

## Ліхеноіндикаційна оцінка якості повітря невеликих і середніх міст півдня України

ВІТАЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ КЛИМЕНКО

KLYMENKO V.M. (2016). **Lichenoindicating assessment of air quality in small and medium-sized towns in southern Ukraine.** *Chornomors'k. bot. z.*, **12** (2): 191-205. doi:10.14255/2308-9628/16.122/8.

The results of the study of lichen indication surface layers of air in small and medium-sized towns of Kherson region: Berislav, Kakhovka, New Kakhovka are presented. Numeric limits of izotoxic lichen indication zones are calculated and their use during the research of lichen indication urban landscapes of Southern Ukraine is recommended. Species composition of epiphytic lichenobiotic groups from the territory of these towns, which has 43 species, are described. In terms of clean air Index the models of the spatial distribution of izotoxic lichenoidicating zones in these areas are calculated. For comparative analysis of the calculated area of izotoxic zones surveyed ranking of the towns for air quality was held. The highest air quality is in Berislav town, and the lowest is in New Kakhovka. The highest air quality of residential landscapes is in residential districts of Kakhovka town, and the lowest is in residential neighborhoods of New Kakhovka town.

*Keywords: lichen indication, urban landscapes, epiphytic lichens, air pollution*

КЛИМЕНКО В.М. (2016). **Ліхеноіндикаційна оцінка якості повітря невеликих і середніх міст півдня України.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **12** (2): 191-205. doi:10.14255/2308-9628/16.122/8.

Приведено результати ліхеноіндикаційного дослідження якості приземних шарів атмосферного повітря невеликих і середніх міст Херсонської області: Берислав, Каховка, Нова Каховка. Розраховано числові межі ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон та рекомендовано їх використання в ході проведення ліхеноіндикаційних досліджень урбанізованих ландшафтів південного регіону України. Описано видовий склад угруповань епіфітної ліхенобіоти з території зазначених міст, який налічує 43 види. За показниками розрахованого Індексу чистоти повітря побудовано моделі просторового розподілу ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон на вказаних територіях. За порівняльним аналізом розрахованої площі ізотоксичних зон, проведено ранжування досліджених міст за якістю повітря – найвища якість повітря на території м. Берислава, а найнижча у м. Нова Каховка. Найвища якість повітря серед селітебних ландшафтів, у спальних районах м. Каховки, а найнижча – у житлових кварталах Нової Каховки.

*Ключові слова: ліхеноіндикація, урбанізовані ландшафти, епіфітні лишайники, забруднення повітря*

КЛИМЕНКО В.Н. (2016). **Лихеноиндикационная оценка качества воздуха малых и средних городов юга Украины.** *Черноморск. бот. ж.*, **12** (2): 191-205. doi:10.14255/2308-9628/16.122/8.

Приведены результаты лихеноиндикационного исследования качества приземных слоев атмосферного воздуха небольших и средних городов Херсонской области Берислав, Каховка, Новая Каховка. Рассчитано числовые пределы изотоксичных лихеноиндикационных зон и рекомендовано их использование в ходе проведения лихеноиндикационных исследований урбанизированных ландшафтов южного региона Украины. Описаны видовой состав группировок эпифитной лихенобиоты с территории указанных городов, который насчитывает 43 вида. По показателям рассчитанного Индекса чистоты воздуха построены модели пространственного распределения изотоксичных лихеноиндикационных зон на указанных территориях. По результатам сравнительного анализа рассчитанной площади изотоксичных зон, проведено

ранжирование исследованных городов по качеству воздуха: высокое качество воздуха на территории г. Берислав, а самое низкое в г. Новая Каховка. Высокое качество воздуха среди селитебных ландшафтов в спальнях районах г. Каховки, а самое низкое – в жилых кварталах Новой Каховки.

*Ключевые слова:* ліхеноіндикація, урбанізовані ландшафти, епіфітні лишайники, забруднення повітря

В Україні результати досліджень якості атмосферного повітря з використанням епіфітних лишайників опубліковано для міст Львів [KONDRATYUK et al., 1991], Херсон [KHODOSOVTSSEV, 1995; KLYMENKO, 2015], Чернігів [ZELENKO, 1999], Київ [ДУМЕТРОВА, 2008], Ялта [KHODOSOVTSSEVA, 2009] та ін., які за класифікацією Б.С. Хорева [ГОРШЕВ, 2005] відносяться до категорії «великі», з чисельністю населення понад 100 тис. жителів. Території «середніх» міст (20–100 тис. жителів) почали досліджуватись відносно недавно і зводяться до опису поширення чутливих до якості повітря видів лишайників у містах Київської області: Ірпінь, Буча, Боярка [SHERSHOVA, 2016]. «Невеликі» міста, з населенням до 20 тис. жителів, взагалі лишилися поза увагою ліхеноіндикаційних досліджень. Зважаючи на різний ступінь розвитку промисловості та різний ступінь антропогенного пресингу, який є наслідком задоволення ресурсних потреб різної кількості населення у містах різної категорії, ліхеноіндикаційні дослідження середніх та невеликих міст стають все більше актуальними. Отже, метою нашої роботи є ліхеноіндикаційна оцінка якості низинних шарів атмосферного повітря невеликих і середніх міст півдня України: Нова Каховка, Каховка та Берислав.

### Матеріали та методи досліджень

Ліхеноіндикаційні дослідження якості приземних шарів атмосферного повітря оводились протягом 2012–2015 років в містах Каховка, Нова Каховка та Берислав (Херсонська область). Лишайникові угруповання досліджувалися на корі прямостоячих, не затінених дерев на висоті від 1 м до 2 м. Обиралися переважно дерева, які є найпоширенішими на досліджуваній території і мають близькі морфологічні характеристики перидерми, а саме *Quercus robur* та *Robinia pseudoacacia*. За відсутності на території цих форофітів, лишайникові угруповання досліджувалися на інших видах дерев: *Tilia cordata*, *Populus alba* тощо. Закладено 34 моніторингових ділянок, де було обстежено близько 350 дерев та виконано відповідну кількість ліхеноценотичних описів. Орієнтування на місцевості та фіксування GPS координат здійснювалось за допомогою планшетного комп'ютеру ASUS K004 з інстальованим додатком NAVITEL. Статистична обробка даних здійснювалась на базі програми EXCEL 2010. Просторове моделювання результатів дослідження здійснювалось пакетами програм MAPINFO 10.5.2 та QGIS 2.6.

Лишайники визначалися за загальноприйнятою методикою [KONDRATYUK, 2008] на базі лабораторії біорізноманіття та екологічного моніторингу кафедри ботаніки ім. Й.К. Пачоського Херсонського державного університету. Назви лишайників та авторів таксонів подано відповідно до «Index Fungorum» [INDEX FUNGORUM, 2016]. Синтетичним показником для встановлення ізотоксичних зон було обрано Індекс чистоти повітря в модифікованому варіанті С.Я. Кондратюка [KONDRATYUK, 1994] (далі ІЧПм), який найчастіше використовується у ліхеноіндикаційних дослідженнях в урбанізованих ландшафтах України. Цей показник дорівнює сумі добутків комбінованого показника покриття/трапляння та екологічних індексів, що відображають чутливість до забруднення видів, які утворюють лишайникові угруповання:

$$ІЧПм = \sum_{i=1}^m \frac{Q_i}{10} \sum_{j=1}^m \frac{a_{ij} \cdot b_{ij}}{m},$$

де  $Q_i$  – екологічний індекс кожного виду лишайників (середня кількість видів лишайників, що ростуть поряд із цим видом на всіх дослідних ділянках);  $a_{ij}$  та  $b_{ij}$  –

індекси проективного покриття та частоти трапляння епіфітних лишайників  $j$ -го класу відповідно;  $m$  – кількість класів проективного покриття  $i$ -го виду;  $n$  – кількість видів лишайників на дослідній ділянці.

Для окреслення меж ліхеноіндикаційних зон із різним ступенем атмосферного забруднення за розрахованими значеннями ІЧПм, було використано алгоритм запропонований Л.Ю. Димитровою, який використовувався при ліхеноіндикаційному дослідженні території міста Київ [ДУМЕТРОВА, 2008а]. Для відображення діапазону ІЧПм, який відповідає певній ізотоксичній зоні, використано змінну величину –  $f$ , яку було введено автором та використано при аналогічних дослідженнях території міста Херсон [КЛЮМЕНКО, 2015]. На основі цього, межі ізотоксичних зон розташовано в наступних діапазонах:

- дуже забруднена:  $ІЧП_{m_{min}} \leq f < \overline{ІЧПм} - \sigma$ ;
- середньозабруднена:  $\overline{ІЧПм} - \sigma \leq f < \overline{ІЧПм}$ ;
- слабозабруднена:  $\overline{ІЧПм} \leq f < \overline{ІЧПм} + \sigma$ ;
- незабруднена:  $\overline{ІЧПм} + \sigma \leq f \leq ІЧП_{m_{max}}$ ;

де,  $ІЧП_{m_{min}}$  і  $ІЧП_{m_{max}}$  – відповідно, мінімальне та максимальне значення індексу;  $\overline{ІЧПм}$  – середнє значення індексу на всіх дослідних ділянках;  $\sigma$  – стандартне відхилення (дисперсія);  $f$  – діапазон величин ІЧПм певної ізотоксичної зони.

Головним недоліком демаркації ізотоксичних зон за вищеписаним алгоритмом є необ'єктивність результуючих даних при проведенні ліхеноіндикаційних досліджень території із монотипною якістю повітря, яка часто є характерною для міст із малозначним антропогенним пресингом на атмосферне повітря. Об'єктивності ця методика набуває у випадку, коли на досліджуваній території явно представлені усі чотири типи ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон. При інших ввідних, доведеться вичленовувати чотири зони із різною якістю повітря, серед діапазону показників ІЧПм, які насправді відповідають значенню вужчого спектру ізотоксичних зон.

Для мінімізації описаного недоліку, який може виникнути при проведенні демаркації ізотоксичних зон на території міст, які відносяться до категорії малі та середні, автором розширено вибірку ІЧПм у розрахунок числових меж ізотоксичних зон за рахунок даних ліхеноіндикаційного дослідження якості повітря міста Херсон [КЛЮМЕНКО, 2015]. У наслідок цього, зони розташовуються у наступних числових межах (табл. 1):

Таблиця 1

Числові межі ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон

Table 1

Numerical limits of izotoxic lichen indication zones

Ізотоксична зона	Числові межі ізотоксичних зон (ІЧПм)
Дуже забруднена	$f < 22,25$
Середньозабруднена	$22,25 \leq f < 39,05$
Слабозабруднена	$39,05 \leq f < 55,85$
Незабруднена	$f \geq 55,85$

Зазначені у таблиці 1 діапазони ІЧПм ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон, доцільно використовувати при проведенні ліхеноіндикаційних досліджень урбанізованих території південного регіону України.

При окресленні меж ландшафтів враховувався їх вплив на формування розподілу ізотоксичних зон. Для диференціації міських ландшафтів використовувались критерії та назви запропоновані Ю.Г. Тютюнником, які різнять ландшафти у залежності від типу ландшафтоутворюючого компоненту та від виконуваної ними функції [POZACHENYUK, 2003]. На території дослідження було виявлено ділянки, які не відповідали запропонованим назвам, а саме відкриті ландшафти без забудови та

багаторічних насаджень, які ми віднесли до категорії міських ландшафтів «пустирі». До цієї групи ландшафтів автором також віднесено ділянки суходолу в межах міста, які використовуються для культивування однорічних сільськогосподарських культур, випасання свійської худоби та міські пляжі. Пустирі знайшли відображення на ландшафтних картах, але разом з аквальними ландшафтами виключені з ліхеноіндикаційного аналізу у зв'язку з відсутністю на їх територіях форофітів. Однак, для зручності користування, на території цих ландшафтів шляхом екстраполяції поширені ті ліхеноіндикаційні зони, які розташовані поруч.



Рис. 1. Топологічне розташування досліджуваної території.

Fig. 1. Topological location of the studied area.

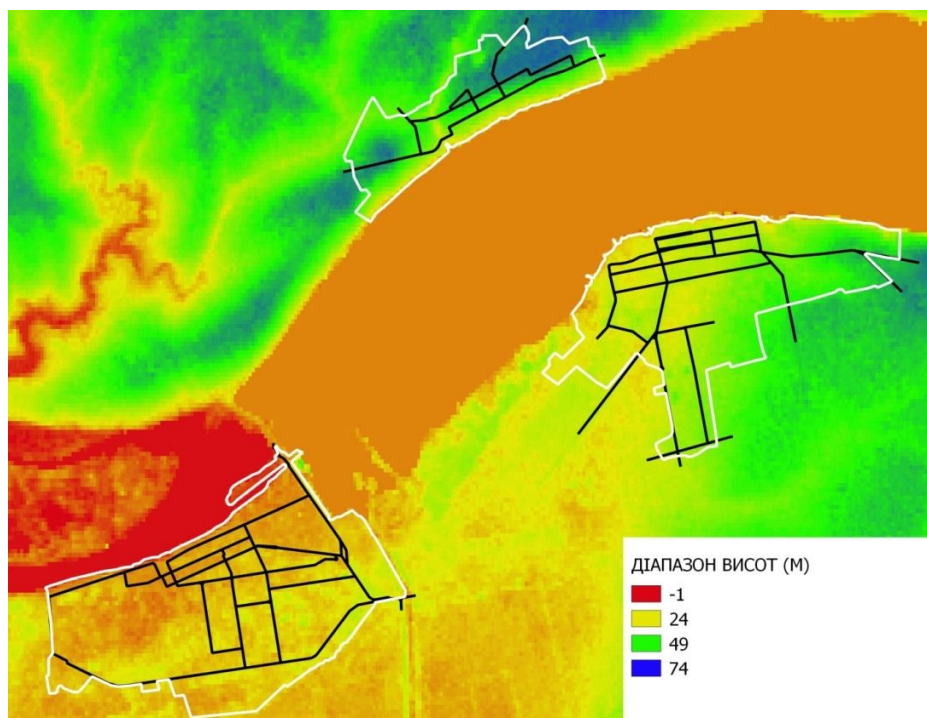


Рис. 2. Відносні перевищення висот на території міст Берислав, Каховка, Нова Каховка та їх околицях.

Fig. 2. Relative heights exceeding in the towns of Berislav, Kakhovka, New Kakhovka and their surroundings.



### Фізико-географічна характеристика території дослідження

Досліджувана територія розташована поблизу нижньої частини Каховського водосховища на правому (Берислав) та лівому (Каховка, Нова Каховка) берегах Дніпра у центральній частині Херсонської області (рис. 1). За фізико-географічним районуванням територія відноситься до Східноєвропейської рівнини, Південностепової підзони, Причорномосько-Приазовського краю, Нижньодніпровської терасово-дельтової області, Голопристансько-Дніпрянського (Берислав) та Скадовсько-Новокаховського (Каховка, Нова Каховка) районів [NATSIONALNYI ATLAS..., 2007]. Рельєф представляє собою слабо хвилясту рівнину, що розчленована ярами та балками, з кругим (правобережна частина) та пологим (лівобережна частина) нахилами до русла Дніпра. Перевищення висот до 75 м. Пересічна температура січня  $-3,9^{\circ}\text{C}$ , липня  $+22,8^{\circ}\text{C}$ . Період з температурою понад  $+10^{\circ}\text{C}$  становить 180 днів. Опадів випадає 360–380 мм за рік. Водневий показник опадів (pH) – 6,3 [PYLYPENKO, 2007].

В холодний період року домінують північні та північно-східні вітри, а у теплий – північні та північно-західні. Кількість днів у році зі швидкістю вітру до 5 м/с (сприяє утворенню зон з підвищеною концентрацією забруднювальних речовин та формує високий ступінь забруднення атмосферного повітря поблизу стаціонарних джерел забруднення) – 85 [NATSIONALNYI ATLAS..., 2007].

Відносні перевищення висот на досліджуваній території, які є одним з головних факторів акумуляції та розвіювання токсикантів з питомою вагою та густиною вище ніж у атмосферного повітря [DIDUKH, 2012], зображено на рисунку 2.

### Результати досліджень

На території міст Берислав, Каховка, Нова Каховка ідентифіковано 43 види епіфітних лишайників. 25 таксонів є спільними для трьох адміністративно-територіальних одиниць (таблиця 2 – відмічені зірочкою), 5 – зустрічаються на території двох і відсутні у третій, решта – 13 – унікальні для одного із трьох міст.

Зазначені у таблиці 2 екологічні індекси епіфітної ліхенобіоти доцільно використовувати при ліхеноіндикаційних дослідженнях якості повітря міст південного регіону України.

**Берислав.** Населення міста становить 13,5 тис. осіб, що відносить його до категорії – невеликі міста, група – малі. Поверхня території має нахил з північного-заходу на південний-схід, діапазон перевищення висот у межах 60 метрів (рис. 2). Західніше центру, між вулицями І. Франка та Урицького, Берислав поперечно розчленовано балкою, ширина якої місцями сягає 200 м. Територія міста сформована шістьма типами урбанізованих ландшафтів та займає площу 8 км<sup>2</sup> (Рис. 3). Домінуючими є: селітебні – 4,2 км<sup>2</sup> (52,5 % площі території міста); пустирі – 3 км<sup>2</sup> (37,5 %); садово-паркові – 0,3 км<sup>2</sup> (3,75 %); промислові – 0,3 км<sup>2</sup> (3,75); складські – 0,2 км<sup>2</sup> (2,5 %). Просторову локалізацію ландшафтів відображено на рисунку 4. Транспортні ландшафти представлені лінійними структурами, полігональний компонент дуже незначний за площею. У зв'язку з цим остання група ландшафтів відсутня в аналізі ізотоксичного зонування. Ландшафтоутворюючий компонент селітебних ландшафтів – переважно, одноповерхові будівлі з прилеглими земельними ділянками, багатоповерхові споруди зустрічають рідко розрізненими комплексами, окремих кварталів висотної забудови не утворюють. Садово-паркові ландшафти у більшості випадків локалізовано в західній частині міста, а промислові і складські у східній. Ізотоксичне зонування ландшафтів відображено в таблиці 3.

Таблиця 2  
Видовий склад, ліхеноіндикаційні показники та розподіл видів епіфітних лишайників міст Берислав, Каховка, Нова Каховка в ліхеноіндикаційних ізотоксичних зонах

Table 2  
Species composition, distribution and performance of lichenoidindicating species of epiphytic lichens in Berislav, Kakhovka, New Kakhovka on lichen indication izotoxic areas

№	Вид	Q <sub>i</sub>	b				m	Ізотоксичні зони			Незабрудне -на
			1	2	3	4		Дуже забруднена	Середньо-забруднена	Слабо-забруднена	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	<i>*Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	12,158	5	3			2		+	+	
2.	<i>*Athalia pyraea</i> (Ach.) Arup, Frödén & Söchting	10,314	4	3			2	+	+	+	+
3.	<i>*Calogaya lobulata</i> (Flörke) Arup, Fröden & Söchting	10,438	4	3	2		3	+	+	+	+
4.	<i>Calogaya decipiens</i> (Arnold) Arup, Fröden & Söchting	11,667	6				1		+	+	+
5.	<i>Calogaya saxicola</i> s. lat.	12,5	4	4			2		+	+	+
6.	<i>Caloplaca obscurella</i> (J. Lahm) Th. Fr.	11	6				1		+	+	
7.	<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Arnold	14,5	6				1				+
8.	<i>*Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.	10,87	5	3			2		+	+	+
9.	<i>*Candelariella xanthostigma</i> (Pers. ex Ach.) Lettau	10,417	5	3			2		+	+	
10.	<i>Diplotomma alboatrum</i> (Hoffm.) Flot.	12	6				1		+	+	
11.	<i>*Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	12,889	4	3			2		+	+	+
12.	<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	16,333	4	3			2		+	+	+
13.	<i>*Lecania ephedrae</i> Elenkin	13,429	6				1		+	+	+
14.	<i>*Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl	13	6	2			2		+	+	+
15.	<i>*Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.	12,519	5	3			2		+	+	+
16.	<i>*Lecanora dispersa</i> (Pers.) Röhl.	10,913	4	3	2		3		+	+	+
17.	<i>*Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.	11,421	5	3			2		+	+	+
18.	<i>Lecanora persimilis</i> (Th. Fr.) Arnold	13,875	6				1				+
19.	<i>Lecanora saligna</i> (Schröd.) Zahlbr.	13,25	5	3			2		+	+	+
20.	<i>Lecanora semipallida</i> H. Magn.	12	6				1		+	+	+
21.	<i>*Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy	12,688	4	3			2		+	+	+
22.	<i>*Massyukiella polycarpa</i> (Hoffm.) S. Y. Kondr., Fedorenko, S. Stenroos, Kärnefelt, Elix, J.S. Hur & A. Thell	12,571	4	3			2	+	+	+	+
23.	<i>Massyukiella ucrainica</i> (S. Y. Kondr.) S. Y. Kondr., Fedorenko, S. Stenroos, Kärnefelt, Elix, J.S. Hur & A. Thell	12,2	4	3			2		+		
24.	<i>Metamelia exasperatula</i> (Nyl.) Essl.	16	6				1				+
25.	<i>Metanelia glabra</i> (Nyl.) Essl.	13	6				1				+
26.	<i>Oxneria fulva</i> (Hoffm.) S. Y. Kondr. & Kärnefelt	12	6				1			+	+
27.	<i>*Parmelia sulcata</i> Taylor	11,545	4	3	2		3		+	+	+

Продовження таблиці 2

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
28.	<i>*Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg	11,237	3	3	2		3		+	+	+
29.	<i>*Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	9,8	2	4	3	2	4	+	+	+	+
30.	<i>*Physcia adscendens</i> (Tr.) H. Olivier	10,18	2	4	3		3	+	+	+	+
31.	<i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau	11,5	6				1			+	
32.	<i>*Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	13,267	5	2			2		+	+	+
33.	<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	11,867	5	3			2		+	+	+
34.	<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	14	5		3		2		+	+	+
35.	<i>*Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	12,235	5	3			2		+	+	+
36.	<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf	13,375	5	2			2		+	+	+
37.	<i>*Ramalina pollinaria</i> (Westr.) Ach.	14,25	6				6		+	+	+
38.	<i>*Rinodina pityrea</i> Ropin & H. Mayrhofer	10,977	5	3			2		+	+	+
39.	<i>*Rinodina pyrina</i> (Ach.) Arnold	11,171	3	5	2		3		+	+	+
40.	<i>*Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vězda	12,08	4	3	2		3	+	+	+	+
41.	<i>*Scoliciosporum gallurae</i> Vězda & Poelt	11,267	2	5			2		+	+	+
42.	<i>Scoliciosporum sarothamni</i> (Vain.) Vězda	16	6				1		+	+	+
43.	<i>*Xanthoria parietina</i> (L.) Beltr.	9,86	2	4	3		3	+	+	+	+

\* – Позначено види, які знайдено на території трьох міст.

Таблиця 3

## Ізотоксичне зонування урбанізованих ландшафтів м. Берислав (%)

Table 3

## Izotoxic zoning of Berislav urban landscapes (%)

Урболандшафти*	1	2	3	4
Ізотоксична зона				
Незабруднена	50	62,9		
Слабозабруднена	31	37,1	100	85
Середньозабруднена	19			15

\* 1 – селітебні; 2 – садово-паркові; 3 – промислові; 4 – складські.

Епіфітна ліхенофлора Берислава налічує 32 види. Окрім 25 таксонів, які зустрічаються на території усіх досліджуваних міст, унікальними для Берислава є *Calogaya decipiens*, *Caloplaca saxicola*, *Lecanora semipalida*, *Melanelia exasperatula*. Лишайники *Hypogymnia tubulosa*, *Lecanora saligna* та рідкісний для півдня України *Massjukiella ucrainica* [KLYMENKO, KNODOSOVTSSEV, 2014] є спільними з Новою Каховкою.

На території міста ідентифіковано 3 ізотоксичні ліхеноіндикаційні зони. Найбільша за площею – незабруднена, її територія – 3,9 км<sup>2</sup>, що становить 48,72 % від загальної площі міста. Локалізується переважно в південно-західній частині, невелика ділянка зустрічається у північно-східних околицях Берислава. Проектується на ландшафти міста наступним чином: 2,1 (53,9 %) км<sup>2</sup> селітебні ландшафти, 1,6 км<sup>2</sup> (48 %) пустирі, 0,2 км<sup>2</sup> (5,1 %) садово-паркові ландшафти. Друга за площею – слабозабруднена зона – 3,2 км<sup>2</sup>, 40 % від загальної площі, тяжіє до північно-східних районів міста. Площа проєкції на урболандшафти наступна: 0,3 км<sup>2</sup> (9,4 %) – промислові ландшафти, 0,2 км<sup>2</sup> (6,3 %) – складські, 1,3 км<sup>2</sup> (40,6 %) – селітебні, 0,1 км<sup>2</sup> (3,1 %) – садово-паркові, 1,3 км<sup>2</sup> (40,6 %) – пустирі. Найменша за площею – середньозабруднена зона – 0,9 км<sup>2</sup>, 11,25 % площі міста. Проектується на урболандшафти наступним чином: 0,03 км<sup>2</sup> (3,4 %) – складські ландшафти, 0,72 км<sup>2</sup> (80,9 %) – селітебні, 0,14 км<sup>2</sup> (15,7 %) – пустирі. Сформована двома окремими локалітетами, що розташовуються східніше географічного центру міста. Менший, площею 0,3 км<sup>2</sup>, територіально приурочений до Бериславського елеватору. Більший, площею 0,6 км<sup>2</sup>, виписаний в умовну трапецію, більша основа якої співпадає з вул. Червоноармійською, а менша – з вул. Некрасова. В кутах умовної трапеції розташовуються: Бериславський машинобудівний завод, Бериславський завод будівельних матеріалів, Бериславський хлібозавод та Бериславський елеватор. Вірогідно прямий та опосередкований вплив цих об'єктів промислової інфраструктури є причиною зниження якості атмосферного повітря у цьому районі міста.

В цілому якість повітря на території м. Берислав знаходиться на досить високому рівні, на це вказує сумарний відсоток площі маркерів високої якості повітря – незабрудненої та слабозабрудненої ліхеноіндикаційних зон – 88,75 % та відсутність дуже забрудненої зони. Найнижчу якість повітря зафіксовано на території селітебних ландшафтів, 19 % площі яких знаходиться у середньозабрудненій зоні, а найвищу на території садово-паркових ландшафтів, які повністю розташовані у незабрудненій та слабозабрудненій зонах.



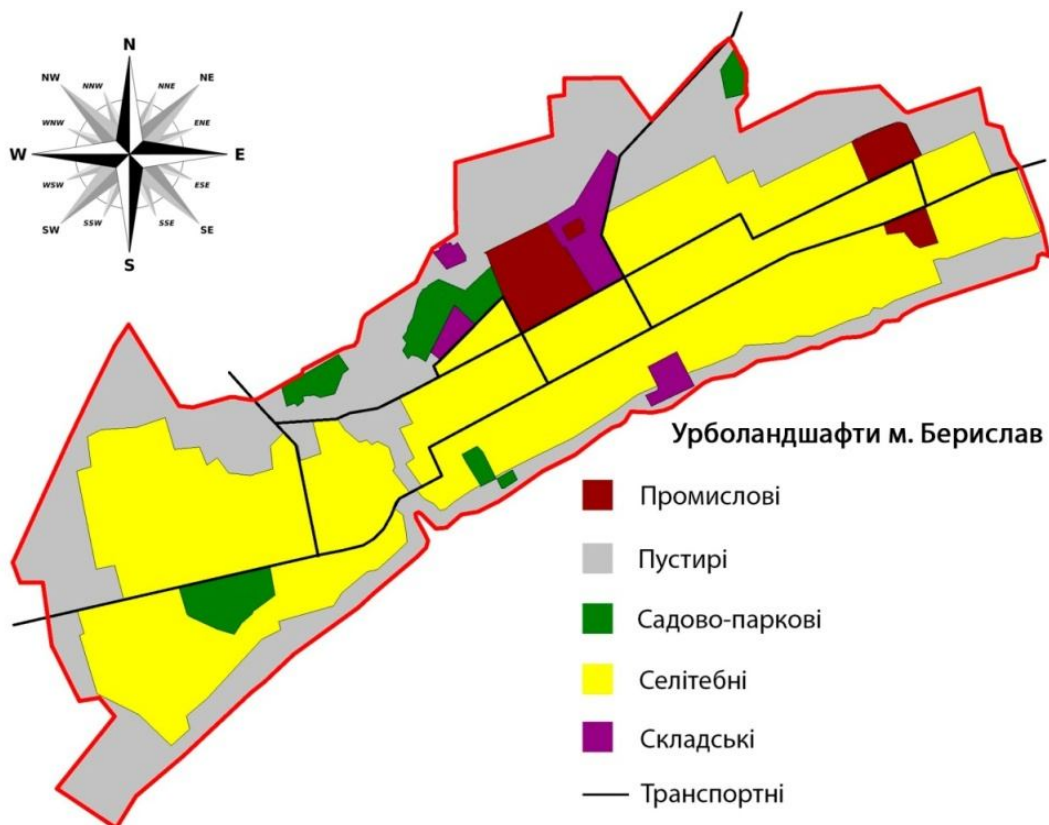


Рис. 3. Ландшафтна диференціація м. Берислав.

Fig. 3. Landscape differentiation of Berislav town.

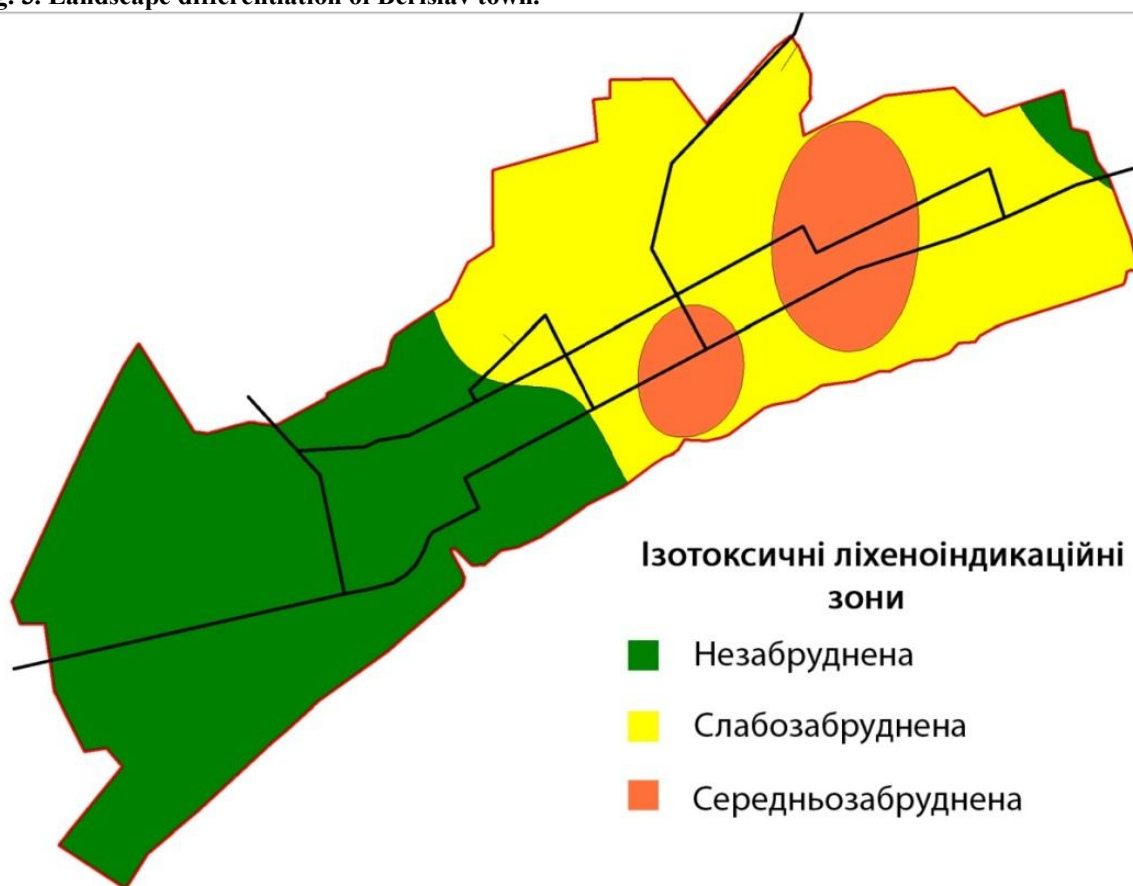


Рис. 4. Розподіл ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон на території м. Берислав.

Fig. 4. Distribution of izotoxic lichen indication zones in Berislav town.

**Каховка.** Населення міста становить 38 тис. осіб, що відносить його до категорії – середні міста, група – напівсередні. Поверхня території полого нахилена у північно-західному напрямі, діапазон відносного перевищення висот у межах 50 метрів (рис. 2). Каховка сформована шістьма типами урбанізованих ландшафтів та займає площу 17,2 км<sup>2</sup> (рис. 5). Ландшафти віднесені до категорій пустирів є домінуючими на території міста, їх площа становить 7 км<sup>2</sup> (40,7%). Вони локалізуються переважно у південних районах міста. Селітебні ландшафти Каховки займають площу 6,5 км<sup>2</sup> (37,8 % площі території міста), промислові та складські по 1,6 км<sup>2</sup> (9,3 %), садово-паркові – 0,5 км<sup>2</sup> (2,9 %). Ландшафтоутворюючий компонент селітебних ландшафтів це переважно малоповерхові будівлі з прилеглими земельними ділянками. У північній та західній частині міста ближче до центру є два житлові масиви з багатоповерховою забудовою. Складські та промислові ландшафти розміщені рівномірно на всій території міста, їх найбільші за площею об'єкти розміщено у східних та південних околицях міста. Садово-паркові ландшафти мають здебільшого лінійний характер та розміщуються вздовж транспортних шляхів та берегової лінії Каховського водосховища. Виключенням є міський дендропарк, найбільший рекреаційний об'єкт, який розташований у північно-східній частині міста. Транспортні ландшафти представлені лінійними структурами, полігональний компонент дуже незначний за розміром, через що останню групу ландшафтів важко відобразити у статистичних матеріалах статті. Ізотоксичне зонування ландшафтів відображено в таблиці 4.

Таблиця 4

Ізотоксичне зонування урбанізованих ландшафтів м. Каховка (%)

Table 4

Izotoxic zoning of Kakhovka town urban landscapes (%)

Урболандшафти*	1	2	3	4
Ізотоксична зона				
Незабруднена	49,2	24,5		25
Слабозабруднена	33,9	24,5	51,25	43,72
Середньозабруднена	16,9	51	48,75	31,25

\* 1 – селітебні; 2 – садово-паркові; 3 – промислові; 4 – складські.

Епіфітна ліхенофлора Каховки налічує 32 види. Лише у Каховці були знайдені *Candelaria concolor*, *Diplotomma alboatrum*, *Melanelia glabra*, *Physconia grisea*. Лишайники *Lecanora persimilis*, *Physcia tenella* та *Pseudoevernia furfuracea* є спільними з Новою Каховкою. Інші 25 видів були спільними як з Новою Каховкою, так і Бериславом.

На території міста ідентифіковано 3 ізотоксичні ліхеноіндикаційні зони (рис. 6). Найбільша за площею слабозабруднена – 8,4 км<sup>2</sup> (48,8 % території міста). Її ядро знаходиться у географічному центрі міста, а три промені виходять за його межі у північно-західному, північно-східному, та південному напрямках. Проектується на міські ландшафти наступним чином: 3,2 км<sup>2</sup> (38,1 %) – селітебні ландшафти; 3,56 км<sup>2</sup> (42,4 %) – пустирі; 0,12 км<sup>2</sup> (1,4 %) – садово-паркові ландшафти; 0,82 км<sup>2</sup> (9,8 %) – промислові ландшафти; 0,7 км<sup>2</sup> (8,3 %) – складські. Друга за площею незабруднена зона – 5 км<sup>2</sup> (29,1 % території міста). Сформована трьома полігонами у західних, північних та східних околицях міста. Проектується на всі типи урболандшафтів окрім промислових, наступним чином: 2,2 км<sup>2</sup> (44 %) – селітебні ландшафти; 2,3 км<sup>2</sup> (45,6 %) – пустирі; 0,12 км<sup>2</sup> (2,4 %) – садово-паркові ландшафти; 0,4 км<sup>2</sup> (8 %) – складські. Найменша за площею – середньозабруднена зона – 3,8 км<sup>2</sup> (22,1 % площі міста). Територіально тяжіє до промислових і складських об'єктів, та до зон, де спостерігається концентрація автомобільного транспорту. Ця зона проектується на міські ландшафти наступним чином: 1,1 км<sup>2</sup> (28,9 %) – селітебні ландшафти; 1,2 км<sup>2</sup>

(30,8 %) – пустирі; 0,25 км<sup>2</sup> (6,6 %) – садово-паркові ландшафти; 0,78 км<sup>2</sup> (20,5 %) – промислові ландшафти; 0,5 км<sup>2</sup> (13,2 %) – складські.

Якість повітря на території м. Каховка доволі висока. На це вказує відсутність дуже забрудненої зони та сумарний відсоток площі незабрудненої та слабозабрудненої ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон, який становить 77,9 %. Найнижча якість повітря на території садово-паркових ландшафтів, 51 % площі яких знаходиться у середньозабрудненій зоні. Такий несподіваний результат пов'язаний з тим, що остання група ландшафтів зазнає деструктивного впливу від поллютантів, які надходять із сусідніх територій, та амортизує цей вплив.

**Нова Каховка.** Населення міста становить 73 тис. осіб, що за класифікацією Б.С. Хорева відносить його до категорії – середні міста, група – середні. Поверхня території – слабохвиляста рівнина, із зонами депресії рельєфу у західних, північно-східних, південних районах та уздовж берегової лінії Дніпра. Відносні перевищення висот у межах 22 м. Територія Нової Каховки сформована сімома типами урболандшафтів та займає площу 22,6 км<sup>2</sup>. Їх просторові параметри наступні: садово-паркові – 6,6 км<sup>2</sup> (29 % території міста); селітебні – 6 км<sup>2</sup> (26,5 %); пустирі – 4,8 (21 %); складські – 3,7 (16,2 %); промислові – 1,5 км<sup>2</sup> (6,7 %); аквальні – 0,1 км<sup>2</sup> (0,6 %). Локалізацію ландшафтів на території міста відображено на рисунку 7. Ландшафтоутворюючими компонентами селітебних ландшафтів є переважно багатоповерхові будівлі, які розташовані у центральних районах, та одноповерхові будівля, що займають північно-західну частину міста. Садово-паркові ландшафти розміщуються більш-менш рівномірно на всій території, основні площі знаходяться у південних околицях міста. Промислові та складські ландшафти, винесені на периферію у східному та південному напрямках. Транспортні ландшафти представлені густою мережею доріг та залізницею, яка паралельно із автомобільними шляхами облямовує східні і південні околиці міста. Аквальні ландшафти представлені сезонними водоймами в низинах західного району міста, в посушливі періоди року вони зникають. Два останні типи ландшафтів знайшли відображення в картографічних матеріалах статті, але через ряд вище зазначених особливосте прибрані з обговорення їх ізотоксичної структури. Ізотоксичне зонування ландшафтів відображено в таблиці 5.

Таблиця 5

Ізотоксичне зонування урбанізованих ландшафтів м. Нова Каховка (%)

Table 5

Izotoxic zoning of New Kakhovka town urban landscapes (%)

Урболандшафти* Ізотоксична зона	1	2	3	4
Незабруднена	5	43,8	27,9	18,7
Слабозабруднена	26,7	28,8	55	29
Середньозабруднена	63,3	27,4	10,4	49,8
Дуже забруднена	5		6,7	2,5

\* 1 – селітебні; 2 – садово-паркові; 3 – промислові; 4 – складські.

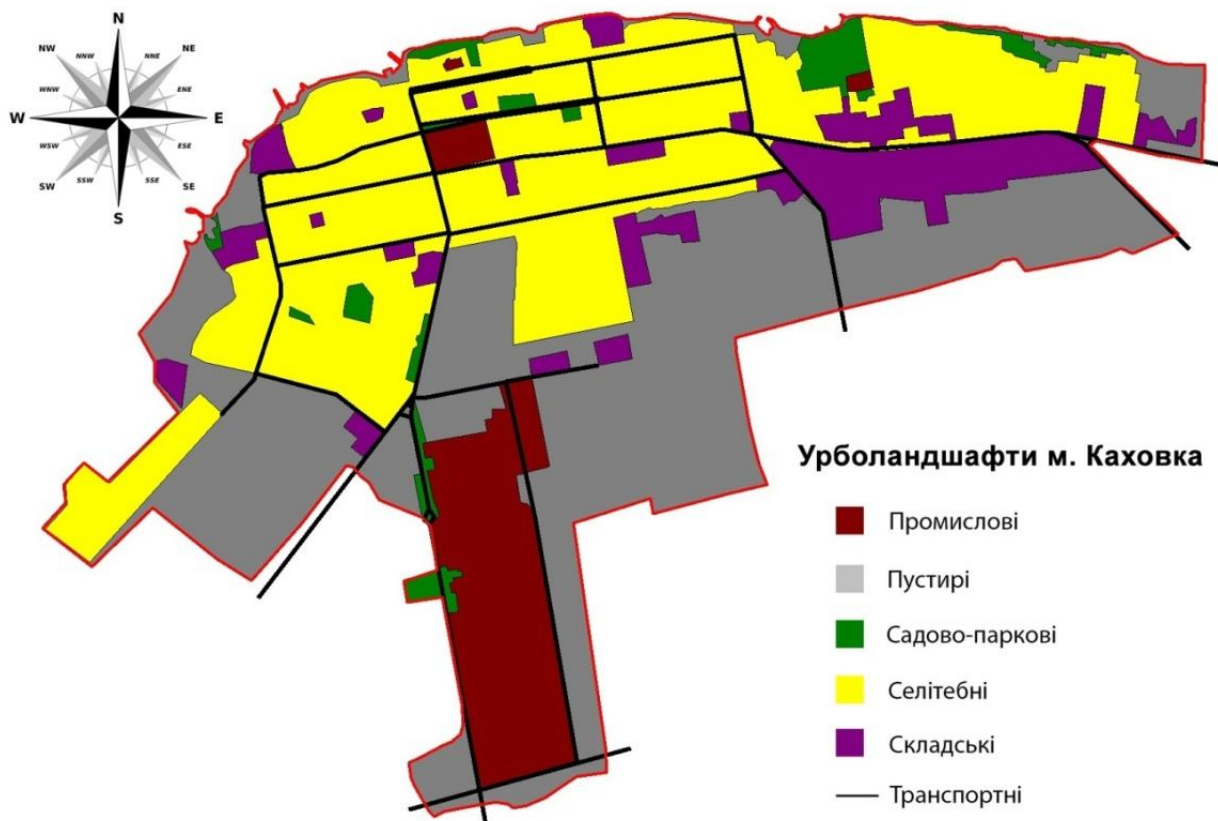


Рис. 5. Ландшафтна диференціація м. Каховка.

Fig. 5. Landscape differentiation of Kakhovka town.

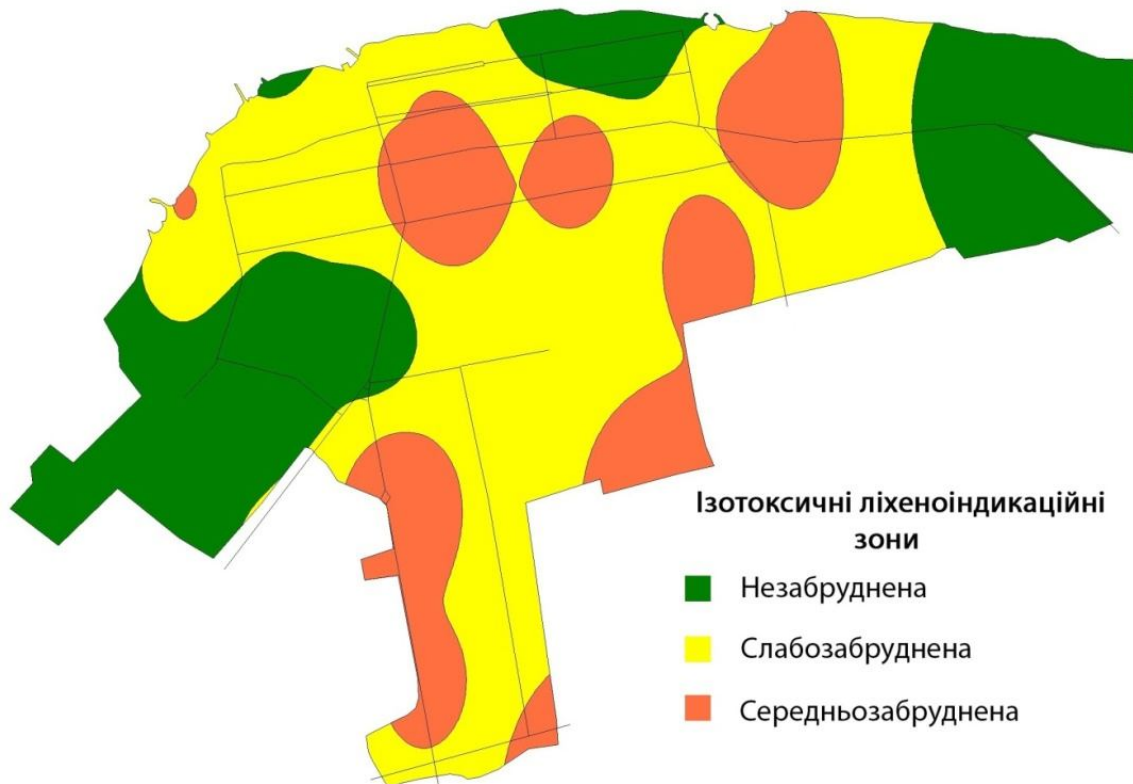


Рис. 6. Розподіл ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон на території м. Каховка.

Fig. 6. Distribution of izotoxic lichen indication zones in Kakhovka town.



Рис. 7. Ландшафтна диференціація м. Нова Каховка.

Fig. 7. Landscape differentiation of Nova Kakhovka town.



Рис. 8. Розподіл ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон на території м. Нова Каховка.

Fig. 8. Distribution of izotoxic lichen indication zones in New Kakhovka town.



Епіфітна ліхенофлора налічує 35 видів. Лише в межах Нової Каховки виявлено чотири види: *Caloplaca obscurella*, *Oxneria fulva*, *Physcia dubia* та *Scoliciosporum sarothamni*.

На території міста розташовано чотири ізотоксичні ліхеноіндикаційні зони. Домінуючою за площею є середньозабруднена – 8,5 км<sup>2</sup>, що становить 37,6 % території міста. Знаходиться зона переважно у північно-східних та східних районах міста. Проектується на ландшафти міста наступним чином: 3,8 км<sup>2</sup> (44,6 %) – селітебні; 1,82 км<sup>2</sup> (21,3 %) – складські; 1,8 км<sup>2</sup> (21,1 %) – садово-паркові; 0,95 км<sup>2</sup> (11,1 %) – пустирі; 0,16 км<sup>2</sup> (1,8 %) – промислові. Слабозабруднена займає площу 6,9 км<sup>2</sup>, це 30,5% території міста. Площа та відсоток проекції на урболандшафти наступні: 1,89 км<sup>2</sup> (27,5 %) – садово-паркові; 1,6 км<sup>2</sup> (23,3 %) – селітебні; 1,5 км<sup>2</sup> (21,8%) – пустирі; 1,06 км<sup>2</sup> (15,4 %) – складські; 0,82 км<sup>2</sup> (12 %) – промислові. Незабруднена зона займає 6,7 км<sup>2</sup>, що становить 29,6 % території міста. Вона проектується на урбанізовані ландшафти наступним чином: 2,87 км<sup>2</sup> (42,8 %) – садово-паркові; 2,3 км<sup>2</sup> (34,3 %) – пустирі; 0,68 км<sup>2</sup> (10,2 %) – складські; 0,42 км<sup>2</sup> (6,2 %) – промислові; 0,3 км<sup>2</sup> (4,5 %) – селітебні; 0,14 км<sup>2</sup> (2,1 %) – аквальні. Площа дуже забрудненої зони 0,5 км<sup>2</sup>, що становить 2,2% території міста. Величина та відсоток проекції на урболандшафти наступні: 0,3 км<sup>2</sup> (61,2 %) – селітебні; 0,1 км<sup>2</sup> (20,4 %) – промислові; 0,09 км<sup>2</sup> (18,4 %) – складські.

Якість повітря на території Нової Каховки найнижча серед досліджених міст. Про це свідчить поява дуже забрудненої зони та порівняно невисокий відсоток площі незабрудненої та слабозабрудненої ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон у місті, який становить 60,2 %. Найвищу якість повітря зафіксовано на території садово-паркових ландшафтів 72,6 % площі яких розташовано у незабрудненій та слабозабрудненій зонах. Найнижча якість повітря на території селітебних ландшафтів.

### Висновки

При проведенні ліхеноіндикаційного дослідження якості атмосферного повітря на території міст Берислав, Каховка та Нова Каховка нами встановлено, що їх епіфітна ліхенофлора налічує 32, 32 та 35 видів відповідно.

У ході дослідження найвищу якість повітря виявлено у місті Берислав, де сумарний відсоток площі незабрудненої та слабозабрудненої ліхеноіндикаційних зон становить 88,75 % території міста; на другому місці м. Каховка – 77,9 %; на третьому – Нова Каховка – 60,25 %.

Найвищу якість повітря серед селітебних ландшафтів відмічено у місті Каховка, про що свідчить 83,1 % площі проекції незабрудненої та слабозабрудненої зони. Найнижча якість повітря у житлових районах Нової Каховки, де площа зазначених зон дорівнює 31,7 %.

### References

- DIDUH YA.P. (2012). *Osnovi bioindikatsii*. K.: Nauk. dumka. 344 p. [Дідух Я.П. (2012). *Основи біоіндикації*. К.: Наук. Думка. 344 с.]
- ДУМТРОВА Л. (2008a). *Ukr. botan. journ.*, **65** (4): 572-585. [ДИМИТРОВА Л.В. (2008a). Ліхеноіндикація забруднення атмосферного повітря м. Києва. *Укр. ботан. журн.*, **65** (4): 572-585]
- ДУМТРОВА Л. (2008b). *Ukr. bot. zhurn.*, **65** (1): 133-140. [ДИМИТРОВА Л.В. (2008b). Ліхеноіндикація забруднення атмосферного повітря у м.Полтава. *Укр. ботан. журн.*, **65** (1): 133-140]
- KNODOSOVITSEV A. (1995). *Konstanty*, **2** (4): 52-60. [ХОДОСОВЦЕВ А.Е. (1995). Ліхеноіндикационная оценка степени загрязненности воздуха в городе Херсоне. *Константы*, **2** (4): 52-60]
- KNODOSOVITSEVA YU. A. (2011). *Biologichni systemy*, **2** (3): 63-68. [ХОДОСОВЦЕВА Ю.А. (2011). Лишайники як індикатори якості атмосферного повітря урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру. *Біологічні системи*, **2** (3): 63-68]
- KNODOSOVITSEVA YU.A. (2009). *Chornomors'k. botan. z.*, **5** (3): 397-405. [ХОДОСОВЦЕВА Ю.А. (2009). Ліхеноіндикаційна оцінка якості атмосферного повітря рекреаційних ландшафтів Ялтинського амфітеатру. *Чорноморськ. ботан. ж.*, **5** (3): 397-405]



- KLYMENKO V., KHODOSOVTSSEV A. (2014). *Massjukiella ucrainica* – rідkisnyi dlya pıvdnya Ukrainy ksantorıoidnyi lyshainyk z urbanizovanykh landshaftıv. *Chornomorsk. bot. zh.*, **10** (2): 246-248. [КЛИМЕНКО В.М., ХОДОСОВЦЕВ А.Е. (2014). *Massjukiella ucrainica* – рідкісний для півдня України ксанторіоїдний соредіозний лишайник з урбанізованих ландшафтів. *Чорноморськ. бот. ж.*, **10** (2): 246-248]
- KLYMENKO V.N. (2015). *Chornomors'k. bot. z.*, **11** (4): 521-534. [КЛИМЕНКО В.М. (2015). Ліхеноіндикаційна оцінка змін якості атмосферного повітря міста Херсона за 20 років. *Чорноморськ. бот. ж.*, **11** (4): 521-534]
- KONDRATYUK S.Y., KUCHERYAVYI V.O., KRAMARETS V.O. (1991). *Ukr. Botan. Journ.*, **48** (2): 72-76. [КОНДРАТЮК С.Я., КУЧЕРЯВИЙ В.О., КРАМАРЕЦЬ В.О. (1991). Ліхеноіндикація забруднення повітря у м. Львові. *Укр. ботан. журн.*, **48** (2): 72-76]
- KONDRATYUK S.YA. (2008). *Indykatsiia stanu navkolyshnoho seredovyshcha Ukrayiny za dopomohoiu lyshainyktiv.* K.: Naukova dumka. 335 p. [КОНДРАТЮК С.Я. (2008). Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників. К.: Наукова думка. 335 с.]
- NATSIONALNYI atlas Ukrainy//NAN Ukrainy (2007). K.: Kartografiia. 440 p. [НАЦІОНАЛЬНИЙ атлас України / НАН України (2007). К.: Картографія. 440 с.]
- POZACHENYUK O. (2003). *Terretorialnoe planirovanie.* Simferopol: Dolia. 287 p. [ПОЗАЧЕНЮК Е.А. (2003). Територіальне планування. Симферополь: Доля. 287 с.]
- PYLYPENKO I. et al. (2007). *Geografiya Khersonschyny.* Kherson: Vischemirskiy V.S. 221 p. [ПИЛИПЕНКО І.О. та ін. (2007). Географія Херсонщини. Херсон: ПП Вишемирський В.С. 221 с.]
- SHERSHOVA N.V. (2016). *Ukr. Bot. Journ.*, **73** (1): 56-60. [ШЕРШОВА Н.В. (2016). Поширення чутливих до стану атмосферного повітря лишайників у малих містах Київської області. *Укр. ботан. журн.*, **73** (1): 56-60]
- TOPCHIEV O.G. (2005) *Suspilno-geografichni doslidzhennya: metodologiya, metodi, metodiki Navchalniy posibnik.* Odesa: Astroprint. 632 p. [ТОПЧІЄВ О.Г. (2005). Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методики Навчальний посібник. Одеса: Астропринт, 632 с.]
- ZELENKO S.D. (1999). *Ukr. Bot. Journ.*, **56** (1): 64-67. [ЗЕЛЕНКО С.Д. (1999). Ліхеноіндикаційна оцінка забрудненості повітря м. Чернігова. *Укр. ботан. журн.*, **56** (1): 64-67]

Рекомендує до друку  
Ходосовцев О.Є.

Отримано 24.05.2016

Адреса автора:  
В.М. Клименко  
Херсонський державний університет  
вул. Університетська, 27  
Херсон 73000  
Україна  
e-mail: vklim@i.ua

Author's address:  
V.M. Klymenko  
Kherson State University  
27, Universytetska str.  
Kherson 73000  
Ukraine  
e-mail: vklim@i.ua