

Міністерство освіти і науки України
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ВОЛОДАРЕЦЬ СВІТЛАНА ОЛЕКСАНДРІВНА



УДК 628.5:634.942:581.135

**САНУЮЧА ФУНКЦІЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗІВ
УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА**

03.00.16 – екологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Дніпро – 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі ботаніки та екології Донецького національного університету імені Василя Стуса Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор
Глухов Олександр Захарович,
член-кореспондент Національної академії
наук України

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
Бессонова Валентина Петрівна,
Дніпропетровський державний аграрно-
економічний університет, кафедра садово-
паркового господарства, завідувач;

доктор біологічних наук, професор
Мальцева Ірина Андріївна,
Мелітопольський державний педагогічний
університет імені Богдана Хмельницького,
кафедра ботаніки та садово-паркового
господарства, завідувач

Захист відбудеться “___” _____ 2016 р. о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.051.04 для захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук у Дніпропетровському національному університеті імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України за адресою: 49010, м. Дніпро, пр. Гагаріна, 72, корп. 17, факультет біології, екології та медицини, ауд. 711.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України за адресою: 49010, м. Дніпро, вул. Казакова, 8.

Автореферат розісланий “___” _____ 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат біологічних наук, доцент



А.О. Дубина

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах промислових міст зелені насадження набувають провідної ролі в оптимізації середовища. Деревні рослини виконують різноманітні функції: санітарно-гігієнічні, структурно-планувальні, естетичні, рекреаційні (Боговая, 2012; Nowak et al., 2006; Livesley et al., 2016). Серед санітарно-гігієнічних функцій особливий інтерес представляє сануюча здатність рослин, що складається з пасивного (вловлювання пилу листками) та активного (антимікробна дія) механізмів очищення середовища. На теперішній час недостатньо вивчена активна складова сануючої функції, в основі якої лежить здатність деревних рослин пригнічувати ріст та розвиток простіших та бактерій, очищуючи таким чином повітря від шкідливої для здоров'я людини мікрофлори в умовах урбаносередовища.

Фітонцидна активність (ФА) деревних рослин тісно пов'язана з мікрокліматичними умовами місцезростання. У літературі зустрічаються розбіжні характеристики фітонцидності видів з різних лісорослинних зон, тому дослідження фітонцидних властивостей деревних видів на регіональному рівні є актуальним напрямком. У Донецькій області визначення антимікробної дії листків деревних рослин проводили лише у 70-х–80-х роках ХХ ст. у м. Донецьк (Сінельщиков, 1979; Хижняк, 1979, 1985). В Україні дослідження з характеру та ступеня виділення летких фітонцидів деревами в урбанізованому середовищі залишається відкритим питанням. Особливий інтерес представляє вивчення фітонцидності деревних рослин в умовах південного сходу України, як регіону з жорсткими лісорослинними умовами, що формуються за сумісної дії екстремальних природних та антропогенних факторів.

У зв'язку з цим, дослідження сануючої функції в аспекті антимікробної та протистотичної дії видів деревно-кущових рослин, з урахуванням їх життєвого стану, у специфічних гідротермічних умовах південного сходу України за дії різних джерел забруднень є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в період 2010–2013 рр. у відповідності з тематичними планами кафедри ботаніки та екології Донецького національного університету імені Василя Стуса в рамках державної комплексної науково-дослідної роботи «Визначення параметрів біоіндикаторів щодо їх подальшого нормування» (№ ДР 0110U003462).

Мета та завдання дослідження. Мета роботи – оцінити сануючу функцію деревних рослин у складі культурфітоценозів в умовах урбанізованого середовища південного сходу України та виявити найбільш цінні у відношенні фітонцидної активності види.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі завдання:

- оцінити функціональний стан рослин за показниками пігментного апарату в екологічно чистих умовах та за впливу урбогенних факторів;
- визначити показники сануючої здатності (пилотримуючої та антимікробної дії) деревних рослин в урбанізованому середовищі;

- встановити протистотидну та антимікробну активність деревних рослин різних типів насаджень (парків, транспортних магістралей, санітарно-захисних зон підприємств) урбанізованих територій;

- встановити вплив метеорологічних факторів на фітонцидну активність деревних рослин;

- визначити вплив просторової структури насаджень на сезонну та добову динаміку фітонцидної активності хвойних та листяних порід;

- провести добір видів деревно-кущових рослин з високими сануючими (фітонцидними) властивостями та розробити рекомендації щодо асортименту та особливостей використання високофітонцидних видів в умовах промислового регіону південного сходу України з метою оптимізації екологічного стану оточуючого середовища.

Об'єкт досліджень – фітонцидна активність деревних рослин культурфітоценозів урбанізованого середовища південного сходу України.

Предмет дослідження – вплив абіотичних факторів та техногенного забруднення від різних джерел на фітонцидну активність деревних рослин у складі культурфітоценозів в умовах урбаносередовища.

Методи досліджень: мікробіологічні, фізіологічні, фенологічних спостережень, експериментальні та статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше:

- проведено оцінку антимікробної дії деревних рослин з урахуванням їхнього функціонального стану;

- досліджено антимікробну та протистотидну дію деревних рослин у різних типах насаджень, залежно від їхнього призначення, як активну складову сануючої функції;

- доведено високу фітонцидну активність та ефективність сануючої функції деревних рослин, та виявлено, що забруднення повітря викликає активацію захисних механізмів деревних рослин, які проявляються у зростанні антимікробної активності у більшості видів деревних рослин в урбанізованому середовищі;

- встановлено порогові значення захисних реакцій деревних видів, за фітонцидною активністю, та диференційовано види за величиною цього показника;

- експериментально доведено вплив зволоження та температури урбанізованого середовища на добову та сезонну динаміку фітонцидної активності деревних рослин та встановлено характер динаміки для різних видів за стійкістю;

- встановлено подібні реакції, фітонцидної активності листяних видів у відповідь на стресові фактори умов середовища, щодо простіших та бактерій. Показано, що зі зростанням протистотидної активності збільшується антимікробна активність.

Уточнено і розширено уявлення про сануючу функцію деревних рослин, як здатність пригнічувати ріст та розвиток мікроорганізмів повітряного середовища.

Практичне значення одержаних результатів. Робота містить великий фактичний матеріал, який характеризує сануючу роль деревних рослин в умовах урбанізованого середовища. Для оцінки фітонцидності деревних рослин розроблена семибальна шкала з використанням у якості тест-об'єкту *Paramecium caudatum* Ehr., що підтверджується патентом на корисну модель А 01G/700 «Спосіб оцінювання фітонцидної активності деревних рослин в урбанізованому середовищі» (2014). Складено асортимент видів з високими фітонцидними властивостями для використання у санітарно-захисних зонах підприємств металургійної, машинобудівної, вугільної промисловості, вуличних та паркових насаджень. Результати з вивчення антимікробної та протистцидної дії листків деревних рослин культурфітоценозів з різним ступенем антропогенного навантаження можуть використовуватись як один з індикаторів забруднення середовища.

Результати досліджень використовуються у навчальному процесі («Фітооптимізація техногенного середовища», «Урбоекологія») та науковій діяльності (виконання студентами курсових та дипломних робіт) кафедри ботаніки та екології біологічного факультету Донецького національного університету.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням автора. Впродовж 2010–2013 рр. здобувачем здійснено збір матеріалів на моніторингових точках протягом вегетаційного сезону, виконано експериментальні дослідження, статистичну обробку отриманих результатів, узагальнено результати досліджень, зроблено теоретичні висновки. Результати виконаних досліджень відображено в публікаціях та дисертації. Права співавторів не порушено.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи були представлені на XIII з'їзді Українського ботанічного товариства (Львів, 19–23 вересня 2011 р.), IV міжнародній науковій конференції «Відновлення порушених природних екосистем» (Донецьк, 18–21 жовтня 2011 р.), міжнародній науковій конференції «Дендрологія, квітникарство та садово-паркове будівництво» (Ялта, 5–8 червня 2012 р.), міжнародній науковій конференції молодих вчених «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Ужгород, 18 – 21 вересня 2012 р.), III міжнародній конференції «Інтродукція, селекція та захист рослин» (Донецьк, 25 – 28 вересня 2012р.), міжнародній науковій конференції «Від заповідання до збалансованого природокористування» (Донецьк, 20 – 22 березня 2013р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 25 робіт (5 у співавторстві), з них 6 статей у наукових фахових виданнях, 2 з яких – у виданнях, що входять до наукометричних баз даних, 4 статті – у виданнях які затверджені переліком МОН України, 1 патент та 18 тез доповідей у матеріалах конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел (356 найменувань, у тому числі – 68 латиницею), додатків. Обсяг основного тексту становить 144 сторінки. Робота містить 44 рисунки, 30 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ ФУНКЦІОНАЛЬНА РОЛЬ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗІВ

Розглянуто основні санітарно-захисні функції зелених насаджень у місті: газозахисні, шумопоглинальні, вітрозахисні властивості, іонізуючу дію, киснеутворюючу та мікрокліматичну функції (Илькун, 1971, 1978; Кучерявий, 1981; Литвинова, 1982; Дмитриев, 1985; Видякина, 2011; Зыков, 2011; Боговая, 2012; Nowak, 2002; Nowak et al., 2006; Куо, 2010; Morani et al., 2011; Jun et al., 2015; Livesley et al., 2016). Окремо розкрито поняття сануюча функція. Проаналізовано роботи, щодо впливу урбанізованого середовища на життєвий стан деревних рослин (Николаевский, 1979; Кулагин, 1974, 1985; Тарабрин и др., 1986; Коршиков, 1996, 2004; Harmens, 2014). Узагальнено відомості про фітонцидні властивості дерев. Наведено історію відкриття антимікробних речовин рослинного походження, хімічний склад летких органічних речовин деяких видів (Токин, 1951, 1952, 1975, 1979, 1980; Колесниченко, 1976; Айзенман, 1986; Акимов, 1987; Кинтя, 1990; Степень, 2007; Kesselmeier, 1999; Fuentes et al., 2000; Niinemets et al., 2010; Niinemets et al., 2011). Висвітлено існуючі відомості щодо антимікробних та протистотоксичних властивостей деревних видів, що поширені в культурфітоценозах південного сходу України, проаналізовано характер змін фітонцидних властивостей деревних рослин залежно від абіотичних та антропогенних факторів (Лахно, 1964; Делова, 1967; Спахова, 1979; Синельщиков, 1979; Хижняк, 1979, 1985; Гродзинский и др., 1986; Григорьева, 2000; Вережкина, 2005; Рощина, 2012; Noe, 2012; Henninger, 2012; Calfapietra et al. 2013).

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МОНІТОРИНГОВИХ ТОЧОК

Район досліджень за фізико-географічним районуванням належить до північностепової підзони степової зони (Клімат України, 2003). Клімат території дослідження помірно континентальний степової області помірних широт, відзначається посушливістю у літній період. Коефіцієнт зволоження складає близько 0,8, річна кількість опадів від 440 до 460 мм, в тому числі у теплу пору року від 216 до 290 мм.

Проаналізовано рівень забруднення у м. Донецьк, Єнакієве та Краматорськ, як у містах з важким екологічним станом (Яценко, 2013). Під час проведення роботи закладено 12 моніторингових точок (м.т.) у міських насадженнях, а також одна моніторингова точка у позаміській зеленій зоні – лісосмуга у с. Тоненьке, Ясинуватського району Донецької області (м.т. №9) (контроль). В якості умовного контролю у межах міста використовували культурфітоценози зони рекреації у м. Донецьк – Донецький ботанічний сад НАН України (м.т. №8), у м. Єнакієве – мікрорайонні сади (Червоне містечко) (м.т. №11), у м. Краматорськ – парк Ювілейний (м.т. №13).

Дослідні ділянки розташовані у насадженнях загального призначення – парк ім. О.С. Щербакова (м.т. №2), лісопарк «Путилівський ліс» (м.т. №6), що знаходяться під дією пресу урбанізованого середовища, та спеціального

призначення, прив'язані до різних джерел забруднення: автомобільний транспорт (вуличні насадження, проспект Київський – м.т. №1), залізничний транспорт (магістральна залізнична колія м. Донецьк – м.т. №7), санітарно-захисні зони підприємств – металургійної (Донецький металургійний завод – м.т. №3, Єнакієвський металургійний завод – м.т. №10), машинобудівної (Новокраматорський машинобудівний завод – м.т. №12) та вугільної (шахта ім. М.І. Калініна – м.т. №4, шахта «Жовтневий рудник» – м.т. №5) промисловості.

Таким чином, розташування моніторингових точок дозволяє вивчити вплив на фітонцидну активність деревних рослин різних джерел, що відрізняються за рівнем забруднення, мікрокліматичними умовами урбаносередовища, а також просторовою структурою насаджень.

ОБ’ЄКТИ, УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджували модельні екземпляри 30 видів листяних та 6 видів хвойних дерев та кущів з різним ступенем стійкості до умов урбаносередовища, які найбільш широко зустрічаються у міських зелених насадженнях південного сходу України (Поляков, 2004, 2009).

Для району досліджень у вегетаційний сезон деревних рослин характерні тривалі посушливі періоди. У період дослідження більш посушливі погодні умови відмічено у 2010 та 2011 рр., що наведено, на прикладі 2010 р. (рис. 1, а).

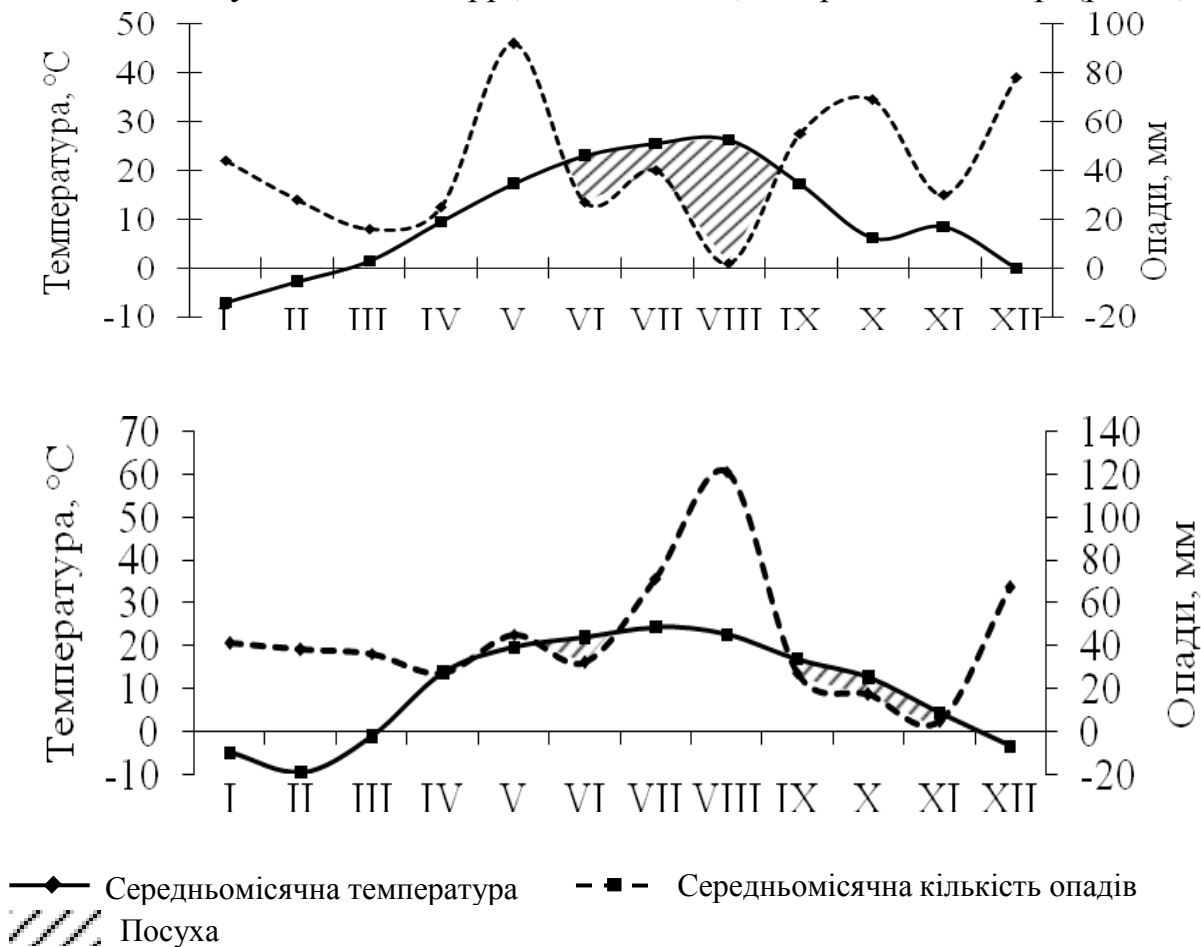


Рис. 1. Гідротермічні умови у роки досліджень у м. Донецьк (за Госсен, Вальтером, 1961): а – 2010 р., б – 2012 р.

Більш сприятливі для росту та розвитку рослин гідротермічні умови 2012 та 2013 рр., наведено на прикладі 2012 р (рис. 1, б).

Рослинні матеріали збирали у сонячну, безвітряну погоду щомісячно протягом чотирьох вегетаційних сезонів у м. Донецьк та двох вегетаційних сезонів у м. Єнакієве та м. Краматорськ (2012, 2013 рр.). Для досліджень брали здорові, непошкоджені листки, без ознак хлорозу, по всьому периметру крони (з південної, північної, східної та західної частин), з нижнього ярусу модельних екземплярів середнього віку. Під час відбору проб проводили метеорологічні виміри (Минх, 1973) та фенологічні спостереження (Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР, 1979; Зайцева, 2003). Життєвий стан деревних рослин визначали за станом крони та стовбуру, оцінювали у балах за шкалою Л.С. Савельєвої (1975), що розроблена саме для умов південного сходу України.

Протистоцидну активність (ПА) листків визначали згідно методики «повислої краплини» Б.П. Токіна (1951). У якості тест-об'єкту використовували культуру інфузорії-туфельки – *Paramecium caudatum* Ehr. Антимікробну активність (АА) листків визначали за методом «опарення» посівів культур мікроорганізмів леткими органічними речовинами (ЛОР) (Аникеев, Лукомская, 1977; Акимов, 1983), за ступенем пригнічення тест-об'єктів грам-позитивних бактерій *Bacillus subtilis* ІМВ В-7018 та грам-негативних *Escherichia coli* УКМ В-926 з колекції Депозитарію мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології НАН України.

Вміст хлорофілів *a*, *b* та каротиноїдів визначали на спектрофотометрі ULAB 108UV за загальноприйнятою методикою (Мусієнко, 2001). Екстракцію хлорофілів проводили у 96 % етанолі. Для визначення каротиноїдів використовували 80 % ацетон. Добову запиленість листків визначали ваговим методом у г/м². Площу листка розраховували за допомогою програми IpSquare Calculating area version 1.8 LProSoft.

Статистичну обробку даних проводили за Г.М. Зайцевим (1973), Ю.Г. Приседським (1999) за допомогою програм Excel та Statistica 6.0. Вірогідність отриманих результатів оцінювали при $p \leq 0,05$. Українські та латинські назви деревних рослин, а також їх систематичне положення у даній роботі наведено за «Сосудистые растения юго-востока Украины» (Остапко та ін., 2010).

ПОКАЗНИКИ САНУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ТА ПІГМЕНТНОГО АПАРАТУ РОСЛИН В ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ УМОВАХ ТА ЗА ВПЛИВУ УРБОГЕННИХ ФАКТОРІВ

Проведено тестування функціонального стану за показниками пігментного складу листків деревних рослин у вуличних насадженнях (м.т. №1), у зоні рекреації (м.т. №2) та у позаміських насадженнях (м.т. №9). На цій основі здійснено оцінку пілозатримуючої здатності та антимікробної активності, як складових сануючої функції.

Вміст пігментів та їх співвідношення є одними з показників, що корелюють зі станом рослин, тому використовуються як критерій оцінки

функціонального стану деревних рослин в різних умовах середовища. Утворення деревами ЛОР тісно взаємопов'язане з фотосинтетичним процесом (Колесниченко, 1976; Fuentes, 2000; Unger, 2013).

Встановлено видову специфічність зміни вмісту хлорофілів протягом вегетації у листках досліджених рослин у контролі. У мезофітних видів роду *Acer* L. та *Tilia* L. максимальний вміст зелених пігментів зафіксовано у липні та серпні при достатньому зволоженні та високих температурах повітря, що свідчить про менші адаптаційні можливості *A. platanoides* L., *A. negundo* L., *A. pseudoplatanus* L. та *Tilia cordata* Mill. У посухостійких видів р. *Populus* L. максимальну кількість хлорофілів виявлено у червні під час посухи (рис. 2).

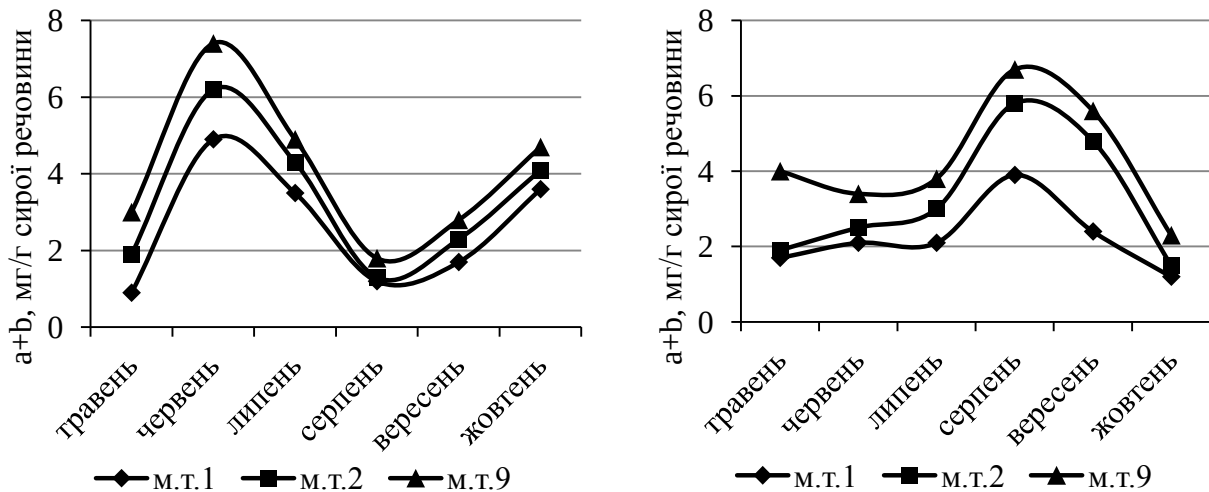


Рис. 2. Вміст хлорофілів у листках *Populus x canadensis* Moench та *Tilia cordata* протягом вегетаційного періоду

В умовах урбаносередовища у вуличних та паркових насадженнях функціональний стан деревних рослин гірший порівняно з контролем, що підтверджується зниженням вмісту хлорофілів та зростанням каротиноїдів. Сумарна кількість хлорофілів знижується у дерев паркових насаджень на 20–30 %, тоді як у вуличних – на 40–50 % порівняно з чистою ділянкою. Вміст каротиноїдів на м.т. №2 збільшується до 30 %, а на м.т. №1 – до 50 %. У високостійких видів деревних рослин (*P. simonii* Carrière, *P. × canadensis*, *Robinia pseudoacacia* L.) ці зміни є менш критичними, порівняно з середньостійкими та нестійкими видами (*Acer pseudoplatanus* L., *A. negundo*, *A. platanoides*, *Syringa vulgaris* L. та *Tilia cordata*).

Установлено на прикладі парку ім. О.С. Щербакова (м.т. №2), що навіть великий лісопарковий масив зазнає значного впливу урбаносередовища, якщо оточений комплексом компонентів промислового міста.

Оцінено пилеосаджуючу та антимікробну складові сануючої функції. Порівняльний аналіз кількості пилу на листках 11 видів деревних рослин у вуличних насадженнях (м.т. №1) та у лісосмузі (м.т. №9) показав, що основними чинниками, які впливають на пилотримуючу здатність дерев та кущів, є видові особливості рослин, погодні умови та структура насадження. В урбаносередовищі (м.т. №1) повітря запилене у 1,5 рази більше порівняно з

контролем. На обох моніторингових точках пилозатримуюча здатність вище у *Populus × canadensis*, *P. simonii*, *R. pseudoacacia*, *S. vulgaris* та *T. cordata* (рис.3). У цих же видів виявлено і максимальну антимікробну дію, що дає підстави розглядати пилоосаджуючу здатність, як пасивну характеристику сануючої здатності, оскільки осідання пилу сприяє локалізації мікроорганізмів на листових пластинках деревних рослин.

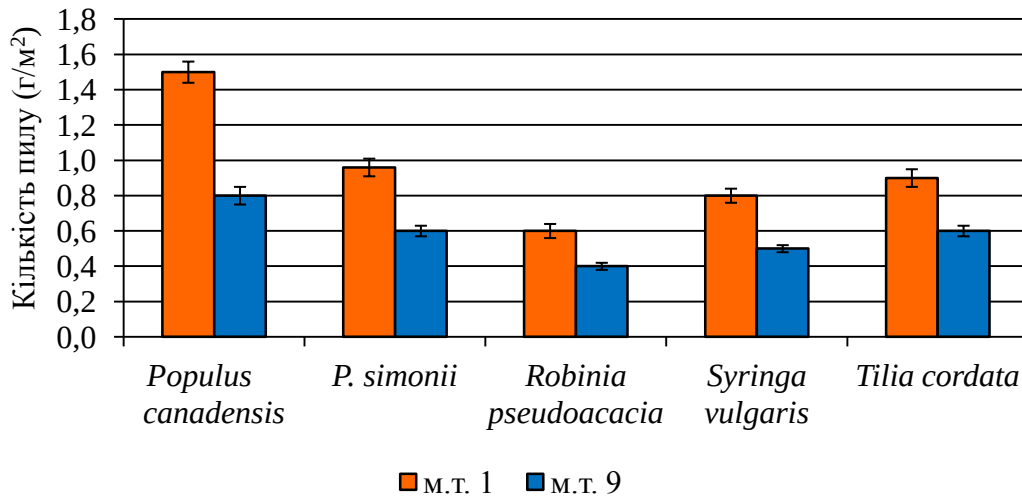


Рис. 3. Кількість пилу за добу на листових пластинках деревних рослин в середньому за вегетаційний період

Антимікробна активність досліджених видів змінювалась залежно від погодних умов та функціонального стану рослини у контролі (с. Тоненьке, м.т. №9). Для більшості видів у 2012 р. встановлено літній тип фітонцидності, за винятком *A. negundo* та *R. pseudoacacia*, у яких максимум антимікробної активності припадає на осінь. ЛОР листків цих видів у вересні призводять до загибелі колоній тест-організмів до 75% (рис. 4).

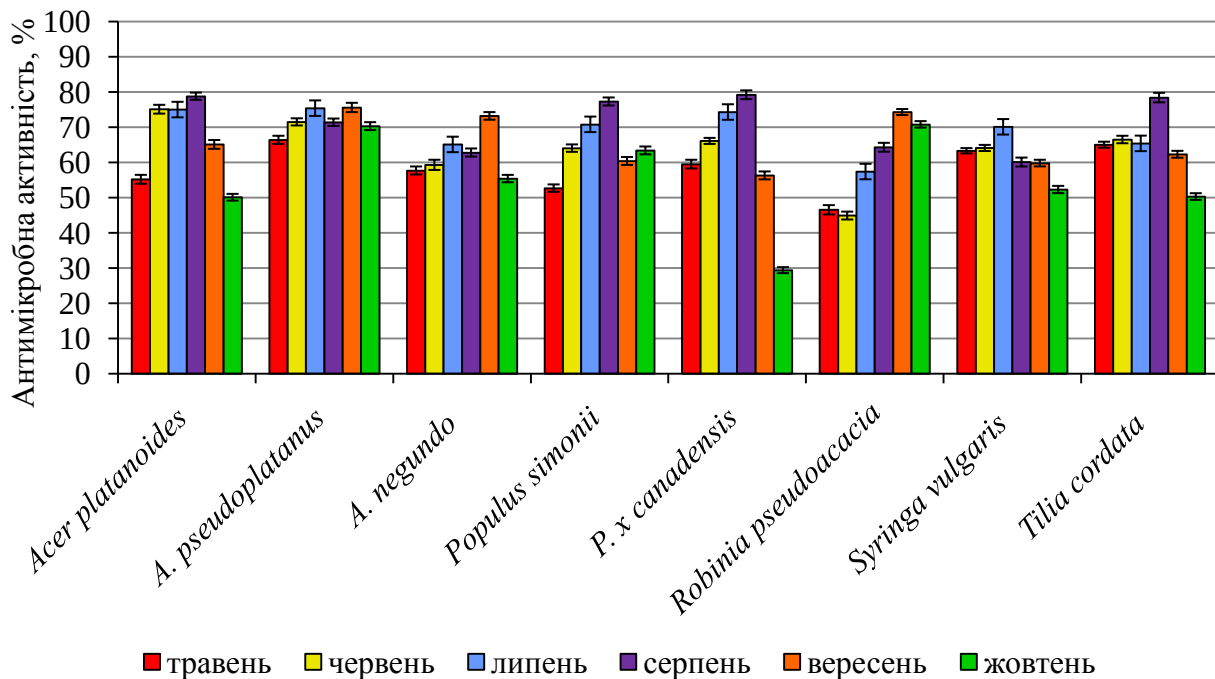


Рис. 4. Антимікробна активність листків деревних рослин на м.т 9

Максимум антимікробної дії для літніх місяців у *A. platanoides*, *R. pseudoacacia* та *T. cordata* корелює з сумарним вмістом хлорофілів.

В умовах щільної міської забудови, у вуличних та паркових насадженнях антимікробна активність більшості з досліджених 11 видів зростає зі збільшенням інтенсивності факторів забруднення, унаслідок високої урбанізації середовища (рис.5).

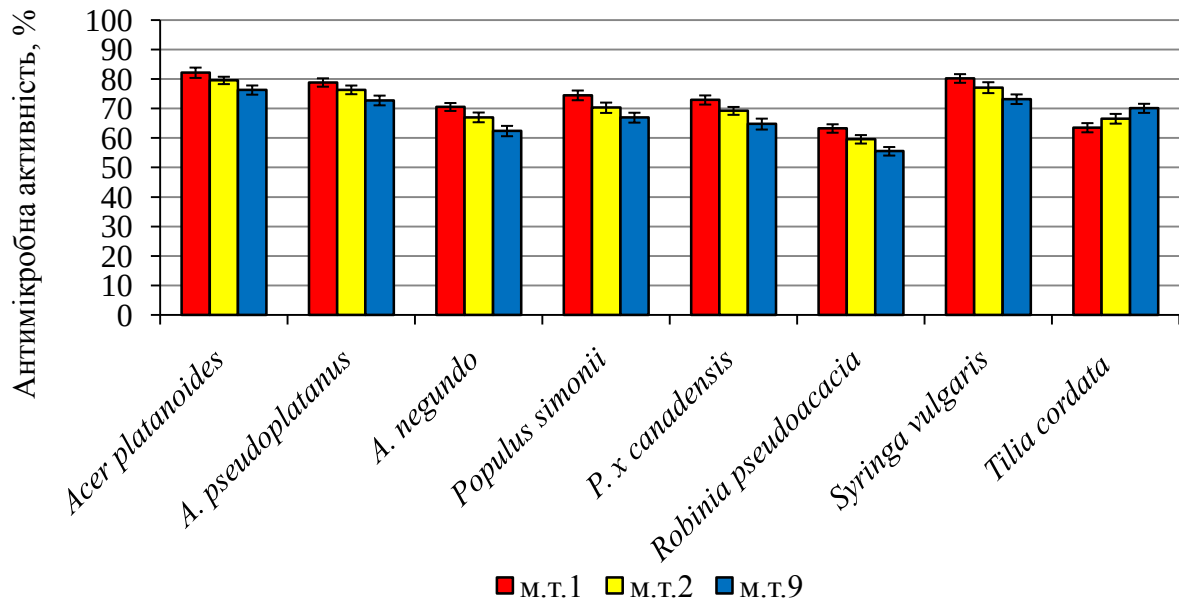


Рис. 5. Антимікробна дія деревних рослин по відношенню до тест-культури *Escherichia coli* на моніторингових точках у серпні

Вплив факторів урбаносередовища на фітонцидну дію деревних рослин підтверджено кореляційним зв'язком із запиленістю листкових пластинок. *Populus simonii*, *Robinia pseudoacacia* та *Syringa vulgaris* виявляють високі показники антимікробної дії та пілозатримуючої здатності: зі збільшенням запиленості листків антимікробна здатність летких органічних речовин цих видів зростає. Коефіцієнт кореляції між антимікробною дією ЛОР листків та кількістю пилу на них у цих видів склав 0,8–0,6.

За результатами досліджень встановлено, що найбільш вагомий внесок в очищенні середовища від мікроорганізмів дає фітонцидна складова сануючої функції деревних рослин.

ФІТОНЦИДНА АКТИВНІСТЬ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН РІЗНИХ ТИПІВ НАСАДЖЕНЬ

Активність деревних рослин по відношенню до бактерій та простіших у лінійних та масивних насадженнях залежить від абіотичних та антропогенних факторів, а також від життєвого стану рослини.

Протистоцидна активність деревних рослин (*Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior* L., *Populus bolleana* Lauche, *P. simonii*, *Robinia pseudoacacia*) зростає у паркових насадженнях штучного та природного походження (м.т. №2 та м.т. №6) під дією фонового забруднення повітря (табл. 1). Найвища антимікробна дія зафіксована у більшості видів, окрім *Aesculus hippocastanum* L., у парку ім. О.С. Щербакова (м.т. №2).

**Протистоксидна активність деревних рослин (хв.⁻¹)
різних типів насаджень**

Вид	Лісопаркові масивні насадження		Лінійні насадження		Масивні та лінійні насадження
	м.т. №2	м.т. № 6	м.т. № 1	м.т. №7	м.т. №8 (контроль)
<i>Acer platanoides</i>	14,59±0,59	11,52±0,75	20,0±0,48	16,4±0,67	9,02±0,27
<i>A. pseudoplatanus</i>	8,61±0,15	8,39±0,34	13,3±0,36	9,5±0,31	7,41±0,11
<i>Aesculus hippocastanum</i>	8,22±0,48	11,77±0,26	9,2±0,62	10,2±0,71	13,14±1,0
<i>Fraxinus excelsior</i>	6,18±0,12	5,38±0,32*	7,1±0,34	6,0±0,45*	5,12±0,12
<i>Populus bolleana</i>	7,81±0,22	7,35±0,25	9,3±0,51	6,9±0,57*	7,33±0,25
<i>P. simonii</i>	12,27±0,31	9,41±0,37	12,8±0,74	11,5±0,87	8,69±0,22
<i>Robinia pseudoacacia</i>	10,74±0,47	8,63±0,41*	13,7±0,75	7,9±0,63*	8,47±0,43

Примітка. * – різниця в порівнянні з контролем (м.т. 8) не достовірна при $p > 0,05$

У паркових насадженнях встановлено досить високий рівень життєвого стану деревних рослин, оцінений у 6 та 7 балів, при максимумі 8 балів, за шкалою Л.С. Савельєвої. У масивних насадженнях з низьким рівнем фонового забруднення, умовний контроль (м.т. №8), найбільш активними видами за ПА є *Acer platanoides* та *Aesculus hippocastanum*. На м.т. №2 життєвий стан досліджених видів знижується до 6 балів, а протистоксидна активність зростає, що свідчить про активацію захисних сил організму. У високо- та середньостійких видів (*Acer platanoides*, *Populus simonii*, *Robinia pseudoacacia*), протистоксидність збільшується порівняно з контролем, як реакція на зростання фонового забруднення середовища. У малостійких (*Fraxinus excelsior* L., *A. pseudoplatanus*, *Populus bolleana*) ФА залишається майже на рівні з м.т. №8, або навіть знижується (*Aesculus hippocastanum* L.), що обумовлено послабленням деревних рослин. В цілому умови м.т. №2 сприятливі для росту та розвитку дерев, тому що це великий масив, однак у повітряному середовищі парку у досліджені роки зареєстрований сірчаний ангідрид (SO₂), який за літературними даними стимулює антимікробну активність видів деревних рослин (Спахова, 1979).

Життєвий стан дерев лінійних насаджень транспортних магістралей (м.т. №1 та м.т. №7) знижується до 5 балів порівняно з парковими масивами, а протистоксидна активність зростає. У лінійних насадженнях відзначено подібну тенденцію зміни протистоксидності залежно від стійкості деревних рослин, як і в масивних. Виключенням з цієї закономірності є *Acer pseudoplatanus*, у якого зі зниженням життєвого стану протистоксидність зростає (табл. 1).

Показано, що життєвий стан *Betula pendula* Roth, *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus × canadensis*, *Tilia cordata* та *Picea*

pungens Engelm., які зростають у масивних насадженнях Новокраматорського машинобудівного заводу (м.т. № 12). знижується порівняно з контролем (парк Ювілейний, м.т. №13) до 6 балів. Досліджені види деревних рослин, окрім *Tilia cordata* та *Picea pungens*, проявили вищу антимікробну дію на м.т. №12 у серпні (табл. 2).

Таблиця 2

Антимікробна активність листків деревних рослин санітарно-захисної зони Новокраматорського машинобудівного заводу

Вид	Тест-мікроорганізми			
	<i>Bacillus subtilis</i> IMB B-7018		<i>Escherichia coli</i> УКМ B-926	
	м.т. №12	м.т. №13	м.т. №12	м.т. №13
<i>Betula pendula</i>	54,51±1,06	52,21±0,75	42,49±0,90	40,73±0,53
<i>Fraxinus excelsior</i>	71,78±0,54	68,72±0,78	77,71±0,85	73,31±1,15
<i>Robinia pseudoacacia</i>	70,77±0,85	62,19±0,74	77,33±0,60	74,12±0,91
<i>Populus × canadensis</i>	56,72±0,71*	54,31±0,56	67,22±0,84	62,63±0,96
<i>Tilia cordata</i>	65,91±0,92	68,33±0,79	75,41±0,91*	76,21±1,03
<i>Picea pungens</i>	73,04±0,67	68,71±1,78	56,69±1,30	64,48±1,47

Примітка. * – різниця в порівнянні з контролем не достовірна при $p > 0,05$

В зоні дії металургійного виробництва зелені масиви зазнають значного стресу, тому антимікробна активність дерев зростає зі зниженням життєвого стану. У дерев насаджень м.т. №3 та №10, спостерігається всихання окремих бічних та скелетних гілок, що відповідає від 6 до 4 балів за шкалою життєздатності. Найбільшого ослаблення зазнають *R. pseudoacacia* та *P. bolleana* на м.т. №3 (4 бали), тоді як на м.т. №10 життєвий стан цих видів оцінено у 6 балів. У серпні, в масивних насадженнях санітарно-захисної зони Донецького металургійного заводу антимікробна дія ЛОР листків досліджених видів деревних рослин вище порівняно з Єнакієвським заводом (рис. 6).

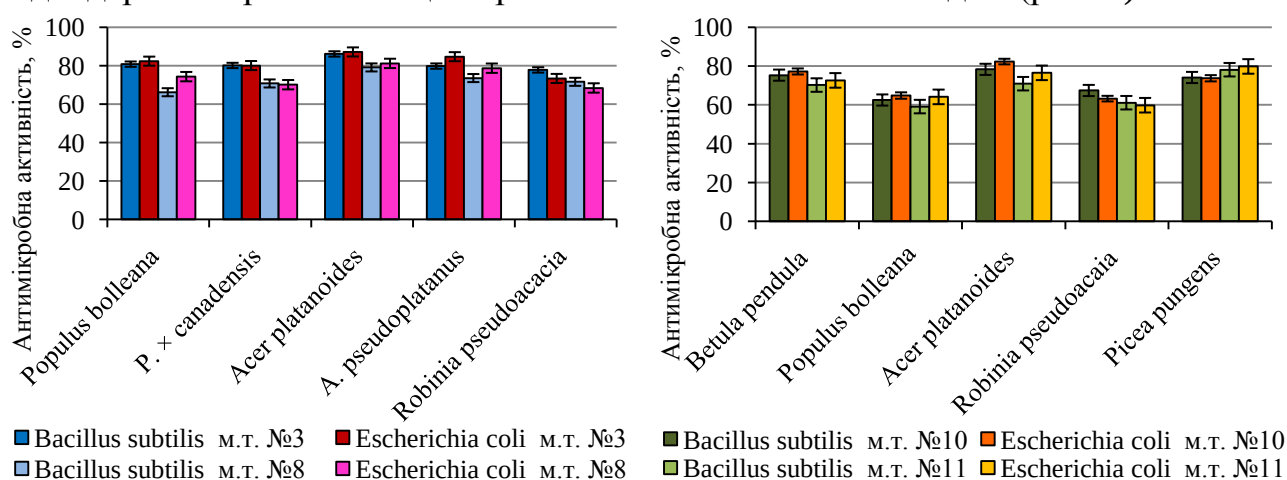


Рис. 6. Антимікробна активність деревних рослин у насадженнях Донецького (м.т. №3) та Єнакієвського металургійних заводів (м.т. №10) у серпні

Виявлено достовірне зниження антимікробної активності в осінні та весняні місяці у *Acer platanoides*, *Populus bolleana*, *P. × canadensis* та *Syringa vulgaris* на обох моніторингових точках (табл. 3).

Таблиця 3

Антимікробна активність листків деревних рослин санітарно-захисної зони Донецького металургійного заводу

Вид	Тест-організми					
	<i>Bacillus subtilis</i> ІМВ В-7018, %			<i>Escherichia coli</i> УКМ В-926, %		
	квітень, травень	липень, серпень	вересень, жовтень	квітень, травень	липень, серпень	вересень, жовтень
<i>Populus bolleana</i>	74,32±1,28	80,82±1,65	70,48±1,32	73,51±1,48	82,39±1,45	78,91±1,49
<i>P. × canadensis</i>	71,27±1,34	80,14±1,36	70,58±1,24	70,52±1,52	80,09±1,78	69,82±2,41
<i>P. simonii</i>	67,80±1,46*	76,61±1,68*	67,59±1,54	69,13±1,24	87,31±1,31	72,54±1,21
<i>Acer negundo</i>	64,16±1,51*	74,81±1,36	75,11±1,33	61,23±1,54	77,45±1,12	76,51±1,45
<i>A. platanoides</i>	65,32±0,89	86,14±1,34	70,81±1,47	68,71±2,36	87,2±1,36	75,01±1,49
<i>A. pseudoplatanus</i>	74,12±0,47	79,82±1,56*	79,0±1,46	76,31±1,34	84,71±2,45	85,12±2,57
<i>Syringa vulgaris</i>	66,41±1,16	84,45±1,11	60,51±1,78	67,49±1,41	86,41±1,38	65,12±1,38
<i>Robinia pseudoacacia</i>	59,38±1,02	77,81±0,85	80,12±2,36	52,28±1,62	73,38±1,54	84,52±1,56

Примітка. * – різниця в порівнянні з контролем не достовірна при $p > 0,05$

З одного боку, зростання антимікробної дії листків на м.т. № 3 обумовлено ослабленням деревних рослин, а з іншого специфічністю забруднюючих речовин, наявних у повітрі моніторингової точки. Так, у рік дослідження на Донецькому металургійному заводі у повітрі було зафіксовано перевищення ГДК за NO_2 у 3,8 рази у рік дослідження, який стимулює виділення ЛОР. Особливо токсичним для деревних насаджень, є діоксид сірки (SO_2), на м.т. №3 його вміст не перевищує ГДК для рослинних організмів ($0,02 \text{ мг/м}^3$), тоді як на м.т. №10 його вміст складає $0,03 \text{ мг/м}^3$, що обмежує антимікробну активність деревних рослин. Перевищення цих речовин знижує виділення ЛОР у досліджених видів деревних рослин.

Під дією токсичних речовин металургійної промисловості антимікробна активність високостійких (*P. × canadensis*, *P. simonii*) та середньостійких (*Acer negundo*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Populus bolleana*, *Syringa vulgaris* та *Robinia pseudoacacia*) видів деревних рослин зростає. Для хвойних, на прикладі *Picea pungens*, встановлена зворотна реакція на дію поллютантів, АА цього виду у насадженнях санітарно-захисної зони Єнакієвського металургійного заводу зменшується, порівняно з контролем.

У санітарно-захисних зонах шахти ім. М.І. Калініна (м.т. №4) та шахти «Жовтневий рудник» (м.т. №5) життєвий стан *A. platanoides*, *P. alba* знижується

до 6 балів, тоді як у *Aesculus hippocastanum* – до 5 балів. Виявлено чітку тенденцію збільшення захисних реакцій рослин за рахунок зростання антимікробної активності для *A. platanoides* та *P. bolleana* на м.т. №4 та №5 (табл. 4). Доведено роль пилу у механізмі бактерицидності, оскільки значний вміст пилу у повітрі, і відповідно на листках деревних рослин, ускладнюючи виділення ЛОР, знижує фітонцидність. Так, на м.т. №5 АА вище ніж на м.т. №4, оскільки кількість пилу у повітрі менше на шахті «Жовтневий рудник».

Установлено порогові значення антимікробної активності для деяких видів деревних рослин. Для *A. platanoides* та *P. bolleana* при кількості пилу в повітрі $0,5 \text{ мг/м}^3$ антимікробна активність складає 63% та 62 % пригнічення росту колоній *Escherichia coli*. Для нестійкого виду *Aesculus hippocastanum* зниження АА відбувається вже при кількості пилу $0,3 \text{ мг/м}^3$ до 58%.

Таблиця 4

Антимікробна активність деревних рослин санітарно-захисної зони підприємств вугільної промисловості

Вид	Тест-мікроорганізми					
	<i>Bacillus subtilis</i> IMB B-7018			<i>Escherichia coli</i> УКМ B-926		
	м.т. 4	м.т. 5	м.т. 8	м.т. 4	м.т. 5	м.т. 8
<i>Acer platanoides</i>	63,4±1,29	68,5±0,98	57,7±0,88	68,4±1,29	74,5±0,98	62,3±0,58
<i>Aesculus hippocastanum</i>	58,1±0,53	64,4±0,65	70,5±0,52	54,3±0,67	61,7±0,86	64,5±0,56
<i>Populus alba</i>	62,1±0,45	65,7±0,57	52,1±0,77	65,4±1,45	70,7±0,55	58,8±0,95

Примітка. Усі різниці в порівнянні з контролем (м.т. № 8) достовірні при $p \leq 0,05$

Виявлено вплив структури насаджень на фітонцидну активність деревних рослин. У лінійних насадженнях умови зростання більш жорсткі порівняно з масивом, що підтверджується змінами фітонцидності. У середньостійкого виду *A. platanoides* протистоцидність зростає, а у нестійкого виду *A. hippocastanum* знижується у алейних та групових насадженнях Донецького ботанічного саду.

На основі проаналізованих результатів змін антимікробної та протистоцидної активності видів, за різного рівня забруднення, виділено групу стійких (*Populus × canadensis*, *P. bolleana*, *P. simonii*, *Acer negundo*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Syringa vulgaris* та *Robinia pseudoacacia*) та нестійких (*Aesculus hippocastanum*, *Tilia cordata* та *Picea pungens*) видів до умов урбанізованого середовища.

Таким чином, для нестійких видів деревних рослин виявлено зниження фітонцидної активності на забруднених ділянках. У видів, стійких до техногенного забруднення, захисні реакції збільшуються за рахунок виділення ЛОР за дії аерополутантів металургійної, машинобудівної промисловості, авто- та залізничного транспорту. Встановлено, що запиленість повітря є лімітуючим фактором у формуванні антимікробної активності у стресових умовах зростання рослин.

ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ ФІТОНЦИДНОЇ АКТИВНОСТІ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

Динаміка фітонцидної активності залежить від гідротермічного режиму в період вегетації, мікрокліматичних умов місця зростання рослин, крім того рівень протистоцидної та антимікробної активності обумовлений фазою сезонного розвитку листків пагонів.

У рік, що відрізняється типовими, посушливими умовами (2011 р.) у більшості видів деревних рослин у Донецькому ботанічному саду (м.т. №8) виявлено зростання протистоцидної активності у спекотні літні місяці. У засухоустійких видів деревних рослин доведено максимальну протистоцидність за високих температур, однак достатній вологості повітря. Цей зв'язок підтверджено коефіцієнтом кореляції з температурою повітря у 11 видів ($r = 0,94-0,51$). З вологістю повітря встановлено прямий зв'язок – у 8 видів та зворотний зв'язок – у 9 видів ($r=0,52-(-0,87)$). У малоприспосованих до посушливих умов південного сходу України інтродуцентів (*Ulmus pumila* L., *Sorbus aucuparia* L., *Acer saccharinum* L., *Viburnum opulus* L., *Forsythia ovata* Nakai) в стресових умовах, протистоцидна дія листків зростає під час низької вологості повітря.

У деяких деревних рослин (*Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*) у 2012 р. (рис. 1, б), який відрізняється за гідротермічними умовами від попереднього року, протистоцидна активність підвищується восени, у другий посушливий період за вегетацію рослин, що підтверджує взаємозв'язок з метеорологічними факторами.

Хвойні та вічнозелені деревні рослини проявляють фітонцидну активність цілорічно. Загальним для вічнозелених та листяних видів є висока фітонцидність у теплий період року, що пов'язано з охолодженням листової поверхні за рахунок виділення ЛОР за дії гідротермічного стресу. У засушливий період у хвойних протистоцидна активність зростає менш суттєво ніж у листяних. У листяних видів підвищується ФА до 60 %, (*Acer platanoides*), тоді як у хвойних – найбільш до 40 % (*Picea pungens*) з травня до серпня. У хвойних ФА зростає у якості адаптивних реакцій при настанні зимових холодів. Специфіка вічнозелених рослин пов'язана з їх низькою залежністю ФА від вологості повітря та менш вираженим зв'язком з температурою повітря порівняно з листяними породами.

Мікрокліматичні умови середовища важливі для формування захисних реакцій у вигляді фітонцидної активності, оскільки в цілому урбанізоване середовище відрізняється різкою зміною температури та вологості порівняно з природними ділянками. Вітер впливає на температуру та вологість повітря, тому відіграє важливу роль у формуванні мікрокліматичних умов середовища. Зі зростанням швидкості вітра відбувається різке зниження антимікробної активності. Для листків *Populus simonii*, що зростає у вуличних насадженнях (м.т. №1), припинення виділення ЛОР виявлено при швидкості вітру 7–8 м/сек (табл. 5), адже при сильному вітрі продиhi закриваються, тому виділення ЛОР припиняється.

**Дія сили вітру на антимікробну активність листків
Populus simonii, %**

Тест-мікроорганізми	Швидкість вітру		
	2-3 м/сек.	4-5 м/сек	7-8 м/сек.
<i>Bacillus subtilis</i> IMB B-7018	69,4±0,32	48,2±0,67*	22,4±0,45
<i>Escherichia coli</i> УКМ B-926	65,8±0,54	45,4±0,74*	19,1± 0,36

Примітка. * – результати не достовірні при $p > 0,05$

У досліджених видів вічнозелених рослин пік протистоцидної дії припадає на фазу вторинного росту пагонів, за винятком *Picea pungens* f. *glauca* Reg. (рис. 7) та *Juniperus sabina* L., у яких ПА досягала максимального значення у фазу фізіологічного спокою та фазу активного росту відповідно.

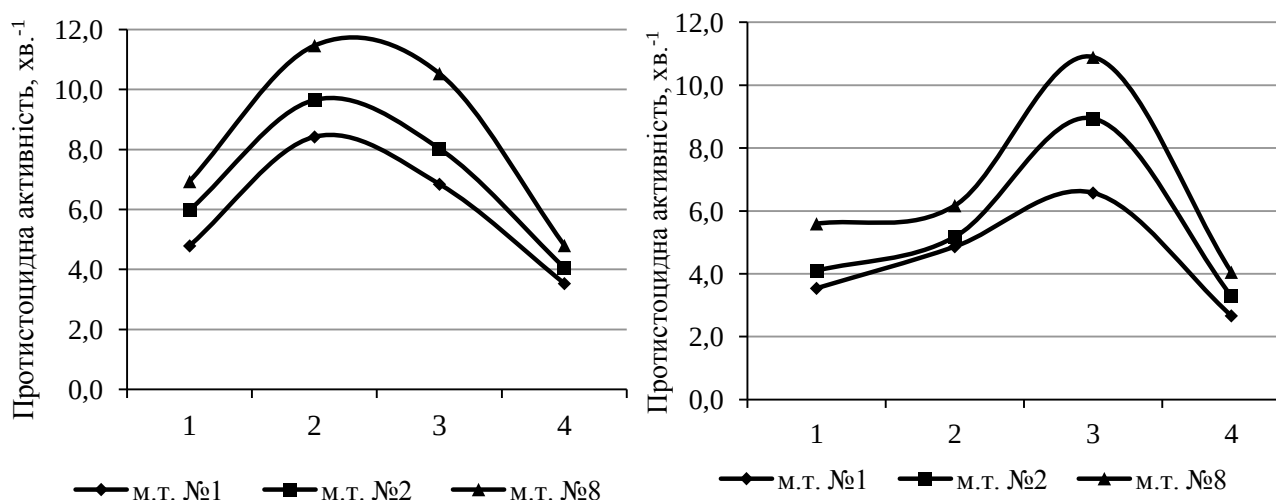


Рис. 7. Протистоцидна дія *Picea pungens* та *Picea pungens* f. *glauca* : 1 – фаза активного росту пагонів, 2 – фаза вторинного росту; 3 – фаза фізіологічного спокою

Найбільша фітонцидна активність властива як листяним породам, так і хвойним, у фазу вторинного росту пагонів, при повному розмірі листків, що обумовлене тим, що в цей час ростові процеси завершуються та починається побудова вторинних структур, рослина виділяє надлишкові продукти вторинного обміну назовні (рис. 8). У фазу активного росту (набубнявілі бруньки та молоді листки) та у фазу фізіологічного спокою (листки на початку жовтіння), вегетативні органи виділяють малоактивні леткі органічні речовини. Установлено, що в період генеративного етапу (цвітіння, плодоношення), фітонцидна активність листків знижується, тому що вторинні метаболіти використовуються для утворення плодів. Виключення складають деякі види, у яких максимум фітонцидності зсувається на фазу активного росту (*Padus avium* Mill.) (рис. 8) та фізіологічного спокою (*Robinia pseudoacacia* та *Acer negundo*).

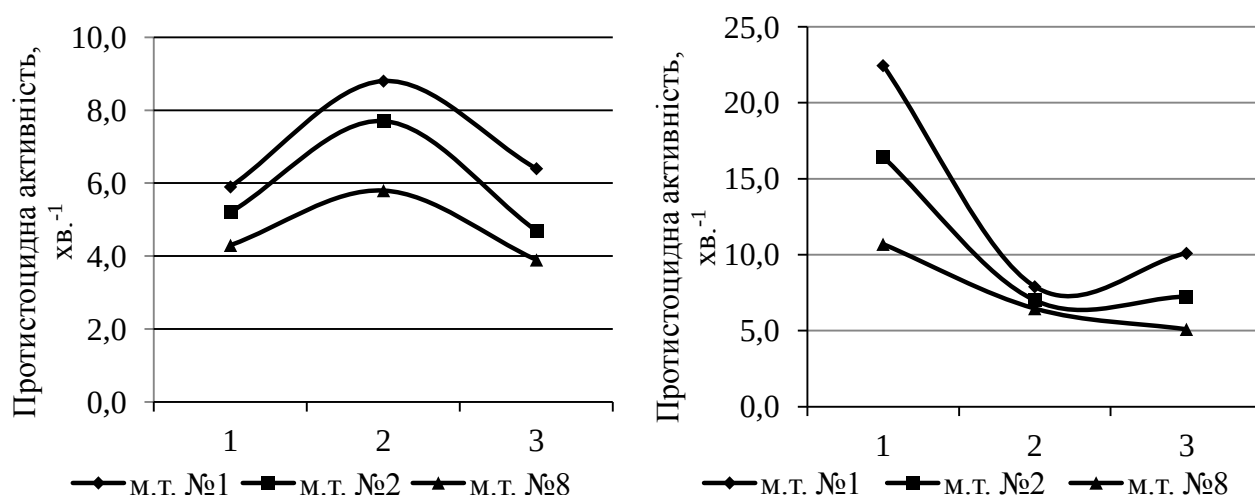


Рис. 8. Протистостидна дія *Salix alba* L. та *Padus avium* Mill: 1 – фаза активного росту пагонів, 2 – фаза вторинного росту; 3 – фаза фізіологічного спокою

Для хвойних рослин при підвищенні забруднення виявлено зниження ПА, у них відмічено максимум у Донецькому ботанічному саду (м.т. №8). Серед хвойних, за характером сезонної динаміки та величини протистостидності найбільш стійкими є *Juniperus sabina* та *Platycladus orientalis* (L.) Franco. Для листяних видів установлена зворотна залежність – максимальні значення зафіксовані на м.т. №1 з більш високим рівнем забруднення. Найменшу ФА в умовному контролі (м.т. №8) проявляють *Acer platanoides*, *Populus simonii*, *Salix alba*, що свідчить про більш високу стійкість листяних порід в умовах урбанізованого середовища промислового міста південного сходу України.

ОЦІНКА САНУЮЧОЇ ФУНКЦІЇ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗАХ ПРОМИСЛОВОГО МІСТА

Деревні рослини, утворюючи вторинні метаболіти, в ході фотоасиміляційних процесів, особливо ЛОР, активно впливають на середовище, виконуючи бактерицидні та проістостидні властивості.

Для узагальнюючої оцінки сануючої функції розроблено шкалу визначення протистостидної активності розрахованої у зворотних одиницях фітонцидності (хв.⁻¹), з використанням тест-об'єкту *Paramecium caudatum* (табл. 6). В основу шкали покладено формулу розрахунку фітонцидності за А.М. Гродзинським (1973): $A=100/T$, де А – фітонцидна активність в умовних одиницях фітонцидності – хв.⁻¹, Т – час загибелі 50 % інфузорій. Оскільки протистостидна активність зі збільшенням часу загибелі інфузорій у хв. знижується за експоненціальною залежністю, тому пошаговий інтервал у шкалі неоднаковий. Результати фітонцидності виражені у хвилинах можуть мати різну трактовку, а запропонована шкала дає єдиний підхід до оцінки значимості експериментальних даних, тобто чим вище цифри, тим вище активність.

Шкала оцінки фітонцидної активності деревних рослин

Бали	7	6	5	4	3	2	1
Фітонцидна активність (А), хв. ⁻¹	100–50	49,9–25	24,9–20	19,9–15	14,9–10	9,9–5	4,9–1
Час загибелі <i>Paramecium caudatum</i> (хв.)	1–2	2–4	4–5	5,1–6,8	6,9–10	10,1–20	>20,1

З урахуванням сезонної динаміки антимікробної та протистотоксичної активності, життєвого стану, стійкості до умов середовища деревні рослини розділені на групи за ефективністю виконання сануючої здатності у типах насаджень з різним рівнем техногенного навантаження.

Таким чином, в умовах району досліджень найбільш перспективними рослинами з високими та середніми фітонцидними властивостями для використання у паркових насадженнях є види нестійкі до техногенного забруднення середовища (*Aesculus hippocastanum*, *Forsythia ovata*, *Mahonia aquiphilum* (Pursh) Nutt., *Sorbus aucuparia*, *S. intermedia* (Ehrh.) Pers, *Tilia cordata*, *Juniperus virginiana* L., *J. squamata* L., *Platycladus orientalis*, *Picea pungens* та *P. pungens f. glauca*). У вуличних насадженнях задоцільно використовувати середньостійкі види (*Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Padus avium*, *Pyrus communis* L., *Populus bolleana*). У санітарно-захисних зонах підприємств машинобудівної та металургійної галузі найбільш ефективними в аспекті сануючої функції є стійкі види (*P. simonii*, *P. × canadensis*, *Syringa vulgaris*, *Robinia pseudoacacia*) деревних рослин з високими антимікробними властивостями.

ВИСНОВКИ

Оцінено сануючу функцію деревних рослин культурфітоценозів за дії різних джерел забруднення, з урахуванням мікрокліматичних умов урбаносередовища та структури насаджень. Надано рекомендації щодо добору асортименту видів при фітооптимізації техногенного середовища.

1. Виявлено ослаблення функціонального стану деревних рослин у вуличних та паркових насадженнях. Доведено, що за дії полютантів антимікробна дія підвищується, однак вміст хлорофілів зменшується, що вказує на стресовий стан рослин та протекторну роль летких органічних речовин у високостійких (*P. simonii*, *P. × canadensis*, *Robinia pseudoacacia*) та середньостійких (*A. pseudoplatanus*, *A. negundo*, *Acer platanoides*, *Syringa vulgaris*) видів.

2. При однаковому рівні забруднення повітря пилом фільтруюча здатність вище у *Populus × canadensis*, *P. simonii*, *R. pseudoacacia*, *S. vulgaris* та

T. cordata. Зі збільшенням запиленості листків цих видів антимікробна здатність зростає.

3. Узагальнено і доповнено дані щодо фітонцидної активності деревних рослин в умовах урбанізованого середовища. Встановлено, що у стресових умовах зростання деревні рослини збільшують виділення ЛОР, очищуючи таким чином повітря від шкідливої мікрофлори. За результатами досліджень доведено, що фітонцидна складова є активною середовищеперетворюючою функцією насаджень.

4. Експериментально доведено, що у нестійких до техногенного навантаження видів (*Aesculus hippocastanum*, *Forsythia ovata*, *Mahonia aquipholium*, *Sorbus aucuparia*, *S. intermedia*, *Tilia cordata*, *Juniperus virginiana*, *J. squamata*, *Platycladus orientalis*, *Picea pungens* та *P. pungens f. glauca*) фітонцидна активність на забруднених ділянках знижується. У групи стійких видів, до якої входять більшість з досліджених (22 види), захисні реакції збільшуються, за рахунок виділення ЛОР, за дії авто- та залізничного транспорту, машинобудівної та металургійної промисловості.

5. За дії гідротермічного стресу у листяних видів деревних рослин протистоцидна та антимікробна активність зростає. Доведено, що у більшості листяних видів максимум фітонцидної дії припадає на фазу вторинного росту пагонів. У досліджених видів хвойних рослин пік протистоцидної дії, також припадає на фазу вторинного росту пагонів, за виключенням *Picea pungens f. glauca* та *Juniperus sabina*. Провідним фактором під час сезонної динаміки деревних рослин є температура повітря та фенологічні фази.

6. Доведено, що зі зростанням простоцидності збільшується антимікробна активність *Mahonia aquifolium*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. negundo*, *Aesculus hippocastanum*, *Armeniaca vulgaris* L., *Betula pendula*, *Junglans regia* L., *Morus alba* L., *Padus avium*, *Populus × canadensis*, *Syringa vulgaris*. Для *Salix alba*, *Ulmus pumila*, *U. laevis* Pallas та *Picea pungens* встановлено зворотний зв'язок між дією летких органічних речовин на простіших та бактерій.

7. У формуванні добової протистоцидної дії встановлено провідну роль метеорологічних факторів. Пік протистоцидної дії листків деревних рослин зафіксовано о другій годині дня, при максимальних температурах.

8. Розроблено рекомендації, щодо використання досліджених деревних видів з метою оптимізації урбаносередовища. На основі узагальненої оцінки фітонцидної активності з урахуванням сезонних змін фітонцидності, різних джерел та рівня забруднення, з використанням семибальної шкали визначення протистоцидної активності деревних рослин виділено види з високою та середньою сануючою здатністю (*Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Forsythia ovata*, *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*, *Padus avium*, *Populus simonii*, *P. × canadensis*, *P. bolleana*).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз

1. Володарець С.О. Вплив аерогенного забруднення на фітонцидну активність деревних рослин / С.О. Володарець // Вісник Дніпропетровського університету. Серія Біологія. Екологія. – 2015. – № 2. – С. 124–128.

2. Глухов А.З. Фитонцидная активность древесных растений в условиях урбанизированной среды (на примере г. Донецка) / А.З. Глухов, С.А. Володарець // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15, № 3 (7). – С. 2122–2125 (*планування і проведення експерименту, аналіз і узагальнення результатів, написання рукопису*).

Статті у фахових виданнях України, які входять до переліку МОНУ

3. Глухов О.З. До вивчення фітонцидної активності деревних рослин в умовах урбанізованого середовища / О.З. Глухов, С.О. Володарець // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. Міжвідомчий збірник наукових праць – Донецьк, ДонНУ, 2010. – С. 34–40 (*планування і проведення експерименту, аналіз і узагальнення результатів, написання рукопису*).

4. Володарець С.О. Сануюча функція деревно-кущових рослин в урбанізованому середовищі / С.О. Володарець // Промислова ботаніка. – 2011. – № 11. – С. 84–89.

5. Володарець С.О. Фітонцидна активність деревно-кущових листяних рослин в урбаносередовищі / С.О. Володарець // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя, ЗНУ, 2012. – Вип. 17. – № 1. – С. 95–100.

6. Володарець С.О. Фітонцидна активність у зв'язку з вмістом хлорофілів у листках деревних рослин в урбанізованому середовищі / С.О. Володарець // Промислова ботаніка. – 2012. – № 12. – С. 167–171.

Патент України

7. Пат. 91158 Україна МПК-2014.01 А 01G 7/00. Спосіб оцінювання фітонцидної активності деревних рослин в умовах урбанізованого середовища / О.З. Глухов, Г.І. Хархота, Л.Ю. Качур, С.О. Володарець; заявники та власники: Донецький національний університет, Донецький ботанічний сад НАН України. – № u201400033; заявл. 08.01.2014; опубл. 25.06.2014, Бюл. № 12. – 5 с. (*підбір і критичний аналіз літературних даних, розробка шкали*)

Матеріали наукових конференцій

8. Володарець С.О. Фітонцидні властивості деяких деревних рослин в умовах промислового регіону / С.О. Володарець // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку // Матер. VI міжнарод. наук. конф. (Донецьк, 4–7 жовтня 2010 р.). – Донецьк, 2010. – С. 109–112.

9. Володарець С.О. Про фітонцидні властивості деяких деревних рослин в урбанізованому середовищі (на прикладі м. Донецька) / С.О. Володарець //

Каразінські природознавчі студії // Матер. міжнарод. наук. конф. (Харків, 1 – 4 лютого, 2011 р.). – Харків, 2011. – С. 159–161.

10. Володарець С.О. Дослідження фітонцидної активності деяких видів деревно-кущових рослин у зимовий період в умовах промислового міста / С.О. Володарець // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів / Всеукр. наук. конф. аспірантів і студентів, Т.1. – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2011. – С. 210–212.

11. Володарець С.О. Сануюча роль деревних рослин у техногенному середовищі. / С.О. Володарець // Матер. наук. конф. проф.-виклад. складу, наук. спів роб. і аспірантів ДонНУ, Т.1. – Донецьк, 2011. – С. 259–260.

12. Володарець С.О. Фітонцидна активність деяких деревно-кущових рослин в умовах м. Донецька / С.О. Володарець // Матер. XIII з'їзду Українського ботанічного товариства (Львів, 19-23 вересня 2011 р.) – Львів, 2011. – С. 417-418.

13. Володарець С.О. Виявлення фітонцидності деревних рослин в умовах міської агломерації / С.О. Володарець // Фундаментальні та прикладні дослідження в біології / Матер. II міжнарод. наук. конф. (Донецьк, 19 – 22 вересня) – Донецьк, 2011. – С. 132–133.

14. Володарець С.О. Про фітонцидні властивості деревно-кущових рослин у м. Донецьк / С.О. Володарець // Відновлення порушених природних екосистем // Матер. IV міжнарод. наук. конф. (Донецьк, 18 – 21 жовтня – Донецьк, 2011. – С. 88–90.

15. Володарець С.О. Протистоцидна активність деяких видів деревно-кущових рослин техногенного мегаполісу / С.О. Володарець // Біологія: від молекули до біосфери / Матер. VI міжнарод. конф. молодих вчених (Харків, 22 – 25 листопада 2011 р.) – Харків, 2011. – С. 54–56.

16. Володарець С.О. Антимікробні властивості деяких видів деревних рослин в урбанізованому середовищі / С.О. Володарець // Актуальні питання природничих наук та методики їх викладання // Всеукр. наук.-практ. конф. (Ніжин, 22-23 лютого 2012 р.) – Ніжин, 2012. – С. 65–67.

17. Володарець С.О. Санітарно-гігієнічні функції деяких видів деревних рослин промислового міста / С.О. Володарець // Охорона навк. середовища та рац. вик. природних ресурсів / Матер. XXII Всеукр. наук. конф. аспірантів і студентів (Донецьк, 17 – 19 квітня 2012 р.) – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2012. – С. 75–77.

18. Глухов О.З. Фітонцидна активність деяких видів деревних рослин промислового міста / О.З. Глухов, С.О. Володарець // Дендрологія, квітникарство та садово-паркове будівництво/ Матер. міжнарод. конф. (Ялта, 5 – 8 червня 2012 р.) – Ялта, 2012. – С. 125–126 (*планування і проведення експерименту, аналіз і узагальнення результатів, написання рукопису*).

19. Володарець С.О. Динаміка фітонцидної активності деревних рослин протягом вегетаційного періоду в умовах промислового міста / С.О. Володарець // Актуальні проблеми ботаніки та екології / Матер. міжнарод. конф. (Ужгород, 19 – 23 вересня 2012 р.) – Ужгород, 2012. – С. 127–128.

20. Володарець С.О. Фитонцидная активность некоторых видов древесно-кустарниковых интродуцентов в условиях урбанизированной среды // Интродукція, селекція та захист рослин / Матер. III міжнарод. конф. (Донецьк, 25 – 28 вересня 2012р.) – Донецьк, 2012. – С. 35.

21. Володарець С.О. Добова динаміка фітонцидної активності видів деревних рослин в умовах урбанізованого середовища / С.О. Володарець // Від заповідання до збалансованого природокористування / Матер. міжнарод. конф. (Донецьк, 20 – 22 березня 2013 р.) – Донецьк, 2013. – С. 110–111.

22. Володарець С.О. Антимікробна дія деревних рослин в умовах урбанізованого середовища / С.О. Володарець // Матер. наук. конф. Донецького національного університету за підсумками науково-дослідної роботи за період 2011 – 2012 рр. (Донецьк, 15 березня – 25 квітня) 2013 р.. – Т. 1. – Донецьк: ДонНУ, 2013. – С. 217–218.

23. Володарець С.О. Санітарно-гігієнічні функції деревних рослин в умовах урбанізованого середовища / С.О. Володарець // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів / Матер. міжнарод. наук. конф. (Дніпропетровськ, 8 – 11 жовтня) 2013 р. – Дніпропетровськ, 2013. – С. 193–196.

24. Володарець С.А. Санирующая роль древесно-кустарниковых растений в условиях урбанизированной среды / С.А. Володарець // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты / Матер. II международ. наук.-практ. конф. (Минск, 12 – 14 ноября) 2013 р. – Минск, 2013. – С. 149–151.

25. Володарець С.А. К определению фитонцидной активности древесных растений / С.А. Володарець // Фундаментальні та прикладні дослідження в біології / Матер. III міжнародн. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих учених (Донецьк, 24 – 27 лютого 2014 р.). – Донецьк, 2014. – С. 143 – 144.

АНОТАЦІЯ

Володарець С. О. Сануюча функція деревних рослин культурфітоценозів урбанізованого середовища. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – Екологія. Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпропетровськ, 2016.

Дисертаційна робота присвячена науковій оцінці сануючої функції деревних рослин у складі культурфітоценозів в умовах урбанізованого середовища південного сходу України.

Досліджено пілозатримуючу здатність та фітонцидну активність летких органічних речовин листків деревних рослин, з урахуванням функціонального стану, за дії різних джерел забруднення. Встановлено, що у лінійних та масивних насадженнях вулиць, парків, санітарно-захисних зон підприємств металургійної, машинобудівної та вугільної промисловості антимікробна та протистотоксична дія газостійких видів деревних рослин зростає.

Визначено сезонну та добову динаміку фітонцидної активності деревних рослин в умовах урбанізованого середовища. Розроблено шкалу оцінки

фітонцидної активності деревних рослин за тест-об'єктом *Paramecium caudatum* Ehr. Надано практичні рекомендації щодо оцінки сануючої здатності деревних рослин у різних типах насаджень. Результати проведених досліджень можуть бути використанні для розробки заходів з оптимізації урбанізованого середовища.

Ключові слова: фітонцидна активність, леткі органічні речовини, деревні рослини, вуличні, паркові насадження, металургійна, машинобудівна, вугільна промисловість, забруднення довкілля.

АННОТАЦИЯ

Володарец С. А. Санирующая функция древесных растений культурфитоценозов урбанизированной среды. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.16 – Экология. Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Днепропетровск, 2016.

Диссертационная работа посвящена научной оценке санирующей функции древесных растений в составе культурфитоценозов в условиях урбанизированной среды юго-востока Украины.

Исследована пылеулавливающая способность и фитонцидная активность летучих органических веществ листьев древесных растений, учитывая их функциональное состояние, при действии разных источников загрязнения. Установлено, что виды с высокой пылеулавливающей функцией – высокобактерицидные. С увеличением запыленности пластинок их антимикробное действие возрастает. Доказано, что с увеличением суммы хлорофиллов в онтогенезе повышается антимикробная активность в контроле. Показано, что под влиянием поллютантов антимикробное действие повышается, однако соотношение суммы хлорофиллов к каротиноидам уменьшается.

Доказано повышение антимикробной и протистоцидной активности газоустойчивых видов в линейных и массивных насаждениях улиц, парков, санитарно-защитных зон предприятий металлургической, машиностроительной и угольной промышленности. Выявлено наибольшее стимулирующее влияние загрязнения на бактерицидное действие древесных растений в санитарно-защитных насаждениях металлургического производства.

Установлена сезонная и суточная динамика древесных растений в условиях урбанизированной среды. Показано, что под действием гидротермического стресса протистоцидное действие 24 листовых древесных растений возрастает.

Приведены фенологические изменения древесных растений в условиях промышленного города. Анализ сезонной динамики фитонцидной активности древесных растений показал, что максимальное количество летучих веществ листьями большинства видов древесных растений выделяется в воздух в фазу вторичного роста побегов. Даны практические рекомендации оценки протистоцидного действия летучих веществ листьев древесных растений.

Составлен ассортимент видов с наибольшей фитонцидной активностью для разных типов насаждений. Результаты проведенных исследований могут

быть использованы для разработки мероприятий по оптимизации урбанизированной среды.

Ключевые слова: антимикробная активность, протистоцидное действие, древесные растения, загрязнение воздуха, уличные, парковые насаждения, санитарно-защитные зоны предприятий.

ANNOTATION

Volodarets S. O. Sanitation Function of the Woody Species in Cultivated Phytocoenosis of the Urban Environment – Manuscript.

Dissertation for the PhD Degree in speciality 03.00.16

The thesis is devoted to the scientific evaluation of the sanitation function of the woody species in the composition of the woody species in cultivated phytocoenosis of the south-east of Ukraine.

It is investigated the dust removal function and the phytoncide activity of the volatile organic compounds from leaves of the woody species with their functional states under condition with different types of air contamination. It is proved the increasing antimicrobial and antiprotozoal activity of the gas-resistant trees in the linear and mass plantings of streets, parcs, sanitation zone of metallurgical, engineering plants and coal industry.

It is determined seasonal and daily dynamics of phytonside activity in the conditions of urban environment. It is designed the scale of estimation antiprotozoal activity with test-object *Paramecium caudatum* Ehr. Practical recommendations are given for estimation sanitation function of woody plants in different types of plantings and further usage of perspective species in the urban environment.

Видавець «ФОП Середняк Т.К.», 49000, Дніпропетровськ, 18, а/с 1212
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 4379 від 02.08.2012.
Ідентифікатор видавця в системі ISBN 7373

Підписано до друку 11.10.2016. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний

Обл.-вид. арк. 0,9. Зам. № 573.

Наклад 100 прим.

Віддруковано на базі поліграфічно-видавничого центру «Адверта»

49000, Дніпропетровськ, 18, а/с 1212

тел. +38-(068)-732-45-20

www.adverta.com.ua