

ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДИ

УДК 582.32:581.526.42/45 (477)
<https://doi.org/10.33989/2414-9810.2019.5.1.195117>

Ю.В. Гапон¹, С.Я. Кондратюк², С.В. Гапон³

¹Українська медична стоматологічна академія
вул. Шевченка, 23, Полтава, 36011, Україна

²Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська 2, Київ 01004, Україна

³Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка
вул. Остоградського, 2, Полтава, 36003, Україна

¹ksya_net@ukr.net

²gyra82@gmail.com

³gaponsv58@gmail.com

¹ORCID 0000-0002-3513-4637

³ORCID 0000-0002-4902-6055

ПОРІВНЯННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МІСТ ЗА ДОПОМОГОЮ МОХОПОДІБНИХ

У роботі наведено результати проведення біомоніторингових досліджень в міських екосистемах міст Миргорода та Лубен (Полтавська обл.) за бріоіндикаційними методами. Визначені екологічні коефіцієнти мохоподібних та проведено розрахунки індексу чистоти повітря (ІПЧ), на основі якого були виділені на території міст п'ять зон, диференційованих за ступенем забруднення навколишнього середовища: сильно забруднена зона (ІПЧ = 0–0,9); зона достатнього забруднення (ІПЧ = 1,0–2,6); середньо забруднена зона (ІПЧ = 2,7–4,9); слабо забруднена зона (ІПЧ = 5,0–10,0); незабруднена зона (ІПЧ > 10).

Укладені картосхеми зонування міст свідчать про їх нерівномірну забрудненість. У м. Миргород сильно- та достатньо забруднена зона територіально виражені мало і приурочені до центральної вулиці Гоголя та перетину її з іншими вулицями. Середньо забруднена зона сконцентрована в південній частині міста, хоча острівцями відмічена в північній та більшою мірою в центральній частині. Незабруднена зона розміщена окремими осередками в східній та південно-східній частині міста, а основна її площа сконцентрована на території лісопаркової зони території курорту «Миргород», яка приурочена до долини р. Хорол. Основна площа міста знаходиться в слабкозабрудненій зоні, що, на нашу думку, сприяє розвитку місту-курорту.

У м. Лубнах сильно- та достатньо забруднені зони займають значно більші площі, ніж в м. Миргороді, вони приурочені до головних автомагістралей міста. Слабко забруднена зона займає незначні площі по всій території міста, найбільші її площі приурочені до його північної частини. Незабруднена зона займає в м. Лубни значно менші площі, ніж в м. Миргороді і сконцентрована переважно в південно-західній частині міста, де розміщені його основні зелені зони: заказники «Морозівська» та «Жовтнева» дачі, а також трапляється окремими вкрапленнями на сході та заході міста.

Основна ж площа міста Лубни, на відміну від м. Миргорода, знаходиться в середньо-забрудненій зоні, що, очевидно, пов'язано зі значним впливом міжнародної автомагістралі Київ – Харків – Ростов на Дону (М-03), а також розвинутою транспортною сіткою доріг місцевого та районного значення. В м. Лубни досить велике значення має також потік по-вітря, котрий найчастіше переважає зі сторони міжнародної М-03 магістралі.

Ключові слова: мохоподібні, біоіндикатори, бріоіндикація, Миргород, Лубни, зони забруднення.

Вступ. Біомоніторинг за допомогою бріофітів на територіях міст має свої особливості. Мохи, котрі живуть на урбанізованих територіях, досить різноманітні як за своїм видовим складом, так і за ступенем розвитку угруповань, які вони формують. Специфічною особливістю міських бріофітів є зміна морфолого-біологічних ознак, іноді субстрату свого поселення, порівняно з природними екоотопами.

Мохоподібні за своєю будовою і типом живлення досить своєрідні рослини. Вони більшість поживних речовин отримують з повітря і пилу, котрий на них осідає. Завдяки цьому бріофіти досить добре відображають ступінь впливу вмісту шкідливих речовин на їх розвиток і розмноження. Але, як свідчать результати наших досліджень, на їх розвиток суттєво впливає також рівень атмосферного зволоження регіону. Мохи, поряд з лишайниками, використовуються для проведення біоіндикаційних досліджень, а саме бріо- та ліхеноіндикаційних. Тому метою нашої роботи є проведення моніторингу екологічного стану двох міст Полтавщини (Миргорода та Лубен) за допомогою мохоподібних.

Матеріал та методика досліджень. Матеріалом для написання роботи є бріологічні збори та бріоіндикаційні дослідження, проведені нами в міських екосистемах протягом 2014–2018 рр. Видовий склад мохоподібних вивчали маршрутним методом. Ідентифікація мохоподібних проводилася загальноприйнятими методами (Бачурина, & Партыка, 1979), назви видів наведені за Чеклістом мохоподібних України (Бойко, 2008). Автори видів мохоподібних наведені в таблиці 1.

Для проведення бріоіндикаційних досліджень нами були взяті до уваги епіфітні мохоподібні та угруповання, утворені ними. У міських екосистемах були виділені території з однаковими екологічними умовами і на них, в межах епіфітних бріоугруповань, закладалися пробні ділянки, розміром від одного до двох дм² згідно існуючих рекомендацій (Гапон С., 2013). До уваги були взяті всі зелені насадження міст та їх околиць. Для визначення проективного покриття мохоподібних використовували модифікований метод Н. Корневої, частоту трапляння мохоподібних в епіфітних обростаннях визначали за модифікованим методом К. Раункієра, адаптовані до мохоподібних та бріоугруповань (Улична, Гапон, & Кулик 1989). Бріоіндикаційні зони в міських екосистемах встановлювали на основі індекса чистоти повітря (Гапон Ю., 2011), який визначали за формулою:

$$ІЧП = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i f_i}{10}$$

де ІЧП – індекс чистоти повітря, n – число видів мохоподібних, що зростають в даному бріоугрупованні; Q_i – екологічний індекс кожного виду; f_i – комбінований показник частоти/покриття кожного виду.

Використовуючи обчислені значення ІЧП для кожного конкретного зеленого насадження та сполучаючи лініями точки з близькими показниками, отримали ізотоксичні бріоіндикаційні зони. Їх розмежовували за подібними граничними значеннями ІЧП (ІЧП = 0–0,9 – сильно забруднена зона; ІЧП = 1,0–2,6 – зона достанього забруднення; ІЧП = 2,7–4,9 – середньо забруднена зона; ІЧП = 5,0–10,0 – слабо забруднена зона; ІЧП > 10 – незабруднена зона) (Гапон С., & Гапон Ю. 2001; Гапон Ю., 2017).

Характеристика регіону досліджень. Дослідження проводилися в двох містах (Лубнах та Миргороді), котрі знаходяться на віддалі 60 км в подібних мікрокліматичних умовах в межах Лівобережного Придніпров'я в центральній частині України. Обидва міста розміщені в долинах річок, які перетинають місто навпіл (м. Миргород), або більша частина його знаходиться на одному з берегів (м. Лубни).

Місто Миргород розташоване на берегах річки Хорол та в її заплаві. Температура на протязі року коливається в таких межах: від -5,8 до 20,5 С°, середньорічна 7,9 С°. Кількість опадів за рік 558 мм (Клімат: Миргород, 2019).

Воно досить віддалене від великих автомагістралей, хоча через нього, так само як і через Лубни, проходять залізничні колії, але вони є електрифіковані. Місто має статус курортного. Тому найбільші виробничі потужності винесені на околиці.

Місто Лубни розташоване на правому березі р. Сула і оточене значними масивами зелених насаджень (ботанічні заказники «Жовтнева» та «Морозівська» дачі). Температура на протязі року коливається в таких межах: від -5,5 до 25,5 С°, середньорічна 8,0 С°. Кількість опадів за рік 628 мм (Клімат: Лубни, 2019).

Основні виробничі підприємства знаходяться в північно-західній частині міста. Досить близько місто розташоване до міжнародної автомагістралі М-03, основної автомобільної магістралі, котра сполучає міста Харків і Київ, що є однією з основних забруднювачів.

Результати досліджень та їх обговорення. Вивченню мохоподібних м. Лубни присвячені роботи одного з авторів (Гапон Ю., 2017; Гапон Ю. та ін., 2016). За результатами оригінальних досліджень встановлено, що до складу бріофлори міської екосистеми Лубни входить 54 види мохоподібних, які належать до відділу *Marchantiophyta* (п'ять видів, з чотирьох родів, чотирьох родин, трьох порядків, двох класів) та *Bryophyta* (49 видів з 34 родів, 19 родин, восьми порядків, класів *Polytrichopsida*, *Bryopsida*). Детальна характеристика бріофлори наведена в роботі Ю. Гапона (Гапон Ю., 2017). Окремо досліджувалася бріофлора селітебної зони міста (Гапон Ю., & Дзюбло 2014), в складі якої виявлено 33 видів мохоподібних.

Бріофлора м. Миргород налічує 51 вид мохоподібних, які відносяться до двох відділів *Marchantiophyta* (три види, з трьох родів, трьох родин, трьох порядків, двох класів *Marchantiopsida*, *Jungermanniopsida*) та *Bryophyta* (48 видів з 34 родів, 20 родин, дев'яти порядків, класів *Polytrichopsida*, *Bryopsida*). Її основу становлять родини: *Brachytheciaceae* (шість видів), *Dicranaceae*, *Pottiaceae*, *Ortotrichaceae*, *Bryaceae* (по п'ять видів), *Amblystegiaceae* (чотири види), *Hypnaceae* (три види). Решта п'ятнадцять родин містять у досліджуваній флорі по одному-два види. У родовому спектрі переважають роди *Ortotrichum*, *Bryum* (налічують по 5 видів), *Dicranum* (4 видів), *Brachythecium* (3 види), *Hypnum* (2 види). Решта 29 родів репрезентовані кожен одним видом.

Епіфітні види мохоподібних формують більш-менш розвинені мохові угруповання, приурочені до зелених насаджень обох міст. Форофіти представлені переважно видами *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Quercus robur* L., а також зустрічаються спорадично *Robinia pseudoacacia* L., *Tilia cordata* Mill., *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Fraxinus excelsior* L. Група епіфітів не є однорідною, представлена облігатними та факультативними епіфітами. Облігатні епіфіти (18 видів, 43,90%) зростають на корі живих дерев, стовбурах і їхній основі. Це *Dicranum montanum*, *Hypnum pallescens*, *Leskea polycarpa*, *Ortotrichum pumilum*, *O. speciosum*, *O. pallens*, *Platygyrium repens*,

Pylaisia polyantha, рідше трапляються *Orthotrichum affine*, *O. diaphanum*, *Pseudoleskeella nervosa*, *Radula complanata*. Зрідка в курортній зоні м. Миргорода нами відзначено *Dicranum tauricum*, *Homalia trichomanoides*, а в приміській зоні м. Лубни на території заказників «Жовтнева дача», «Морозівська дача» відмічені *Anomodon longifolius*, *A. viticulosus*, *H. cupressiforme var. lanatum*, *Leucodon sciuroides*.

Значна кількість бріофітів є факультативними епіфітами – 23 види (56, 09%). Це, переважно епігейні види, які часто в містах змінюють свою субстратну приуроченість і селяться в основі стовбурів дерев, а іноді і на кам'янистих субстратах. Прикладами таких мохів в містах є *Amblystegium serpens*, *Brachythecium salebrosum*, *Hypnum cupressiforme*, *Ceratodon purpureus*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Plagiotehium laetum*, *Pohlia nutans*, *Sciuro-hypnum oedipodium* та інші.

Для визначення ІЧП нами були спочатку встановлені індекси токсикофобності або екологічні індекси бріофітів шляхом визначення проективного покриття кожного виду моху в епіфітних обростаннях. Дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Індекси токсикофобності видів мохоподібних міських екосистем

№ п.п	Вид	Q _i	Q _i
		м. Лубни	м. Миргород
1	<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) B.S.G.	9	10
2	<i>A. juratzkanum</i> Schimp.	3	1
3	<i>Anomodon longifolius</i> (Brid.) Hartm.	3	
4	<i>A. viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Taylor	4	
5	<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.	1	
6	<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.		3
7	<i>Brachytheciastrum velutinum</i> (Hedwig) Ignatov & Huttunen	9	10
8	<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Schimp.	3	7
9	<i>B. rivulare</i> Schimp.		1
10	<i>B. salebrosum</i> Schimp.	9	21
11	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	2	
12	<i>B. caespiticium</i> Hedw.	1	
13	<i>B. capillare</i> Hedw.	9	
14	<i>B. moravicum</i> Podp.	4	
15	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	5	8
16	<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	2	4
17	<i>Dicranum montanum</i> Hedw.	6	
18	<i>D. polysetum</i> Sw.	3	
19	<i>D. scoparium</i> Hedw.	1	3
20	<i>D. tauricum</i> Sapeh.	5	
21	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	4	12
22	<i>H. cupressiforme var. lanatum</i>	3	
23	<i>H. pallescens</i> Hedw.	14	15
24	<i>Leskea polycarpa</i> Hedw.	14	12
25	<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwägr.	1	
26	<i>Orthotrichum affine</i> Brid.	5	
27	<i>O. diaphanum</i> Brid.	5	9
28	<i>O. obtusifolium</i> Brid.	4	7
29	<i>O. pallens</i> Bruch ex Brid.	5	12
30	<i>O. pumilum</i> Sw.	10	18
31	<i>O. speciosum</i> Nees in J. W. Sturm	7	18
32	<i>Oxyrrhynchium hians</i> (Hedwig) Loeske	5	
33	<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.	3	10
34	<i>Plagiotehium laetum</i> Schimp. in B.S.G.	1	
35	<i>Platygyrium repens</i> (Brid.) Schimp.	3	9
36	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.		3
37	<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	1	6
38	<i>Pseudoleskeella nervosa</i> (Brid.) Nyholm.	11	
39	<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) B. S. G.	13	21
40	<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	2	6
41	<i>Sciurohypnum oedipodium</i> (Mitt.) Ignatov & Huttunen	6	

Провівши розрахунки і визначивши ІЧП на кожній досліджуваній ділянці, ми розділили територію міст на 5 зон за ступенем забруднення.

Перша зона (I) – сильнозабруднена (ІЧП = 0–0,9). Епіфітних мохоподібних у цій зоні часто нема, дуже зрідка трапляються один-два види токсикотолерантних мохів (*Leskea polycarpa*, *Pylaisia polyantha*, а також *Orthotrichum pumilum*), котрі є досить виносливими (табл. 2). Така зона займає в містах невеликі площі в основному там, де найбільше зосереджено автотранспорту.

У м. Лубни вона виявлена по вулицях: Шевченка, Вишневецьких, Олександрівській, проспекті Володимирському; у м. Миргороді – вулицях Гоголя, Старосвітській (рис. 1, 2).

Наступна друга зона – зона достатнього забруднення (II). До неї входять зелені насадження, котрі межують з автомобільними дорогами з меншою інтенсивністю руху (ІЧП = 1–2,9), а також частина паркових насаджень, біля яких досить інтенсивний потік автомобілів. Видова різноманітність бріофітів, як і у попередній зоні, досить збіднена. Гаметофіти рослин мають багато пошкоджених частин. Деякі види досить сильно знебарвлені. Серед форофітів тут переважають *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill. (рис. 1, 2).

У м. Лубни виявлена поряд з першою зоною, але на більшому віддаленні від проїжджої частини вулиць: Шевченка, Вишневецьких, Олександрівській, проспекті Володимирському, а також на смугах, найбільш наближених до автотраси.

У м. Миргороді ця зона займає, переважно, перетин вулиці Гоголя з іншими вулицями, там, де постійно відбувається велика зупинка транспорту (тобто в місцях установлених світлофорів).

Наступна зона – зона середнього забруднення (III) (ІЧП = 2,9–4,9). Бріофлора цієї зони досить відрізняється за видовим наповненням, а також рівнем розвитку обростань. Серед видів частіше зустрічаються види роду *Orthotrichum*, але вглиб парків, скверів інколи з'являються види, котрі характерні для наступної зони (рис. 1, 2).

У м. Лубни зона займає найбільшу площу. Вона характерна для всіх мікрорайонів міста, найбільше зосереджена з другого по шостий.

У м. Миргороді нами ця зона відмічена в районі вулиць: Воскресінської, Залізничної, Київської, Хорольської, Шишацької, Шляховиків та Котлярівського.

Слабкозабруднена четверта зона (ІЧП = 5–9,8) охоплює зелені насадження, котрі межують із околицями, а також території спальних районів та індивідуальної забудови. До неї входить також буферна зона біля автотраси Київ – Харків (м. Лубни) і території промислового виробництва. У м. Миргород вона є найбільшою і займає біля 45% території міста. В основному приурочена до зелених насаджень, а також до приватного сектора і території миргородських курортів. У м. Лубни виявлена в районі вулиць Південно-Кільцевої і Північно-Кільцевої, Дружби, Максима Кривоноса, Кизима, Яновської, братів Шеметів, Остриянина, Остапа Вишні, Калнишевського Петра, Леонтовича Володимира та частини вулиць Авіаторської, Кононівської, Тернівської, Драгоманова.

П'ята зона (V) – незабруднена (ІЧП = 11,4–27,6) розташована в межах заповідних територій (м. Лубни), великих парків, а також зелених зон відпочинку, зокрема скверів і парків курортної території (м. Миргород). Тут простежується зменшення антропогенного впливу. На деревах формуються достатньо великі бріоутруповання. Гаметофіти рослин мають досить незначне пошкодження і тільки у деяких видів. Зокрема, з'являються види, котрі притаманні лісовим територіям. Це *Dicranum tauricum*, *Homalia trichomanoides*, *Anomodon longifolius*, *A. viticulosus*, *Hypnum cupressiforme* var. *lanatum*, *Leucodon sciuroides*.

Видова різноманітність мохоподібних досить велика. З табл. 2 видно, що більше половини видів мохоподібних виявлено в цій зоні. Їхнє поширення є стабільним і утворюють вони значні за площею угруповання.

Таблиця 2

Розподіл мохоподібних по зонах забруднення

№ п.п	Вид	I зона (0-0,9)	II зона 1-2,6	III зона 2,7-4,9	IV зона 5-9,9	V Зона 10≥
1	<i>Amblystegium serpens</i>			+	+	+
2	<i>A. juratzkanum</i>				+	+
3	<i>Anomodon longifolius</i>				+	+
4	<i>A. viticulosus</i>				+	+
5	<i>Atrichum undulatum</i>				+	+
6	<i>Barbula unguiculata</i>				+	+
7	<i>Brachytheciastrum velutinum</i>			+	+	
8	<i>Brachythecium albicans</i>		+	+	+	+
9	<i>Brachythecium rivulare</i>			+	+	
10	<i>Brachythecium salebrosum</i>		+	+	+	
11	<i>Bryum argenteum</i>			+		
12	<i>B. caespiticium</i>			+		
13	<i>B. capillare</i>		+	+	+	
14	<i>B. moravicum</i>				+	+
15	<i>Ceratodon purpureus</i>		+	+	+	+
16	<i>Dicranella heteromalla</i>					
17	<i>Dicranum montanum</i>			+	+	+
18	<i>D. polysetum</i>	+	+	+		
19	<i>D. scoparium</i>			+	+	

20	<i>D. tauricum</i>			+	+	
21	<i>Hypnum cupressiforme</i>		+	+	+	+
22	<i>Hypnum cupressiforme var. lanatum</i>				+	+
23	<i>Hypnum pallescens</i>			+	+	+
24	<i>Leskea polycarpa</i>			+	+	+
25	<i>Leucodon sciuroides</i>		+		+	+
26	<i>Orthotrichum affine</i>				+	
27	<i>O. diaphanum</i>				+	+
28	<i>O. obtusifolium</i>			+	+	
29	<i>O. pallens</i>		+	+	+	+
30	<i>O. pumilum</i>		+	+	+	
31	<i>O. speciosum</i>				+	+
32	<i>Oxyrrhynchium hians</i>	+	+	+	+	+
33	<i>Plagiomnium cuspidatum</i>					+
34	<i>Platytectium laetum</i>				+	+
35	<i>Platygyrium repens</i>		+	+	+	+
36	<i>Pleurozium schreberi</i>		+	+		
37	<i>Pohlia nutans</i>					
38	<i>Pseudoleskeella nervosa</i>			+	+	
39	<i>Pylaisia polyantha</i>		+	+		+
40	<i>Radula complanata</i>	+	+	+	+	+
41	<i>Sciurohypnum oedipodium</i>				+	+

Отримані бріоіндикаційні результати лягли в основу укладення картосхем зон забруднення в досліджуваних містах (рис.1, 2). Територія обох міст забруднена нерівномірно. Виходячи з картосхем (рис 1, 2) можна встановити, що основним забруднюючим фактором для кожного із них є автомобільні магістралі. Тому перша зона та друга найчастіше пов'язані з основними транспортними артеріями. Інші зони (3-5) приурочені якраз більше до зелених насаджень і їх густоти розміщення.

У м. Миргород сильно- та достатньо забруднена зона територіально виражені мало і приурочені до центральної вулиці Гоголя та перетину її з іншими вулицями (про що відзначалося вище), а основна площа міста знаходиться в четвертій слабкозабрудненій зоні, що, на нашу думку, сприяє розвитку місту-курорту. Третя (середньо забруднена) зона сконцентрована в південній частині міста, хоча острівцями відмічена в північній та більшою мірою в центральній частині. Це пояснюється тим, що виробництва є більш-менш сконцентрованими на обмежених територіях і видова різноманітність форофітів є досить збідненою.

П'ята, незабруднена зона острівцями розміщена в східній та південно-східній частині міста, а основна її площа сконцентрована на території лісопаркової зони території курорту «Миргород», яка приурочена до долини р. Хорол.

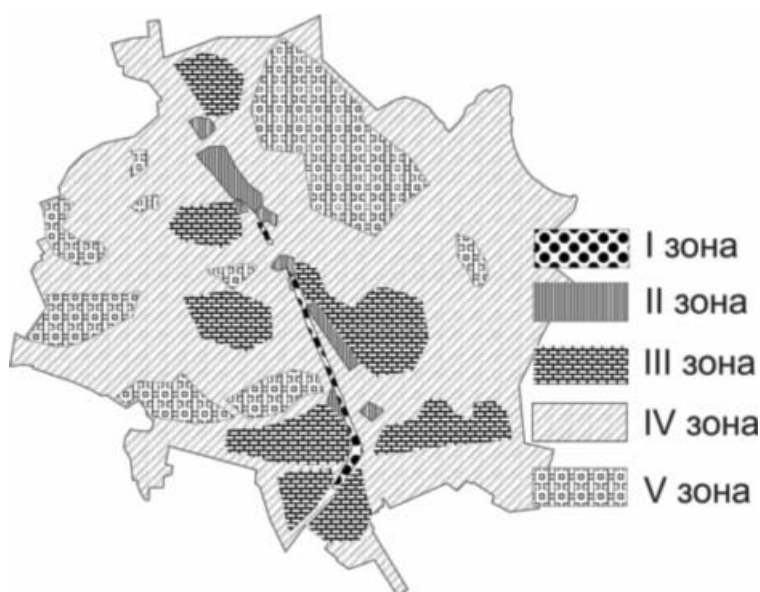


Рис 1. Картосхема розміщення зон забруднення м. Миргород

Примітка. Тут та на рис. 2: I – сильно забруднена зона; II – зона достатнього забруднення; III – зона середнього забруднення; IV – слабо забруднена зона; V – незабруднена зона.

У м. Лубнах перша та друга (сильно- та достатньо забруднена) зони займають значно більші площі, ніж в м. Миргороді (рис. 2). Вони також приурочені до головних автомагістралей міста, що вказує на те, що автотранспорт є основним забруднюючим фактором довкілля. Крім того, в межах цих зон знаходяться досить великі транспортні розв'язки і велика кількість автомобільних парковок.

Основна ж площа міста Лубни, на відміну від м. Миргорода, знаходиться в третій середньозабрудненій зоні, що, очевидно, пов'язано з більшим впливом міжнародної автомагістралі Київ-Харків-Ростов на Дону (М-03), а також розвинутою транспортною сіткою доріг місцевого та районного значення. В м. Лубни досить велике значення має також потік повітря, котрий найчастіше переважає зі сторони міжнародної М-03 магістралі.

Четверта слабо забруднена зона займає незначні площі по всій території міста, найбільші її площі приурочені до його північної частини.

П'ята, незабруднена зона, займає в м. Лубни значно менші площі, ніж в м. Миргород і сконцентрована переважно в південно-західній частині міста, де розміщені його основні зелені зони: заказники «Морозівська» та «Жовтнева» дачі, а також трапляється окремими вкрапленнями на сході та заході міста. Судячи з результатів досліджень, необхідно відмітити, що в центральній частині міста незабруднені території відсутні.

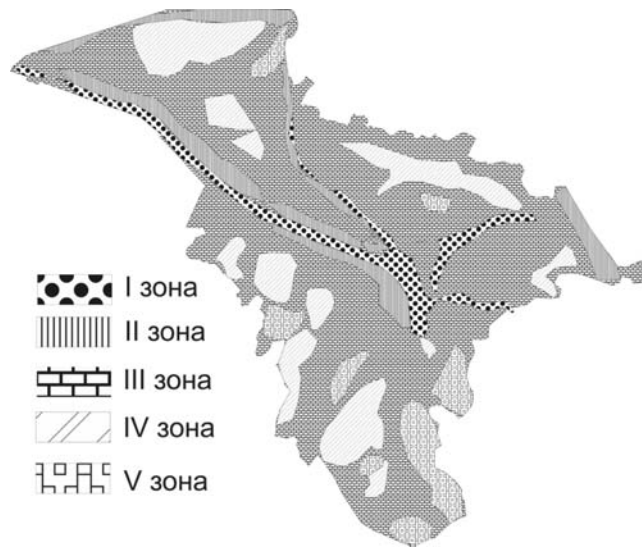


Рис 2. Картосхема розміщення зон забруднення м. Лубни

Отже, міські мохоподібні можуть успішно використовуватися в системі моніторингу в якості біоіндикаторів при бріоіндикаційних дослідженнях. За допомогою бріофітів можна проводити довготривалі спостереження за екологічним станом міських урбоєкосистем. На нашу думку, результативніше методи бріоіндикації працюють в тих регіонах, де середня зволоженість вища (в межах України це Захід, Полісся), хоча і в межах Лісостепу України результати є достовірними.

Список використаної літератури:

- Бачурина А. Ф., Партька Л. Я. Печеночники и мхи Украины и смежных территорий. Киев : Наук.думка, 1979. 204 с.
- Бойко М. Ф. Чекліст мохоподібних України. Херсон : Айлант, 2008. 232 с.
- Гапон С. В. Методичний аспект дослідження мохової рослинності. *Український ботанічний журнал*. 2013. Т. 70, № 3. С. 392–397.
- Гапон С. В., Гапон Ю. В. Мохоподібні – як біоіндикатори забруднення біосфери. *Науково-педагогічна спадщина академіка В. Вернадського як планетарне явище* : матеріали Всеукр. студ. наук.-практ. конф. Полтава, 2001. С. 7–9.
- Гапон Ю. В. Бріофлора м. Лубни та її аналіз (Полтавська область). *Вісник проблем біології і медицини*. 2017. Вип. 2. С. 49–52.
- Гапон Ю. В., Дзюбло Я. О. Мохоподібні салітебної зони м. Лубни. *Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. / за заг. ред. М. В. Гриньової. Полтава, 2014. С. 58–59.
- Гапон Ю. В., Продайко І. О. Використання методу біоіндикації при виконанні науково-дослідницьких робіт учнів, студентів, магістрантів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі» (XXIV Каришинські читання) (м. Полтава, 29-30 травня 2018 р.)* / за ред. М. В. Гриньової. Полтава : Астроя, 2018. С. 77–79.
- Улична К. О., Гапон С. В., Кулик Т. Г. К методике изучения охових обрастаній. *Проблеми бріології в СРСР*. Ленинград : Наука, 1989. С. 201–206.
- Klimat: Lubnyi 2019. URL: <https://ru.climate-data.org/европа/украина/полтавская-область/лубны-29221/>
- Klimat: Mirgorod 2019. URL: <https://ru.climate-data.org/европа/украина/полтавская-область/миргород-33138/>

Yu.V. Gapon, S.Ya. Kondratyuk, S.V. Gapon

Ukrainian Medical Stomatological Academy
M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine
Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University

ESTIMATE OF THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF CITIES ON THE BASIS OF BRYOPHYTE COMMUNITIES

The results of biomonitoring studies in urban ecosystems of Myrhorod and Luben cities (Poltava region) by brioindication methods are presented. Ecological coefficients of bryophytes were determined and calculations of the Air Purity Index (API) were performed. Totally five zones in the cities mentioned are found. They are differentiated by the degree of environmental pollution. The first zone is heavily polluted (API = 0–0.9); zone of sufficient contamination (API = 1,0–2,6); medium contaminated area (API = 2.7–4.9); poorly contaminated area (API = 5.0–10.0); unpolluted area (API > 10).

The enclosed zoning maps of cities indicate their uneven contamination. In the city of Myrhorod, the heavily and sufficiently contaminated area is sparsely expressed and confined to the central Gogol Street and its intersection with other streets. at least in the central part. The unpolluted area with islets is located in the eastern and southeastern part of the city, and its main area is concentrated on the territory of the forest park zone of the territory of the resort "Myrgorod", which is correlated with the valley of the river Khorol. The main area of the city is in a lightly polluted area, which, in our opinion, contributes to the development of the resort town. In Lubny, the heavily and sufficiently polluted zones occupy much larger areas than in Myrhorod, and they are confined to the main motorways of the city. The poorly polluted area occupies a small area throughout the city, its largest areas being confined to its northern part. The unpolluted area occupies much smaller areas in Lubny than in Myrhorod and is concentrated mainly in the southwestern part of the city, where the woodlands of its main green zone are located: Morozovskaya and Zhootneva Reserves, as well as occurring with separate inclusions in the east and the west of the city.

The main square of the city of Lubny, unlike the city of Myrhorod, is in the middle-contaminated zone, which is obviously connected with the significant influence of the international highway Kiev - Kharkiv - Rostov on the Don, as well as the developed transport network of roads of local and regional importance. The flow of air is also of great importance in Lubny, which is mostly dominated by the international M-03 highway.

Keywords: bryophytes, bioindicators, brioindication, Myrhorod, Lubny, contaminated zones.

References

- Bachurina A.F. Partyka L.Ya. (1979) *Pechenochniki i mkhi Ukrainy i smezhnykh territoriy*. [Liverworts and mosses of Ukraine and adjacent territories] Kiev: Naukova dumka, 204 p. [in Ukrainian].
- Bojko M. F. (2008) *Cheklisť mokhopodibnykh Ukrajinny* [Checklist of bryophytes of Ukraine]. Xerson, Ajlant. 232p. [in Ukrainian].
- Hapon S.V. (2013) *Metodychnyj aspekt doslidzhennja mokhovoji roslynnosti* [Methodical aspect of moss vegetation research]. Ukr. botan. zurn. T. 70, № 3. P. 392–397. [in Ukrainian].
- Hapon Ju. V. (2017.) *Bryoflora m. Lubny ta jiji analiz (Poltavska obl.)* [Bryoflora of the city of Lubny and its analysis (Poltava region)] *Visnyk problem biologiji i medycyny*. Vyp. 2. Pp. 49–52. [in Ukrainian].
- Hapon Ju.V. (2011) *Briindykacijnyj metod doslidzennja zabrudnennja atmosfery jak odyn z naprjamiv bioindykacijnoho monitorynhu*. [The brioindication method of atmospheric pollution research as one of the directions of brioindication monitoring.] *Problemy vidtvorennja ta oxorony bioriznomanittja Ukrajinny: m-ly Vseukrajinskoji naukovo-praktyčnoji konferenciji*. Poltava: AstraJa. Pp. 176–178. [in Ukrainian].
- Hapon S.V., Hapon Ju.V. (2001.) *Moxopodibni – jak bioindykatory zabrudnennja biosfery*. [Bryophytes - as bioindicators of biosphere pollution] *Naukovo-pedahohicna spadscyna akademika V. Vernadskoho jak pla-netarne javysce*. Materialy Vseukrajinskoji studentskoji naukovo-praktyčnoji konferenciji. Poltava. Pp. 7–9. [in Ukrainian].
- Hapon Ju.V., Dzublo Ja.O. (2016) *Moxopodibni salitebnoji zony m. Lubny*. [Bryophytes of Lubny Solitary Zone] *Problemy vidtvorennja ta oxorony bioriznomanittja Ukrajinny*. Materialy Vseukrajinskoji naukovo- praktyčnoji konferenciji. / *Za zahalnoju redakcijeju prof M.V. Hrynovoji*. Poltava, AstraJa. Pp. 58–59 [in Ukrainian].
- Ulychna K.O., Gapon S.V., Kulyk T.G. (1989.) *K metode izucheniya epifitnyh mohovyh obrastanij*. [To the method of studying moss fouling] *Problemy briologii v SSSR*. L.: Nauka. Pp. 201–206. [in Ukrainian].
- Klimat: Lubny 2019 URL: <https://ru.climate-data.org/европа/украина/полтавская-область/лубны-29221/>
Klimat: Mirgorod 2019 URL: <https://ru.climate-data.org/европа/украина/полтавская-область/миргород-33138/>

Отримано 7.05.2019 р.