
ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГО ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ

УДК 504.53+631.42+579.26.712.42:581.9

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБАНІЗОВАНИХ ЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ ТРАВ'ЯНИХ ГАЗОНІВ М.УЖГОРОДА)

Ігнатко Т.І., Бобрик Н.Ю., Колесник А.В., Кривцова М.В.
Ужгородський національний університет ДВНЗ «УжНУ»
вул. Волошина, 32, 88000, м. Ужгород
ihnatkot@mail.ua

Висвітлено результати дослідження питання забруднення довкілля автотранспортом, обґрунтовано актуальність цієї проблеми, визначено екологічний стан системи «повітря-грунт-мікроорганізми-рослини» за показниками забруднення повітря, мікрофлори ґрунту та водоутримуючої здатності рослин. *Ключові слова:* автомобільний транспорт, газонні трави, мікрофлора повітря, мікробіоценоз ґрунту, водоутримуюча здатність.

Оценка экологического состояния урбанизированных экосистем (на примере травяных газонов Ужгорода). Игнатко Т.И., Бобрик Н.Ю., Колесник А.В., Кривцова М.В. Изложены результаты исследования загрязнения окружающей среды автотранспортом, обоснована актуальность этой проблемы, определено экологическое состояние системы «воздух-почва-микроорганизмы-растения» по показателям загрязнения воздуха, микрофлоры почвы и водоудерживающей способности растений. *Ключевые слова:* автомобильный транспорт, газонные травы, микрофлора воздуха, микробиоценоз почвы, водоудерживающая способность.

Assessment of ecological state of urban ecosystems (on the example of Uzhgorod grassy lawns). Ihnatko T. , Bobryk N., Kolesnyk A., Kryvtsova M. Article highlights the issue of environmental pollution by road, the urgency of research on this problem. As a result of studies, we found the ecological state of the "air-to-ground microorganisms-plants" system in terms of air polutions, soil microflora and water-holding capacity of the plants. *Keywords:* road transport, lawn grasses, microflora, air microbiocenosis, soil, plant water-retaining capacity.

Невпинно зростаючий рівень урбанізації ставить перед дослідниками нові завдання. Це озеленення наших міст, створення стійких урбофітоценозів, які зможуть успішно протистояти зростаючому антропогенному забрудненню середовища, сприяти очищенню урбосистем від найбільш поширених поллютантів. Газони є невід'ємною частиною сучасного міста, які широко використовуються для ландшафтно-декоративного оформлення садів, парків, є основою для вирощування деревних, чагарникових порід та декоративних трав'янистих рослин, самостійних елементів озеленення наших оселищ [1,2]. Однак для успішного вибору рослин, які можна і треба вирощувати на газонах, необхідно достеменно знати основні принципи їх адаптаційних механізмів, що забезпечують здійснення онтогенетичної програми в режимі постійного техногенного забруднення. У вивченні урбофлори [3], відчувається нестача робіт, в яких розглядалися особливості еколого-фізіологічної адаптації рослин на різних етапах життєвого циклу до антропогенних факторів міста. Відсутня чіткої уяви про участь газонних трав у біогеохімічному кругообігу важких металів в урбофітоценозах. Для цього важливо враховувати реакцію та роль мікробних асоціацій ґрунту, які чутливо реагують на техногенних вплив та беруть участь у процесах ґрунтоутворення та значною мірою визначають ґрунтові умови розвитку рослин. Це дасть змогу не тільки створити гарні газони й успішно озеленити наші міста, але й дасть нам нову інформацію про особливості основних механізмів екологічної адаптації рослин та мікрооргані-

змів в умовах міста, корекцію їх стану й біогеохімічний кругообіг речовин у біосфері.

Мета роботи – проаналізувати вплив автотранспорту на показники витривалості газонних трав міста Ужгорода, забрудненість повітря за хімічними та мікробіологічними показниками, вивчити мікробоценоз ґрунту в місцях зростання газонних трав.

Об'єкти і методи досліджень

Для визначення екологічного стану територій, що перебувають у зоні впливу автомобільного транспорту, досліджували кількість та фізіологічний вплив поллютантів на мікроорганізми та вищі рослини в системі «повітря – ґрунт – рослини».

Проби рослин відбирали в трьох районах м. Ужгород: вул. Гагаріна, яка характеризується високою навантаженою транспортним потоком й одночасно малою швидкістю руху автомобілів, пл. Кірпи (район залізничного вокзалу). Контролем слугував парк "Боздош", який є рекреаційною зоною міста і знаходиться у відносно екологічно-чистому районі міста.

Відбір проб для оцінки мікробіологічних показників урбоєкосистеми проводили на відстані 0, 25 та 50 м від автошляхів на вулиці Гагаріна.

Для аналізу стану атмосферного повітря використано дані стаціонарних постів спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ПСЗ) м. Ужгород. ПСЗ №1 знаходиться на вул. Гагаріна (поблизу нашої моніторингової ділянки), ПСЗ №2 розташований на проспекті Свободи, ПСЗ №3 – паркова зона міста («Боз-

дош») – у розрахунках було прийнято як «відносний контроль». Для визначення стану забруднення повітря кількома речовинами, що діють одночасно, використовували індекс забруднення атмосфери (ІЗА), який враховує не тільки концентрації, але й ступінь впливу забруднювачів на здоров'я людини та вказує, у скільки разів сумарний рівень забрудненості атмосфери кількома речовинами перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) двоокису сірки. Для кожного індустріального міста визначено конкретний перелік пріоритетних домішок, за якими розраховується ІЗА [4,5]:

$$ІЗА = \sum = \sum (X_i / ГДК_i) C_i,$$

де X_i – середньорічна концентрація речовини i ; C_i – коефіцієнт, який характеризує ступінь небезпеки речовини порівнянно з діоксидом сірки (Пінігін, 2001).

ІЗА менше 5 відповідає низькому рівню забруднень, від 5 до 8 – підвищеному, від 8 до 13 – високому, вище 13 – крайній ступінь забруднення повітря [6].

Об'єктами ботанічних та фізіологічних досліджень обрані рослини, що найчастіше зустрічаються в місті, зростають на спонтанних та організованих газонах, в парках, садах і прибудинкових зонах відпочинку. Це конюшина лугова (*Trifolium pratense* L.), пажитниця багаторічна (*Lolium perenne* L.), грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.).

Визначення водоутримуючої здатності тканин визначали за методом Арланда, тобто шляхом підсушування, що проводили в ексікаторі над насиченим розчином хлориду натрію. Через певні проміжки часу (30 хв; 1

год; 1,5 год; 2 год.) листя зважували, спад маси відповідав кількості води, втраченої листям за 30-хвилинні інтервали часу. На підставі одержаних результатів обчислювали кількість води, що випарувалася, за час досліду у відсотках від вихідної маси листків [7]. Результати опрацьовані статистично [8].

Мікробіологічний аналіз повітря проводили методом седиментації мікробів за Кохом. Для визначення якісного та кількісного складу мікрофлори повітря поблизу автомагістралей використовували середовище МПА (для визначення загального мікробного числа – ЗМЧ), Ендо (кількості ентеробактерій), Сабуро (мікроскопічних грибів) [9]. Ідентифікацію проводили з урахуванням морфологічних, тинкторіальних та біохімічних властивостей мікроорганізмів.

Аналіз мікробного ценозу ґрунту проводили з використанням диференціально-діagnostичних поживних середовищ методом серійних розведень ґрунтової суспензії. Відбір проб ґрунту проводили у 4-5 точках вибраних ділянок на глибині 10-15 см. Амоніфікуючі бактерії враховували на м'ясо-пептонному агарі (МПА), актиноміцети – на крохмально-аміачному агарі (КАА), мікроміцети – на середовищі Сабуро, оліготрофи – на голодному агарі, *Azotobacter* – на середовищі Ешбі за методом обростання грудочок ґрунту [10].

Аналіз стану атмосферного повітря

Аналіз атмосферного повітря (табл. 1) показав, що за досліджува-

ними показниками перевищення максимальної разової дози ГДК для людини не виявлено. Однак для рослин концентрації SO_2 , NO_2 , та HCOH перевищували допустимі рівні і тільки концентрації оксиду вуглецю та пилу були в межах норми. Ймовірно, що велика кількість дерев на вулицях, парках та скверах міста сприят-

ливо впливає на загальний рівень CO та пилу в повітрі. Найбільш токсичним для рослин є повітря поблизу залізничного вокзалу. В повітрі паркової зони міста (ПСЗ № 3) концентрації всіх забруднювачів були мінімальними і не перевищували граничних концентрацій для людини та рослин.

Таблиця 1

Забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода

Забруднювач	ГДК м.р. для людини	ГДК м.р. для рослин	Концентрація забруднювача, мг/м^3		
			ПСЗ №1	ПСЗ №2	ПСЗ №3
Діоксид сірки (SO_2)	0,5	0,02	$0,031 \pm 0,001$	$0,021 \pm 0,001$	$0,002 \pm 0,0004$
Діоксид азоту (NO_2)	0,2	0,02	$0,025 \pm 0,001$	$0,038 \pm 0,002$	$0,011 \pm 0,001$
Формальдегід (HCOH)	0,03 5	0,01	$0,012 \pm 0,0003$	$0,027 \pm 0,001$	$0,007 \pm 0,001$
Оксид вуглецю (CO)	5,0	4000	$3,3 \pm 0,23$	$3,3 \pm 0,11$	$2,4 \pm 0,05$
Пил	0,5	0,1	$0,07 \pm 0,002$	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$

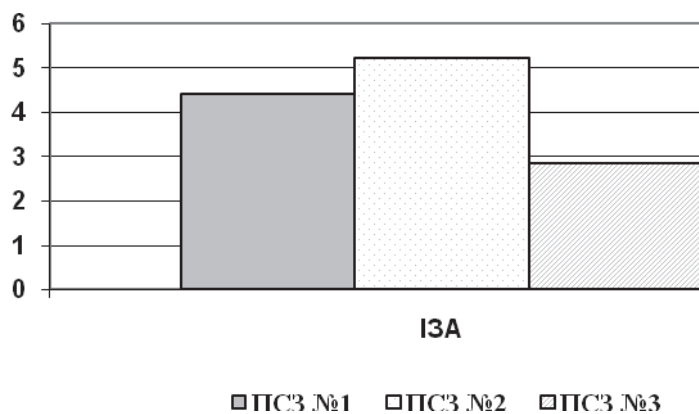


Рис. 1. Комплексний рівень забруднення атмосферного повітря районів міста Ужгород

Для інтегральної оцінки стану атмосферного повітря м. Ужгород використано показник ІЗА (рис. 1). Виявлено, що тільки поблизу залізничного вокзалу рівень забруднень відповідає підвищеному ІЗА (> 5), найчистіше ІЗА=2,84 – повітря в парку "Боздош". Загалом райони досліджень міста за станом повітряного середовища щодо основних неспецифічних забруднювачів атмосфери можна ранжувати як відносно чистий (ПСЗ №3), середньо забруд-

нений (ПСЗ № 1) і забруднений (ПСЗ № 2).

Дослідження мікрофлори повітря

Дослідження мікрофлори повітря примігистральних територій показали, що на вул. Гагаріна, де реєструється висока завантаженість автомобільним транспортом та низька швидкість руху автомобілів, зафіксовані високі показники ЗМЧ ($56500 \pm 1,5$ КУО/1м³) (табл. 2).

Таблиця 2

Мікрофлора повітря поблизу автошляхів, КУО/1м³

№	Відстань від автошляху, м	Загальне мікробне число (МПА)	Ентеробактерії (Ендо)	Мікроскопічні гриби (Сабура)
1	0	$56500 \pm 1,5$	$120 \pm 0,6$	$220 \pm 0,5$
2	25	$10573 \pm 1,2$	$125 \pm 0,6$	$245 \pm 0,7$
3	50	$7388 \pm 1,0$	$131 \pm 0,5$	$259 \pm 0,6$

Повітря на цій вулиці характеризувалось як сильно забруднене. При цьому показник ЗМЧ зменшувався з віддаленням від автошляху. Так, на відстані 25 м від автошляху показник ЗМЧ був нижчий у 5 разів і становив $10573 \pm 1,2$ КУО/1м³, а на відстані 50 м – у 8 разів порівняно з точкою 0 м. Характерно, що високий рівень ЗМЧ забезпечувався за рахунок бактеріальної мікрофлори, яка була представлена споровими бактеріями, умовно-патогенною мікрофлорою. Щодо кількості мікроскопічних грибів, то спостерігали таку тенденцію: їх показник закономірно збільшувався з віддаленням від автошляху. Кількість ентеробактерій в 1м³ повітря примігистральних територій суттєво

не змінювалась і коливалась в межах від $120 \pm 0,6$ до $131 \pm 0,5$ КУО/1м³.

Водоутримуюча здатність рослин

Водний режим є одним із найбільш важливих критеріїв оцінки екологічного стану рослин та їх адаптивних можливостей. На баланс води в рослинному організмі впливають багато факторів, серед яких природно-кліматичні умови зростання, особливості мінерального живлення тощо. Однак одним із найбільш суттєвих зовнішніх чинників вважають саме антропогенний вплив. В умовах міста це, насамперед, асфальтове покриття і випари від нього та вики-

ди автомобільного транспорту [11]. Поєднання кількох факторів: доволі екстремальних літніх кліматичних (насамперед, високих температур і посухи), мікробіологічного та поліелементного забруднення повітряного та ґрунтового середовища, на відміну від дії будь-якого одного фактора, може викликати зміни в фізіологічних реакціях рослин (синергізм, адитивність або антагонізм) [12]. Проаналізовано динаміку водного режиму досліджуваних рослин у районах міста з різним рівнем техногенного забруднення.

Проведеними дослідженнями встановлено статистично значиме ($p < 0,05$) зниження показника водоутримуючої здатності листків досліджуваних видів в забруднених районах міста. Конюшина та пажитниця виявили аналогічні тенденції поблизу залізничного вокзалу (площа Г. Кірпи), а на пожвавленій автомагістралі рослини втрачали воду швидше та інтенсивніше, ніж у прийнятому за контроль парку "Боздош". Найбільше вологи випаровувалося в перші 30 хв. експозиції (близько 60% від загальної втрати), а потім, протягом ще 1,5 годин – решту. Загалом вага *T. pratense* та *L. perenne* по закінченні дослідів становила 91,01%, 89,2% та 88,8%, 90,01% від вихідної для вул. Гагаріна та площі Г. Кірпи відповідно. У рекреаційній зоні міста ці рослини найменше втрачали води і зберігали 93,4% (*T. pratense*) та 92,3% (*L. perenne*) маси свого тіла. Динаміка втрати також була іншою, протягом усього дослідів рослини втрачали воду майже рівномірно (2-3% щопівгодини). Дещо іншу тенденцію проявила *D. glomerata*. Найменшу водоу-

тримуючу здатність цього виду спостерігалася саме у відносно чистому середовищі міського парку (13,1%) при 9,6 % та 8,9% відповідно для вул. Гагаріна та площі Г. Кірпи. У листків *D. glomerata*, що зростають біля доріг з інтенсивним рухом, витрати води за перші 30 хвилин становили всього 1,5% від сирової маси, тоді як на контрольній території за перших півгодини рослини втрачали близько 5% своєї маси.

Дослідження мікрофлори ґрунту

Аналіз ґрунтової мікрофлори поблизу автошляху на вул. Гагаріна, для якого характерна значна інтенсивність руху та низька швидкість автомобілів, показав, що на цій території реєстрували суттєву перебудову мікробного ценозу ґрунту. У пробах ґрунту, відібраних безпосередньо біля автошляхів, встановлено підвищену кількість амоніфікаторів ($11,5 \times 10^6$ КУО/1г. гр.), актиноміцетів ($2,1 \times 10^6$ КУО/1г. гр.), зниження кількості мікроскопічних грибів ($0,05 \times 10^6$ КУО/1г. гр.) та азотфіксаторів (26,6%) в порівнянні з віддаленими точками (50 м) (табл. 3).

Мікрофлора ґрунту, відібраного на відстані 25 м від автошляхів, характеризувалась незначним підвищенням кількості амоніфікаторів, актиноміцетів та мікроміцетів, проте кількість азотфіксаторів знижувалась майже вдвічі (15%). На відстані 50 м від автошляхів кількість амоніфікаторів та актиноміцетів зменшувалась, а кількість мікроскопічних грибів та азотфіксаторів, навпаки, зростала [13].

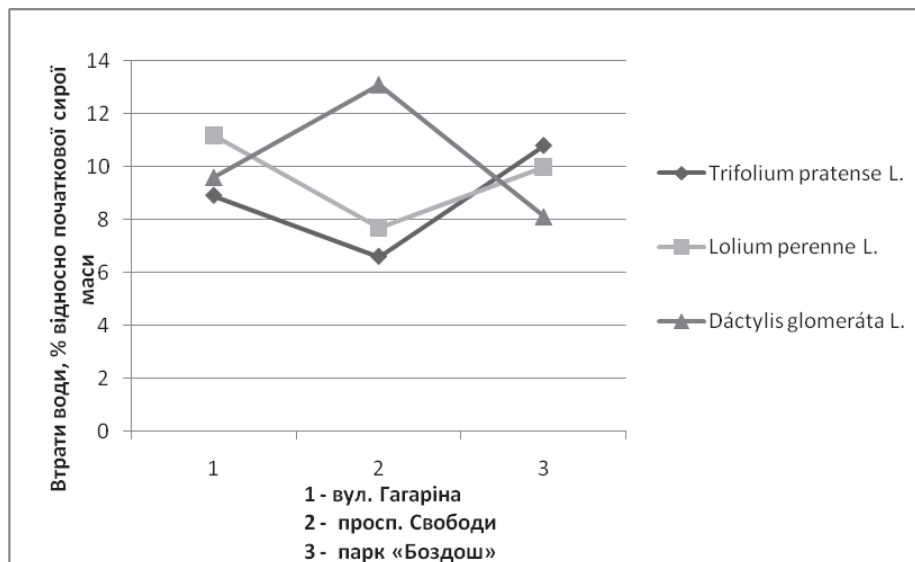


Рис. 2. Водотримуюча здатність досліджуваних видів рослин

Таблиця 3
Мікробіоценоз ґрунту поблизу вулиці Гагаріна, КУО/1 г $\times 10^6$

Відстань від автомагістралі, м	Група мікроорганізмів			
	Амоніфікатори, МПА	Актиноміцети, КАА	Мікроскопічні гриби, Сабуро	Азотфіксатори, Ешбі, %
0	11,5±0,2	2,1±0,4	0,05±0,1	26,6
25	14±0,1	4±0,2	0,55±0,05	15
50	8±0,3	1,5±0,3	6,75±0,2	91,6

Висновки

Встановлено, що за оцінкою стану атмосферного повітря за показником ІЗА поблизу залізничного вокзалу (площа Г. Кірпи) рівень забруднень відповідає підвищеному (ІЗА > 5), найчистішим (ІЗА=2,84) – повітря в парку "Боздош".

Повітря поблизу автошляхів за мікробіологічними показниками характеризується як «сильно забруднене». Найвищий рівень ЗМЧ у повітрі за-

реєстровано безпосередньо біля автошляхів (0 м) з низькою швидкістю та високою інтенсивністю руху (вул. Гагаріна). Мікрофлора повітря поблизу автошляхів представлена переважно споровими та пігментними бактеріями, сарцинами, цвільовими грибами.

Досліджень встановлено статистично значиме зниження показника водотримуючої здатності листків досліджуваних видів у забруднених районах міста. Поблизу залізничного

вокзалу (площа Г. Кірпи) та вул. Гагаріна на пожвавленій автомагістралі рослини втрачали воду швидше та інтенсивніше, ніж у прийнятому за контроль парку "Боздош".

Поблизу автомагістралі на відстані 0-50 м від автошляху різко зміню-

ються показники мікробного ценозу ґрунту, що проявляється у підвищенні кількості амоніфікаторів за рахунок умовно-патогенної мікрофлори та спорових мікроорганізмів, зниженні вмісту мікроміцетів та відсотку азотфіксуючої мікрофлори.

Література

1. Газоны. Основы семеноводства и районирования. – М.: Наука, 1984. – 244 с.
2. Головач А.Г. Газоны, их устройство и содержание / А.Г. Головач. – М.-Л.: Изд-во Академии Наук СССР, 1955. – 338 с.
3. Горышина Т.К. Растение в городской среде / Т.К. Горышина. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. – 152 с.
4. Пинигин М.А. Теория и практика оценки комбинированного действия химического загрязнения атмосферного воздуха / М.А. Пинигин // Гигиена и санитария. – 2001. – № 1. – С. 9–13.
5. Тарасова В.В. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Навч. посіб. / Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. – К.: Центр учбової літ-ри, 2007. – 276 с.
6. Харитонов М.М. Екологічна оцінка аеротехногенного забруднення довкілля у Дніпропетровському індустріальному регіоні / М. М., А. М. Бенселгуб, Л. В. Шупранова, В. М. Хлопова // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Біологія, біотехнологія, екологія. – 2014. – Вип. 204. – С. 65-73.
7. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин. – Дніпропетровськ: 2006. – 316 с.
8. Лакин Ф. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
9. Кривцова М.В. Екологія мікроорганізмів. Навч. посіб. для студ. біол. ф-тів вищ. навч. закл. / М. В. Кривцова, М. В. Ніколайчук ; ДВНЗ "Ужгород. нац. ун-т", Біол. ф-т. – Ужгород : Гражда, 2011. – 203 с.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под. ред. Д.Г. Звягинцева – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
11. Шматко И.Г., Григорюк И.А. Реакция растений на водный и высокотемпературный стрессы // Физиология и биохимия культурных растений. – 1992. – 24, № 1. – С. 3-14.
12. Пономарьова О. А. Зміни анатомічної будови листків дерев роду *Tilia* L. як показник адаптації до різних умов зростання / О. А. Пономарьова // Питання біоіндикації та екології. – 2013. – Вип. 18, № 2. – С. 105-120. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/pbte_2013_18_2_12.pdf.
13. Soils in the Urban Environments. Ed. by P. Bullock and P.J. Gregory. Oxford: Blackwell Sci. Publications, 1991. – 174 p.