



Міністерство освіти і науки України
Комунальний заклад вищої освіти
“Вінницька академія безперервної освіти”

1

Кафедра екології, природничих
та математичних наук

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**“ВПЛИВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН
АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ВІННИЦІ”**

Роботу виконав:

Костюк Вадим Олегович

Науковий керівник:

Серебряков Валентин Валентинович,

доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри екології, природничих
та математичних наук

КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти”



Актуальність теми. Однією з найважливіших екологічних проблем сучасності є забруднення атмосферного повітря селитебних територій як природного, так і антропогенного походження. Щорічно в атмосферу викидається значна кількість різноманітних забруднюючих речовин, кожна з яких має найбільш негативний вплив на навколишнє природне середовище (НПС) і становить певну небезпеку для живих організмів, в тому числі і для здоров'я людей.

Одним з найбільш забруднювачів НПС є автомобільний транспорт, частка якого становить для різних урбоекосистем від 60 до 90%, в залежності від сезону, рози вітрів та інших чинників середовища.

Через застосування недосконалих технологій, відсутність надійного і ефективного (еколого-безпечного) виду палива, збільшення кількості “зношених” автомобілів виникає “критичний” екологічний стан атмосферного повітря селитебних територій

Мета магістерської кваліфікаційної роботи – визначення впливу автомобільного транспорту на екологічний стан атмосферного повітря урбоекосистеми м. Вінниці.

Завдання:

- на основі інформаційних джерел вивчити можливості і потенціал методу біоіндикації для визначення рівня забруднення атмосферного повітря;
- під час польових досліджень використати методику фітоіндикації для визначення екологічного стану атмосферного повітря урбоекосистеми м. Вінниці;
- провести польові дослідження в різних мікрорайонах урбоекосистеми міста Вінниці для виявлення видового складу фітоіндикаторів, частоти їх трапляння і ступеня розвитку;
- на основі проведених досліджень запропонувати комплекс заходів щодо поліпшення екологічного стану атмосферного повітря урбоекосистеми міста Вінниці.

Об'єкт дослідження – фітоіндикатори, що поширені в різних мікрорайонах урбоекосистеми міста Вінниці.

Предмет дослідження – вплив чинників середовища на видове різноманіття, просторове розміщення, формування, динаміку і частоту трапляння фітоіндикаторів різних мікрорайонів урбоекосистеми м. Вінниці.

Методи дослідження:

загальнонаукові: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення;

спеціальні методи дослідження: проєктивного покриття рослинами-індикаторами; біондикації;

математико-статистичні (для обробки даних);

комплексні;

аналітико-діагностичні;

порівняльний аналіз (для виявлення причинно-наслідкових зв'язків);

біомоніторингу.

Інформаційною базою досліджень послужили відібрані і опрацьовані матеріали, звіти, доповіді Управління розвитку територій та інфраструктури Вінницької ОДА, департаментів Вінницької міської Ради, екологічний паспорт Вінницької міської територіальної громади.

Гіпотеза дослідження полягала в тому, щоб визначити вплив автомобільного транспорту на екологічний стан атмосферного повітря урбоекосистеми м. Вінниці.

На основі проведених досліджень запропонувати комплекс заходів щодо поліпшення екологічного стану атмосферного повітря різних мікрорайонів урбоекосистеми м. Вінниці.

Інноваційність результатів дослідження полягала в тому, що:

- на основі інформаційних джерел і власних досліджень встановлено джерела і види забруднення атмосферного повітря урбоекосистеми м. Вінниці;
- подано еколого-географічну характеристику об'єкту дослідження;
- проведено польові дослідження в різних мікрорайонах урбоекосистеми міста Вінниці для виявлення видового складу фітоіндикаторів, частоти їх трапляння і ступеня розвитку;
- визначено екологічний стан атмосферного повітря різних мікрорайонів урбоекосистеми м. Вінниці методом біоіндикації;
- на основі проведених досліджень запропоновано комплекс заходів для поліпшення екологічного стану атмосферного повітря вказаної урбоекосистеми

Теоретичне значення дослідження полягало в тому, що:

- подано еколого-географічну характеристику об'єкта дослідження;
- встановлено джерела і види забруднення атмосферного повітря м. Вінниці;
- досліджено стан забруднення атмосферного повітря урбоекосистеми м. Вінниці від автомобільного транспорту методом біоіндикації;
- проведено польові дослідження в різних мікрорайонах урбоекосистеми міста Вінниці для виявлення видового складу фітоіндикаторів, частоти їх трапляння, ступеня розвитку з встановленням екологічних зон;
- на основі проведених досліджень запропоновано комплекс заходів для поліпшення екологічного стану атмосферного повітря урбоекосистеми м. Вінниці

Практичне значення одержаних результатів. Зроблені дослідження дозволять:

- встановити ступінь впливу автомобільного транспорту на атмосферне повітря урбоекосистеми м. Вінниці;
- дослідити стан забруднення атмосферного повітря урбоекосистеми м. Вінниці від автомобільного транспорту методом біоіндикації;
- запропонувати комплекс заходів для поліпшення екологічного стану атмосферного повітря урбоекосистеми м. Вінниці

Результати дослідження апробовано в:

Серебряков В.В., Костюк В.О.

Визначення екологічного стану атмосферного повітря м. Вінниці методом біоіндикації. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції “Vin Smart Eco” (18-20 травня 2023. м. Вінниця). За науковою редакцією Мудрака О.В. Вінниця: ТОВ “ТВОРИ”. 2023. С. 253–258.

Збірник наукових праць

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ ГУМАНІТАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ВІСЬКОВОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КОМП'ЮТЕРНИЙ ЦЕНТР ВИЩОЇ ОСВІТИ
“ВІННИЦЬКА АКАДЕМІЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ”



Випуск №3(36)

НАУКОВИЙ ВІСНИК



Забруднення компонентів довкілля автомобільним транспортом – одне з найбільш небезпечних для здоров'я людини, бо вихлопні гази надходять у приземний шар повітря, звідки утруднене їх розсіювання. Також будинки житлових кварталів, які знаходяться поряд з автомобільними магістралями, є екраном для вловлювання різних забруднювачів.

У складі відпрацьованих газів автомобіля найбільшу питому вагу за об'ємом складають: CO (0,5-10%), NO_x (до 0,8%), CH (0,2-3,0%), альдегіди (до 0,2%), свинець, кадмій, сажа

Токсичність вихлопних газів для карбюраторного і дизельного двигунів

Токсична речовина	Кількість токсичних речовин на спаленого палива, кг	
	карбюраторний двигун	дизельний двигун
Монооксид вуглецю CO	200	25
Вуглеводні CH	25	8
Оксиди азоту NO _x	20	36
Сажа	1	3
Сірчисті сполуки SO _x	1	30
Загалом	247	102

Автотранспорт забруднює атмосферне повітря трьома основними каналами:

- 1) відпрацьованими газами, що викидаються через вихлопну трубу;
- 2) картерними газами;
- 3) вуглеводнями (в т. ч. канцерогенними – бензапірен, бензоантропоцен) внаслідок випаровування палива з бака, карбюратора і трубопроводів.

У абсолютних величинах на 1000 л палива карбюраторний двигун викидає з вихлопними і характерними газами:

200 кг монооксиду вуглецю,

25 кг вуглеводнів,

20 кг оксидів азоту,

1 кг сажі,

1 кг сірчистих сполук



Крім забруднення повітря, автомобільний транспорт є джерелом біля 12% викидів парникових газів в Україні, що спричиняють зміну клімату.

У країнах із вищим ВВП на душу населення частка викидів від автотранспорту ще вища, тож з економічним розвитком Україна може очікувати подальшого збільшення викидів від авто

До шкідливих наслідків забруднення атмосферного повітря відносять:

- шкода для здоров'я людини – поширення інфекційних захворювань;
- зміни на генетичному рівні;
- збільшення кількості дитячих захворювань;
- нервові і онкологічні захворювання;
- погіршення репродуктивної функції;
- зниження імунітету;
- хвороби легенів.

Атмосферне повітря населених пунктів постійно забруднюється і за всіма параметрами докорінно відрізняється від повноцінного природного повітря, яке є чистим і стимулює біологічні процеси. У людей, які проживають у районах з інтенсивно забрудненим повітрям, є зміни показників імунобіологічного статусу організму. У водіїв і пасажирів автобусів (маршруток) змінюються показники розумової та фізичної працездатності

У містах (урбоекосистемах) швидко зростає кількість захворювань на кон'юнктивіт, екзему, фарингіт, ларингіт внаслідок забруднення НПС оксидом вуглецю, оксидами азоту, аміаком, вуглеводнями, сірчистим газом, формальдегідом, фторидами, аерозолями сульфатної кислоти, поверхнево-активними речовинами тощо, які викликають отруєння, а, крім того, знижують імунобіологічні властивості організму.

Оксиди азоту викликають подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, в тяжких випадках можуть призвести до смерті внаслідок набряку легенів. Захворюваність на пневмонію, інфаркт міокарда, алергічні хвороби, зокрема бронхіальну астму, також пов'язана із забрудненням повітря. Негативний вплив автотранспорту на організм людини може проявлятися у вигляді запалення, дистрофічних змін, алергічного стану, порушення у розвитку плоду і пошкодження спадкового апарату клітини, 70-80% усіх випадків раку викликані дією хімічних канцерогенів. Вже тепер близько 4% новонароджених відрізняється генетичними дефектами, які ведуть далі до виражених спадкових захворювань

Екологічний моніторинг стану повітряного середовища – це наразі одне із пріоритетних завдань стратегії сталого розвитку Вінницької міської територіальної громади.

Тому наразі використовують значну кількість методів оцінки стану компонентів НПС – біологічні, біохімічні, хімічні, фізико-хімічні, фізичні, ландшафтно-екологічні.

Однак одним із перспективних і економічно-доцільних методів екологічного моніторингу атмосферного повітря є *біоіндикація*, що включає значну кількість аспектів, пов'язаних із використанням біологічних об'єктів для індикації впливу антропогенного навантаження на стан компонентів довкілля

Наслідки забруднення атмосферного повітря відображаються на зовнішньому вигляді рослин. У них під впливом шкідливих речовин відбувається збільшення числа продихів, товщини кутикули, густоти опушення, розвивається хлороз і некроз листя і хвої, їх раннє опадання. Деякі рослини дуже чутливо реагують на характер і ступінь забруднення атмосфери. Це означає, що вони можуть служити живими індикаторами стану НПС. Наразі розроблена програма комплексного екологічного моніторингу НПС, складовою частиною якого є біологічний моніторинг. Індикаторні рослини можуть використовуватися як для виявлення окремих забруднювачів повітря, так і для загальної оцінки якісного стану природного середовища.

За допомогою рослин можна виявити наявність у повітрі специфічних забруднювачів, вимірюючи кількість цих речовин різними методами. На рівні виду про стан НПС можна судити за показниками продуктивності рослин. Індикаторами наявності сірчистого газу є лишайники, мохи і хвойні породи дерев, які найбільш сильно страждають від забруднень. У багатьох містах виникають зони, де лишайники взагалі відсутні – “лишайникові пустелі”. Весь комплекс екологічних чинників (температура повітря і ґрунту, вологозабезпеченість, освітленість, рН середовища, забруднення ґрунтів і повітря важкими металами) позначається на біосинтезі пігментів, змінюючи забарвлення різних частин рослини. Цей біоіндикатор може бути найбільш інформативним

Чутливість організмів до змін умов НПС й особливо до наявності конкретних хімічних домішок покладена в основу біологічної індикації й біотестування, яку використовують поряд з інструментальними методами оцінки забруднення НПС.

Біоіндикація – оцінка стану НПС за реакціями живого організму. Ці реакції дозволяють оцінити антропогенний вплив на довкілля в показниках, що мають біологічний зміст. Для біоіндикації довкілля використовуються рослини й тварини, які мають різну стійкість до антропогенних впливів. Рослини служать хорошим показником зміни якості середовища в результаті антропогенного забруднення

Рослини-біоіндикатори антропогенного забруднення атмосферного повітря

Індукований фактор забруднення довкілля	Рослина-біоіндикатор
Загальне забруднення	Лишайники й мохи
Важкі метали	Слива, квасоля звичайна
Діоксид сірки (SO ₂)	Ялина, люцерна
Фтористий водень (HF)	Кісточкові плоди, гладіолус
Хлористий водень (HCl)	Береза бородавчаста, суниця лісова
Аміак (NH ₃)	Соняшник, кінський каштан
Сірководень (H ₂ S)	Шпинат, горох
Фотосмог	Кропива, тютюн

Методи ліхеноіндикації можна поділити на три групи.

Методи *першої групи* дозволяють вивчати зміни, що відбуваються на життєвих функціях лишайників під впливом забруднення.

Методи *другої групи* базуються на описі видів лишайників, що поширені у районах з різним ступенем забруднення атмосфери.

Третя група включає методи вивчення лишайникових угруповань у забруднених районах і складання спеціальних карт.

Доцільно використовувати шкалу життєвості лишайників, яка відображає умови їх існування, що заснована на ступені розвитку талому і здатності до статевого розмноження.

Ще одним з відомих методів дослідження забруднення повітря є метод спостереження за однаковими за розмірами лишайниками одного виду (пармелія, цетрарія, кладонія та ін.) на корі дерев. За результатами обстеження декількох десятків дорослих прямих дерев обчислюються середні бали трапляння і покриття стовбуру для кожного типу лишайників – накипних (Н), листуватих (Л) і кущистих (К) у відповідності зі шкалою

Частота трапляння, %	Бал оцінки	Ступінь покриття, %	Бал оцінки
Надзвичайно рідко (менше 5)	1	Дуже низька (менше 5)	1
Дуже рідко (5-20)	2	Низька (5-20)	2
Рідко (20-40)	3	Середня (20-40)	3
Часто (40-60)	4	Висока (40-60)	4
Дуже часто (60-100)	5	Дуже висока (60-100)	5

За отриманими балами оцінки середньої частоти трапляння типів лишайників Н, Л, К розраховують індекс відносної чистоти атмосфери (ВЧА) за формулою: $ВЧА = (Н+2Л+3К)/30$,

де Н – накипні,

Л – листоваті,

К – кущисті.

Чим ближче розрахований показник ВЧА до одиниці, тим чистішим вважають повітря на цій території. На вибраних дослідних ділянках визначається типи зон забруднення за даними ліхеноіндикації

Типи зон забруднення за даними ліхеноіндикації

- 1** *Зона найбільшого забруднення* (“лишайникова пустеля”). Для цієї зони характерна повна відсутність лишайників або присутність у пригніченому стані представників накипних форм - сколіціоспорум, леканора з мінімальним ПП (2-8%)
- 2** *Зона сильного забруднення*. Присутні палеотолерантні форми - ксанторія, пармелія, зрідка у пригніченому стані калоплака. Загальне ПП досягає 20-35%
- 3** *Зона помірного забруднення*. Помітно збільшується кількість видів листоватих лишайників, інколи трапляється представник кущистих форм - евернія. Загальне ПП становить 50-60%.
- 4** *Зона незначного забруднення*. Значне видове різноманіття лишайників, часто трапляються представники кущистих форм - евернія і гіпогімнія. Загальне ПП - 60-80%.

Середньорічні та середньоквартальні концентрації забруднюючих речовин у м. Вінниця (за даними Вінницького центру з гідрометеорології)

Одиниці виміру	Пил	Діоксид сірки	Оксид вуглецю	Діоксид азоту	Фтористий водень	Аміак	Формальдегід
	мг/м ³	мг/м ³	мг/м ³	мг/м ³	мг/м ³	мг/м ³	мг/м ³
ГДК максима- льно разова	0,15	0,5	5	0,085	0,02	0,2	0,035
ГДК середньо- добова	0,5	0,05	3	0,04	0,005	0,04	0,03
2017	0,06	0,002	3,7	0,017	0,015	0,02	0,002
2018	0,13	0,003	2,9	0,02	0,005	0,01	0,006
2019	0,16	0,002	2,0	0,019	0,004	0,012	0,004
2020	0,15	0,002	1,8	0,023	0,005	0,012	0,005
2021	0,13	0,001	1,5	0,023	0,005	0,011	0,006
2022	0,11	0,002	1,2	0,044	0,003	0,010	0,002

Картосхема розміщення ділянок дослідження урбоекосистем різних зон м. Вінниці

Дослідною ділянкою спостережень було обрано заповідну урбоекосистему – парк-пам'ятку садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення “Ботанічний сад "Поділля” (контрольна ділянка, де рух автомобільного транспорту є незначним), а також вулиці Київська і Хмельницьке шосе м. Вінниця з інтенсивним рухом автотранспорту.

Дослідження проводилися впродовж січня-березня 2023 року, шляхом візуального спостереження, проведення замірів і розмірів знайдених лишайників та статистичної обробки отриманих результатів.

На запропонованих дослідних урбоекосистемах людина веде інтенсивну господарську, торгівельну і промислову діяльність, змінює ландшафт, здійснює значне антропогенне навантаження на цю територію:

дослідна ділянка №1 – вул. Київська,
дослідна ділянка №2 – вул. Хмельницьке шосе,
дослідна ділянка №3 – Ботанічний сад
"Поділля" (контроль)



Облік трапляння різних видів лишайників на деревах для визначення чистоти атмосферного повітря

№ дерева на ділянці	Рясність лишайників різних форм			Всього різних лишайників
	накипних	листуватих	кущистих	
Липа серцелиста	3*	80	3	3
Верба звичайна	5	6	-	2
Ялина сиза	-	5	-	1
Ялина європейська			2	1
Черешня звичайна	-	30	2	2
Тополя звичайна	2	14	-	3
Липа дрібнолиста	3	65	1	5
Каштан кінський	1	16	-	2
Клен польовий	2	8	-	3
Дуб звичайний	1	30	-	3
Середній бал трапляння на 10 дерев	1,7	25,4	0,8	-

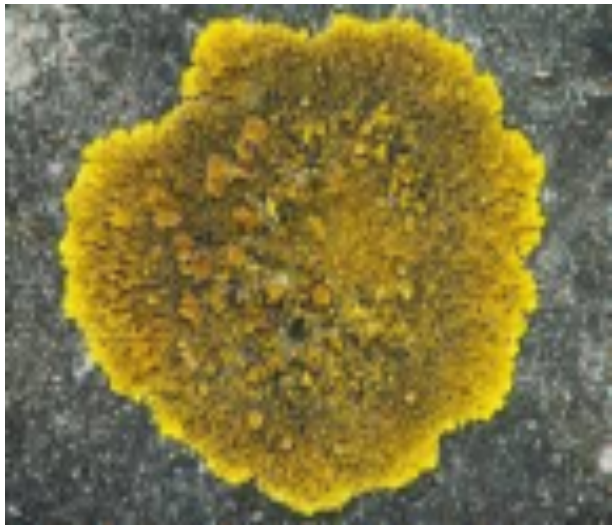
*Для підрахунків словесний опис трапляння переводять у бали: За результатами обліку трапляння різних видів лишайників на деревах для визначення відносної чистоти повітря розраховуємо показник відносної чистоти повітря (ПВЧП) за складом лишайників:

поодинокі або дуже рідко – 1 бал;
 трапляється рідко і мало (але більше, ніж 1-2 особини) – 2;
 трапляється рідко, але помітними плямами – 3;
 трапляється часто і помітними по розміру плямами – 4;
 масово, великими рясними плямами – 5.

$$ВЧА = \frac{1,7 + 2 \times 25,4 + 3 \times 0,8}{30} = 1,83$$



ЛИСТКУВАТІ



НАКИПНІ

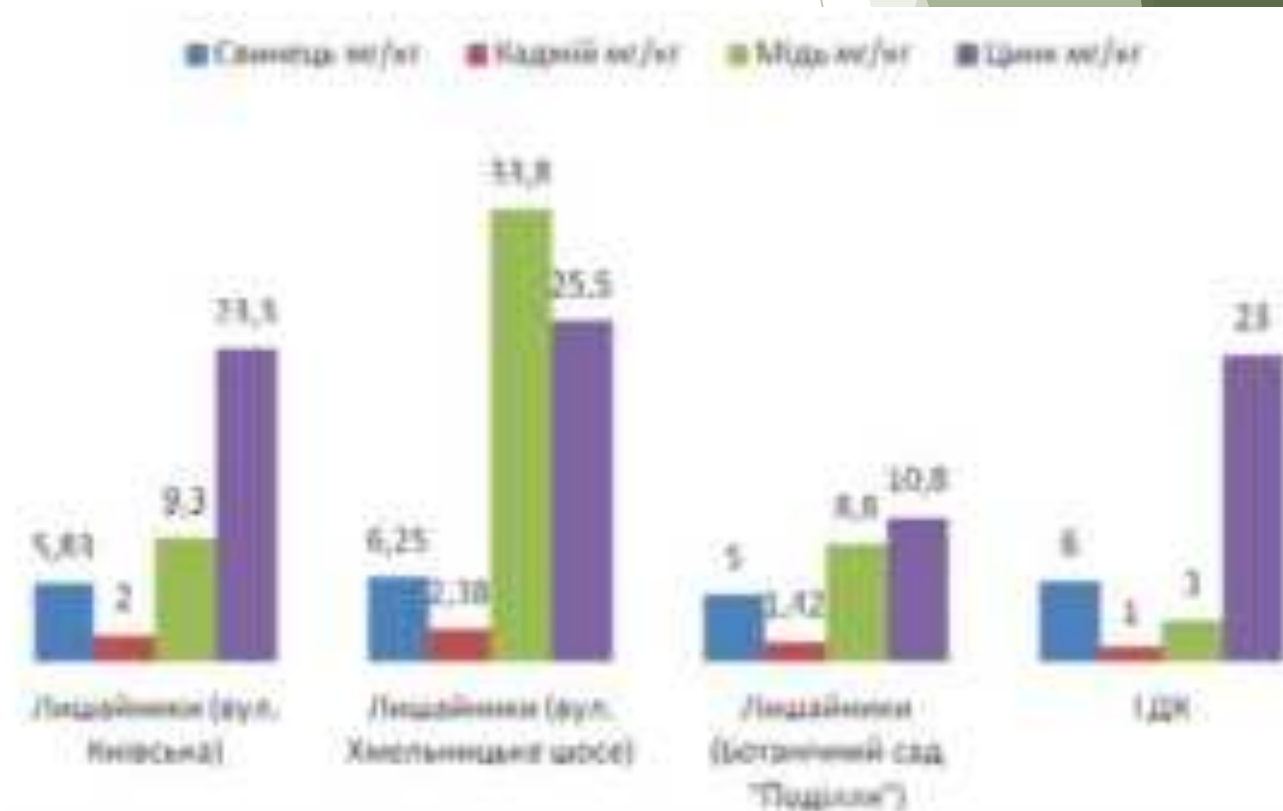
КУЩОВІ



За лабораторними аналізами встановлено вміст важких металів і мікроелементів у рослинах-індикаторах (лишайниках) у трьох районах дослідження м. Вінниці (вул. Київська, вул. Хмельницьке шосе, Ботанічний сад “Поділля” (контроль))

Вміст важких металів і мікроелементів у рослинах-індикаторах (лишайниках)

№ зразка	Об'єкт вимірювання	свинець	кадмій	мідь	цинк
		мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
		ГДК 6,0	ГДК 1,0	ГДК 3,0	ГДК 23,0
1	Лишайники (вул. Київська)	5,83	2,00	27,3	23,3
2	Лишайники (вул. Хмельницьке шосе)	6,25	2,38	33,8	25,5
3	Лишайники (Ботанічний сад “Поділля”)	5,00	1,42	8,8	10,8



Ступінь забруднення атмосферного повітря

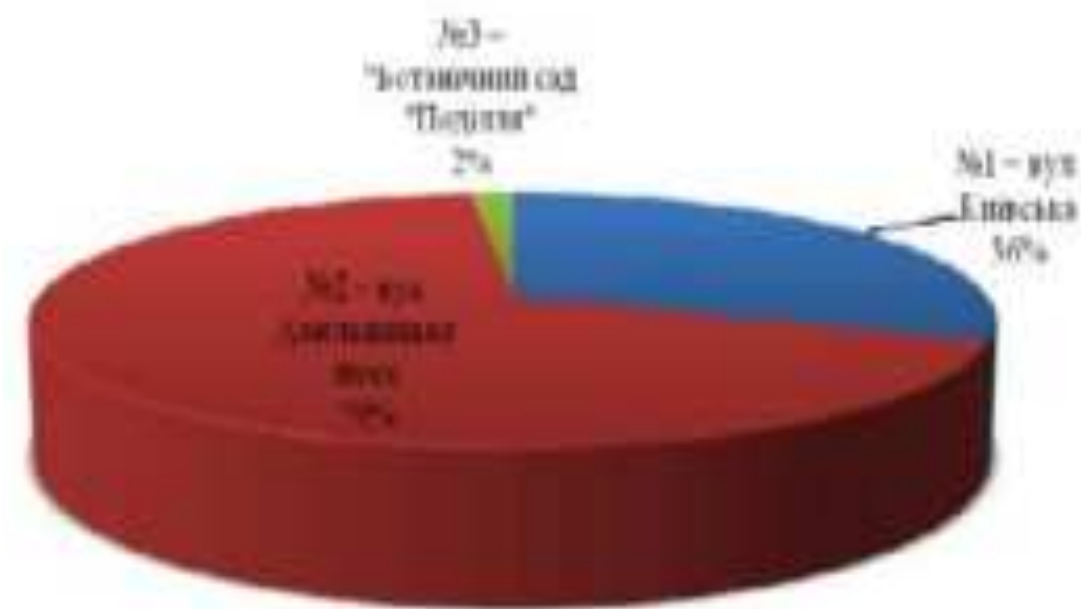
Зона	Ступінь забруднення повітря	Наявність (+) або відсутність (-) лишайників		
		кущистих	листувати х	накипних
1	Забруднення немає	+	+	+
2	Забруднення слабе	+	+	+
3	Забруднення середнє	-	+	-
4	Забруднення сильне	-	-	-

Вміст важких металів і мікроелементів у рослинах-індикаторах – ялини сизої і ялини європейської

№ зразка	Об'єкт вимірювання	свинець мг/кг	кадмій мг/кг	мідь мг/кг	цинк мг/кг
		ГДК 6,0	ГДК 1,0	ГДК 3,0	ГДК 23,0
1	Хвоя ялини сизої (<i>Picea glauca</i>) (вул. Київська)	3,50	2,38	40,0	13,0
2	Хвоя ялини європейської або смереки (<i>Picea abies</i>) (вул. Хмельницьке шосе)	5,80	2,00	37,5	12,5
3	Хвоя ялини європейської або смереки (<i>Picea abies</i>) (Ботанічний сад "Поділля")	2,60	0,88	16,9	12,3

Морфологічні особливості хвої ялини європейської і ялини сизої

Місце відбору зразка	Довжина, мм	Ширина, мм	Тривалість життя, роки	Кількість хвоїнок на 10 см пагона, шт.	Некрози	
					%	характер
№1 – вул. Київська	10	2	5	306	36	Середній ступінь ураження
№2 - вул. Хмельницьке шосе	8	1	5	386	79	Добре виражені некрози
№3 - "Ботанічний сад "Поділля"	12	0,95	5	284	2	Дуже низький ступінь ураження



1. Сучасний стан атмосферного повітря у м. Вінниці характеризуємо як відносно стабільний. Вінниця – порівняно комфортне місто із значно меншим, ніж в промислових містах, рівнем забруднення атмосферного повітря. Основні джерела забруднення атмосферного повітря Вінниці складають промислові комплекси міста: підприємства хімічної, легкої і харчової промисловості, але найбільшим забруднювачем є автотранспорт. У місті Вінниці повітря стало чистішим – впродовж минулих років, об'єми викидів шкідливих речовин у НПС зменшилися більше ніж на 30%. Таких результатів вдалось отримати за рахунок енергозберігаючих заходів, які запроваджуються на підприємствах та в транспортній мережі міста.
2. При визначенні екологічного стану атмосферного повітря м. Вінниці використовували наступні методи біоіндикації: ліхеноіндикацію, бріоіндикацію і фітоіндикацію. Методи біоіндикації – оцінка стану НПС за реакціями живих організмів. Ці реакції дозволяють оцінити антропогенний вплив на НПС в показниках, що мають біологічний зміст. Серед них найбільшого поширення набув метод ліхеноіндикації, що базується на спостереженні за розповсюдженням і кількістю лишайників у міських зелених зонах, в районах підприємств і вздовж автомагістралей. Бріоіндикація – оцінка стану НПС за реакціями мохоподібних, які на відміну від інших рослин, мають високу стійкість до забруднення та можуть бути використані для розробки швидкого і дешевого експрес-методу оцінки екологічного стану. Фітоіндикація – це оцінка стану НПС за реакціями рослин-індикаторів (хвойних та інших).
3. За результатами обліку трапляння різних видів лишайників на деревах показник відносної чистоти атмосфери становив 1,83. Якщо показник ближче розрахований до одиниці, то тим чистішим вважають повітря на цій території.

5. За допомогою методу ліхеноіндикації було оцінено забрудненість повітря м. Вінниці. Для проведення досліджень було обрано 10 дерев, які ростуть біля дороги по вул. Київська, 10 дерев на вул. Хмельницьке шосе та 10 дерев на контрольні ділянці – “Ботанічний сад "Поділля”.

За результатами досліджень встановлено, що середня ступінь покриття стовбура дерев по вул. Київська становить 31,5%, Хмельницьке шосе – 60,1%, “Ботанічного саду "Поділля” – 75,7%. Використовуючи метод ліхеноіндикації стверджуємо, що забрудненість повітря – слабке, і повітря у “Ботанічному саду "Поділля” чистіше, ніж по вулиці Київській і Хмельницькому шосе.

6. За проведеними лабораторними аналізами встановлено вміст важких металів і мікроелементів у рослинах-індикаторах – лишайників у трьох районах дослідження м. Вінниці (вул. Київська, Хмельницькому шосе, “Ботанічний сад "Поділля” (контроль)).

Вміст свинцю у рослинах-індикаторах (лишайниках) перевищував на вул. Хмельницьке шосе і становив 6,25 мг/кг, і не перевищував на вул. Київській – 5,83 мг/кг, а в “Ботанічному саду "Поділля” (контроль) – 5,00 мг/кг при ГДК – 6,00 мг/кг.

Вміст кадмію у рослинах-індикаторах (лишайниках) перевищував на всіх районах дослідження, що становив найбільше по Хмельницькому шосе – 2,38 мг/кг (перевищення в 2,4 рази), вул. Київська – 2,00 мг/кг (перевищення в 2 рази) і найменше в “Ботанічному саду "Поділля” (контроль) – 1,42 мг/кг (перевищення 1,42 рази) при ГДК – 1,00 мг/кг.

Вміст міді у рослинах-індикаторах (лишайниках) перевищував на всіх районах дослідження і становив від 33,8 мг/кг до 8,8 мг/кг при ГДК 3,0 мг/кг. Найбільше перевищення спостерігалось²⁶ по Хмельницькому шосе – в 11 раз, вул. Київській – в 3 рази і найменше в “Ботанічному саду "Поділля” (контроль) – майже в 3 рази.

Вміст цинку у рослинах-індикаторах (лишайниках) перевищував по Хмельницькому шосе і становив 25,5 мг/кг, вул. Київська – 23,3 мг/кг і не перевищував у “Ботанічному саду "Поділля” (контроль) – 10,8 мг/кг при ГДК – 23,0 мг/кг.

7. За проведеними дослідженнями встановлено вміст важких металів і мікроелементів у рослинах-індикаторах – хвої ялин сизої (*Picea glauca*) та європейської (*Picea abies*) в трьох районах дослідження м. Вінниці (вул. Київська, Хмельницьке шосе, “Ботанічний сад "Поділля” (контроль)).

Вміст свинцю у рослинах-індикаторах – хвоя ялин сизої (*Picea glauca*) та європейської (*Picea abies*) не перевищував по Хмельницьке шосе і становив 5,80 мг/кг, вул. Київська – 3,50 мг/кг і “Ботанічному саду "Поділля” (контроль) – 2,60 мг/кг при ГДК – 6,00 мг/кг.

Вміст кадмію у рослинах-індикаторах – хвоя ялин сизої (*Picea glauca*) та європейської (*Picea abies*) перевищував в двох районах дослідження, що становив найбільше по Хмельницькому шосе – 2,38 мг/кг (перевищення в 2,4 раза), вул. Київська – 2,00 мг/кг (перевищення в 2 раза) і не перевищував в “Ботанічному саду "Поділля” (контроль) – 0,88 мг/кг при ГДК – 1,00 мг/кг.

Вміст міді у рослинах-індикаторах – хвоя ялин сизої (*Picea glauca*) і європейської (*Picea abies*) перевищував на всіх об’єктах дослідження і становив від 40,0 мг/кг до 16,9 мг/кг при ГДК – 3,0 мг/кг. Найбільше перевищення по вул. Хмельницьке шосе – в 12,5 раз, вул. Київська – в 13,3 рази і найменше в “Ботанічному саду "Поділля” (контроль) – в 5,6 рази.

Вміст цинку у рослинах-індикаторах – хвоя ялин сизої (*Picea glauca*) та європейської (*Picea abies*) не перевищував на Хмельницькому шосе і становив 12,5 мг/кг, вул. Київська – 13,3 мг/кг та в “Ботанічному саду "Поділля” (контроль) – 12,3 мг/кг при ГДК – 23,0 мг/кг.

8. За анатомо-морфологічними особливостями хвої ялини європейської або смереки (*Picea abies*) і ялини сизої (*Picea glauca*) видно, що середній ступінь ураження некрозами (36%) – вул. Київська, добре виражені некрози (78%) – Хмельницьке шосе і низький ступінь ураження некрозами (2%) – “Ботанічний сад²⁷ "Поділля” (контроль). Через погіршення росту пагона в забрудненій зоні пучки хвоїнок більш зближені і на 10 см пагона їх більше, ніж у “чистій” зоні.

ПРОПОЗИЦІЇ

Для поліпшення екологічного стану атмосферного повітря у Вінниці необхідно:

- 1) використовувати інноваційні екологічнобезпечні технології у виробництві;
- 2) перейти на більш чистіші види палива: природний газ, біогаз, біопаливо, використовувати електротранспорт і гібридні двигуни;
- 3) встановлювати фільтри на підприємствах;
- 4) збільшити кількість зелених насаджень на території міста;
- 5) формувати високий рівень екологічної освіти та культури у громадян;
- 6) посилити екологічний контроль санітарно-епідеміологічної станції за санітарно-гігієнічними показниками різних урбоекосистем міста;
- 7) організувати постійне проведення екологічного аудиту й експертизи викидів від автомобільного транспорту;
- 8) підтримувати належний, відповідно до норм, санітарний і екологічний стан міста, поліпшувати благоустрій урбоекосистеми;
- 9) розробити заходи з організації й постійного проведення екологічного моніторингу щодо забруднення різних компонентів НПС.

Дякую за увагу!