МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природничий факультет

Кафедра ботаніки та екології

«Допущено до захисту» Реєстраційний №_____

Завідувач кафедри «__»_____20___р.

_____ _Маленко Я.В.___

(підпис) (прізвище, ініціали)

«___»_____20___р.

ФІТОІНДИКАЦІЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. КРИВИЙ РІГ

Кваліфікаційна робота студентки
групи ЕКО-18
ступінь вищої освіти бакалавр
спеціальності 101 Екологія
МАУН Тетяни Володимирівни

Керівник: Перерва В.В., к.пед.н., асистент кафедри ботаніки та екології

Оцінка:
Національна шкала_____
Шкала ECTS____Кількість балів_____
Голова ЕК____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)
_____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)
_____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Кривий Ріг – 2022

ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Маун Тетяна Володимирівна, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і тестів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомлена. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

ЗМІСТ

ВСТУП…….……3
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КРИВИЙ РІГ …….……..6
1.1. Гірничо-видобувна та металургійна промисловість як фактор формування промислових ландшафтів Кривого Рогу……6
1.2. Характеристика впливу промислових підприємств на стан атмосферного повітря міста Кривий Ріг……..8
Висновок до першого розділу……15
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ……16
2.1.Характеристика об'єктів дослідження……16
2.2. Методика ліхеноіндикації антропогенного навантаження на урбосистему міста Кривий Ріг……..19
Висновок до другого розділу…… 22
РОЗДІЛ 3.ФІТОІНДИКАЦІЯ (ЛІХЕНОІНДИКАЦІЯ) ЧИСТОТИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КРИВИЙ РІГ ……..23
3.1 Виявлення впливу техногенного навантаження на стан атмосферного повітря міста Кривий Ріг методом ліхеноіндикації……----……..…….23
3.2 Аналіз ступеня поширення епіфітних лишайників м.Кривий Ріг..….28
Висновок до третього розділу…….……. 33
ВИСНОВКИ……35
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ…….……...36
ДОДАТКИ…….…..……41

ВСТУП

Забруднення атмосферного повітря є актуальною проблемою прослових міст, у тому числі й міста Кривий Ріг. Основними джерелами надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря є промислові підприємства та автотранспорт. Забруднення повітря спричинює ряд наслідків: зменшення товщини озонового шару, кислотні дощі, негативний вплив на біоту та ін. [1]. Атмосферні забруднення також впливають на стан питних джерел і стан рослинного і тваринного світу, а також на стан здоров'я людини. Діоксид сірки токсичний для рослин і призводить до руйнування хлорофілу, а окиси вуглецю викликають інтоксикацію організму у людини [2].

З метою забезпечення аналізу та контролю стану атмосферного повітря використовують різні методи екологічного моніторингу. Існує численні методи оцінки стану навколишнього середовища: біологічні, біохімічні, хімічні, фізико-хімічні, фізичні, географічні.

Одним із перспективних методів екологічного моніторингу (фітомоніторингу) атмосферного забруднення є ліхеноіндикація. Цей метод базується на знанні біології епіфітних лишайників, які чутливі до змін якісного складу повітря й мікрокліматичних умов зростання [4].

Актуальність дослідження полягає в опосередкованому визначенні стану атмосферного повітря міста Кривий Ріг за допомогою методів ліхеноіндикації.

Метою роботи є оцінка ступеня забруднення атмосферного повітря м.Кривий Ріг шкідливими речовинами методами ліхеноіндикації.

Об'єктом дослідження є епіфітні лишайники.

Предметом дослідження є видовий склад та поширення епіфітних лишайників м. Кривий Ріг.

Дослідження проводилися в весняний період, березень-квітень 2022 р.

Завдання:

1) Проаналізувати літературні джерела за темою дослідження.

2) З’ясувати особливості вплив промислових підприємств на стан атмосферного повітря міста Кривий Ріг.
3) Визначити стан атмосфери на визначених дослідних ділянках за допомогою ліхеноіндикації.
4) Проаналізувати видовий склад та поширення епіфітних лишайників на різних видах дерев.

Методи використанні під час дослідження:

- польовий маршрутний метод;
- камеральний;
- загальнонаукові: описовий, аналіз, синтез, порівняння, систематизація.

Практичне значення одержаних результатів полягає у виявленні впливу техногенного навантаження на стан атмосферного повітря міста Кривий Ріг за допомогою ліхеноіндикації та аналізуванні поширення лишайників на різних видах дерев обраних ділянок

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох структурованих розділів, висновків, списку використаної літератури та додатку. Зміст роботи викладений на 47 сторінках машинопису, з яких 33 сторінок основного тексту. Робота містить 3 таблиці та 3 рисунків. Список використаної літератури налічує 46 джерел.

РОЗДІЛ 1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КРИВИЙ РІГ

1.1 Гірничо-видобувна та металургійна промисловість як фактор формування промислових ландшафтів Кривого Рогу.

Промисловий ландшафт – це ландшафт, який формується для цілей і під впливом промисловості. Щорічно із надр землі зараз добувається біля 20 тонн мінеральної сировини на душу населення. При добуванні корисних копалин, будівництві доріг, каналів, плануванні будівельних площадок людство щорічно переміщує біля 6 тис.м^3 землі [9].

Звернемося до визначення терміну Т.А. Казакової: «промисловий антропогенний ландшафт – це кар'єри, відвали, шахтні поверхневі провальні утворення, підземні шахтні ландшафти та виробничі структури (заводи, фабрики, комбінати, шахти, шурфи, електростанції)» [22]

Г.І. Денисик вважає, що Кривбас є унікальним регіоном України з точки зору набору територіальної структури промислових антропогенних ландшафтів [10].

Майже всі відомі різновиди промислових й інших змінених людиною ландшафтів поєднані на Криворіжжі (рис.1, додаток 1); частина з них пройшла тривалу історію розвитку, з різних причин вже не експлуатується і являє собою унікальну спадщину, яка наочно демонструє різні етапи розвитку індустріального ландшафту [21].

У Кривому Розі представлені як гірничопромислові, так і фабрично-заводські об'єкти, які мають розгалужену структуру. В Криворізькому регіоні зосереджено: 45 працюючих шахт з видобутку залізної руди; 41 кар'єр, з яких 11 є працюючими і велетенськими за своїми розмірами; 104 відвали розкривних гірських порід; 26 провальних зон і зон зрушення в полях шахт; 15 шламосховищ гірничозбагачувальних комбінатів і рудників; 28 спелестологічних об'єктів (розкриті стволи закинутих шахт, розкриті старі штольні, штреки, шахти, гезенки, провальні колодязі тощо) [19]. Якщо площа

міста Кривого Рогу становить 431,4 км², то гірничі техногенні ландшафти в ньому займають 48,8% території (табл.1.).

Таблиця 1 - Площі техногенних ландшафтів по відношенню до площі міста [19]

Назва техногенного ландафту	Площа
Площа міста	431,4 км²,
Площа зайнята кар'єрами	4,2 тис.га
Площа під відвалами з сухої породи	7,0 тис.га,
Площа під провальними зонами та зонами зрушення	3,4 тис.га.

Дамо характеристку гірничо-збагачувальним комбінатів міста (ГЗК) – Північний ГЗК (ПівнГЗК), Південний ГЗК (ПівдГЗК), Центральний ГЗК (ЦГЗК), Інгулецький ГЗК (ІнГЗК).

Північний гірничо-збагачувальний комбінат – найбільше (на початок XXI ст.) гірничодобувне підприємство Європи з повним циклом підготовки доменної сировини – залізорудного концентрату (вміст заліза 66%) та окатків (вміст заліза 60,3% та 63,5%).

Південний ГЗК – перше підприємство в країнах СНД, збудоване для видобутку і збагачення залізистих магнетитових кварцитів з отриманням залізорудного концентрату та доменного агломерату. Південний ГЗК виробляє агломерат залізорудний, агломерат залізорудний марганцевий, концентрати залізорудні, пісок з відсіву дроблення скельних порід, породи сланцеві, щебінь.

Відкрите акціонерне товариство «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат» являє собою складний виробничий комплекс, що спеціалізується на видобутку залізної руди і виробництва сировини для чорної металургії: обкотишів і залізорудного концентрату.

Центральний гірничо-збагачувальний комбінат – підприємство, що спеціалізується на видобутку, переробці та виробництві сировини для

металургійної промисловості – залізорудного концентрату і обкотишів. Це єдине підприємство в Україні, котре одночасно використовує відкритий та підземний способи видобутку руди.

ПАТ «Інгулецький ГЗК» - це складний промисловий комплекс, до складу якого входить 17 структурних підрозділів (на правах цехів), у тому числі 7 основних: кар'єр, виробничою потужністю з гірської маси 70 млн. т в рік [9].

1.2. Характеристика впливу промислових підприємств на стан атмосферного повітря міста Кривий Ріг

Протягом століть систематичного видобутку руди відбуваються зміни природних ландшафтів Кривого Рогу. Розробка Криворізького родовища залізних руд здійснюється близько 130 років. Внаслідок ведення гірничих робіт і вилучення з надр мільярдів тонн гірничої маси в Криворізькому басейні сформувались значні за площею техногенно трансформовані території [36].

Загалом, формування геоекологічного стану Кривбасу відбувається за участі біотичних, абіотичних та антропогенних чинників, несприятливий стан району виникає за рахунок переважаючої дії останніх. Географічним центром району виступає м. Кривий Ріг – потужний гірничопромисловий центр Дніпропетровської області та України. Стаціонарні джерела забруднення представлені промисловими підприємствами переважно гірничодобувної та переробної галузей чорної металургії (містяться у Кривому Розі), сільськогосподарськими та комунальними підприємствами.

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря виступають: викиди промислових підприємств Кривого Рогу – металургійний комбінат "АрселорМіттал Кривий Ріг", коксохімічний завод, гірничо-збагачувальні комбінати (Північний, Центральний, Південний та Новокриворізький) і відстійники (ЦГЗК та ПівнГЗК), кар'єри й відвали, поля компостування, не

обладнанні полігони зберігання твердих побутових відходів та захоронення отрутохімікатів.

Для Кривбасу характерне забруднення атмосферного повітря за наступними інгредієнтами: діоксид сірки, оксид заліза, етантіол, діоксид азоту, сірководень, пил кісткового борошна, пил деревний, бензол, пил зварювальний, нафталін, фенол, пил вугільний, оксид та гідрооксид кальцію, пил неорганічний, етилацетат, марганець, пил металевий, оксид азоту та ін. Переважна більшість території забруднена хімічними речовинами третього класу небезпеки.

Головними забруднювачами поверхневих вод та донних відкладів річок Криворізького району є скиди мінералізованих та інших стоків від кількох промислових підприємств міста – гірничо-збагачувальних комбінатів, металургійного комбінату, шахт та ін. Головними акумуляторами скидних вод є хвостосховища гірничо-збагачувальних комбінатів, до яких окрім хвостів рудозбагачення та оборотних вод скидаються також забруднені води більшості шахт і частково очищені побутові стічні води міськводоканалу. З хвостосховищ на півночі району (хвостосховище ПівдГЗК) скиди проводяться трубопроводами 600–1 200 мм по правому берегу р. Саксагань (м. Кривий Ріг у районі с. Веселі Терни). Забруднюючі речовини надходять до річок з оборотними стічними водами гірничорудних підприємств Кривого Рогу з водовипускних каналів й очисних споруд району.

Внаслідок значного забруднення поверхневих вод, надвисокої концентрації промислових об’єктів, особливо таких, що змінюють гідродинамічну рівновагу (кар’єри, відвали, хвостосховища) – в районі спостерігається високий ступінь забруднення підземних вод та розвиток процесів підтоплення (підняття рівня ґрунтових вод). Забруднення підземних вод району пов’язане із розвитком промисловості не лише у Кривому Розі, але й у всіх промислових містах, розташованих на південь від району, оскільки забруднені підземні води тяжіють до розвантаження в районі Причорноморської низовини.

Загалом, на сьогодні однією з основних проблем підвищення еколого-техногенної безпеки усього Кривбасу є визначення та врахування гірничо-геологічних умов видобування залізорудної сировини, які залежать від тектонічних порушень і розущільнених зон тектонічного й літологічного характеру, зміни режимів підземних вод, пов'язаних і діяльністю великих техногенних об'єктів (шламосховищ, водосховищ, відвалів гірських порід) [11,27].

Найбільшої шкоди ландшафти Кривого Рогу зазнали з початку 60-х років минулого століття завдяки впровадженню видобутку бідної залізорудної сировини (переважно залізистих кварцитів, що містять 17-42% заліза) відкритим способом з наступним її збагаченням до залізовмісної продукції (концентрат з вмістом заліза 65-67%). Нині діючих Криворізьких гірничо- збагачувальних комбінатів (ГЗК) такого профілю ведуть видобуток руди на 9 кар'єрах глибиною понад 300 м загальною площею близько 6 тис. га. Видобуток та збагачення 1 тони сирої руди за існуючими технологіями супроводжується утворенням 3-4 тон відходів, що накопичуються у гігантських відвалах розкривних порід та у багатоярусних чи площинних хвостосховищах з відходами збагачення.

На цих техногенних об'єктах зараз накопичено майже 4 млрд. $м^3$ промислових відходів, а зайнята ними площа перебільшує 12 тис. га із яких 5 тис. га знаходиться під відвалами і більше 7 тис. га - під хвостосховищами. Близько 5 тис. га земель в межах міста є зонами зрушення гірських порід і провалів (воронок) у місцях підземних порожнин від видобутку залізної руди [1].

На території міста знаходяться сотні породних відвалів. З урахуванням 200- метрової санітарної зони вони займають площу в тисячі гектарів. Біля 75 % відвалів представлені териконами з відсипкою породи в формі конуса висотою 50-100 м, кожен з яких займає площу від 2 до 10 га цінних міських земель і містить в середньому 14 тис.$м^3$ відвальної маси. Вони негативно впливають на прилеглі території: при їх вивітрюванні утворюються рухливі

токсичні сполуки; вони горять з виділенням шкідливих газів; стають об’єктами катастрофічної водної і вітрової ерозії, підвищеної радіоактивності [27, с 126-128].

Таким чином, нинішню екологічну ситуацію у місті Кривий Ріг можна охарактеризувати як критичну, яка формувалася протягом тривалого часу в умовах розвитку видобувної та металургійної промисловості, а саме роботі ГЗК.

Кривий Ріг – одне з основних промислових міст України в якому зосереджені підприємства гірничодобувної, металургійної, машинобудівної, хімічної, поліграфічної, легкої, харчової промисловості, підприємства теплоенергетики, виробництва будматеріалів тощо. Більше третини загального обсягу виробництва Дніпропетровської області припадає на промисловість міста Кривого Рогу. Місто утворюючими галузями, що стійко визначають профіль міста у територіальному розподілі праці є гірничодобувна промисловість та чорна металургія. Екологічну ситуацію в місті та прилеглих районах обумовлює тривала інтенсивна діяльність підприємств саме цих галузей.

Основний негативний вплив на складові довкілля в місті здійснюють 12 найбільших підприємств-забруднювачів: ПРАТ «ПІВНГЗК», ПРАТ «ЦГЗК», ПРАТ «ПІВДГЗК», ПРАТ «ІНГЗК», ПАТ «АМКР», ПРАТ «СУХА БАЛКА», ПАТ «Кривбасзалізрудком», ПАТ «ХЦУ», ГЗК «Укрмеханобр» ПРАТ «ММК ім. Ілліча», ТОВ «МЕТІНВЕСТ КРМЗ», ПАТ«Криворізька теплоцентраль», КПТМ «Криворіжтепломережа» (табл.2)

Таблиця 2 - Основні підприємства–забруднювачі атмосферного повітря [14]

Організація	Забруднення
АТ "Південний гірничо-збагачувальний комбінат"	0,55%
ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"	93,3%
ПАТ "Криворізький залізорудний комбінат"	0,07%
ПРАТ "Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат"	0,68%

ПРАТ "Кривий Ріг Цемент"	0,92%
ПРАТ "Північний гірничо-збагачувальний комбінат"	2,28%
ПРАТ "СУХА БАЛКА"	0,04%
ПРАТ "Центральний гірничо-збагачувальний комбінат"	1,12%
ТОВ "МЕТІНВЕСТ Криворізький ремонтно-механічний завод"	0,1%
ТОВ "Рудойман"	0,07%

* – Відсоток у загальному обсязі забруднення по місту

Промислові підприємства м. Кривого Рогу розташовані мередіально у вигляді смуги вздовж залізорудних родовищ Криворізького басейну, розробка яких протягом тривалого часу призвела до техногенної дестабілізації як геологічного середовища, так і довкілля в цілому. Значного впливу зазнає атмосферне повітря – близько 99,6% промислових викидів забруднюючих речовин становлять викиди від стаціонарних джерел зазначених підприємств.

Основними джерелами забруднення атмосфери викидами металургійних підприємств є коксохімічне, агломераційне, доменне, феросплавне і сталеплавильне виробництва. При цьому, зокрема, коксохімічне виробництво забруднює атмосферу оксидами вуглецю і сірки, а також пилом. Аглофабрики виділяють оксиди сірки і вуглецю, а пил містить залізо і його оксиди, оксиди марганцю, магнію, фосфору, кремнію, кальцію, іноді частинки титану, міді, свинцю.

На загальний рівень забруднення атмосфери досить суттєвим є вплив метеорологічних умов. 64% повторюваності впродовж року штилів і вітрів з малою швидкістю свідчить сталу роль метеорологічних параметрів у накопиченні забруднюючих речовин від низьких джерел забруднення, таких як автотранспорт. Збільшення кількості автомобілів у місті сприяє тенденції зростання питомого вкладу пересувних джерел у загальний фон забруднення атмосферного повітря міста. Так при питомому вкладі автотранспорту в

загальний обсяг викидів забруднюючих речовин на рівні 7%, його вклад у створювану викидами приземну концентрацію цих речовин сягає більше 40%

Згідно статистичних даних промислових підприємств міста обсяг викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря міста за підсумками 2019 року склав 269,9 тис. тонн, що лише на 1% більше, ніж у 2018 році.

Основними забруднюючими речовинами атмосферного повітря міста, які складають 97,2% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин є: оксид вуглецю – 76,6%; пил – 12,3%; діоксид азоту – 4,8%; діоксид сірки – 3,5%; інші речовини (сірководень, аміак, фенол, формальдегід, діазоту оксид, метан) – 2,8%.

Загальний рівень забруднення атмосферного повітря в Кривому Розі оцінюється індексом забруднення атмосфери, який у місті в 2019 році склав 12,64. Для порівняння комплексний індекс забруднення атмосферного повітря в Дніпрі складає 17,01, у Кам'янському –14,7. При цьому, в 2015 році індекс забруднення атмосфери уКривому Розі становив 14,17.

За даними Лабораторії спостережень за станом атмосферного повітря м. Кривий Ріг Дніпропетровського регіонального центру з гідрометеорології у 2019 році середньорічні концентрації забруднюючих речовин перевищували гранично допустимі з пилу та формальдегіду. При цьому, концентрації по пилу впорівнянні з 2015 роком, зменшилися в 2 рази (з 0,8 мг/м^3 до 0,4 мг/м^3).

Показники середньорічних концентрацій за оксидом вуглецю, діоксидом азоту, сірководнем та аміаком в порівнянні з 2018 роком залишилися незмінними. Зменшенню рівня концентрацій пилу та інших забруднюючих речовин в атмосферному повітрі сприяє виконання промисловими підприємствами міста повітроохоронних заходів Міської екологічної програми, у т.ч. заходів із пилопридушення [34,35].

Тенденція до зменшення рівня забруднення атмосферного повітряміста Кривого Рогу, обсягів викидів забруднюючих речовин, індексу забруднення атмосферного повітря, середньорічних концентрацій свідчить про позитивні

результати природоохоронної діяльності у місті, у т. ч. про ефективність виконання заходів Міської екологічної програми. Незважаючи на позитивні тенденції зменшення рівня забруднення атмосферного повітря, фактичні концентрації забруднюючих речовин у місті по пилу, діоксиду азоту, формальдегіду перевищують граничнодопустимі значення.

Для поліпшення стану атмосферного повітря Міською екологічною програмою передбачено комплекс повітроохоронних заходів, реалізація яких дозволить поліпшити його якість. Основними заходами у сфері охорони атмосферного повітря є зупинка двухванного сталеплавильного агрегату No6, виведення з експлуатації аглофабрики металургійного виробництва, доменних печей №5 та №7, коксових батарей №1 та №2, реконструкція газоочисних установок від агломашин агломераційного цеху No2, будівництво нового корпусу агломерації з установкою нових газоочисних установок, будівництво нових газоочисних установок за конверторами No1-3 ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг", будівництво та введення в дію нових газоочисних установок на аглофабриці ПАТ "ПівдГЗК". Також важливим є комплекс заходів з пилопригнічення відвалів, хвостосховищ, складів готової продукції, автошляхів, вулиць житлових масивів [37].

В умовах різко збільшеного за останнє сторіччя антропогенного впливу на природні комплекси особливе практичне значення при оцінці біосферних функцій екосистем має критерій їх стійкості. Незворотні зміни в екосистем відбуваються в результаті господарської діяльності людини і обумовлені комплексом факторів: зниженням рівня і підвищення засоленості грунтових вод, насиченням атмосферного повітря проісловими забруднювачами (газоподібними токсикантами і твердими пиловими частинками), збільшення вмісту в номому вуглекислого газу і, як наслідок, зміною радіаційного і температурного режиму території. Все це веде до дестабілізації існуючи зв’язкв в біоценозі та призводить до порушення рівноваги, що сталася, в його структурі [39].

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1

Промисловий ландшафт – це ландшафт, який формується для цілей і під впливом промисловості. Для Кривого Рогу притаманна значна частка гірничих техногенних ландшафтів. В Криворізькому регіоні зосереджено: 45 працюючих шахт з видобутку залізної руди; 41 кар'єр, з яких 11 є працюючими і велетенськими за своїми розмірами; 104 відвали розкривних гірських порід; 26 провальних зон і зон зрушення в полях шахт; 15 шламосховищ гірничозбагачувальних комбінатів і рудників; 28 спелестологічних об'єктів. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря виступають: викиди промислових підприємств Кривого Рогу – металургійний комбінат "АрселорМіттал Кривий Ріг", коксохімічний завод, гірничо-збагачувальні комбінати (Північний, Центральний, Південний та Новокриворізький) і відстійники (ЦГЗК та ПівнГЗК), кар'єри й відвали, поля компостування, не обладнанні полігони зберігання твердих побутових відходів та захоронення отрутохімікатів.

Для Кривбасу характерне забруднення атмосферного повітря такими сполуками: діоксид сульфуру, оксид феруму, етантіол, діоксид нітрогену, сірководень, пил кісткового борошна, пил деревний, бензол, пил зварювальний, нафталін, фенол, пил вугільний, оксид та гідрооксид кальцію, пил неорганічний, етилацетат, манган, пил металевий, оксид нітрогену та ін.

Відповідно до статистичних даних промислових підприємств міста обсяг викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря міста за підсумками 2019 року склав 269,9 тис. тонн, загальний рівень забруднення атмосферного повітря в Кривому Розі оцінюється індексом забруднення атмосфери, який у місті в 2019 році склав 12,64.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Виявлення видового складу лишайників на ділянці об'єкту дослідження

Багаторічні дослідження науковців доводять, що найбільш чутливими індикаторами забрудненого повітря є мохи та лишайники [5].

Лишайники (*Lichenes*) - своєрідна група комплексних організмів – гриба (мікобіонта) й водорості (фікобіонта), які утворюють єдине симбіотичне співжиття, що відрізняється вільними морфологічними типами й особливостями фізіолого-біохімічними процесами .

Вегетативне тіло лишайника, яке називають тал ломом або сланню, цілком складається з переплетення грибних гіфів. Водорості або розкиданні безсистемно серед грибних гіфів у всій товщі слані або розташовані окремим диференційованим шаром трохи нижче її поверхні [21].

Слань лишайника дуже різноманітна за розмірами, формою, будовою та забарвленням. Розрізняють три основних морфологічних типи лишайників (рис.2.1):

1. Накипні, талом яких являє собою скоринку, що міцно зчеплена зі субстратом. Накипні слані мають невеликі розміри, а їхній діаметр становить кілька міліметрів або сантиметрів.

2. Листуваті, талом яких має вигляд лусочок або листоподібних пластинок. Найбільш проста слань листуватих лишайників має вигляд однієї великої округлої листоподібної пластинки, що досягає в діаметрі 10-20 см.

3. Кущисті, талом яких складається з «гілочок» або звисаючих «борід». За організаційним рівнем кущисті (рунисті) лишайники являють собою вищий етап розвитку слані [33, 44].

Рис.2.1 Морфологічні типи лишайників: 1 – накипні; 2 – листуваті, 3 – кущисті.

Все необхідне для життя лишайники отримують із повітря й атмосферних опадів, і при цьому не мають спеціальних пристосувань, що запобігають надходженню в їхні тіла різних забруднювачів. Талом лишайника не має кутикули, тому поглинання елементів проходить дуже швидко, і шкідливі речовини легко накопичуються без можливості виділення. Надходячи в талом, такі з'єднання руйнують хлоропласти водоростей, рівновага між компонентами лишайника порушується, і організм гине. Тому багато видів лишайників швидко зникають з територій, підданих значному забрудненню атмосферного повітря. Таким чином, *лишайники є ідеальним об'єктом біоіндикації стану атмосферного повітря* [33,40].

Вимогливість лишайників до чистоти повітря зростає в ряді «накипні-листуваті – рунисті». Тобто самими витривалими і толерантними є накипні лишайники. Листуваті проявляють середню чутливість до забруднення повітря, а рунисті лишайники зникають при перших симптомах забруднення [14, с 35,43].

В ході дослідження нами були виділені 2 дослідні ділянки.

Ділянка №1 - вул.Залізничників, Довгинцівського району, м. Кривий Ріг де спостерігається інтенсивний рух автотранспорту, але ця територія знаходиться поза межами промислових об'єктів. Відзначимо, що на території ділянки 1 спостерігається індикаторний вид – *Xanthoria parietina*

(ксанторія настінна) (Додаток А). Це листуватий епіфітний лишайник, один із найпоширеніших на стовбурах дерев.

Основними деревними породами ділянки 1 є: береза бородавчаста (*Betula pendula*), клен гостролистий (*Acer platanoides*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*). Більшість дерев значних розмірів, старі, молодих насаджень спостерігається мало. Вулиця знаходиться в південно - східній частині міста.

Тут розміщуються здебільшого цегляні трьохповерхові будинки, їх покрівлі складаються із шиферу та метало черепиці. У дворах багатьох будинків є господарські приміщення – сараї, гаражі, також є сади із плодових дерев, вік яких становить приблизно 25 – 30 років, але трапляються і молоді, віком 10 – 15 років. Є присадибні ділянки – городи. Майже коло кожної оселі є квітники утворені декоративними, кущовими та трав'янистими рослинами.

Ділянка 2 – вул. Святогеоргіївська, Металургійного району, м. Кривий Ріг. На цій території спостерігається інтенсивний рух автотранспорту. З східної частини вулиці розташований Ставок № 2, а з західної частини ставок № 3. Вулиця розташована в межах промислових об'єків, тому рівень антропогенного навантаження спостерігається значним. Спостерігається індикаторні види – *Xanthoria parietina* (ксанторія настінна) (Додаток Б) та *Physcia adscendens* – фісція висхідна (Додаток Б). Це листуваті та накипні лишайники.

Основними деревними породами ділянки є: клен гостролистий (*Acer platanoides*), гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*), липа серцелиста (*Tilia cordata*), тополя біла (*Populus alba*). Орієнтовний вік деревних насаджень складає 25-35 років. Вулиця знаходиться в північно-західній частині міста.

2.2. Методика ліхеноіндикації антропогенного навантаження на урбосистему міста Кривий Ріг

Метод ліхеноіндикації передбачає методи пасивного та активного спостереження. В процесі пасивного спостереження визначають кількість лишайників та їх видів, а також розміри покриття лишайниками поверхні субстрату в природному біотопі. При активному спостереженні ступінь забруднення атмосферного повітря шкідливими речовинами оцінюють за кількістю ушкодженого талому і за вмістом забруднюючих речовин у слані лишайника.

Для дослідження ліхеноіндикації використовують такі методи:

1) визначення видового складу і відносної чисельності лишайників, що дає змогу скласти карту їх поширення.
2) дослідження угруповань лишайників, відсотка покриття й інших екологічних параметрів, а також видової різноманітності.
3) імплантування лишайників з незабруднених територій в район, що досліджується.
4) перенесення й дослідження лишайників у лабораторії і вплив на них різними концентраціями забруднювальних речовин [4,7]

Перші два методи належать до пасивного моніторингу, решта – до активного[7].

З метою індикації стану довкілля використовують спеціальні карти, які визначають частоту виявлених лишайників і ступінь покриття ними деревних стовбурів. Цей метод є одним із найдавніших і найпоширеніших методів ліхеноіндикації.

Методи ліхеноіндикації, засновані на вивченні зміни структури угруповань лишайників і складу ліхенобіоти під впливом забруднення, можна поділити на такі групи:

1) Аналіз історичних даних, порівняння сучасних результатів і наступних спостережень за складом лишайників у тому самому місці;

2) Зміна структури угруповань лишайників уздовж градієнти джерела забруднення;
3) Зонування території, засноване на визначенні змін у багатстві й загальній кількості видів під впливом забруднення;
4) Картування поширення індикаторних видів і їх характеристик;
5) Використання індексів для кількісної оцінки ступеня забруднення середовища, наприклад індексів атмосферної чистоти [30, 25 с 31-33].

Підгрунтям зміни видового складу угруповань лишайників під впливом забруднення є диференціальна чутливість різних видів до впливу полютантів. Використання лишайників як індикатора для фонового моніторингу ґрунтується на високій чутливості до токсичних речовин впродовж цілого року їх життєвого циклу. Вони здатні акумулювати різні елементи, особливо важкі метали, вміст яких обумовлено відстанню від джерела забруднення і пануючих вітрів. Складаються карти-схеми стану приземного повітря, які дозволяють по ступеню забруднення виділити 4 зони:

- Зона лишайникової пустелі;
- Зона максимального забруднення;
- Зона сильного забруднення;
- Зона незначного забруднення [28].

Як приклад чутливих біоіндикаторів атмосферного забруднення, можна навести епіфітні лишайники, які часто зустрічаються на території Кривого Рогу (*Xanthoria parietina, Physcia adscendens*) [7].

Більшість хімічних сполук, що негативно впливають на флору лишайників, містяться у викидах промислових виробництв і транспорту, що дозволяє використовувати лишайники як індикатори чистоти повітря. Для дослідження забруднення атмосферного повітря за допомогою лишайників як індикаторів чистоти повітря , був обраний метод «сіток квадратів». При визначенні проективного покриття лишайників зазвичай користуються сіточками 10 х 10 см, які представляють собою рамки.

Рамку накладають на стовбур дерева і фіксують. Потім визначають число(а) одиничних квадратів, в яких лишайники займають на око більше половини площі квадрата, і їм приписують покриття, що дорівнює 100%; визначають число (b) квадратів, в яких лишайники займають менше половини площі квадрата, та їм приписують покриття, що дорівнює 50%. Загальне покриття у відсотках обчислюють за формулою (с – число досліджуваних квадратів):

$$R = 100\ a + 50\ b / c$$ [40].

Покриття кожного виду на стовбурі дерева може бути представлено у якості візуальної оцінки. Це можна зробити за допомогою невеликих пробних майданчиків, розташованих на стовбурі дерева на певній висоті. Для визначення проективного покриття використовується бальна шкала Браун-Бланке.

«+» – зустрічається рідко, ступінь покриття незначна.

1–індивідумів багато, ступінь покриття мала або особини розріджені, але площа покриття велика.

2 –індивідумів багато, ступінь проективного покриття не менше 10%, але не більше 25%.

3– будь-яка кількість індивідуумів, ступінь покриття 25-50%.

4– будь-яка кількість індивідуумів, ступінь покриття 50-75%.

5–ступінь покриття більше 75%, число особин будь-яка[45, 26].

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 2

Лишайники (Lichenes) - своєрідна група комплексних організмів – гриба (мікобіонта) й водорості (фікобіонта), які утворюють єдине симбіотичне співжиття, що відрізняється вільними морфологічними типами й особливостями фізіолого-біохімічними процесами. Все необхідне для життя лишайники отримують із повітря й атмосферних опадів, і при цьому не мають спеціальних пристосувань, що запобігають надходженню в їхні тіла різних забруднювачів.

Вимогливість лишайників до чистоти повітря зростає в ряді «накипні-листуваті – рунисті». Тобто самими витривалими і толерантними є накипні лишайники. Листуваті проявляють середню чутливість до забруднення повітря, а рунисті лишайники зникають при перших симптомах забруднення.

Методи ліхеноіндикації передбачають пасивне й активне спостереження. Використання лишайників як індикатора для фонового моніторингу ґрунтується на високій чутливості до токсичних речовин впродовж цілого року їх життєвого циклу та здатності акумулювати різні елементи, особливо важкі метали, вміст яких обумовлено відстанню від джерела забруднення і пануючих вітрів. Складаються карти-схеми стану приземного повітря, які дозволяють по ступеню забруднення виділити 4 зони.

Як приклад чутливих біоіндикаторів атмосферного забруднення можна навести епіфітні лишайники, які часто зустрічаються на території Кривого Рогу (*Xanthoria parietina, Physcia adscendens*).

РОЗДІЛ 3.ФІТОІНДИКАЦІЯ (ЛІХЕНОІНДИКАЦІЯ) ЧИСТОТИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КРИВИЙ РІГ

3.1 Виявлення впливу техногенного навантаження на стан атмосферного повітря міста Кривий Ріг методом ліхеноіндикації

Кривий Ріг є одним крупних індустріальних міст України з підвищеним техногенним навантаженням, що обумовлено наявністю на його території підприємств металургійної, гірничорудної галузей промисловості. У таких умовах постійно підвищується ступінь надходження шкідливих викидів у атмосферу на одиницю площі [22, с 30]. За походженням всі джерела забруднення атмосфери поділяють на природні й антропогенні [41]. До природних джерел забруднення атмосфери відносять виверження вулканів, лісові пожежі, поверхні вивітрювання тощо. Крім того, до природних джерел забруднення атмосфери відносять космічний пил, сонячне та космічне випромінювання тощо. Серед основних джерел антропогенного забруднення особливу увагу слід приділяти викидам промислових підприємств та енергетичних систем. На цих підприємствах джерелами забруднення атмосфери є не утилізовані відходи, які утворюються в результаті обміну речовин та енергій підприємства та довкілля[3].

Основними забруднювачами атмосферного повітря є оксиди вуглецю ($CO+CO_2$), діоксид сірки (SO_2), оксиди азоту, вуглеводні, пил, біологічні забруднення тощо [14]. За ГОСТ 17.2.1.01-76, забруднюючі атмосферу речовини класифікують за агрегатним станом та кількістю речовин. За агрегатним станом забруднюючі атмосферу речовини поділяють на газоподібні, пароподібні (пари органічних розчинників), тверді й рідкі. Останні утворюють в повітрі аерозолі. Крім того забруднювачі атмосферного повітря об’єднують в дві основні групи: матеріальні й енергетичні. У свою чергу, матеріальні забруднювальні атмосферу речовини поділяють на хімічно інертні (нетоксичні) та хімічно активні (токсичні). Токсичними називають такі інгредієнти, які при перевищенні певних граничнодопустимих концентрацій (ГДК) спричиняють загибель живих істот або пригнічують

їхню життєдіяльність, в тому числі впливають на здоров'я людей. Нетоксичними є такі інгредієнти, які необхідні для розвитку живих організмів або вони не впливають на їхню життєдіяльність у межах певних концентрацій, що характерна для природного складу атмосферного повітря. Значне відхилення від меж природних концентрацій нетоксичних інгредієнтів може здійснювати негативний вплив на живі організми. Існує ще одна класифікація забруднюючих атмосферу речовин за характером впливу на живі організми. Так виділяють п'ять основних груп забруднюючих речовин:

- загальносоматичні, які при певній кількісній дії можуть викликати отруєння всього організму, наприклад, оксид вуглецю (II), пари меркурію, неорганічні сполуки свинцю, тощо;
- подразнювальні, які викликають подразнення дихальних шляхів та слизових оболонок, наприклад, оксиди сірки та азоту, озон, хлор тощо;
- алергени або сенсибілізуючі, тобто хімічно інертні речовини, які здатні викликати алергії та шкіряні захворювання типу екзем, наприклад, нетоксичний пил, квітковий пилок, тощо;
- канцерогенні, які викликають появу злоякісних пухлин, наприклад, бенз(а)пірен, азбест, сполуки хрому (VI), радон, тощо;
- мутагенні, які викликають небажані мутації в живих організмах, наприклад, радіонукліди, органічні сполуки свинцю, сполуки марганцю у вищих ступенях окислення, тощо [23,27,36, 11]

Всі перераховані забруднюючі речовини викликають так зване матеріальне забруднення атмосфери, яке має негативний вплив як на живі організми так і неживу природу.

Таким чином в урбанізованому середовищі зростає частка сполук, які характеризуються мутагенними властивостями. Тому важливим є контроль за станом навколишнього середовища та своєчасний аналіз забрудненості території міста. В деякій мірі ці питання дозволяє вирішити фітоіндикаційна оцінка [31, с 400-404].

Фітоіндикація – це складова частина розділу дисципліни біоіндикації, яка є прикладним напрямком екології і розробляється для оцінки факторів середовища за біологічною складовою, насамперед рослинністю[31, с 354]

Процес фітоіндикації складається з наступних операцій:

— вибір індикату (фактору), що зумовлює мету індикації;
— вибір способу і масштабу вимірювань його величини або зміни;
— пошук індикатора на основі логічних доказів його зв'язків з даним фактором;
— розроблення шкали вимірювання індикаційних ознак; · визначення ступеня кореляції між зміною фактора і індикатора, а також засобу його відображення[31, с 375, 8]

При фітоіндикації зміни біологічної системи завжди залежать як від антропогенних так і від природних факторів середовища. Ця система реагує на дію середовища в цілому у відповідності зі своєю схильністю, тобто такими внутрішніми факторами, як умови харчування, вік, генетично контрольована стійкість та вже присутні порушення. Якщо індикатор реагує значним відхиленням життєвих проявів від норми, то він є чутливим фітоіндикатором [17, С.60]. Акумулятивні фітоіндикатори, навпаки, накопичують антропогенні впливи більшою частиною без швидкого виявлення порушень. Функції індикатора виконує той вид, який має вузьку амплітуду екологічної толерантності по відношенню до якого-небудь фактора. В більшості випадків це рослини - організми, які не здатні до активного переміщення [31, С.345]. Індикація екологічних умов проводиться на основі оцінки зміни як видового розмаїття організмів тієї чи іншої місцевості, так і їх хімічного складу, який відображує їх здатність накопичувати елементи та сполуки, які надходять з оточуючого середовища. Наприклад, оцінка стану оточуючого середовища по зміні кількості видів пов'язана з тим, що найбільш чуттєві до тих чи інших забруднюючих речовин види рослин зникають з біоценозу (лишайники в промислових центрах) або, навпаки, збільшують свою чисельність (синьо-зелені водорості

при надходженні у водойми забруднюючих речовин з сільськогосподарських угідь) [12].

На відміну від квіткових рослин лишайники здатні позбуватися від вражених токсичним речовинами частин свого талому кожного року. В містах із забрудненою атмосферою вони ростуть рідко, головний ворог лишайників у містах – сірчистий газ. Установлено, що чим вищий рівень забруднення природного середовища сірчистим газом, тим більше сірки накопичується в слані лишайників, причому жива слань акумулює сірку з середовища інтенсивніше, ніж мертва. Особливо зручні лишайники в якості індикаторів невеликого забруднення оточуючого середовища. Оскільки лишайники поглинають мінеральні речовини з опадів і атмосферного пилу, вони дуже чутливі до чистоти повітря. У місцях, де повітря забруднене димом, кіптявою, сірчистим газом вони не ростуть [24, С.24]

Крім двоокису сульфуру на лишайники згубно діють і інші забруднювачі – оксиди нітрогену(NO, NO_2), оксиди карбону (CO, CO_2), сполуки фтору і інші (рис.2.2) [4, С.98; 35]

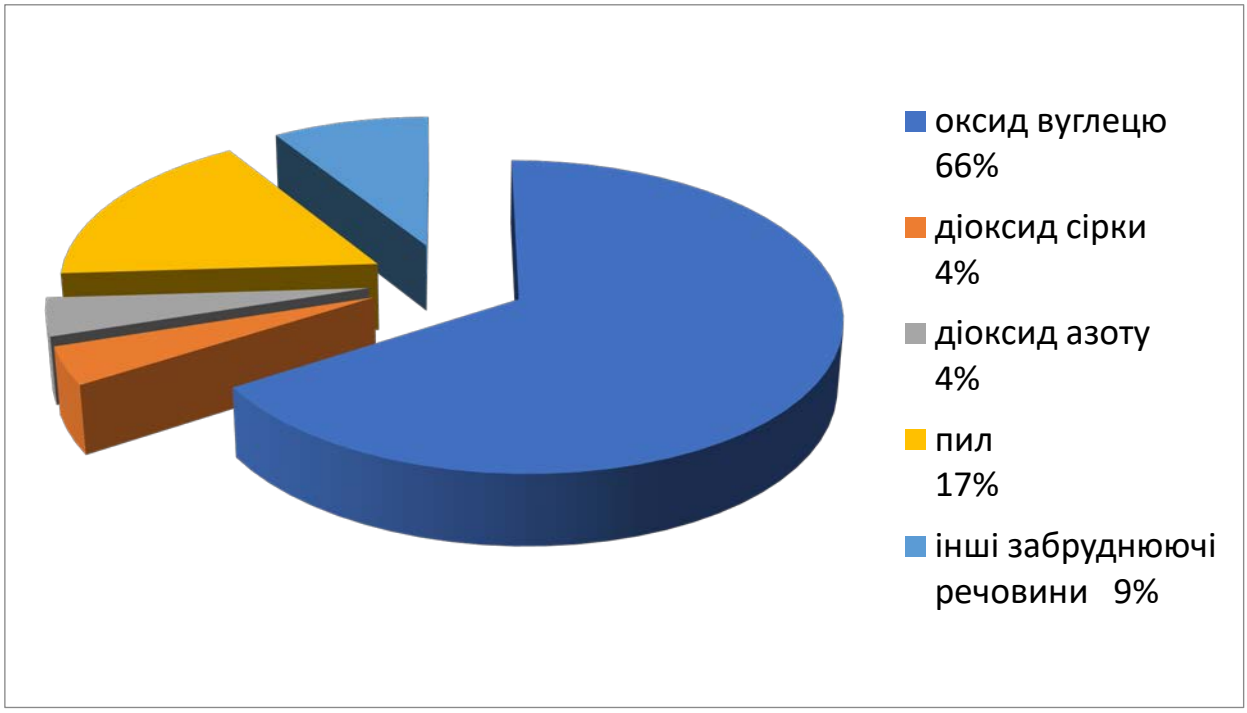

Рис.2.2. Співвідношення викидів основних забруднюючих речовин атмосферного повітря у місті Кривий Ріг

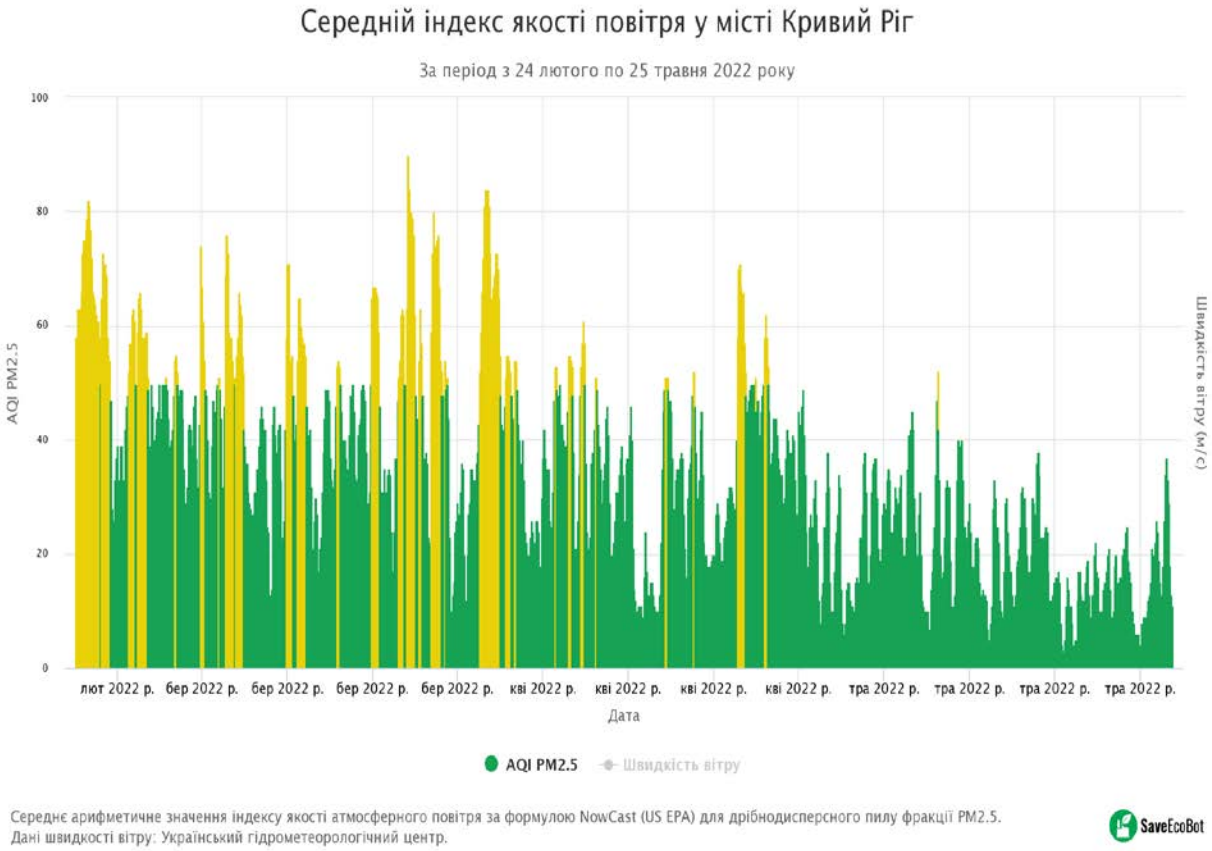

Рис.2.3. Середній індекс якості повітря у місті Кривий Ріг (лютий-травень 2022)

3.2 Аналіз ступеня поширення епіфітних лишайників м.Кривий Ріг

Криворіжжя є регіоном з потужною гірничовидобувною, збагачувальною, металургійною промисловістю [24] Окремі компоненти екосистем є досить добре вивченими, проте, епіфітні лишайники є одним з найменш досліджених компонентів екосистем Кривбасу[25] При цьому формування ліхенофлори від джерел інтенсивного промислового забруднення прничо-метеларгуйного комплексу міста Кривий Ріг в значній мірі обумовлено надходженням техногенних мінералів та впливом полютантів [26]. Питання збереження та охорони рослинних угруповань антропогенно трансформованих територій на Криворіжжі потребує вивчення різноманітності не тільки судинних вищих рослин, які створюють основу рослинного покриву, а й врахування безсудинних рослин — лишайників, які

є невідємними компонентами екосистем. Використання епіфітних лишайників у моніторингових дослідженнях дає змогу виявити їх екологічні амплітуди, загальні особливості поширення, що значно полегшує біомоніторинг та прогнозування стану екосистем[28]

Щоб проаналізувати ступінь поширення лишайників на різних видах дерев були використанні такі формули як: частота, з якою зустрічається лишайник кожного виду за формулою (1):

$$Авиду = m_{виду} n \times 100, \% \quad (1)$$

де $m^{виду}$ – кількість лишайників даного виду; n – загальна кількість дерев у досліджуваному квадраті (у нашому випадку n=10.)

Далі розрахунок середнього ступіню покриття площі рамки лишайниками кожного виду за формулою (2):

$$S_{виду} = 1ns = 1nS_i, \% \quad (2)$$

де S_i – ступінь покриття площі рамки лишайниками окремого дерева, %.

Після цього кожному отриманому значенню частоти з якою зустрічається лишайник певного виду $A^{виду}$ й ступеню їхнього покриття $S^{виду}$ привласнюють свій умовний бал оцінки: відповідно $a^{виду}$ й $s^{виду}$ за шкалою,. Для кожного виду лишайників обчислюють середній умовний бал частоти з якою зустрічаються лишайники, й ступеню покриття за формулою (3):

$$Мвиду = ai_{виду} + Si_{виду2}. \quad (3)$$

Після цього визначають показник відносної чистоти атмосфери (4):

$$Q = Мн + 2 \times Мл + 3 \times Мк30, \quad (4)$$

де M_H, $M_Л$ и $M_К$ – середній умовний бал показника частоти з якою зустрічаються лишайники, й ступеню покриття накипних, листуватих і кущистих лишайників, відповідно [32, 45, 46].

Практичні дослідження на ділянці №1 вулиця Залізничників, Довгинцівського району, м. Кривий Ріг та № 2 вулиця Святогеоргіївська, Металургійного району, м. Кривий Ріг подано в таблиці (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Дослідження видового складу та покриття епіфітних лишайників м.Кривий Ріг

Вулиця Залізничників					
№	Назва дерева	Діаметр стовбуру, см	Напрямок нальоту	Вид лишайнику	Шкала покриття
1	Береза бородавчаста (*Betula pendula*)	212	Пн-сх, пн.-зх	*Physcia adscendens*	2
2	Береза бородавчаста (*Betula pendula*)	187	Пн-сх, пд.-зх	*Physcia adscendens, Xanthoria parietina*	3
3	Клен гостролистий (*Acer platanoides*)	98	Навколо	*Physcia adscendens*	4
4	Тополя біла (*Acer alba*)	210	Пн-сх, пн.-зх.	*Physcia adscendens, Xanthoria parietina*	3
5	Клен гостролистий (*Acer platanoides*)	59	Навколо	*Physciaadscendens*	2
6	Робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*)	210	Навколо	*Physcia adscendens, Xanthoria parietina*	4
7	Робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*	205	Пн-сх, пн.-зх	*Physcia adscendens*	3
8	Тополя біла (*Acer alba*)	197	Пн-сх	*Physcia adscendens*	2
9	Тополя біла (*Acer alba*)	130	Пн-сх, пд.-зх	*Physcia adscendens, Xanthoria parietina*	3

10	Робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*)	179	Навколо, Пн-зх, пн.-сх	*Physcia adscendens Xanthoria parietina*	4
11	Тополя біла (*Acer alba*)	127	Пн-сх	*Physcia adscendens*	3
12	Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*)	150	Навколо	*Physcia adscendens Xanthoria parietina*	5
Вулиця Святогеоргіївська					
№	Назва дерева	Діаметр стовбуру, см	Напрямок нальоту	Вид лишайнику	Шкала покриття
1	Тополя біла (*Acer alba*)	149	Пн-сх, пн.-зх	*Physcia adscenden, Xanthoria parietina*	4
2	Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*)	138	Навколо	*Physcia adscendens Xanthoria parietina*	5
3	Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*)	131	Навколо, Пн-сх	*Physcia adscendens Xanthoria parietina*	4
4	Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*)	141	Пд-зх	*Physcia adscendens, Xanthoria parietina*	4
5	Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*)	148	Пн-сх,пн-зх	*Physcia adscendens*	3
6	Липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill)	177	Пд-сх, пн.-зх, пн-сх	*Physcia adscendens*	4
7	Липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill)	127	Пн-сх	*Physcia adscendens*	1
8	Тополя біла (*Acer alba*)	130	Навколо	*Physcia adscendens*	3
9	Тополя біла (*Acer alba*)	129	Пн-зх,пд-сх	*Physcia adscendens, Xanthoria*	3

				parietina	
10	Робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*)	159	Навколо	*Physcia adscendens, Xanthoria parietina*	4
11	Робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*)	146	Навколо	*Physcia adscendens*	3
12	Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*)	197	Пн-сх, пн.-зх, пд.-зх	*Physcia adscendens, Xanthoria parietina*	4

На основі аналізу ліхенологічних досліджень встановлено, що спостерігається переважання накипних лишайників виду *Physcia adscendens*, а також виявлено листуваті лишайники виду *Xanthoria parietina*. Спостерігається повна відсутність кущистих лишайників, що є свідченням достатньо високого впливу ксенобіотиків. Виявлено, що на дослідних ділянках найпоширенішими епіфітними лишайниками є види роду *Physcia*.

Ділянка №1 відноситься до зони з середнім рівнем атмосферного забруднення. Відмічено, що кількість накипних лишайників майже не відрізняється від кількості листкуватих, площа проективного покриття останніх менша ніж на ділянці №2.

Ділянка №2 відноситься до зони з вискоим рівнем атмосферного забруднення , ця територія знаходиться неподалік від джерел просислових викидів. Аналіз поширеності лишайників виявив, що поширення та площа накипнтх лишайники переважають над листкуватими, середня ступінь проективного покриття лишайниками становить 44-68%. Переважає накипний лишайник виду *Physcia adscendens*.

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3

Основними забруднювачами атмосферного повітря є оксиди карбону ($CO+CO_2$), діоксид сульфуру (SO_2), оксиди нітрогену, вуглеводні, пил, біологічні забруднення тощо. Таким чином в урбанізованому середовищі зростає частка сполук, які характеризуються мутагенними властивостями. Тому важливим є контроль за станом навколишнього середовища та своєчасний аналіз забрудненості території міста. В деякій мірі ці питання дозволяє вирішити фітоіндикаційна оцінка.

Фітоіндикація – це складова частина розділу дисципліни біоіндикації, яка є прикладним напрямком екології і розробляється для оцінки факторів середовища за біологічною складовою, насамперед рослинністю.

При фітоіндикації зміни біологічної системи завжди залежать як від антропогенних так і від природних факторів середовища. Ця система реагує на дію середовища в цілому у відповідності зі своєю схильністю, тобто такими внутрішніми факторами, як умови харчування, вік, генетично контрольована стійкість та вже присутні порушення. Якщо індикатор реагує значним відхиленням життєвих проявів від норми, то він є чутливим фітоіндикатором. Акумулятивні фітоіндикатори, навпаки, накопичують антропогенні впливи більшою частиною без швидкого виявлення порушень. Установлено, що чим вищий рівень забруднення природного середовища сірчистим газом, тим більше сірки накопичується в слані лишайників, причому жива слань акумулює сірку з середовища інтенсивніше, ніж мертва. Особливо зручні лишайники в якості індикаторів невеликого забруднення оточуючого середовища. Оскільки лишайники поглинають мінеральні речовини з опадів і атмосферного пилу, вони дуже чутливі до чистоти повітря. У місцях, де повітря забруднене димом, кіптявою, сірчистим газом вони не ростуть. На основі аналізу ліхенологічних досліджень встановлено, що спостерігається переважання накипних лишайників виду *Physcia adscendens*, а також виявлено листуваті лишайники виду *Xanthoria parietina*. спостерігається повна відсутність кущистих лишайників, що обумовлюється

впливом промислових забруднювачів. Виявлено, що на дослідних ділянках найпоширенішими епіфітними лишайниками є види роду *Physcia*.

Ділянка 1 відноситься до зони з середнім рівнем атмосферного забруднення. Тут кількість накипних лишайників майже не відрізняється від кількості листкуватих, площа проективного покриття останніх менша ніж на дослідній ділянці №2.

Ділянка 2 відноситься до зони з вискоим рівнем атмосферного забруднення , ця територія знаходиться в промисловому районі, тому можна проаналізувати, що накипні лишайники переважають над листкуватими, середня ступінь проективного покриття лишайниками становить 44-68%. Переважає накипний лишайник виду *Physcia adscendens*.

Використання епіфітних лишайників у моніторингових дослідженнях дає змогу виявити їх екологічні амплітуди, загальні особливості поширення, що значно полегшує біомоніторинг та прогнозування стану екосистем.

Відсутність кущистих лишайників свідчить про значний рівень забруднення атмосфери. Найпоширенішими епіфітним лишайником є види роду *Physcia*.

ВИСНОВКИ

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря виступають: викиди промислових підприємств Кривого Рогу – металургійний комбінат “АрселорМіттал Кривий Ріг”, коксохімічний завод, гірничо-збагачувальні комбінати (Північний, Центральний, Південний та Новокриворізький) і відстійники (ЦГЗК та ПівнГЗК), кар’єри й відвали, шламосховища, не обладнанні полігони зберігання твердих побутових відходів та ін.

Для Кривбасу характерне забруднення атмосферного повітря за такими компонентами: діоксид сульфуру, оксид феруму, етантіол, діоксид нітрогену, сірководень, пил кісткового борошна, пил деревний, бензол, пил зварювальний, нафталін, фенол, пил вугільний, оксид та гідрооксид кальцію, пил неорганічний, етилацетат, манган, пил металевий, оксид нітрогену та ін.

Лишайники (*Lichenes*) - своєрідна група комплексних організмів – гриба (мікобіонта) й водорості (фікобіонта), які утворюють єдине симбіотичне співжиття, що відрізняється вільними морфологічними типами й особливостями фізіолого-біохімічними процесами. Все необхідне для життя лишайники отримують із повітря й атмосферних опадів, і при цьому не мають спеціальних пристосувань, що запобігають надходженню в їхні тіла різних забруднювачів.

Вимогливість лишайників до чистоти повітря зростає в ряді «накипні-листуваті – кущисті». Тобто самими витривалими і толерантними є накипні лишайники. Листуваті проявляють середню чутливість до забруднення повітря, а кущисті лишайники надчутливі до забруднення.

Метод оцінки забруднення атмосферного повітря за допомогою лишайників одержав назву ліхеноіндикація. У ліхеноіндикації використовуються методи пасивного й активного спостереження. Використання лишайників як індикатора для фонового моніторингу ґрунтується на високій чутливості до токсичних речовин впродовж цілого року їх життєвого циклу. Вони здатні акумулювати різні елементи, особливо

важкі метали, вміст яких обумовлено відстанню від джерела забруднення і пануючих вітрів.

Оскільки лишайники поглинають мінеральні речовини з опадів і атмосферного пилу, вони дуже чутливі до чистоти повітря. У місцях, де повітря забруднене димом, кіптявою, сірчистим газом вони не ростуть. На основі аналізу ліхенологічних досліджень встановлено, що спостерігається переважання накипних лишайників виду Physciaadscendens – фісція висхідна, а також виявлено листуваті лишайники виду Xanthoriaparietina – ксанторія настінна. спостерігається повна відсутність рунистих лишайників, що є можливим наслідком промислового впливу. Виявлено, що на дослідних ділянках найпоширенішими епіфітними лишайниками є види роду *Physcia*.

Ділянка 1 відноситься до зони з середнім рівнем атмосферного забруднення. Тут кількість накипних лишайників майже не відрізняється від кількості листкуватих, площа проективного покриття останніх менша ніж на дослідній ділянці 2.

Ділянка 2 відноситься до зони з вискоим рівнем атмосферного забруднення, ця територія знаходиться в промисловому районі, і відзначається перевагою накипних лишайників над листкуватими, середня ступінь проективного покриття лишайниками становить 44-68%. Найбільший рівень зустрічності має такий епіфітний накипний лишайник, як *Physcia adscendens*.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонік В.Ф. Проблеми і специфіка ландшафтної екології Криворіжжя. *Екологічний вісник Криворіжжя: збірник наукових та науковометодичних праць*. Кривий Ріг: КДПУ, 2018. Вип. 3. 132 с.
2. Аніскіна-Левчук Р. В. Оцінка стану атмосферного повітря по наявності, густоті та видовому різноманіттю лишайників. М*атеріали І міжнародної науково-практичної конференції «На шляху до сталого розвитку регіонів»,* Полтава, 2004 р, С.163-166.
3. Баштаннік М. П. и др. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України. *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*. 2014. №. 266. С. 70-93.
4. Божко А.А. Лихеноиндикация – метод объективного тестирования техногенной нагрузки урбанизированых экосистем. *Фундаментальные исследования*. 2004. № 3.С. 96-98.
5. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинг. М: Научный мир. 2002.-362 с.
6. Викторов С.В. Лишайники как индикаторы литологических и геохимических условий в пустине. *Вести.Моск. ун-та,* 1956. №5. С.115 119.
7. Вельчева Л.Г., Антоновська Л.В. Вивчення стану атмосферного повітря методом ліхеноіндикації. Еко*логія та ноосферологія: зб. наук. праць.* 2008. Т. 19, № 1-2. С. 182-185.
8. Гончаренк І.В. Фітоіндикація антропогенного навантаження: *монографія*. Дніпро: Середняк Т.К., 2017. 127 с.
9. Горбуно І.А. , Мартиненко В.Г. Вплив гірничодобувної промисловості на природні ландшафти Кривого Рогу. *Наукові записки: зб. наук.пр*. Кіровоград: КНТУ, 2007. Вип. 8. С. 126-128.
10. Денисик Г.І. Кривбас – унікальний полігон для вивчення промислових ландшафтів України. *Теоретичні, регіональні, прикладні напрями*

розвитку антропогенної географії та ландшафтознавства. Матер. II міжнар. наук. конф. Кривий Ріг, 2005. С. 89-91.

11. Долина Л.Ф., Козачина В. А., Пристинський В.В. Моніторинг забруднення атмосферного повітря бенз(а)піреном та вуглеводнем. *Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті*. 2013. № 6. С. 91-97.
12. Димитрова Л.В. Ліхеноіндикаційне забруднення атмосферного повітря м. Полтава. *Укр Український ботанічний журнал*. 2008а. № 65 (1). 133-140с.
13. Димитрова Л. В. Ліхеноіндикація забруднення атмосферного повітря у м. Києві. *У Український ботанічний журнал*. 2008. Т. 65, № 4. С. 572-585.
14. Димитрова Л. В. Урбаногрупи епіфітних лишайників та особливості їх поширення на території м. Києва. *Український ботанічний журнал* 2008. Т. 65, № 3. С. 408-417.
15. Димитрова Л. Облік видового різноманіття лишайників з метою індикації стану навколишнього середовища *Основи спостережень за станом довкілля*. С.139-149.
16. Димитрова Л.В. Ліхеноіндикація атмосферного повітря м. Полтава. *Український ботанічний журнал,* 2008. С 25-40.
17. Дідух Я.П. Фітоіндикація екотопів верхів'я Західного Бугу. *Ботанічний журнал.* 1994. № 2-3. С. 57-67.
18. Дуднікова І.І. Пускін С.П. Моніторинг довкілля: Навч. посібник: у 2-х ч.-К: Вид-во Єврол. Ун-ту,2007, ч.1. С.117-118с.
19. Енциклопедія Криворіжжя / В.П.Бухтіяров, В.Г.Балалкін, О.І. Прокопчук та ін.; під ред. В.П. Бухтіярова. Кривий Ріг «ЯВВА», 2005. 4. Історична енциклопедія Криворіжжя: В 2-х т. Кривий Ріг: Видавничий дім, 2007. 604 с.
20. Ісаєнко В.М., Маджд С.М., Процак Ю.О. Застосування методу ліхеноіндикації для дослідження стану атмосферного повітря на

території прилеглій до аеропорту. *Вісник КрНУ ім. Михайла Остоградського*. 2020. Вип.2. С.66-72.

21. Касперевич Л.В. Економічний розвиток як фактор негативного екологічного впливу на природоохоронні території. *Ефективна економіка* 2017. №5. 120-125с.
22. Казаков В.Л., Ярков С.В. Антропогенні ландшафти Криворіжжя: історія розвитку, структура. *Географічні дослідження Кривбасу*. Кривий Ріг: Видавничий дім, 2007. Вип. 2. С. 27–36.
23. Казакова Т.А. Про питання до змісту техногенного (промислово-го та індустріального туризму). *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства: зб. тез міжвуз. наук.конф.* Умань: УДАУ, 2009 С. 79-81.
24. Качинська В. Еколого-географічні особливості ліхенобіоти гірничо-металургійного комплексу Кривбасу. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки*. Луцьк, 2015. № 2 (302). С. 22-25
25. Качинська В.В. Екологічні особливості поширення лишайників антропогенно трансформованих територій Криворіжжя. *Український екологічний журнал*. 2017. №7 (2) С.31-36.
26. Качинська В.В. Еколого-географічні особливості ліхенобіоти гірничо-металургійного комплексу Кривбасу. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. Розділ І. Ботаніка. 2015. 2. С.22-25.
27. Кирилюк О.С. Удосконалення системи оцінювання впливу процесів підтоплення територій Південного Кривбасу на їх екологічну безпеку: автореф. дис.... канд. техн. наук: 21.06.01 / Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр. Київ, 2018. 20 с.
28. Кондратюк С.Я. Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників. Київ: Наук. думка, 2008. 336 с.

29. Кондратюк С.Я., Мартиненко В.Г. Ліхеноіндикація. Київ-Кіровоград: ТОВ «Код»,2006. 260 с.
30. Кондратюк С.Я., Кучерявий В.О., Крамарець В.О. Порівняльне ліхеноіндикаційне картування міст України. *Український ботанічний журнал.* 1993. 50, № 4. С.74-83
31. Мусієнко М.М. Фітоіндикація та фітомоніторинг / Екологія рослин: підручник. Київ, 2006. С. 344-404.
32. Никифоров В.В., Дігтяр С.В., Мазницька О.В., Козловська Т.В. Біоіндикація та біотестування. *Навчальний посібник*. Кременчук: ПП Щенбатих О. В., 2016. 76 с.
33. Окснер А.М., Макаревич М.Ф., Кондратюк С.Я. и др. Флора лишайників України. Том 2. Выпуск 3 Київ: Наук. думка, 2010.663 с.
34. Основні підприємства–забруднювачі атмосферного повітря. URL: https://krmisto.gov.ua/ua/ecology/airpollutants.html (дата звернення: 07.03.2022).
35. Рабош І.О., Кофанова О. Ліхеноіндикаційні дослідження в градієнті антропогенного навантаження (на прикладі паркових зон м.Києва). *Екологічні науки* 2019. №1 (24). Т.1. С.46-50.
36. Рівень забруднення атмосферного повітря у місті Кривий Ріг. URL: https://www.saveecobot.com/maps/kryvyi-rih (дата обращения: 07.03.2022).
37. Руденко М.О. Архітектурно-планувальна організація громадських будинків і споруд на території рекультивованих кар'єрів (на прикладі Кривбасу): автореф. дис.... канд. архітектури: 18.00.02 /Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів, 2017. 20 с.
38. Салій І. В., Риженко Н.О., Засельський В.Й., Пополов Д.В. Дослідження та шляхи поліпшення екомоніторингу в місті Кривий Ріг. *Екологічні науки.* 2020. №5 (32). С. 16-22.

39. Сметана О.М., Перерва В.В. Біогеоценотичний покрив ландшафтно-техногенних систем Кривбасу: монографія. Кривий Ріг : Вид. дім, 2007. 247 с.

40. Суханова І.П. Ліхеноіндикація якості повітряного середовища дендропарку «Софіївка» НАН України. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди*. *Біологія та валеологія*. 2012. Вип.14. С.162-170.

41. Тарасова В.Н., Сонина А.В., Андросова В.И.Лишайники: физиология, экология, лихеноиндикация. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013.№ 11 (часть 1). С. 76-77.

42. Тямін М.Ю. Класифікація історичних об'єктів індустріального ландшафту гірничодобувного району на прикладі Кривого Рогу. *Праці Центру пам'яткознавства: Зб. наук.пр.* 2011. Вип. 19. С. 247-260.

43. Филипчук Т.В., Михальчук А.М. Лихеноиндикация парковых территорий города Черновцы. *Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: матер.V научно-пр.конф.* / отв.ред. Н.Н.Никитина. Ишим: изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова. 2010. Вып.5. 350 с. С.223-225.

44. Ханнанова О.Р., Арканова А.А. Біоіндикаційна оцінка стану атмосферного повітря полтавського міського парку. *Біологія та екологія.* 2017. Т.3. №1-2. С.69-75.

45. Ходосовцев О.Є., Дармострук В.В. Знахідки рослин і грибів Червоної ниги та Бернської конвенції (Резолюція 6). Серія:*ConservationBiologyUkraine*. Вип.11.Т.1. Київ-Чернівці: Друк Арт, 2019. С.431-434.

46. Чухрій Ю.П. Біоіндикація. Біотестування. Біомоніторинг. Конспект лекцій. Одеса: ОНАХТ, 2014.41 с.

47. Шершова Н.В. Ліхеноіндикація стану атмосферного повітря в місті Васильків Київської області. *Український ботанічний журнал*. 2018. 75(2). С.143-148.

ДОДАТКИ

Додаток А

Епіфітні лишайники ділянки 1 (вул. Залізничників, Довгинцівського району, м. Кривий Ріг)

Рис. А.1.

Рис. А.2. *Aesculus hippocastanum L.*

Рис. А.3. *Aesculus hippocastanum L.*

Рис. А.4. *Aesculus hippocastanum L.*

Додаток Б

Епіфітні лишайники ділянки 2 (вул. Святогеоргіївська, Металургійного району)

Рис. Б.1 *Betula pendula* L.

Рис. Б.2. *Tilia cordata* Mill

Рис. Б.3. *Populus alba* L.