

УДК 581.52

П.С. Гнатів

ГІРКОКАШТАН ЗВИЧАЙНИЙ У ЛЬВОВІ Й ПИТАННЯ ЙОГО ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ В МІСЬКИХ НАСАДЖЕННЯХ

Гнатив П.С. Каштан конский во Львове и вопросы его экологической устойчивости в городских насаждениях // Науч. зап. Гос. природоведч. музея. – Львов, 2007. – Вып. 23. – С. 75-84.

Представлены результаты исследований особенностей акклиматизации одного из наиболее распространенных в озеленении городов древесного интродуцента. Показаны морфо-анатомические, физико-химические и метаболические адаптивные реакции фенотипов в урбоэкосистеме Львова. Предложены аутоэкологические критерии оптимизации ассортимента декоративных видов для обустройства зеленых зон городов. Как один из путей поддержания устойчивости и функциональности городских насаждений рекомендуется увеличить их видовое и формовое разнообразие.

Hnativ, P. Aesculus hippocastanum L. in Lviv and questions of his ecological stability in the city planting // Proc. of the State Nat. Hist. Museum. – Lviv, 2007. – 23. – P. 75-84.

The results of different long-term researches of acclimatization features of species distributed in gardening of cities are given. The morphological and anatomic, physical and chemical, metabolic adaptive reactions of phenotypic on acclimatization conditions are shown. The outecological bases of optimization of decorative assortment for cultivation in a green zone of urban and industrial territories are offered. As one of ways of maintenance of stability and functionality of the city planting it is recommended to increase their specific and form variety.

Види і форми різноманітних аборигенних та екзотичних деревних рослин давно займають важливе місце в асортименті районуваних декоративних культур [10]. Водночас, значно більше їх є в колекціях ботанічних садів [21, 22, 23], де вони потенційно представляють велику генетико-селекційну цінність. Проте, як впровадження, так і подальша селекція перспективних садових форм ускладнена акліматизаційними проблемами, які виникають у процесі їх інтродукції, вирощування та розмноження. Рідкісні й унікальні рослини переважно мають істотно меншу життєздатність, процес адаптації їх триває багато років, а іноді й поколінь, і все одно вони залишаються вибагливими до нових умов зростання. В ході інтродукції часто не враховується той факт, що "...кожний організм – це складна консорційна екологічна система..." [5], у якій функціонально тісно (симбіотично, паразитично, мутуалістично тощо) пов'язані інші організми, і котра гармонійно існувала у своєму природному середовищі. Тому, всебічні дослідження особливостей нових представників деревної флори, як і ознак їхньої адаптивності, завжди актуальні.

Водночас, у сучасних містах загострилася проблема збереження існуючих природних зелених масивів, створення нових стійких у міському середовищі насаджень, збагачення й оновлення складу декоративних деревних рослин. Адже відомо [1], що наприклад, у скверах Львова понад 20% видового асортименту займають клени, 11 – липи, 10 – тополі, 8% – ясени. У Луцьку [8] на 2002 рік у насадженнях виявлено всього 145 видів дерев і кущів, у Києві [22] – 185.

З родини *Hippocastanaceae* Torr. et Grey. в озелененні Львова виявлені переважно *Aesculus hippocastanum* L., *A. hybrida* DC., *A. carnea* Hayne. Ці види, а також *A. h. f. Albo-variegata*, *A. h. f. Roseoflora*, *A. octandra* Marsh., представлені в колекції Ботанічного саду НЛТУ України, *A. h. f. Baumannii*, *A. neglecta* Lindl. та *A. parviflora* Walt. – ЛНУ ім. І. Франка [20]. Гіркокаштан звичайний на заході України вважається натуралізованим екзотом.

Значне коливання мікрокліматичних умов сезонної вегетації на території міст на тлі незмінно високого забруднення й дигресії природних властивостей ґрунтів в окремі роки збільшує або зменшує прес урботехногенних чинників на рослини [3, 11]. Різні за аутоекологічними особливостями й походженням види та форми дерев за такого коливання стану середовища переживають кожен конкретний сезон вегетації в місті відповідно з різним наслідком для себе і для довкілля. Окремі з них інколи інтенсивно вражені шкідниками чи хворобами, витрачають значну частину своїх енерго-пластичних ресурсів на відновлення асиміляційного апарата, що з міркувань сануючого чи фітомеліоративного ефекту мінімізує їхню роль в міських насадженнях.

Мета нашої роботи – дати оцінку екологічної стійкості *Aesculus hippocastanum* L. в урбоecosистемі Львова.

Матеріал і методика досліджень

Підбір пробних площ, фенологічні й морфологічні спостереження виконували за методикою М.Є. Булигіна [2]. Як об'єкти досліджень були виділені групи дерев (7-10 особин кожного виду) 20-30-річного віку з максимально близькими морфолого-таксаційними характеристиками. Зокрема, це такі види: *Aesculus hippocastanum* L., *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Fraxinus excelsior* L. На модельних об'єктах відбір проб листків для аналізів виконували в липні або у декілька прийомів упродовж вегетації.

Для дослідження анатомо-морфологічних показників стійкості й хімічних аналізів об'єднаний зразок рослинного матеріалу формували з відібраних із кожного модельного дерева з південно-східного, а для пристінних насаджень з освітленого, боку крони двох-трьох лідируючих пагонів поточного року. Для морфологічних досліджень зразок охоплював 15-30 цілих пагонів. Для хімічних аналізів відбирали всі листки з пагонів поточного приросту, відділяючи черешки від листкових пластинок. Для анатомічних і фізико-хімічних досліджень, а також для вимірювання флуоресценції, відбирали 2-3 середніх неушкоджених листки з кожного пагона всієї вибірки (30-32 шт.). З кожного варіанту для цих аналізів, крім взятих для індукції флуоресценції партій листкових пластинок, робили наскрізну висічку.

Об'єднаний зразок для хімічних аналізів висушували за температури 40-45°C впродовж двох діб до повітряно-сухого стану, всю масу розмелювали й розділяли на дві рівні частини. З кожного паралельного зразка відбирали потрібний об'єм матеріалу для аналізу в двох повторностях. Хімічні аналізи виконували за Х.М. Починком [19]. Окисно-відновні й буферні властивості зелених листків досліджували на рН-метрі за спеціальною методикою [17], попередньо розтираючи пробу (висічку з 30 живих листків) до гомогенного стану в ступці. Індукцію флуоресценції листкових пластинок, її реєстрацію і вимірювання виконували на однопроменевому динамічному флуориметрі [15]. За власною методикою

вимірювали такі параметри фотоіндукованої флуоресценції, як максимум підняття її кінетичної кривої ($I_{\text{макс}}$, відн. од.) і тривалість спаду індукованої флуоресценції ($T_{\text{фл}}$, с) [15]. З кожної видової групи на кожній ділянці спостереження згідно зі схемою досліджень відбирали 7-12 типових за розмірами і виглядом здорових листків, які у зволоженому стані впродовж 12 год. попередньо тримали в суцільній темряві.

Статистичне опрацювання даних здійснили стандартними методами за допомогою прикладних програм MS Excel 2000 і Statistica 6,0.

Результати досліджень і їх обговорення

Морфологічна будова надземної частини рослини налаштована на отримання необхідної кількості світла й вуглекислого газу для фотосинтезу. Велика поверхня контакту з атмосферою у деревних рослин забезпечується, в основному, площею листків, яка становить 4-7 м² на 1 кг маси [4, 13]. Тому розміри листкових пластинок і їх кількість відіграють значну роль в процесі засвоєння світлової енергії та асиміляції потрібних організмові речовин. Вимірювання засвідчили значну динамічність більшості параметрів листкового апарату у досліджуваних екотопах (табл. 1). З переходом від парків до скверів площа листків (як і довжина й ширина) зростає, але зменшується у вуличних насадженнях. Площа листків достатньо висока за зменшення їх кількості, при цьому черешки довші. Отже, в екотопі вулиці листковий апарат гіркокаштана звичайного виявився значно зміненим у напрямку набуття рис ксероморфності.

У газостійких, за поширеними оцінками [6], деревних рослин, до яких зараховуються, зокрема, акація біла й часто гіркокаштан звичайний, зменшення морфологічних показників з посиленням техногенного навантаження менш виражене в порівнянні з іншими видами. Це звично трактується як симптом, котрий означає, що стійкі деревні види можуть ефективно протидіяти несприятливому екологічному середовищу міста [4, 9].

Анатомічна будова листка в міру зростання урбогенного тиску переважно змінюється в напрямку ксероморфозу [4, 6]. Тканини мають щільну упаковку клітин. У листках дерев міста потовщується кутикула, епідерміс, палісадна паренхіма. Описані зміни дуже подібні до ефекту впливу токсичних викидів в атмосферу, а також за дефіциту азоту й зольних елементів, "фізіологічної сухості" екотопів тощо.

Таблиця 1

Морфометрична характеристика листків і пагонів гіркокаштана звичайного у Львові

Насадження	Параметри листкової пластинки			Кількість листків на пагоні, шт.	Довжина черешка, см	Параметри пагона			
	площа, см ²	довжина, см	ширина, см			1990 р.		1991 р.	
						довжина, см	діаметр, мм	довжина, см	діаметр, мм
Парк	591,9	22,4±4,9	32,0±7,9	4,4±0,8	14,5±3,2	7,7±2,8	8,4±1,2	8,8±1,7	7,3±1,5
Сквер	827,2	26,3±5,5	38,7±8,3	4,0±0,9	14,7±3,2	18,0±3,2	9,3±1,5	14,7±2,8	10,4±2,4
Вулиця	442,9	21,4±4,5	30,4±5,4	4,9±1,2	12,4±5,1	10,1±2,8	10,1±1,3	11,6±3,8	8,5±0,8

Анатометричний аналіз поперечного перетину листків проводили шляхом застосування світлової мікроскопії. З кожного варіанта дослідження для обчислення точності вимірювань виготовляли не менше 10–30 препаратів. Вимірювання товщини тканин виконували за допомогою окуляр-мікрометра – МОВІ-15×У402 за збільшення $\times 300$. За даними досліджень 1997 року (рис. 1), акація біла і ясен звичайний мало реагували на погіршення умов росту зменшенням товщини внутрішніх листкових тканин і в них спостерігали збільшення товщини епідермісу.

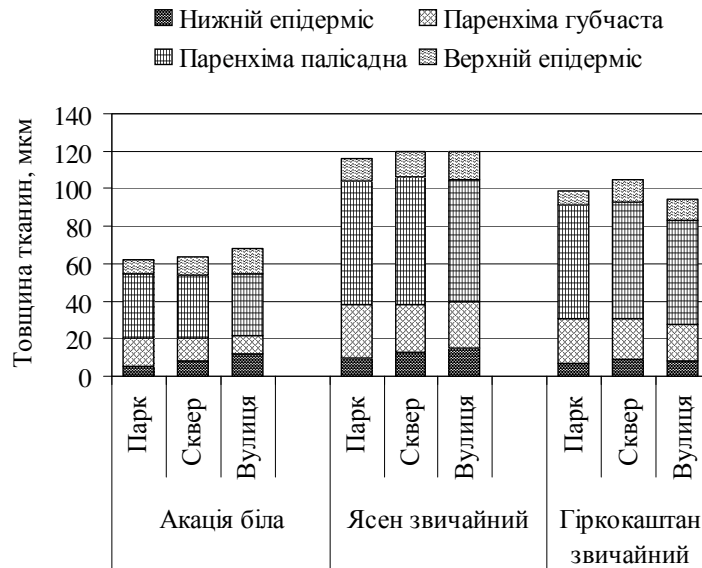


Рис. 1. Анатомічна структура листкових пластинок дерев у насадженнях Львова (1997 р.), мкм.

В акації білої і ясена звичайного було виявлене незначне зменшення товщини мезофільних тканин в напрямку від паркових насаджень до вуличних, у гірकोкаштана – дещо більше. Таким чином, дослідження показали, що зі збільшенням урбогенного навантаження на екотопи в листках модельних видів і в анатомічній будові присутні ксерофільні тенденції: товщина покривних тканин збільшується, товщина стовпчастої і губчастої паренхіми, а також листка, загалом зменшуються.

Отже, морфологічні й анатомічні дослідження асиміляційних органів рослин свідчать про вплив умов життя дерев на морфо-анатомічну модифікацію листкового апарату та дають важливу інформацію про реакцію деревних видів на стан середовища, проте зробити певний висновок стосовно адаптації організму за такими даними проблематично, оскільки вони інколи взаємно суперечуються.

Для протидії хімічному пресу зовнішнього середовища клітини мають буферні системи, котрі стабілізують рН їхнього середовища [6, 7, 18]. Тому коливання рН як ендо-, так і екзодетерміновані, не можуть виходити за межу, прийнятну для нормального функціонування білково-ферментних комплексів у клітині, адже вона впливає на іонізацію як основних, так і кислих груп самих білків. Дослідження в

1997-98-х роках реагування буферної системи представників поширених деревних видів на умови вирощування упродовж вегетаційного періоду дали результати, які підтверджують значний вплив трансформації екотопів на насадження Львова. Проте гірकोкаштан звичайний за зміщенням рН(Δ рН) і рівнем протидії штучному підкислюванню виявився найуразливішим до змін умов середовища від паркових до вуличних упродовж вегетації, а особливо, у фазі старіння листків (табл. 2). В умовах парку цей вид зберігав найбільшу стійкість буферної системи клітин до зовнішнього підкислення.

Таблиця 2

Фізико-хімічні властивості гомогенату зелених листків гірकोкаштана звичайного в насадженнях Львова (1998 р.)

Фаза розвитку асиміляційного апарата	Насадження	Показники стану буферної системи	
		рН	Δ рН
Початок активного приросту листового апарату (12.05)	Парк	5,22±0,03	2,94±0,01
	Сквер	5,85±0,07	3,71±0,04
	Вулиця	5,71±0,01	3,58±0,01
Перехід до найактивнішого фотосинтезу (26.05)	Парк	5,15±0,03	3,38±0,02
	Сквер	5,83±0,02	4,02±0,01
	Вулиця	5,67±0,01	3,88±0,03
Старіння і початок осіннього забарвлення листків (9.09)	Парк	5,72±0,00	3,66±0,01
	Сквер	5,98±0,03	4,03±0,04
	Вулиця	6,02±0,01	4,00±0,03

У 1996-97 роках були проведені порівняльні дослідження параметрів індукованої флуоресценції живих листків, котрі відбирали з дерев у насадженнях Львова. В акації та інших порід спостерігали підняття кінетичної кривої $I_{\text{макс}}$ з погіршенням умов вирощування (табл. 3). У гірकोкаштана звичайного з посиленням техногенного навантаження $I_{\text{макс}}$ ставала меншою. Це пояснюємо тим, що нестійкі деревні види, вірогідно, реагують на погіршення екологічних умов вирощування зміною активності пігментів у листках. Тривалість згасання ($T_{\text{фл}}$) індукованої флуоресценції зменшувалася з погіршенням умов у тих видів, у котрих підвищувалася $I_{\text{макс}}$, як у акації білої. В гірकोкаштана вона була найбільшою в насадженні скверу. У акації білої, як світлолюбного виду, за зміни властивостей екотопа (від паркового до вулиці) активізувалася фоточутливість листків, у гірकोкаштана звичайного, як тіневитривалого, зменшувалась інтенсивність флуоресценції.

Тестуванням флуоресцентних властивостей живих листових пластинок виявлено тісний зв'язок фотооптичної чутливості фотосинтетичного апарата дерев з інтенсивністю антропогенної трансформації середовища. У найбільш екологічно напружених умовах вирощування дерев спостерігали спад інтенсивності індукованої флуоресценції та зміну тривалості її стабілізації (табл. 3). Це відбувається унаслідок порушення балансу хлоропластів та інших пластидів у бік зростання кількості хромопластів, тому згасає фотооптична активність листків [16]. Інші автори [7] також підтвердили, що інтенсивність люмінесценції листків моху *Leskea polycarpa* Hedw. у центральній частині Львова в 1,5-2 рази нижча, ніж в околицях.

Таблиця 3
 Параметри кінетичної кривої фотоіндукованої флуоресценції листків дерев у насадженнях Львова (1997 р.)

Вид	Насадження	Інтенсивність і тривалість флуоресценції	
		$I_{\text{макс}}$, відн. од.	$T_{\text{фл}}$, с
Акація біла	Парк	$29,25 \pm 1,43$	$69,75 \pm 1,23$
	Сквер	$41,50 \pm 2,60$	$63,13 \pm 1,31$
	Вулиця	$100,8 \pm 9,28$	$41,30 \pm 4,76$
Гіркокаштан звичайний	Парк	$29,25 \pm 2,65$	$65,50 \pm 5,50$
	Сквер	$25,75 \pm 1,55$	$73,88 \pm 3,78$
	Вулиця	$21,50 \pm 1,09$	$52,50 \pm 4,15$

Результати хімічних аналізів сухої речовини листків дерев з різних насаджень Львова показали, що її склад, залежно від умов вирощування рослин, істотно змінюється. Простежено збільшення загальної кількості первинних продуктів фотосинтезу – цукрів, крохмалю й інших водорозчинних вуглеводів, з посиленням урбогенного впливу (рис. 2). Гіркокаштан за цим показником виявився активнішим за клен гостролистий.

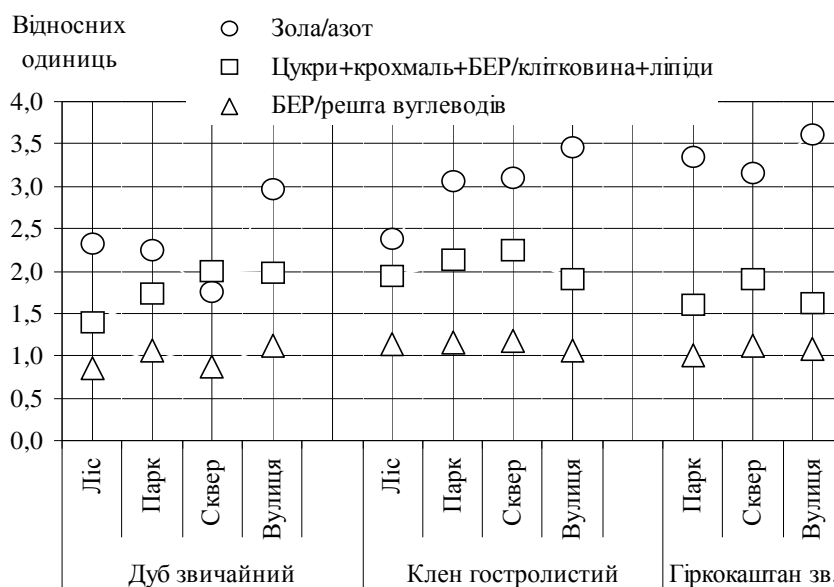


Рис. 2. Зміни співвідношення компонентів мінерального живлення та пропорцій вуглеводів різного функціонального значення у листках деревних видів залежно від насадження у Львові (1991 р.), у відносних одиницях.

Натомість клітковина й ліпіди синтезовані листками у щораз менших кількостях. Лише в насадженнях вулиці, де екологічні умови для рослин

найскладніші, тенденції співвідношення вуглеводів змінювалися: частка первинних вуглеводів відносно структурних помітно зменшувалася, і знов у гіркокаштана найбільше. Це можна пояснити значним перевищенням кількості зольних сполук відносно азоту, яке вірогідно створювало істотно гірші внутрішньоклітинні умови для нормальних метаболічних реакцій. Унаслідок виниклих проблем у клітинах залишалися найпростіші вуглеводи – БЕР, що потенційно могли би бути включені у різні сполуки за сприятливіших умов метаболізму.

Прикладами загострення адаптаційних проблем у багатьох деревних порід в урбаністичній екосистемі Львова виявилися 2001-06 роки, котрі були вкрай несприятливими для інтродуцентів за погодними умовами вегетаційного періоду. Вагомим аргументом щодо невдалого застосування їх в озелененні є досвід створення монокультурних насаджень гіркокаштана звичайного. В ході його аматорської інтродукції в Україну під час російсько-турецької війни на Балканах у другій половині XIX ст. не була досліджена консортивна організація цього виду в місцевих біотопах. Досі залишаються нез'ясованими аутоекологічні аспекти стійкості *Aesculus hippocastanum* у його природному середовищі до шкідників і хвороб.

Унаслідок масового ушкодження листків (рис. 3) мінувальною мілью (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic) [12] та грибковим захворюванням (збудник – *Guignardia aesculi* (Peck) Stew.), часто на тлі порушення засвоєння калію, починаючи з середини літа, рослини *Aesculus hippocastanum* повсюдно втрачають листяну масу.

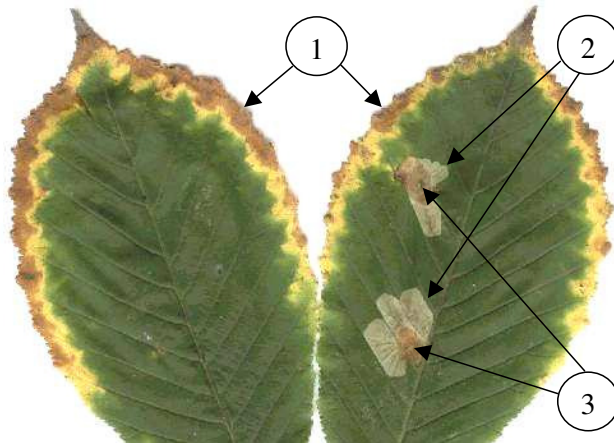


Рис. 3. Зовнішні ознаки пошкоджень листкових пластин *Aesculus hippocastanum* L. у насадженнях Львова, спричинених: 1) недостатнім засвоєнням калію і магнію; 2) виїданням мезофілу личинками мінувальної молі (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic); 3) розвитком ураження бурою плямистістю (*Guignardia aesculi* (Peck) Stew.).

Із року в рік інвазія мінувальної молі просувається на схід України. Захистити від неї гіркокаштанові насадження в умовах міст хімічними інсектицидами системної дії сьогодні не реально, адже вартість їх доволі висока, а токсичність для личинок нетривала. Водночас листковий апарат представника того ж роду – *Aesculus carnea* Наупе, ні мінувальна міль, ні буро плямистість не ушкоджували. Загалом гіркокаштан червоноквітий має значно кращий вигляд за габітусом у насадженнях

різного призначення, зокрема вздовж інтенсивно завантажених транспортом вулиць. До того ж фаза цвітіння у цього виду триває довше в порівнянні з гірकोкаштаном звичайним.

Висновки і пропозиції

Висаджений суцільними смугами в різних видах насаджень Львова й інших міст заходу України, гірकोкаштан звичайний катастрофічно втрачає свою декоративність і, головне, фітомеліоративну ефективність уже із середини вегетаційного періоду.

Уражені мінувальною міллю дерева *Aesculus hippocastanum* L. неможливо захистити за відсутності активних природних чинників обмеження розвитку шкідника в Україні й відновити насадження до прийнятного функціонального стану без масового застосування хімічних засобів. Зусилля й кошти ефективніше спрямовувати на впровадження *Aesculus carnea* Hayne., *A. hibrida* DC. й інших видів і форм, які явили стійкість стосовно шкідників, хвороб та урбогенних умов загалом. Вони, як і багато інших рідкісних екзотів, давно й добре ростуть у парках і ботанічних садах Львова поодинокими особинами, є не менш декоративно привабливими культурами, деякі дають життєздатне насіння і можуть із більшим успіхом облагородити міські ландшафти.

Для досягнення максимально можливого рівня сукупної ефективності декоративних насаджень великого міста і збереження їх функціональності доцільно розширити видове і формове різноманіття дендрофлори, в т.ч. і за рахунок екзотів. В озелененні вулиць слід відмовитися від створення традиційно монокультурних лінійних посадок, які призначені служити виключно стильовим архітектурним доповненням до проектного ансамблю. Доцільно уникати використання садильного матеріалу одноманітного генетико-селекційного походження, представленого одним видом чи формою дерев і кущів.

Не мають глибокої наукової аргументації пропозиції підбирати асортимент декоративних культур відповідно до переважного характеру забруднення чи ознак екотопа (промзони, околиці міст, центр, вулиці тощо [6, 14]). Цільова спеціалізація насаджень і обмеження асортименту за критеріями лише візуальної стійкості рослин позбавляють їх можливості взаємопідтримки в угрупованнях, створюють ризик втрати екологічної стійкості цілого насадження, нестабільності їх у зв'язку з мінливістю погодних умов і послаблює психо-емоційний ефект від крайобразу.

Зусилля слід спрямовувати не лише на підбір стійкого асортименту, а й на компенсаційні заходи, котрі згладжують коливання якості екотопів. Значне послаблення техногенного тиску на міське середовище і створення надійної підоснови стійкості насаджень забезпечує конструювання потужного й родючого ґрунтового профілю під рослинами із властивостями, що максимально наближені до природних едафотопів, із яких вони походять.

Формування комбінованих за аутоекологічними властивостями деревних груп з екологічно адекватними едафотопами максимально наближено моделює звичні для конкретних видів рослин природні екосистеми, урізноманітнює рекреаційне середовище для людини і забезпечує більшу вірогідність збереження фіторізноманітності й поліфункціональності насаджень урбаністичних ландшафтів.

1. Антропогенні зміни біогеоценотичного покриву в Карпатському регіоні / За ред. М.А. Голубця. – К.: Наук. думка, 1994. – 168 с.
2. Бульгин Н.Е. Фенологические наблюдения за древесными растениями. – Л.: ЛТА, 1979. – 96 с.
3. Гнатів П.С. Екологічні проблеми інтродукції деревних рослин у техногенному середовищі Львова // Екологічний збірник НТШ. – Львів: Наукове товариство ім. Шевченка. – № 7. – 2001. – С. 237-248.
4. Горышина Т.К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 204 с.
5. Голубець М.А. Екосистемологічні принципи інтродукції // Наук. вісн. УкрДЛТУ. Вип. 9.9. – 1999. – С. 11-14.
6. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – К.: Наук. думка, 1978. – 246 с.
7. Кияк Н.Я., Козловський В.І. Оцінка рівня забруднення м. Львова важкими металами із застосуванням моху *Leskea polycarpa* Hedw. // Мат-ли міжнар. наук. конф. “Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку”. – Донецьк: ТОВ “Лебідь”, 2003. – С. 69-71.
8. Ковальчук Н. Систематичний аналіз дендрофлори м. Луцька // Наук. вісн. УкрДЛТУ. Вип. 13.5. – 2003. – С. 38-40.
9. Кохно Н.А. Клені України. – К.: Наук. думка, 1982. – 182 с.
10. Кохно Н.А., Дорошенко А.Т., Жоголева Н.Н. и др. Декоративные деревья и кустарники городских насаждений Полесья и Лесостепи Украины. – К.: Наук. думка, 1985. – 234 с.
11. Коршиков І.І., Гнатів П.С. Урботехногенне середовище як інтегральний чинник пристосування рослин // Промышленная ботаника. Вып.3. – Донецьк, 2003. – С. 78-82.
12. Крамарець В.О. *Cameraria orhidella* (Lepidoptera, Gracillariidae) – небезпечний шкідник каштана кінського // Мат-ли міжнар. конф. “Зелені міські зони – від проблем до розв’язків” – Львів: Друкарські куншти, 2005. – С. 88-90.
13. Крамер П.Д., Козловський Т.Т. Физиология древесных растений. – М.: Лесн. пром., 1983. – 461 с.
14. Кучерявый В.А. Урбоэкологические основы фитомелиорации. – М.: НПО “Информ”, 1991. – Ч. I. – 376 с.; Ч. II. – 289 с.
15. Кучерявий В.П., Мокрий В.І., Гнатів П.С. та ін. Оптиелектронний метод тестування фотосинтетичного апарату в урбогенних умовах // Тез. доп. 44-ої наук.-техн. конф. ЛЛТІ. – Львів: ЛЛТІ, 1992. – С. 42-43.
16. Моргун В.Н., Должинов С.В., Знак Н.Ю. Использование замедленной флуоресценции хлорофилла для оценки фотосинтетической продуктивности и устойчивости растений // Мат-ли 2 съезда Всес. о-ва физиологов растений. Ч. 2. – М., 1992. – С. 141.
17. Николаевский В.С. Некоторые анатомо-морфологические особенности древесных растений в связи с их газоустойчивостью в условиях медеплавильной промышленности Среднего Урала : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Свердловск, 1964. – 18 с.
18. Петрушенко В.В. Адаптивні реакції рослин. – К.: Вища школа, 1981. – 181 с.
19. Починок Х.М. Методы биохимического анализа растений. – К.: Наук. думка, 1976. – С. 5-77.
20. Третяк П.Р., Гнатів П.С., Щербина М.О. Дендрофлора ботанічних садів загальнодержавного значення Львівщини // Наук. вісн. УкрДЛТУ. Вип. 10. 3. – 2000. – С. 133-156.
21. Черевченко Т.М., Косенко І.С., Вернюк Г.А. Завдання ботанічних садів та дендропарків України по втіленню в життя глобальної стратегії збереження рослин // Проблеми збереження та збагачення біорізноманітності в умовах антропогенно-зміненого середовища. – Дніпропетровськ: Проспект, 2005. – С. 54-57.

22. Черевченко Т.М., Кузнецов С.І. Біорізноманіття деревних рослин в умовах мегаполісів та його оптимізація (на прикладі м. Києва) // Наук. вісн. УкрДЛТУ. Вип. 13.5. – 2003. – С. 22-27.
23. Gnativ P. The Conservation of Biodiversity in the Botanical Garden of Ukrainian State University of Forestry and Wood Technology / M. von den Driesch, W. Lobin. – Botanische Gärten und Erhaltung Biologischer Vielfalt. Ein Erfahrungsaustausch. – Berlin: Bundesamt für Naturschutz, 2001. – P. 105-106.

Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів,
e-mail: pshnativ@ukrpost.net