

## МОРФОБІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ ЛИПИ СЕРЦЕЛИСТОЇ (*TILIA CORDATA L.*) В УМОВАХ МІСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Л.М. Тимошенко<sup>1</sup>, Р.М. Федько<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН

<sup>2</sup> Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН

*Виявлено закономірності зміни морфологічних і функціональних особливостей *Tilia cordata L.* на рівні листового апарату, пагона і всього організму в умовах міських населених пунктів Полтавської обл.: міст Лубен, Миргорода та Пирятина. Встановлено, що максимальні зміни досліджуваних параметрів у липи серцелистої спостерігаються у межах вуличних насаджень м. Лубен, що характеризується відносно високим рівнем забруднення атмосферного повітря внаслідок інтенсивнішого руху транспорту.*

**Ключові слова:** морфологічні зміни, вегетативні органи, *Tilia cordata L.*, листовий апарат, міські населені пункти.

У нейтралізації і послабленні негативних впливів урбоєкосистем на людей і живу природу загалом значну роль відіграють зелені насадження. Насадження вулиць, окрім декоративно-планувальної і рекреаційної, виконують важливу захисну та санітарно-гігієнічну функції [1].

Не всі деревні рослини можуть вижити в специфічних умовах міст. Функціональне призначення дерев і кущів, які зростають в умовах постійного забруднення атмосферного повітря, ущільнення ґрунту та дії інших стресових чинників, — не просто вижити, а й зберігати високий рівень декоративності, покращувати стан навколишнього природного середовища, зокрема атмосферного повітря.

Одним із основних чинників погіршення умов зростання деревних видів в умовах густонаселених міст є забруднення атмосферного повітря [1, 2]. На території найбільшого вкладу у забруднення атмосфери вносить автомобільний транспорт, частка якого як джерела емісії постійно зростає. Дерев та кущі мають високу чутливість до забруднення саме повітря. Доведено, що кислі гази зумовлюють трифазні зміни фото-

синтезу — слабе пригнічення, активне і стійке пригнічення, а також зміни хімізму дихання, що своєю чергою позначається на загальному стані рослинного організму, спричиняючи фізіологічні і морфологічні порушення.

Дослідженнями доведено, що у рослин липи серцелистої віком 20–25 років, що зростають в умовах вуличних насаджень м. Москви, інтенсивність процесу фотосинтезу є вдвічі нижчою, ніж у дерев такого самого віку, які зростають в парковій зоні. Вздовж центральних магістралей, як правило, частіше спостерігаються ослаблення і часткове всихання крон дерев як листопадних, так і хвойних порід. Через уповільнення процесу фотосинтезу у дерев і кущів, які зростають в умовах міст, знижується щорічний приріст пагонів, у кроні формуються коротші пагони. Атмосферні забруднення можуть спричинити й інші відхилення у рості і розвитку рослин, зокрема у липи можуть формуватися подвійні бруньки. У разі значних кількостей таких порушень у дерев може проявлятися мутація форми росту та інші відхилення в розвитку [3].

Слід визнати, дерева, як один із важливих чинників покращення міського середовища від забруднень, характерних урбані-

зованим територіям, самі страждають від впливу умов зростання, що проявляється ослабленням, передчасним старінням, зниженням продуктивності, ураженням хворобами, шкідниками і, зрештою, спричиняє їх загибель.

Мета дослідження — виявити морфологічні і функціональні зміни вегетативних органів липи серцелистої на рівні листового апарату, пагона і всього організму в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. та оцінити можливості їх застосування у діагностиці забруднення атмосферного повітря, зумовленого викидами автомобільного транспорту.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом вивчення була липа серцелиста (*Tilia cordata* L.), яка широко використовується у формуванні вуличних насаджень та озелененні міст Полтавської обл. Дослідження проводили впродовж 2015–2017 рр. у межах населених пунктів області (міста — Лубни, Миргород, Пирятин) у різних типах насаджень: 1 — вуличні насадження, 2 — міські парки і сквери; 3 К — приміські зелені зони (5 км зона від меж міста).

Підрахунок кількості і встановлення частки закритих і відкритих продихів на поверхні листків проводили за допомогою мікроскопа в осінньо-зимовий період на гербарних зразках, які розмочували впродовж 24 год [4].

Для морфобіометричних досліджень з 10 модельних рослин у межах кожного із згаданих населених пунктів і в кожному типі насаджень зрізали 10 гілок за допомогою секатора на штанзі з південного боку крони дерева. Розміри пагонів вимірювали з точністю до 0,1 см, площу листка розраховували за методикою І.В. Карманової [5]. Мікроскопічне дослідження листової поверхні проводили за допомогою мікроскопа NIKON OPTIPHOT-2. Підрахунок продихів здійснювали з використанням гвинтового окуляр-мікрометра МО В-1-15<sup>х</sup>.

Життєвий стан дерев оцінювали візуально на основі визначення ступеня порушення асимілюючого апарату і крон [6]. За

такої оцінки враховується (10% = 1 бал): 1 — частка живих ( $P_1$ ) гілок у кронах дерев; 2 — ступінь облиствленості крон ( $P_2$ ); 3 — частка живих (без пошкоджень і некрозів) листків ( $P_3$ ) у кронах дерев; 4 — середня частка ( $P_4$ ) живої площі листової пластинки. Сумарну оцінку стану рослин ( $C_c$ ) кожного виду в зелених насадженнях проводили за використання 10–25 модельних дерев за формулою:

$$C_c = P_1 + P_2 + P_3 + P_4.$$

Максимальний показник стану дерев у нормальних насадженнях становить згідно з методом 39–40 балів.

Для інтерпретації отриманих статистичних даних використали кореляційний аналіз (метод головних компонент). Досліджували кореляції між морфологічними характеристиками дерев липи серцелистої з урахуванням інтенсивності руху автомобільного транспорту, типу насаджень.

Питому інтенсивність транспортних потоків визначали за двостороннього руху на шляхах з умовним січенням близько 9 м [7].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У літературних джерелах наводяться дані, згідно з якими в умовах забруднення атмосферного повітря одним з проявів загальної реакції-відповіді фотосинтетичного апарату на стресову ситуацію є ксерофітизація асиміляційних органів, що зумовлено пригніченням фази розтягування клітин через недостатню кількість асимілянтів і, можливо, порушенням гормональної регуляції росту рослин [3, 4].

Явище ксероморфозу у рослин липи серцелистої за умов їх зростання у міських населених пунктах Полтавської обл. проявилось збільшенням кількості продихів на 1 мм<sup>2</sup> та зниженням площі листових пластинок на пагонах річного приросту. Найсильніше серед досліджуваних варіантів указані зміни проявилися у дерев вуличних насаджень, зокрема міст Лубен та Пирятин.

В умовах міст кількість листових пластинок знижувалася максимально у при-

магістральних насаджень — на 43% порівняно з контролем (З К). Площа листових пластинок на річному пагоні була на 28% меншою в межах вуличних насаджень (табл. 1).

Крім зміни лінійних розмірів асиміляційного апарату, зафіксовано збільшення числа продихів на 1 мм<sup>2</sup> листової поверхні та збільшення частки закритих продихів, до того ж, переважно, це явище спостерігалось на листових пластинках, відібраних з рослин вуличних насаджень.

Максимально, порівняно з контролем, збільшилася кількість продихів на 1 мм<sup>2</sup> листової поверхні у деревах липи, що зростають в примігстральних посадках Лубен та Пирятина.

Збільшення кількості закритих продихів може бути захисною реакцією рослин

на високу концентрацію транспортних викидів у повітрі.

Виявлені порушення на рівні листового апарату, своєю чергою, спричиняли зниження приросту річних пагонів в умовах міста. Довжина річних пагонів липи серцелистої зменшувалася на 8,0–25,5% — у паркових насаджень і скверах і на 20,0–27,1% — у межах вуличних насаджень (рис. 1). Зміна приросту замських насаджень міст Миргорода, Пирятина та Лубен була незначною, найбільше відхилення порівняно з контролем спостерігалось у дерев вуличних насаджень Лубен.

Життєвий стан дерев замської зони був оцінений на рівні 40–39 балів. До того ж на листових пластинках не зафіксовано некрозів, хоча в кронах деяких модельних дерев відзначено незначну кількість від-

Таблиця 1

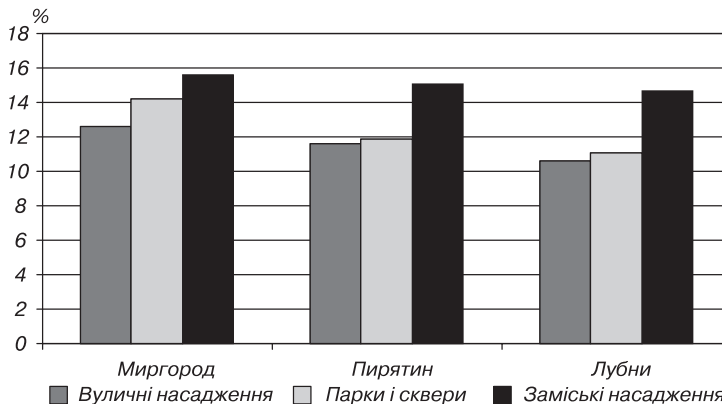
**Морфологічні параметри асиміляційного апарату (*Tilia cordata L.*) в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. (середні показники за 2015–2017 рр.)**

Місце збору	Кількість листових пластинок на річному пагоні, од.	Площа листових пластинок річного пагона, см <sup>2</sup>	Маса листя річного пагона, г	
			сіра	повітряно-суха
<i>Миргород — питома інтенсивність транспортних потоків 200–250 автомобілів/год</i>				
1	9,2±0,37	119,3±0,82	16,6±0,31	3,9±0,18
2	11,5±0,51	121,3±0,9	17,8±0,27	4,7±0,21
З К	15,5±0,60	152,4±1,6	26,0±0,83	8,2±0,70
Середнє у місті	12,06	131,0	20,13	5,6
<i>Пирятин — питома інтенсивність транспортних потоків 220–350 автомобілів/год</i>				
1	9,5±0,70	116,4±0,75	16,0±0,50	3,5±0,20
2	10,5±0,50	119,3±0,75	16,8±0,30	4,5±0,20
З К	14,5±0,45	150,0±2,60	25,0±1,1	7,5±0,50
Середнє у місті	11,5	128,6	19,3	5,2
<i>Лубни — питома інтенсивність транспортних потоків 300–450 автомобілів/год</i>				
1	8,0±0,60	100,5±0,55	15,0±0,20	3,0±0,50
2	10,5±0,50	105,3±0,50	16,1±0,35	4,2±0,50
З К	14,0±0,50	138,0±3,50	20,0±0,9	7,0±0,50
Середнє у місті	10,8	114,6	17,0	4,7

Таблиця 2

**Анатомічні зміни листових пластинок (*Tilia cordata* L.) в умовах міських населених пунктів  
Полтавської обл. (середні показники за 2015–2017 рр.)**

Місце збору	Число продихів на 1 мм <sup>2</sup> листової поверхні, од.	Відкриті продихи, %	Закриті продихи, %
<i>Миргород – питома інтенсивність транспортних потоків 200–250 автомобілів/год</i>			
1	207,6±1,9	53,2	46,0
2	181,3±1,7	58,0	42,0
3 К	120,7±3,4	60,6	39,4
Середнє у місті	169,8	53,9	42,5
<i>Пирятин – питома інтенсивність транспортних потоків 220–350 автомобілів/год</i>			
1	220,5±2,2	53,5	46,5
2	195,5±1,9	55,4	44,6
3 К	125,5±2,4	60,0	40,0
Середнє у місті	180,5	56,3	43,7
<i>Лубни – питома інтенсивність транспортних потоків 300–450 автомобілів/год</i>			
1	231,5±3,5	50,2	49,8
2	215,0±2,0	53,2	46,8
3 К	125,1±1,8	56,3	44,7
Середнє у місті	190,5	53,2	47,1

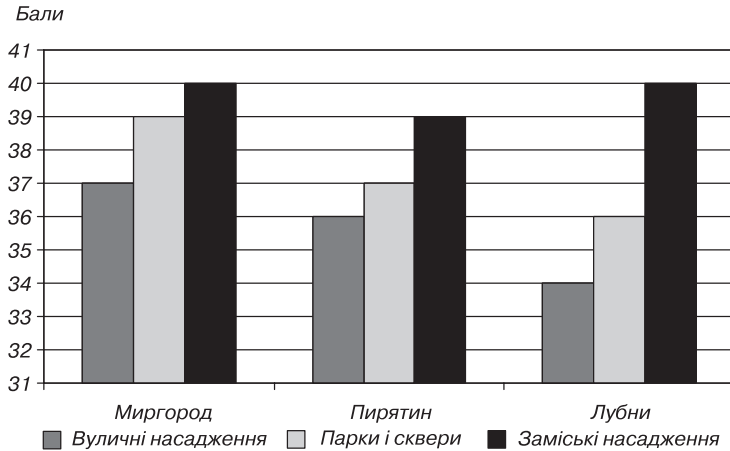


**Рис. 1.** Приріст річних пагонів *Tilia cordata* L. в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. (середні показники за 2015–2017 рр.)

мерлих гілок, що може бути зумовлено зміною погодних умов тощо.

Результати досліджень засвідчили, що в містах, незважаючи на систематичний догляд за насадженнями, погіршується

стан дерев, зокрема підвищується частка засохлих гілок у кроні, знижується ступінь облиствленості гілок та неушкоджених листових пластинок. Пригнічення досліджуваного виду більш виражено в



**Рис. 2.** Характеристика життєвого стану (*Tilia cordata L.*) в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. (середні показники за 2015–2017 рр.)

примагістральних насадженнях Лубен та Пирятина, дещо нижче — в інших категоріях насаджень м. Миргорода Полтавської обл. (рис. 2).

Отже, як свідчать наведені дані, насадження липи серцелистої відрізняються доволі високими показниками якісного стану, проте їх погіршення відбулося, переважно, через зниження показників  $P_2$  і  $P_3$ .

## ВИСНОВКИ

У процесі досліджень виявлено структурні зміни на рівні листового апарату і всієї рослини липи серцелистої в умовах міських населених пунктів Полтавської обл.

На рівні листового апарату зафіксовано явище ксероморфозу, що виражається

збільшенням кількості продихів на одиницю площі та частки закритих продихів.

На рівні всієї рослини змінювалася форма крони, знижувалася облиствленість гілок, погіршувалися показники їх стану.

Максимальні зміни параметрів спостерігалися в примагістральних насадженнях міст Лубен та Пирятина, для яких характерними були вищі показники питомої інтенсивності транспортних потоків — 300–450, 220–350 автомобілів/год відповідно, порівняно з Миргородом, де інтенсивність руху становила в середньому 200–250 автомобілів/год.

Виявлені морфобіологічні зміни вегетативних органів липи серцелистої в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. можуть бути використані для фітоіндикації стану міського середовища.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Николаевский В.С. Экотоксикология и охрана природы / В.С. Николаевский. — Рига: Зинатне, 1988. — 201 с.
2. Фролов А.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем / А.К. Фролов. — СПб.: Наука, 1998. — 328 с.
3. Николаевский В.С. Эколого-физиологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. — М.: Наука, 1989. — 65 с.
4. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методом фитоиндикации / В.С. Николаевский. — М.: МГУЛ, 1999. — 193 с.
5. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений / И.В. Карманова. — М.: Наука. — 1989. — 65 с.
6. Физиология растений. Версия 1.0. [Электронный ресурс]: метод. указ. по лаб. работам / [В.М. Голод, Н.А. Гаевский, Т.И. Голованова и др.]. — Красноярск: ИПССФУ, 2008. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): цветн.; 12 см. — Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; Windows 98/2000/NP/XP. — Назва з титул. екрану.
7. Лабашов О.О. Организация дорожного ruchu: навч. посіб. / О.О. Лабашов, О.В. Прасоленко. — Х.: ХДАМГ, 2011. — 221 с.

## REFERENCES

1. Nikolaevskiy, V.S. (1988). *Ekotoksikologiya i okhrana prirody [Ecotoxicology and nature protection]*. Riga: Zinatne [in Russian].
2. Frolov, A.K. (1998). *Okruzhayushchaya sreda krupnogo goroda i zhizn rasteniy v nem [The environment of a large city and the life of plants in it]*. SPb.: Nauka [in Russian].
3. Nikolaevskiy, V.S. (1989). *Ekologo-fiziologicheskie osnovy gazoustoychivosti rasteniy [Ecological and physiological basis of gas resistance of plants]*. Moskva: Nauka [in Russian].
4. Nikolaevskiy, V.S. (1999). *Ekologicheskaya otsenka zagryazneniya sredi i sostoyaniya nazemnykh ekosistem metodom fitoindikatsii [Environmental assessment of pollution among and the state of terrestrial ecosystems by the phytoindication method]*. Moskva: MGUL [in Russian].
5. Karmanova, I.V. (1989). *Matematicheskie metody izucheniya rosta i produktivnosti rasteniy [Mathematical Methods for Studying Plant Growth and Productivity]*. Moskva: Nauka [in Russian].
6. Golod, V.M. et al. (Eds.). (2008). *Fiziologiya rasteniy. Versiya 1.0. [Elektronnyy resurs]: metodicheskie ukazaniya po lab. rabotam [Plant physiology. Version 1.0. [Electronic resource]: methodical instructions on the lab. works]*. Krasnoyarsk: IPSSFU. 1 elektron, opt. disk (CD-ROM). Pentium – 266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NP/XP [in Russian].
7. Labashov, O.O., Prasolenko, O.V. (2011). *Praktikum z dystsyplyni «Orhanizatsiia dorozhnoho rukhu»: navch. posibnyk [Practical work in the discipline «Road Traffic: Teach. manual]*. Kharkiv: KhDAMG [in Ukrainian].

УДК 632.95.025.8

## ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СУЧАСНИХ ГЕРБИЦИДІВ ЗА ЇХ ВПЛИВОМ НА МЕЗОФАУНУ ҐРУНТУ

С.В. Хижняк, С.В. Поліщук, О.П. Самкова, О.П. Конопольський,  
В.М. Войціцький

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Досліджено екотоксичність гербицидних препаратів, що відносяться до класу хлор-ацетанлідів (хлорацетамідів), методом біотестування із використанням ґрунтових черв'як Eisenia foetida. За результатами гострої токсичності для черв'як встановлено, що гербицид з діючою речовиною пропізохлор та гербицид з діючою речовиною ацетохлор (препаративна форма — концентрат емульсії) є слаботоксичними, а гербицид із діючою речовиною метадохлор (концентрат суспензії) — безпечним для ґрунтової мезофауни. Отримані результати необхідно враховувати під час використання цих препаратів.*

**Ключові слова:** агроекосистема, гербицид, екотоксичність, ґрунтова мезофауна, Eisenia foetida.

Конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції можна досягти завдяки формуванню стійких та безпечних агроекосистем. Хімізація землеробства спричиняє значну потенційну небезпеку як агробіоценозу, так і довкіллю, адже об-

сяги та різноманіття пестицидних препаратів невпинно зростає [1]. Альтернативою відомим методам, які надають можливість виявити деградацію ґрунтів лише за їх фактичним проявом, є методи біотестування, що уможливають оцінку токсичності та небезпечності пестицидів за використання поширеного (типового) виду організмів ґрунтової мезофауни. Пестициди, як біоло-