

Дніпропетровський державний університет

На правах рукопису

Соболевська Вікторія Євгенівна

ВПЛИВ ЛЕТКИХ ЕКЗОМЕТАБОЛІТІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН НА СТАН ПОВІТРЯ,
ЗАБРУДНЕНОГО ОКСИДАМИ ВУГЛЕЦЮ (II), АЗОТУ, СІРКИ (IV)

03.00.16 — екологія

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Дніпропетровськ - 1994



Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі медичної біології та генетики
Львівського державного медичного інституту МОЗ України

Науковий керівник - доктор біологічних наук,
професор *Г.Г.Баранецький*

Офіційні опоненти - доктор біологічних наук,
професор *В.Г.Сидоренко*

- кандидат біологічних наук,
В.І.Шанда

Провідна організація - Донецький ботанічний сад НАН України

Захист відбудеться "21" грудня 1994 р. о "14" годині,
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д053.24.02 по присуд-
женню наукового ступеня доктора біологічних наук у Дніпропет-
ровському державному університеті
(320625, ДСП-10, м.Дніпропетровськ, пр-т Гагаріна, 72, універ-
ситет, біолого-екологічний факультет, корп.17, ауд.611)

З дисертацією можна ознайомитися в науковій бібліотечі Дніпро-
петровського державного університету
(м.Дніпропетровськ, пр-т Гагаріна, 72, університет, біолого-
екологічний факультет)

Автореферат розісланий "17" листопада 1994 р.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Дубіна

А.О.Дубіна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми

Одним із наслідків інтенсивного росту та розвитку промисловості і транспорту є збільшення об'єму забруднювачів, що викидаються в навколишнє середовище, який значно переважає можливості саморегулювання природи. Тому в індустріальних районах створюється специфічна екологічна ситуація: більш різкі, ніж у природі, коливання температурного, радіаційного та іонізаційного режимів, наявність шуму, вібрації, підвищений вміст атмосферних забруднювачів у вигляді пилу, газів, пари, аерозолів. За глобальними оцінками кількість атмосферних забруднювачів обчислюється мільярдами тон на рік. Причому, за даними останніх років, в повітрі закритих приміщень, концентрація таких забруднювачів, як сірчистий ангідрид, оксиди азоту, оксид вуглецю (II) навіть вище, ніж в зовнішньому повітрі. Скупчення токсикантів впливає на стан здоров'я людини. Особливо загострилась в Україні екологічна обстановка після Чорнобильської аварії, яку ще більше ускладнила важка економічна ситуація.

Значення рослин в формуванні життєвого середовища людини традиційно, вже багато років, вивчається в Україні. Прикладом можуть бути дослідження М.В.Холодного, А.М.Гродвінського. У напрямку, заданому ними, працюють зараз відомі науково-дослідні центри: Центральний державний ботанічний сад АН України, Кримський ботанічний сад, Інститут ботаніки АН України та інші. У Західному регіоні це Український державний лісотехнічний університет, Інститут екології Карпат, Карпатський біосферний заповідник.

Більшість робіт, присвячених питанням очистки повітря за допомогою рослин, приділяють увагу вивченню газопоглинальної функції рослин та метаболізму забруднювачів в організмі рослин, їх здатності осаджувати пил, зменшувати шуми та вібрацію, іонізаційних властивостей рослин. Нейтралізація забруднювачів у повітрі з участю летких екзометаболітів рослинного походження є одним з найменш вивчених способів очистки повітря за допомогою рослин. Хоча думка про можливість взаємодії газів та летких біоорганічних речовин вперше була подана досить давно Вентом (1960 р.) і А.М.Гродвінським (1975 р.), однак, систематичні дослідження в цьому напрямку не проводились.

Мета і завдання роботи

Основною метою роботи є вивчення можливості взаємодії летких біоорганічних виділень рослин з газами забруднювачами (оксидами вуглецю (I), азоту, сірки (IV)), що містяться в ат. сфері.

(II), азоту, сірки (IV)), що містяться в атмосфері.

Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити такі конкретні задачі:

1. Вивчити хімічний склад летких виділень деревних рослин, що використовуються для озеленення міст, та його зміну залежно від зовнішніх факторів (освітлення, забруднення повітря), від сезону року та часу доби, а також від стадії вегетації.

2. Вивчити можливість взаємодії летких виділень рослин з газоподібними забруднювачами повітря (оксидами вуглецю (II), азоту, сірки (IV)). Виявити основні закономірності цього процесу.

3. На основі вивчення складу ефірних олій рослин та їх зміни під впливом оксидів вуглецю (II), азоту, сірки (IV) показати можливість взаємодії ефірних олій з газоподібними забруднювачами. Вивчити можливість використання ефірних олій рослин для очищення і оздоровлення повітря приміщень.

4. Дослідити зміни токсичної дії оксидів вуглецю, азоту і сірки у присутності летких екзометаболітів рослин і парів ефірних олій.

Наукова новизна

В даній роботі вперше проведено прямий, без попереднього сорбування мас-спектрометричний аналіз хімічного складу летких виділень 20 видів деревно-чагарникових рослин та показано зміну хімічного складу летких екзометаболітів після контакту з газоподібними забруднювачами атмосфери (оксидами вуглецю (II), азоту, сірки (IV)). Доведена та теоретично обґрунтована можливість взаємодії летких виділень рослин з газами-забруднювачами. Виявлено сезонну динаміку взаємодії летких виділень рослин з оксидами вуглецю, азоту, сірки, а також залежність цього процесу від температури, вологості, освітлення, забрудненості середовища.

На основі аналізу хімічного складу ефірних олій сосни та ялівцю методом капілярної газової хроматографії та його зміни під дією оксидів вуглецю, азоту, сірки виявлена взаємодія ефірних олій з газоподібними забруднювачами атмосфери. Показано принципову можливість використання ефірних олій для очищення повітря від оксидів вуглецю, азоту, сірки.

Вперше вивчено зміну токсичної дії забруднювачів в присутності летких екзометаболітів рослин.

Основні положення, які виносяться на захист

1. Хімічний склад летких екзометаболітів деревно-чагарникових рослин детермінований видовою приналежністю та залежить від сезону року, стадії вегетації, умов освітлення, присутності газів-забрудню-

2. Процес очищення рослинами повітря складається з газопоглинальної, газоосаджуючої дії рослин, а також з явищ, що проходять в повітрі з участю води і летких біоорганічних сполук.

3. Леткі екзометаболіти рослин та ефірні олії здатні до хімічної взаємодії з газоподібними забруднювачами повітря (оксидами вуглецю, азоту, сірки).

4. Виявлена можливість зменшення кількості газоподібних забруднювачів повітря (оксидів вуглецю, азоту, сірки) в присутності летких екзометаболітів рослин і парів ефірних олій сприяє очищенню атмосферного повітря та повітря закритих приміщень.

5. Токсична дія газів-забруднювачів (оксидів вуглецю, азоту, сірки) змінюється в присутності летких виділень рослин та парів ефірних олій.

Практичне значення

Проведені дослідження мають інтерес у вирішенні загальних питань біологічної та хімічної активності летких біоорганічних виділень рослин. Виявлена можливість взаємодії летких екзометаболітів рослин, в тому числі ефірних олій, з антропогенними забруднювачами повітря дає можливість використати ці властивості при підборі видового складу рослин для створення зелених захисних зон, парків, скверів, при складанні штучних біоценозів і моделюванні повітряного середовища міста, а також закритих приміщень. Можливість зміни токсичної дії газоподібних забруднювачів (зменшення або збільшення) після їх контакту з леткими виділеннями рослин і ефірними оліями доводить необхідність санітарно-гігієнічної перевірки сумішей повітря, що пропонуються для використання в житлових приміщеннях і робочих зонах.

Отримані теоретичні та практичні пропозиції були використані при розробці проекту плану посадки деревно-чагарникових рослин і впроваджуються в практику зеленого будівництва міста Львова.

Апробація роботи

Матеріали дисертації доповідались і обговорювались на:

1. Загальносоюзній нараді з питань соціології (1986 р.).
2. Науково-практичних конференціях Львівського лісотехнічного інституту (1987 р. ... 1993 р.).
3. Республіканській конференції "Развитие лесного хозяйства в Западных областях Украины" (1989 р.).
4. Міжнародній науковій конференції "Проблеми української науково-технічної термінології" (1994 р.).

Структура та обсяг роботи

Дисертаційна робота надрукована на 150 сторінках, включаючи ілюстрації. Робота складається з вступу, огляду літератури, опису методик, чотирьох розділів власних досліджень, обговорення, висновків, списку літератури. Робота ілюстрована 33 таблицями та 20 рисунками. Бібліографічний показник містить 287 джерел, в тому числі 90 іноземних авторів.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень служили деревно-чагарникові рослини, які широко використовуються для озеленення міст України і відрізняються як по ступені стійкості до дії фітотоксикантів та інших несприятливих факторів середовища, так і по газопоглинальній здатності.

Нами досліджувались наступні рослини: Верба бородавчата (*Betula pendula* Roth.), Дуб червоний (*Quercus rubra* L.), Дуб черешчатий (*Quercus robur* L.), Ялина колюча (*Picea pungens* Engelm), Ялина звичайна (*Picea abies* L.), Верба біла (*Salix alba* L.), Каштан звичайний кінський (*Aesculus hippocastanum* L.), Клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), Липа крупнолиста (*Tilia platyphyllos* Scop.), Липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), Тополя бальзамічна (*Populus balsamifera* L.), Акація біла (*Robinia pseudoacacia* L.), Ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), Горіх грецький (*Juglans regia* L.), Молрина європейська (*Larix decidua* Mill.), Ялівець козацький (*Juniperus sabina* L.), Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), Сосна веймутова (*Pinus strobus* L.), Тис ягідний (*Taxus baccata* L.), Туя західна (*Thuja occidentalis* L.).

Для роботи підбирали здорові, непошкоджені рослини. Для накопичення і аналізу летких виділень використовували герметичні камери об'ємом 3 та 20 літрів і мікрокамери об'ємом 20 і 100 мл.

Для вивчення якісного складу летких виділень рослин використовувався мас-спектрометричний метод, модифікований згідно з задачами досліджень. Робота проводилась на приладі МС-1320. В основі методики лежить процес виморожування органічних сполук, які виділяються рослинами на замороженій пастці з подальшою десорбцією їх в джерелі іонів мас-спектрометра.

Для дослідження складу летких виділень рослин вони сорбувались селікагелем, який поміщали в систему запуску мас-спектрометра і аналізували. Для вивчення впливу газоподібних забруднювачів на леткі виділення рослин ми відмовились від застосування будь-яких сорбентів, оскільки застосування традиційних сорбентів неухильно приводить до викривлення результатів.

Запис мас-спектрів проводився при температурі в джерелі іонів 150°C, тиску біля 10 Па. Струм колектора складав 20 мкА, енергія іонізації 70 еВ, прискорююча напруга 4.5 кВ. Ідентифікація проводилась за декількома найбільш інтенсивними піками спектру з використанням восьмипікового каталога. Вміст різних компонентів повітря порівнювався по відношенню до концентрації в ньому гексанолу.

Відгонка ефірної олії проводилась методом гідродистиляції і перегонки з водяною паром в апараті Клевенджера при температурі 96°C. Зміна в складі ефірних олій під дією газів-забруднювачів вивчалась методом капілярної газової хроматографії. Дослідження проводились в використанні колонки з плавленого кварцу довжиною 25 м, діаметром 0.32 мм, заповненою фазою СУ-1. Товщина плівки 0.4 мкм. Розділення проходило при програмуванні температури від 60 до 270°C із швидкістю 5 градусів на хвилину. Розрахунок результатів проводився з допомогою інтегратора-комп'ютера SP-4200. Результати хроматографічних досліджень перераховувались відносно стандарту вихідного зразка.

Гази-забруднювачі, що використовувались в роботі, відбирались з балонів або одержувались безпосередньо в лабораторії.

Концентрацію оксиду вуглецю (II) визначали методом кількісного газохроматографічного аналізу. Вимірювання проводили на приладі ЛХМ-8МД, модель 1. В роботі використовувався детектор-катализатор і двометрові колонки з молекулярними ситами (СаА). Нагрівання колонок в термостаті проводилось по шкалі терморегулятора і контролювалось ртутним термометром. Колонка нагрівалась до 50°C, детектор - до 70°C. Як газ-носіє використовувався гелій високої частоти. Швидкість газу-носія - 20 л/хв. Калібрування проводилось по чистому оксиду вуглецю (II).

Концентрацію оксидів азоту визначали за діоксидом азоту, колориметричним методом з використанням реактиву Грісса-Ілоуая. Концентрацію сірчистого ангідриду визначали колориметричним методом з хлоридом барію і методом, що базується на реакції сірчистого ангідриду з фуксиформальдегідним реактивом. Для визначення оптичної густини розчинів використовувались ФЕК-56 і ФЕК-56М.

При вивченні токсичної дії газів-забруднювачів в комбінації з леткими виділеннями рослин і парами ефірних олій як біотести використовувались самці білих мишей. Показниками служили м'язева працездатність тварин, яка визначалась методом М.Л.Рилової та смертність. Концентрація газів, які використовувались в експерименті, складала ЛК₅₀ для досліджуваних умов затр.вки.

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень проводили методом Ст'юдента-Фішера на МК 611 ЕОМ ДВК-2М з використанням стат.

дартних програм. Для оцінки рівня достовірності використовували критерій Ст'юдента. При $p < 0.05$ міни вважали вірогідними.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

1. Хімічна природа летких виділень рослин та її зміна після контакту рослин з газами-забруднювачами

В ході роботи було вивчено склад летких виділень 20 видів деревно-чагарникових рослин. У складі фітонцидів досліджуваних рослин виявлені такі основні групи органічних речовин, як: одно- дво- і багатоатомні спирти, альдегіди, кетони, фенольні сполуки, ефіри та органічні кислоти, терпени та циклічні сполуки (табл.1).

Таблиця 1.

Основні групи органічних сполук, виявлених у складі летких виділень рослин

К мпоненти	Рослини
Спирти одноатомні ефіри	/1-9/* 10, /11-12/*, 13-17, 13, 19, 20
Спирти двоатомні, ефіри (діметиловий, діізопропіловий, метил-п-пропіловий, метил-бутиловий, метил-стиловий)	/1-20/*
Альдегіди, кетони (радикал C_4H_9)	1-7, 4*, 5-14, 15*, 16-19, 20*
Ацетон	1-8, /9-11/*, 11-15, 16*, 17, /18-20/*
Спирти тр.оатомні (метилвторбутиловий, метилізопропіловий)	1-15, 16*, 17-20
Органічні кислоти (оцтова, масляна, пентанова, гексанова)	1, 2-20
Дієнові вуглеводні (ізопрен та ін.)	2*, 3, 6, 9, 10*, 11-12
Лимонен	/1-3, 7-8/*, 4-6, /9-17, 19-20/, 18
Ефіри, кислоти (пропіонова, 2-метил-бутанова)	/1-3/, 4, 5, /6, 7/, 9-20
Бензол	2, 4, 9-19
Піклагексадієн	1-4, 6-19
Метилфуран, циклогексан, метилциклогексан	1, 2-5, 6, 20
Вищі спирти і альдегіди (C_8-C_{10})	1-4, 5*, 9-18, 19*, 20
Толуол	3, 9-20
Терпени (α -пінен, β -пінен, мирцен)	/1-8/*, 9-17, 18*, 19, 20
Феніл	2-4, /9-10/*, 11, 12, 13-17, /19, 20/*
Диметилфуран	2-5, 9-19, 20*
Ксилоли	4, 9-16, 17*, 19*, 20
Бензиловий спирт	2, 5, 6*, 9, /10-20/*
Ментони	/2, 3/*, 4, 5, 10-20
Парацімол	2, 3*, 4, 5*, -20
Саліциловий альд., бензойна кислота	2-5, 6*, 9-13, /14-17/*, 18-20

* - один з головних компонентів; - - сліду: 1- ялівець козацький; 2- ялина звичайна; 3- ялина колоча; 4- тис ягідний; 5- модрина європейська; 6- туя західна; 7- сосна звичайна; 8- сосна вільмутова; 9- береза бородавчата; 10- верба біла; 11- клен гостролистий; 12- липа дрібнолиста; 13- липа крупнолиста; 14- тополя срібляста; 15- тополя бальзамічна; 16- каштан звичайний кінський; 17- акація біла; 18- горіх грецький; 19- дуб черешчатий; 20- ясен звичайний.

Виявлені групи летких органічних сполук були наявними у мас-спектрах більшої частини рослин, однак у різному кількісному співвідношенні. Необхідно відзначити, що кожній породі в певних умовах властивий свій характерний мас-спектр. Рослини одного роду (сосна звичайна та сосна веймутова, ялина звичайна та ялина колюча, липа дрібнолиста та липа крупнолиста, тополя срібляста та тополя бальзамічна) мають подібні рисунки мас-спектрів і близькі відносні висоти піків присутніх компонентів. Відзначена суттєва різниця між мас-спектрами хвойних та листяних рослин. У хвойних переважають терпени, а у листяних - спирти, ефіри, органічні кислоти, альдегіди та кетони.

Кількісний та якісний склад летких виділень рослин коливався протягом року. Найбільш повним кількісно та феноманітним якісно виявився мас-спектр досліджуваних рослин в середині літа. Аналізи летких екаметаболітів, проведені в кінці весни і на початку осені, показали, що сумарна величина піків у цей час приблизно на 20% нижча порівняно з літніми пробами. В процесі досліджень виявлено також добові коливання активності виділення летких речовин. Найбільш активно рослини виділяли їх з 12 до 16 години дня.

Рослини різних стадій вегетації також мають дещо відмінний мас-спектр. У молодих пагонів він є більш повним якісно, але менш багатим кількісно. Було виявлено вплив на мас-спектри погодних умов. Крім того показано, що умови освітлення рослин практично майже не впливають на якісний склад летких виділень, однак кількість їх зменшується при зниженні інтенсивності освітлення.

Аналіз даних відносно складу летких виділень рослин після збробки їх газами-забруднювачами показав, що сірчистий газ, оксиди азоту та вуглецю (II) по-різному змінюють мас-спектри рослин, зменшуючи або збільшуючи піки мас-спектрів.

Переважаюче збільшення піків компонентів летких виділень рослин після їх контакту з оксидами вуглецю, азоту, сірки можна розцінити як фізіологічне явище, що пов'язане із стимулюючим впливом оксидів на активність виділення рослинами фітонцидів. Однак, в деяких випадках спостерігається збільшення компонентів в 2-5 і навіть в 10 разів. Так, активно зростали піки органічних кислот, циклогексادیєну, вищих спиртів та альдегідів, парацімолу і саліцилового альдегіду.

Цілком можливо, що збільшення цих піків відбулось внаслідок накладання на них піків нових неідентифікованих речовин, що утворилися при взаємодії газів-забруднювачів з леткими виділеннями рослин. Про можливість такої взаємодії свідчить деяка хімічна активність газів, так і наявність в молекулах деяких компонентів реакційноздатних груп.

Примому, найбільш активно змінюють рисунки мас-спектрів фітонци-

дів оксиди азоту. Оксид вуглецю (II) діє найбільш м'яко.

Фітонциди листяних рослин у всіх випадках газациї в цілому виявились більш чутливими у порівнянні з фітонцидами хвойних, що можна пояснити їх меншою загальною кількістю у повітрі та переважанням більш легких компонентів.

2. Вплив рослин і їх летких виділень на вміст у повітрі газів-забруднювачів

Проведені дослідження показали, що леткі виділення рослин також суттєво впливають на вміст у повітрі оксидів вуглецю, азоту, сірки.

Як самі рослини, так і їх леткі метаболіти знижують концентрацію SO_2 . У більшості випадків (за виключенням тополі, берези та верби) відповідність між здатністю рослин та їх фітонцидів до зменшення концентрації газу зберігається. В присутності летких виділень хвойних та каштана концентрація оксиду сірки (IV) зменшується в більшій мірі, ніж в присутності летких сполук листяних. У виділеннях хвойних та каштана багато терпенів, зокрема α -пінену, який легко окислюється киснем повітря і утворює сполуку перекисного типу $C_{10}H_{16}O_2$, що, в свою чергу відщеплює кисень і сприяє окисленню SO_2 в SO_3 та SO_2^- в SO_4^- .

В дослідях з NO_x найбільш помітним був вплив ялини, тиса, ялівцю, каштана, верби, берези та клена і дещо менш помітним - вплив туї, модрина, сосни, липи, тополі і дуба.

В процесі зниження концентрації NO_x велику роль відіграють явища, що проходять у повітрі. Так, через 2 години на частку поглинання рослинами газу та осадження його на поверхні рослини приходиться 40-60%. Значна його частина (30-40%) нейтралізується у повітрі. Пояснення цьому можна знайти у високій хімічній активності оксидів азоту в порівнянні з іншими забруднювачами.

Кислотні оксиди (SO_2 та NO_x) при взаємодії з водою дають відповідні кислоти, які далі приймають участь в реакціях нітрування, сульфування біоорганічних сполук та реакціях етерифікації. Крім цього, ненасичені зв'язки деяких компонентів летких екзометаболітів, а також низькі енергії іонізації та спорідненість до електрону кислотних оксидів сприяють також електростатичній взаємодії з утворенням нестійких сполук.

Як самі рослини, так і їх фітонциди здатні приймати участь у зменшенні в повітрі вмісту оксиду вуглецю (II), однак, активність рослин та їх летких речовин у відношенні до цього газу дещо слабша, ніж до кислотних газів. Про це свідчить як час, необхідний для зниження вмісту газів, так і ступінь зниження їх концентрації.

Можливість зменшення концентрації CO у присутності рослин пояс-

нюється здатністю оксиду вуглецю (II) проникати в організм рослини включатися в метаболізм. Також озон, який в невеликих кількостях міститься у повітрі навколо дерев, особливо хвойних, викликає окислення монооксиду вуглецю у діоксид, а він, в свою чергу, приймає участь у реакціях фотосинтезу. Не виключена також можливість електростатичної взаємодії.

Залежність між зменшенням вмісту газів-забруднювачів у повітрі від кількості присутніх у ньому фітонцидів підтверджує відносно важливу роль летких виділень рослин в процесі нейтралізації забруднювачів.

Нами спостерігалась також залежність між впливом рослин та їх летких виділень на вміст газів-забруднювачів і освітленням. Так, в умовах природнього освітлення рослини зменшували концентрацію SO_2 та CO у повітрі більш інтенсивно, ніж рослини, які знаходились в темноті. Зміни активності летких виділень рослин по відношенню до забруднювачів можна пояснити, з одного боку, зменшенням в темноті кількості летких виділень, а з другого боку можна припустити, що в утворенні комплексов "газ-забруднювач + леткі екзометаболіти рослин" певну роль відіграє сонячне світло. Можливо, що леткі виділення рослин приймають участь в фотохімічних реакціях, які проходять у повітрі.

Відмічена різна здатність до зміни вмісту газів-забруднювачів рослинами, що ростуть в різних умовах забрудненості повітря. Як при газациї сірчистим ангідридом, так і оксидами азоту фітонциди рослин активно реагують на забрудненість повітря, змінюючи свою газонейтралізуючу здатність. Це може бути пов'язано із зменшенням виділення рослинами летких речовин в умовах забрудненості. Не виключено також, що підвищення вмісту у повітрі забруднювачів веде до втрати активності летких речовин внаслідок їх вивільнення.

Спостереження за ялиною та ялівцем протягом року показали, що ці рослини здатні зменшувати вміст сірчистого ангідриду в повітрі незалежно від сезону. Активність летких виділень відносно SO_2 залежить від пори року і співпадає з активністю виділення летких речовин рослинами.

Проведені дослідження показали здатність рослин відігравати чималу роль у процесі зміни в повітрі кількості газів-забруднювачів. Причому, оцінюючи її, необхідно враховувати не тільки газопоглинальну здатність рослин, але і механізм осадження газів на поверхні рослин вигляді кислот або інших сполук, а також процеси, що проходять у повітрі: утворення водних аерозолів і комплексів, які включають леткі метаболіти рослин.

Кожен з газів-забруднювачів, що вивчалися, має свої хімічні

властивості, активність та водорозчинність). Наприклад, сірчистий газ, добре розчиняючись у воді, утворює аерозолі в повітрі і осаджується на поверхні рослин у вигляді кислоти. За нашими оцінками таким чином нейтралізується до 50% сірчистого газу. На поглинання його рослиною припадає 21-42%, і 4-20% залишається на нейтралізацію газу в повітрі в процесі взаємодії з леткими метаболітами рослин.

Оксиди азоту менш розчинні у воді, ніж сірчистий газ, однак хімічна активність їх висока. Крім того, відмічена висока здатність оксидів азоту до механічного осадження на поверхнях. На долю осадження, як виявилось, припадає до 40% газу, біля 20% його поглинається рослиною, і майже 30-40% нейтралізується в присутності летких метаболітів рослин.

Оксид вуглецю (II) практично нерозчинний у воді і малоактивний у хімічному відношенні. Однак, він активно поглинається рослиною. За нашими оцінками на поглинання припадає від 20 до 50% газу. І 6-20% оксиду вуглецю (II) нейтралізується у повітрі з участю летких виділень рослин.

На діаграмі (рис.1.) представлено графічне зображення оцінки газонейтралізуючої функції рослин (для закритого об'єму повітря з насиченим вмістом газів і рослин).

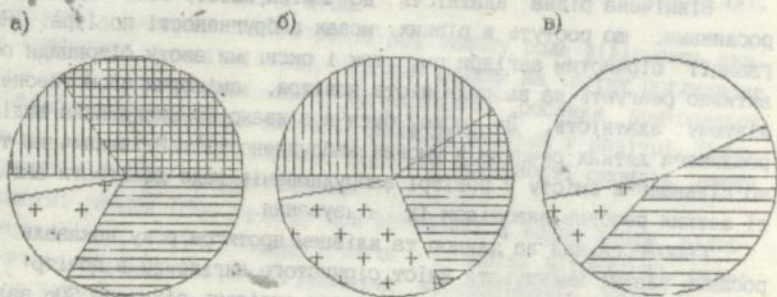


Рис 1. Оцінка газонейтралізуючої функції рослин:

а) - SO_2 , б) - NO_x , в) - CO

- ⊕ - розчинність газу у воді; ⊕ - нейтралізація газу в присутності фітонцидів рослин;
- ⊖ - поглинання газу рослиною;
- ⊙ - осадження на поверхнях; ○ - остаточні кількості газу.

3. Взаємодія летких фракцій ефірних олій з забруднювачами повітря

Одним з практичних аспектів явища, яке вивчалось, може стати використання легких виділень рослин для оздоблення повітря закритих

приміщень з надлишковою кількістю будь-якого з досліджуваних забруднювачів. Джерелом мітенидів були ефірні олії сосни звичайної та ялівцю козацького, які змінюють свій склад в присутності забруднювачів (табл. 2).

Таблиця 2
Зміна сумарної площі піків ефірних олій сосни та ялівцю під дією газів-забруднювачів

Наявність ефірних олій рослин	Зміна сумарної площі піків, %, під дією								
	NO _x			SO ₂			CO		
	пад.	зр.	сума	пад.	зр.	сума	пад.	зр.	сума
Сосни звичайної	93.1	-	93.1	78.6	-	78.6	67.9	-	67.9
Ялівцю козацького	27.6	72.3	99.9	54.9	73.3	89.1	55.9	-	55.9

Найбільш значно змінили хроматограму екстракту азоту: сумарна площа піків ефірної олії сосни зменшилась на 93.1%, а ялівцю збільшилась на 99.9% за рахунок зростання одних та зменшення інших піків.

Сірчистий ангідрид змінив хроматограму дещо менше: сумарна площа піків ефірної олії сосни зменшилась на 78.6% ялівцю збільшилась на 89.1% за рахунок зростання одних та зменшення інших піків.

Менш активними по відношенню до ефірних олій виявився оксид вуглецю (II), який зменшив сумарну площу піків ефірної олії сосни на 67.9% і ялівцю на 55.9%.

Концентрація газів-забруднювачів в присутності парів ефірних олій у повітрі також змінюється по-різному (табл. 3). Встановлено, що у всіх випадках газів олій активнішою по відношенню до газів-забруднювачів виявилась ефірна олія ялівцю, яка понижувала концентрацію газів на 5-20% сильніше, ніж ефірна олія сосни.

Таблиця 3.
Зміна вмісту газів-забруднювачів у повітрі в присутності парів ефірних олій сосни та ялівцю через 2 години від початку експерименту

Наявність ефірних олій рослин	Зміна сумарної площі піків, %, під дією		
	NO _x	SO ₂	CO
Сосни звичайної	81.2	67.7	90.2
Ялівцю козацького	61.4	49.5	85.4
	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05

Таким чином, отримані дані свідчать про те, що ефірні олії етеричних рослин можна застосовувати для оздоровлення повітря з підвищеною концентрацією оксидів вуглецю, азоту, сірки. Велике значення при цьому має кількість використаної олії: її збільшення прискорює очищення повітря від забруднювача. Однак, оскільки дія ефірних олій на живі організми, особливо в великих кількостях, не є однозначною, можливий і негативний ефект при одночасній присутності ефірних олій та газів-забруднювачів.

4. Зміна токсичної дії кислотних газів у присутності летких виділень рослин

Проведені досліді, пов'язані з вивченням зміни токсичної дії оксидів азоту та сірки (NO_x та SO_2) у присутності ефірних олій на білих мишах, показали, що ефірна олія сосни в експерименті по затравці тварин кислотними газами збільшила працездатність тварин на 14-57% при зменшенні смертності на 25-40%. Ефірна олія ялівцю виявила протилежний результат: працездатність тварин знизилась на 33-50%, смертність підвищилась на 20-30%. Таким чином, в наших умовах затравки ефірна олія сосни зменшувала оксидну дію кислотних газів на білих мишах, тоді як ялівцю, навпаки, підвищувала токсичну дію газів.

Вивчена також зміна токсичної дії кислотних газів у присутності летких екометаболітів живих рослин. Досліді показали, що при затравці сірчистим ангідридом більшість рослин підвищує працездатність і знижує смертність тварин. Це: верба біла, тополя, бальзамічна, сосна звичайна, клен гостролистий. Частина рослин: каштан звичайний кінський, туя західна, модрина європейська, ялина звичайна - суттєво не впливають на тварин в умовах затравки SO_2 . Деякі рослини знизили показник працездатності і підвищили смертність тварин: дуб черешчатий, тис ягідний, ялівець козацький. Фітонциди берези також зменшили працездатність і збільшили смертність тварин.

При затравці NO_x стимулюючий ефект показали: каштан звичайний кінський, верба біла, клен гостролистий, туя західна, сосна звичайна, липа крупнолиста, тополя бальзамічна, дуб черешчатий, модрина європейська. Фітонциди цих рослин на 10-25% підвищили працездатність і на 20% зменшили смертність тварин. Нейтральну дію виявили фітонциди ялівцю козацького та ялини звичайної. Інгібіруючу дію мали леткі виділення берези бородавчатої і тису ягідного, які знизили на 22 та 29% відповідно показник працездатності. Смертність тварин при цьому не змінилась.

Дані про здатність рослин змінювати концентрацію і токсичну дію газів-забруднювачів наведені в табл.4.

Отже, досліджувані рослини можна розподіли на чотири групи:

1. Рослини, які активно виводять вміст шкідливих газів у повітрі та виявляють стимулюючу або нейтральну дію на життєдіяльність тварин. Це: ялина звичайна, клен гостролистий, каштан звичайний кінський, верба біла.

2. Рослини, що мають середню здатність зменшувати кількість газів-забруднювачів у повітрі та позитивний або нейтральний вплив на

життєдіяльність тварин (туя західна, сосна звичайна, тополя бальзамічна)

Таблиця 4.
Здатність рослин змінювати концентрацію і токсичність забруднювачів повітря

Рослини	Поглиняльна здатність			Активність ЛВ у відношен. до			Зміна токсичної дії	
	SO ₂	NO _x	CO	SO ₂	NO _x	CO	SO ₂	NO _x
Ялівець козацький	З	С	В	В	С	В	-	~
Туя західна	С	С	С	С	С	С	~	*
Модрина европ.	Н	С	—	Н	С	—	~	*
Сосна звичайна	С	С	В	С	С	В	*	*
Ялина звичайна	В	В	С	В	В	С	~	~
Тис ягідний	В	В	—	В	С	—	-	-
Тополя бальзамічна	С	С	—	Н	С	—	*	*
Береза бородавчата	Н	В	—	С	С	—	-	-
Клен гостролистий	В	В	—	В	В	—	*	*
Каштан зв. кінськ.	В	В	—	В	В	—	-	*
Верба біла	В	В	—	С	В	—	*	*
Липа крупнолиста	Н	С	—	Н	Н	—	*	*
Дуб черешчатий	—	С	Н	—	Н	Н	-	*

В - висока; * - стимулюючий ефект; — - дослідження не проводились.
С - середня; ~ - нейтральний ефект;
Н - низька; - - інгібувальний ефект;

3. Рослини, які слабо знижують концентрацію шкідливих газів у повітрі, але проявляють стимулюючу, або нейтральну дію на тварин (модрина європейська, липа крупнолиста).

4. Рослини, які мають різну активність у відношенні до забруднювачів, але проявляють інгібувальний або нейтральний вплив на життєдіяльність тварин при сумісній дії з забруднювачами: ялівець козацький, тис ягідний, береза бородавчата. Дуб черешчатий має низьку здатність до пониження концентрації NO_x та CO, підвищує токсичну дію SO₂ і зменшує токсичну дію NO_x.

Отримані дані свідчать про те, що використання рослин для очищення та оздоровлення атмосферного повітря вимагає додаткового дослідження їх дії на організм людини. При рекомендаціях використання тих чи інших рослин для озеленення територій необхідно враховувати наявність у повітрі забруднювачів і можливість зниження або підвищення їх токсичної дії у присутності фітонцидів рослин.

ВИСНОВКИ

1. Вивчений склад летких виділень 20 видів деревно-чагарникових рослин, які найбільш часто використовуються для озеленення міст. Модифікована нами методика дозволила ідентифікувати 24 компоненти або групи компонентів летких виділень рослин. Для кожної деревної породи

характерний свій якісний і кількісний склад фітонцидів. При необхідності мас-спектр може стати однією з видоспецифічних характеристик у систематиці рослин.

2. Вивчені сезонні та добові кількісні коливання виділення рослинами летких метаболітів. Встановлено, що на процес виділення летких речовин рослинами суттєво впливають погодні умови і освітлення.

3. Одержані дані (зміна складу летких виділень рослин під дією оксидів вуглецю (II), азоту, сірки (IV), зменшення кількості газів / присутності летких екзометаболітів рослин) вказують на хімічну взаємодію фітонцидів з газоподібними забруднювачами.

4. Встановлено, що на процеси нейтралізації газів у присутності летких виділень рослин значно впливають умови росту рослини, освітлення, а також пора року.

5. Посліди по затравці тварин показали, що при комбінованій дії фітонцидів з забруднювачами токсична дія газів (SO_2 і NO_x) змінюється в різних напрямках в залежності від деревної породи.

6. Виявлене можливість використання ефірних олій окремих рослин для очищення і оздоровлення повітря в закритих приміщеннях. Одержані дані (зміна складу ефірних олій під дією оксидів вуглецю (II), азоту, сірки (IV), зменшення кількості газів у присутності ефірних олій) вказують на наявність хімічної взаємодії у повітрі парів ефірних олій з газоподібними забруднювачами.

7. Токсична дія забруднювачів змінюється в різних напрямках в залежності від олій, що використовуються.

Практичні рекомендації

1. З метою очищення та оздоровлення повітря, забрудненого оксидами вуглецю (II), азоту, сірки (IV) можна використовувати леткі виділення окремих видів деревних рослин: ялини звичайної, сосни звичайної, туї західної, модрина європейської, ялівець козачього, тиса ягідного, клена гостролистого, каштана звичайного кінського, верби білої, тополі бальзамічної, липи крупнолистої.

При виборі асортименту деревно-чагарникових порід для створення примігстральних бар'єрних зон, озеленення промислових територій та міських вулиць, а також при плануванні зелених зон міста пропонується враховувати поряд із їх стійкістю, газопоглинальними та газонейтралізуючими властивостями також і можливість зміни кількості і токсичної дії забруднювачів у присутності фітонцидів.

2. В приміщеннях з підвищеним вмістом оксидів вуглецю (II), азоту, сірки (IV) для їх нейтралізації пропонується використовувати ефірні олії рослин. При виборі олій слід враховувати, що в їх присутності можлива зміна токсичної дії забруднювачів в ту або іншу сторону.

Список робіт, опублікованих на тему дисертації

1. Баранецкий Г.Г., Соболевская В.Е. Фитонциды древесных растений в социологии // Проблемы социальной экологии. Т.2. - Львов: Вільна Україна, 1986. - С.49-50.
2. Баранецкий Г.Г., Соболевская В.Е. Оздоровление атмосферы воздуха от токсических газов фитонцидами древесных растений // Фитонциды. - К.: Наукова думка 1988. - С.57-58.
3. Баранецкий Г.Г., Соболевская В.Е. Биологическая очистка воздушной среды фитонцидами древесных растений // Экологические и социально-правовые вопросы природопользования и охраны природы. - Львов, 1989. - С.163-164.
4. Баранецкий Г.Г., Соболевская В.Е. Фитонциды рекреационных лесов в экологии человека // Развитие лесного хозяйства в Западных областях Украины за годы советской власти. - Львов, 1989. - С.12-16.
5. Баранецкий Г.Г., Соболевська В.Є. Вплив деревних рослин на кількість кислих газів в повітрі // Екологія і лісовий комплекс. Ч.2. УкрДЛТУ. - Львів, 1994. - С.17-19.
6. Соболевська В.Є. Термін "фітонциди" та його синонім, в українській мові // Проблеми української науково-технічної термінології. - Львов, 1994. - С.12-13.
7. Соболевська В.Є. Вплив фітонцидів деревних рослин на токсичну дію шкідливих газів. // Науковий вісник. Вип.1. - Львів, УкрДЛТУ, 1994. С. 24-27.
8. Соболевська В.Є. Фитонциды деревных растений как фактор оздоровления воздуха, загрязненного сернистым ангидридом // Науковий вісник. Вип.1. - Львів, УкрДЛТУ, 1994. С. 27-31.
9. Соболевская В.Е. Фитонциды древесных растений как фактор оздоровления воздуха от окиси углерода // Материалы XXIX научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1986 г.
10. Соболевская В.Е. Фитонциды древесных растений и оздоровление воздуха от вредных газов // Материалы XXX научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1987 г. - Львов, 1988. - С.25-27.
11. Соболевська В.Є., Баранецкий Г.Г., Хімічний склад фітонцидів деяких деревних рослин // Матеріали 44 науково-технічної конференції за 1990 р. - Львів, 1991. - С.25-26.

Sobolevskaya V.E.

The Influence of Volative Exometabolites of Wooden Plants on the Air State Polluted with Carbon Monoxide, Nitrogen Oxides and Sulfur Dioxide

The Candidate Thesis for a Master's Degree, the Speciality 03.00.16.- Ecology - Dnepropetrovsk State University, Dnepropetrovsk, 1994.

Summary

The influence of the volative excretions of 20 wooden plants species on the quantity and toxicological activity of gaseous air pollutants (carbon monoxide, nitrogen oxides, sulfur dioxide) was investigated in this work. It had been found that in presence of living plants volative excretions and ether oils vapors the quantity of pollutants decreases. The toxicological activity of the pollutants changes. It changes in dependence on the kind of wood or ether oil increasing or decreasing. The results may be used for the support of man's vital activity and greenery planting.

Соболевская В.Е.

Влияние летучих экзометаболитов древесных растений на состояние воздуха, загрязненного оксидами углерода (II), азота, серы (IV)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.16 - экология, - Днепропетровский государственный университет, Днепропетровск, 1994.

Резюме

В работе изучалось влияние летучих выделений 20 видов древесных растений на количество и токсическую активность газообразных загрязнителей воздуха (оксида углерода (II), азота, серы (IV)). Установлено, что в присутствии летучих выделений живых растений, а также паров эфирных масел растений количество загрязнителей в воздухе снижается, а токсическое действие изменяется различным образом в зависимости от используемой древесной породы или эфирного масла. Полученные результаты могут быть использованы при создании искусственных газовых смесей для поддержания жизнедеятельности человека и в озеленении.

Ключові слова: леткі екзометаболіти, фітонциди, токсичні гази, взаємодія.

тип ФГУ зав 736-100

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН Укр

AB 31.349