzyakhmetov, G. G., 2006.** Vodorosli zonal'nykh pochv stepi i lesostepi [Algae of zonal soils steppes and forests of steppes], Ufa, Publication of Bashkir University (in Russian).
- Lavrik, M. O., 2009.** Geoekologicheskiye posledstviya vedeniya ugledobychi dlya pochv Zapadnogo Donbassa [Analysis of the causes and consequences of soil salinization in mining regions] Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 5(12), 278–285 (in Ukrainian).
- Maltseva, I. A., 2000.** Gruntoví vodorosti deyakikh zasolenikh gruntív Pívnichno-Zakhídnogo Priazov'ya [Algae soil of some soil salinity north-west Priazovye], Ecology and Noospherology, 9, 1-2, 92–97 (in Ukrainian).
- Maltseva, I. A., 2009.** Gruntovi vodorosti lisiv stepovoyi zony Ukrayiny [Soil algae of the forests of steppe area of Ukraine]. Luks, Melitopol (in Ukrainian).
- Metting, B., 1981.** The systematics and ecology of soil algae, Bot. Rev., 47, 195–312.
- Myl'kov, F. N., 1977.** Pryrodnye zony SSSR [Natura Zone USSR], Mysl, Moskva (in Russian).
- Novikova, A. V., 2007.** O proyavlenii i osobennostyakh solontsovykh svoystv v pochvakh stepnoy i sukhostepnoy zon Ukrainy [On the manifestation of solonchak properties in soils of the steppe and dry steppe zones in the south of Ukraine], Soil Science, 7, 811–882 (in Russian).
- Onishchenko, O. S., Danilenko, V. M., Dubrovina, L. A., et al., 2011.** Volodimir Ívanovich Vernads'kiy í Ukrayna [V. I. Vernadsky and Ukraine], Vibrani pratsi, 1(2) (in Ukrainian).
- Solonenko, A. M., Yarovoy, S. A., Podorozhniy, S. N., Raznopolov, O. N., 2006.** Vodorosli solonchakov stepanovskoy i fedotovoy kos severo-zapadnogo poberezh'ya Azovskogo morya [The algae of saline of the stepanovskaja and fedotova spits – north-western part of the sea of Azov], Gruntoznavstvo, 7, 3-4, 123–127 (in Ukrainian).
- Ukraina u tsifrah u 2011 rotsi, (2012).** Derzhavna sluzhba statistiki Ukraini. [Reigning Statistics Service of Ukraine], Statistichniy zbírník, redaktor Osaulenko O. G., Kiyv (in Ukrainian).
- Shekhovtseva, O. G., Maltseva, I. A., 2010.** Aerotekhnogennoye izmeneniye khimicheskikh pokazateley poverkhnostnogo gorizonta pochv – osnovnogo mesta sushchestvovaniya pochvennykh vodorosley (na primere urboekosistem g. Mariupolya) [Aerotechnogenic change of chemical indicators of superficial horizon of soils – the basic place of existence of soil algae (by example of urbanized ecosystems of Mariupol)], Gruntoznavstvo, 11, 1-2, 91–96 (in Ukrainian).
- Shtina, E. A., 1990.** Pochvennyye vodorosli kak ekologicheskiye indykatory [Soil algae as ecological indicators], Botan. zhurnal, 75(4), 441–453 (in Russian).
- Shtina, E. A., Nekrasova, K. A., 1985.** Reaktsiya pochvennykh vodorosley na antropogennyye vozdeystviya [Reaction of the anthropogenic impacts of algae in soil], Sb. nauch. trudov, Problemy antropogennogo vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu, Moscow, 56–62 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 24.09.2014

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