

П. С. ГНАТІВ¹, Д. В. АРТЕМОВСЬКА²

ВЛАСТИВОСТІ ЗОВНІШНЬОГО І ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩ ЛИСТКІВ ДЕРЕВ ЯК ЧИННИКИ АДАПТАЦІЇ РОСЛИН У ТРАНСФОРМОВАНОМУ ДОВКІЛЛІ

На прикладі урбоєкосистеми м. Львова досліджено показники мінерального живлення деревних рослин і фізико-хімічні наслідки проникнення зольних сполук у їхні листки. Проаналізовано зв'язок умов росту видів із внутрішніми змінами хімічного складу та окисно-відновними властивостями протопласту листків. Доведено, що умови зовнішнього середовища й мінерального живлення та підтримання сталості фізико-хімічних властивостей внутрішньоклітинного середовища спричиняють адаптивні реакції деревних видів, які проявляються у формуванні різних морфологічних параметрів листкового апарату залежно від екоотопів насаджень.

¹ Петро Степанович ГНАТІВ – член-кореспондент ЛАН України, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Львівський національний аграрний університет, м. Львів, Україна. Тел.: 032-224-29-47. E-mail: pshnativ@ukr.net

² Дарія Володимирівна АРТЕМОВСЬКА – науковий співробітник, Державний ботанічний сад, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна. Тел.: 032-237-80-20. E-mail: pshnativ@ukr.net

Автотрофні організми Землі підтримують енергетичний ресурс, стійкість і стабільність біосфери. Це продовжує надавати шанс людству зберегти придатним для життя своє довкілля за умови дбайливого ставлення до багатства рослинності планети [5, 7].

Від початку сокоруху до повного його припинення в кінці вегетаційного періоду між рослиною і зовнішнім фізичним середовищем триває біогеохімічний обмін речовинами [4, 6]. Проте в урбаністичних екосистемах [9] природний баланс елементів живлення у малому біотичному циклі переважно є порушеним. В урбанізованому середовищі відбувається активніша мінералізація гумусу та простежене підвищення вмісту доступних форм біофільних елементів, зокрема завдяки їх техногенній емісії у складі різноманітних викидів підприємств і транспорту [8, 11]. У ньому змінюються властивості вбирного комплексу в ґрунтових профілях під насадженнями, нестабільно формуються запаси продуктивної вологи, зростає забруднення техногенними інгредієнтами, зокрема – ґрунтів хімічними елементами, важкими металами.

Листки здорових рослин – як функціонально активні органи, швидше за інші зазнають змін залежно від природних і техногенних впливів навколишнього середовища. Нові за екологічними параметрами умови й чинники забруднення мають дієвий вплив на показники живлення деревних рослин як через активний листовий апарат безпосередньо з повітря, так і завдяки поглинальній функції кореневої системи [6]. Ступінь внутрішніх змін і пошкоджень у листках також залежить від видоспецифічної здатності рослин підтримувати й збалансовувати кислотно-лужний гомеостаз протопласту клітин на тлі постійного надходження біогенних і супутніх хімічних елементів [3].

Мета наших досліджень – охарактеризувати взаємозумовленість живлення деревних рослин і фізико-хімічних наслідків проникнення зольних сполук у листки як первинну основу морфо-фізіологічної адаптації рослин у трансформованому середовищі. Для цього вивчені візуальні й аналітичні ознаки засвоєння N, P, K, Ca і Mg листками, нагромадження у них зольних сполук, зміни кислотно-лужних параметрів внутрішньоклітинного середовища листків і морфологічні параметри пагонів поточного року у різних умовах росту дерев у зеленій зоні м. Львова.

Одним із чинників нормального розвитку рослини є збалансована забезпеченість її азотом та основними зольними елементами. Хімічні аналізи показали, що в листках *Quercus robur* L. вміст азоту (рис. 1) навіть дещо вищий за рівень, властивий для виду. Проте в лісі й по вулиці він мінімальний, хоч і з різних причин. Якщо в лісі, де площа живлення кожного дерева обмежена, дається взнаки конкуренція за поживні речовини, то в насадженнях вулиць, очевидно, діють урбогенні чинники. Аналіз вмісту азоту в листках дуба достовірно підтвердив візуальні ознаки дефіциту елемента. *Acer platanoides* L. (рис. 1) істотно змінював асиміляцію азоту залежно від умов вегетаційних періодів, проте між типами насаджень сталої різниці не було, хоча тенденція не сприятливого впливу середовища міста проявилася.

Упродовж трьох вегетаційних періодів від парку до вулиці зменшувалася кількість засвоєного кленом азоту і лиш у найнесприятливішому 1994 р. в умовах

спеки й посухи урбаністичне довкілля спричинило перевищення його вмісту, порівняно з умовами лісу. Загалом на підставі наших досліджень підтверджуємо припущення, що в урбогенних умовах, особливо у найскладніших – насадженнях вулиць, у мезотрофних видів з'являються, а в окремі несприятливі роки посилюються, проблеми із забезпеченням їх азотом.

Загальний вміст зольних сполук та їхній склад відображають умови мінерального живлення рослин, яке найкращим є на природно родючому ґрунті. За нашими дослідженнями, у 1991 р. *Quercus robur* та *Acer platanoides* (рис. 2), які ростуть у лісі, акумулювали менше зольних сполук, ніж у міському парку. Найвища забрудненість середовища вулиці зумовила максимальне надходження мінеральних елементів у листки дуба і клена в 1993-1994 рр., що підтверджено статистично.

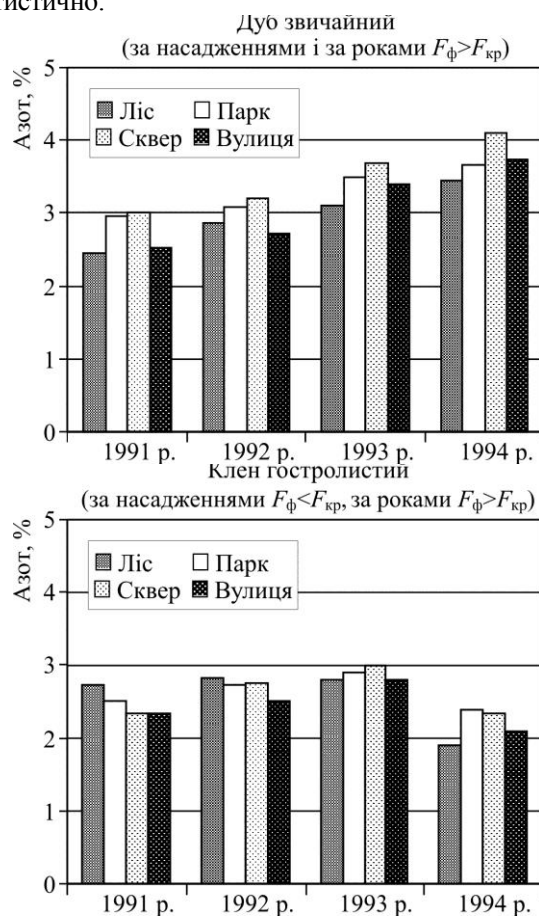


Рис. 1. Зміни вмісту загального азоту в листках залежно від умов росту дерев у насадженнях Львова, % у сухій масі ($F_{кр}$ – критерій Фішера становить 3,86)

Детальніші дослідження у 1992 р. показали, що в умовах лісу найбільше зольних сполук у середині вегетації містили старі й середні листки в середині крони як у дуба, так і в клена. Зольність сухої речовини листків дуба зростала в умовах міста, і найактивніше паркових, у тих же затініених середніх і старих. У клена найбільше засвоєння мінеральних сполук спостерігали в молодих листках у середині крони та у старих зовнішніх у сквері. В умовах насаджень вулиці обидва види містили менше мінеральних елементів порівняно із зазначеними максимальними показниками, і вони більше акумулювалися у старих листках. Отже, складні екологічні умови вулиці, порівняно зі сприятливішими для рослин парковими й садовими, навіть спричиняли

гальмування процесу нагромадження зольних сполук у молодих і середніх листках, особливо у клена на зовнішній частині крони.

Розрахований коефіцієнт кореляції між вмістом зольних сполук загалом та сумою фосфору, калію, кальцію і магнію показав, що дуб має лабільніший склад золи ($r = 0,73$), ніж клен ($r = 0,81$). Водночас обидва види акумулювали 53-66 % інших зольних елементів (головно це кисень, сірка, кремній, натрій та різноманітні техногенні аероєміненти). Проте, якщо дуб звичайний із погіршенням екологічних умов від лісу до вулиці істотно збільшував засвоєння основних зольних елементів живлення – P, K, Ca і Mg, то клен це робив малопомітно, адже містив їх більше в усіх насадженнях. У загальній сумі зольних сполук у листах частка решти елементів у дуба була більшою, але в умовах вулиці істотно зменшилася, тоді як у клена це відбулося малопомітно. Отже, зменшення обсягів засвоєння основних елементів мінерального живлення деревними видами в умовах міста супроводжується ослабленням акумулятивної ролі насаджень стосовно інших зольних сполук, наявних у трансформованому довкіллі.

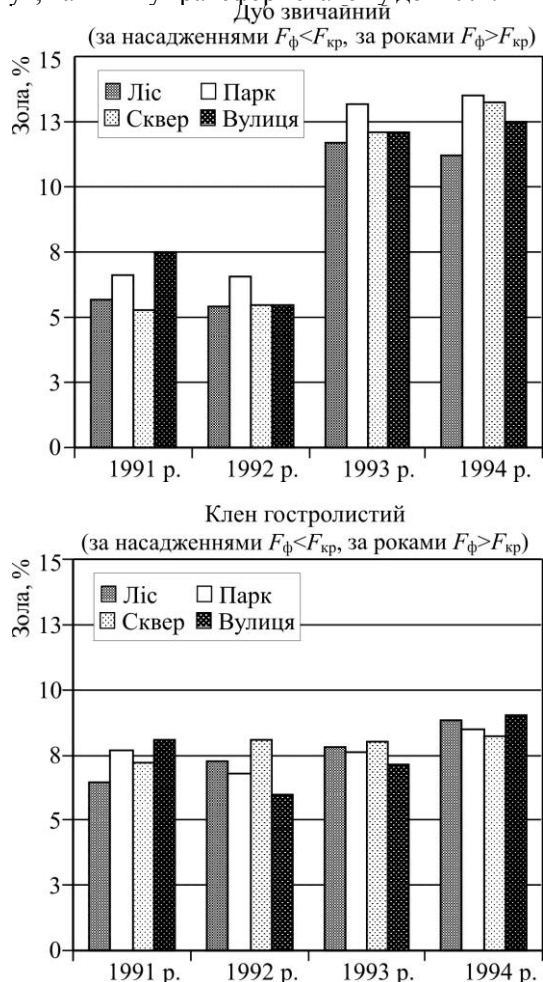


Рис. 2. Зміни вмісту зольних сполук у листках залежно від умов росту дерев у насадженнях Львова, % у сухій масі ($F_{кр}$ – критерій Фішера критичний становить 3,86)

Порівняння кореляцій між загальним вмістом зольних сполук та окремими елементами живлення в урбогенних умовах (табл. 1) дає підстави стверджувати, що зольність листків і кальцій зв'язані найстабільніше, калій – дещо слабкіше, а фосфор і магній – найслабкіше. З-поміж окремих елементів лише фосфор

і магній тісно позитивно корелюють між собою за обсягами нагромадження. Проте, за детальними дослідженнями 1992 р., калій і кальцій, а в клена зола загалом, чинять негативний вплив на засвоєння фосфору листками, що підтверджує від'ємна кореляція показників їхнього вмісту. Наприклад у 1991 р. вміст цього важливого елемента мінерального живлення в листках дуба всюди був нижчим від рівня, характерного для виду і найменший в усіх видів у насадженнях скверу й вулиці, окрім клена в лісі.

Спираючись на узагальнені критерії В. Бергмана [10], зазначимо, що ні дуб, ні клен у вивчених умовах не переходять нижні видові межі оптимального вмісту азоту в листках. За вмістом фосфору критичні показники виявлено у дуба з насаджень вулиць та, особливо, у клена. Нижче оптимального рівня вміст калію опустився лише у молодих листках вивчених видів і лише у лісовому ценозі. Дефіциту кальцію не виявлено, а критичний рівень вмісту магнію спостерігали виключно у насадженнях вулиць у затінених молодих листках обох досліджених видів. В урбогенних умовах живлення дерев часто блокується надходження тих елементів, котрі є в мінімумі, через надлишки інших життєво необхідних речовин. Шляхи проникнення зольних елементів і азоту різноманітні: це й ґрунтовий розчин, і поглинуті сорбентами іони, й розчинені хімічно зв'язані елементи, і наявні в атмосфері сполуки [12].

Табл. 1. Значення коефіцієнтів кореляції між вмістом окремих елементів мінерального живлення і загальною зольністю листків деревних рослин у насадженнях м.Львова (+r)

Вид	Фосфор		Калій		Кальцій		Магній	
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
Дуб звичайний	0,19	0,47	0,63	0,49	0,94	0,33	0,61	0,29
Клен гостролистий	0,47	0,03	0,98	0,37	0,76	0,79	0,74	0,32

Як свідчать розрахунки, у живленні дуба з переходом від лісу до парку відбулося зростання вмісту основних, окрім магнію, елементів відносно фосфору в той час, як у клена виявлено зворотну залежність. Помітне значне перевищення в умовах насаджень міста співвідношень N, K і Ca відносно P у дуба, порівняно з природними пропорціями в рослинах лісу. У клена більше вирівняними є пропорції елементів у парку. Середовище насаджень скверів і вулиць зумовлює найбільші зміщення співвідношень елементів живлення в обох видів. Це створює істотно відмінні від звичних умови внутрішньоклітинного середовища, у якому підтримується формування та функціонування білково-ферментного комплексу в листках.

Здатність клітин поглинати речовини проти градієнта концентрації – дуже важлива функція, бо дає змогу рослині отримувати необхідні елементи. Селективна здатність мембран сприяє надходженню здебільшого корисних іонів. Проте природна фізико-хімічна подібність багатьох елементів і сполук зумовлює їхнє попутне проникнення разом з корисними, чим створює додаткові електролітичні, метаболічні й у великих дозах – токсикотвірні

проблеми [1, 8, 6]. Для протидії хімічному пресу зовнішнього середовища клітини мають буферні системи, що стабілізують рН їхнього середовища. Зміни у клітині рН, як ендо-, так і екзодетерміновані, не повинні виходити за межі, прийнятні для нормального функціонування білкових ферментів, адже кислотність впливає на іонізацію як основних, так і кислих груп у їхній структурі. Кожному виду рослин, і навіть окремим його органам, властиві свої оптимальні значення рН та окисно-відновного потенціалу (ЕН). Зміщення від оптимального значення рН негативно діє на обмінні процеси, і насамперед, внаслідок інгібування активності ферментів. Стійкішими до атмосферних забруднювачів є види з великою ємністю катіонно-аніонного обміну [3].

Дані наших досліджень фізико-хімічних параметрів гомогенату листків у липні 1992 р. свідчать про значну залежність їх як від умов росту деревних рослин, так і від видів. Найбільшого впливу зовнішніх та внутрішніх чинників листки зазнавали в умовах скверів і насаджень вулиць центру міста. Проте лише крайній ступінь антропогенної трансформації зовнішнього середовища, а саме – умови вулиць, спричиняють у листках зміни рН у напрямку підкислення. У парках, скверах відбувається лише певне підлужування протопласту клітин.

Враховуючи, що протопласт має досить високу буферність, яка протидіє вказаним змінам, повнішу інформацію стосовно резистентності рослин дало вимірювання фізико-хімічних параметрів гомогенату листків після його штучного підкислення в лабораторних умовах. Ін'єкція у рослинну пробу розчину соляної кислоти дала змогу змодельовати дію екзогенних кислих ксенобіотиків, наприклад, розчинів кислих газів. Параметри буферної ємності субклітинного середовища визначали за ступенем зміщення актуальних рН- Δ рН. Для цього обчислювали різницю значень рН до і після підкислення (рН'), які вимірювали після добової витримки проб. За 24 години ефективна і не ослабла буферна система в міру своєї потужності наближає фізико-хімічні параметри внутрішнього середовища до початкових рівнів, і Δ рН стають мінімальними.

Зміщення кислотності (Δ рН) під впливом лабораторного підкислення гомогенату в досліджуваних видів з різних насаджень були неоднаковими. Найменших змін кислотність листків зазнала у таких видів, як клен у парку і дуб у лісі. Найбільшу ослабленість буферної системи спостережали в найгірших умовах росту, де буферна ємність виявилася мінімальною. З огляду на те, що різні види рослин у різні терміни мають індивідуальний діапазон оптимальної кислотності субклітинного середовища, для оцінки роботи буферної системи ми запропонували співвідносити рН' до рН у відсотках. У такий спосіб отримуємо показник, що характеризує рівень протидії внутрішнього середовища штучному підкисленню ззовні. Отже цей показник свідчить, що в умовах лісу найстійкішу буферну систему має клен гостролистий, в умовах міста – дуб звичайний. У місті обидва види втрачають буферність протопласту, проте найбільше – клен.

Загалом, дослідження упродовж 1992-1998 рр. реакції буферної системи листків *Quercus robur* й *Acer platanoides* на умови росту дали підстави стверджувати,

що погодні особливості вегетаційних періодів мають значний вплив на рівні параметрів вивчених показників. За активністю протидії штучному підкисленню гомогенату листків дуб в умовах насаджень вулиці здатний мобілізувати свої адаптивні ресурси. Водночас клен від парку до насаджень вулиці у переважній більшості спостережень втрачав кислотність протопласту клітин, збільшував показник Δ рН і неухильно зменшував рівень протидії штучному підкисленню гомогенату листків.

Статистичний аналіз зв'язків окисно-відновних параметрів листків із обсягом засвоєних зольних елементів і вмістом загального азоту підтвердив видоспецифічні залежності між процесами живлення деревних рослин з одного боку та фізико-хімічним станом внутрішнього середовища клітин з іншого (табл. 2). Так, дуб і клен мають протилежні реакції буферної системи на вміст азоту й золи в листках, хоча вплив азоту можна формально вважати неістотним, особливо у клена. Зольні елементи, проникаючи в листки дуба, підвищують кислотність і збільшують зміщення рН, хоча рівень протидії протопласту у них зростає. У клена збільшення вмісту мінеральних елементів нейтралізує внутрішнє середовище клітин, що спричинює ослаблення протидії штучному підкисленню.

Стійкість буферної системи листків інтродуцентів до штучного підкислення їх гомогенізованої маси теж була різною і значно змінювалася упродовж вегетації. Група стійких до штучного підкислення порід у ході онтогенезу зменшувала показник зміщення кислотності (Δ рН), група нестійких порід реагувала його збільшенням. Частина екзотів, як і за показником рН, мала верхній або нижній екстремум у середині сезону, а окремі майже не реагували.

Табл. 2. Зв'язок показників мінерального живлення і реакції буферної системи протопласту листків різних видів дерев упродовж 1992-1993 рр. в умовах урбоєкосистеми м. Львова (+r)

Показники	Загальний азот	Зола	рН	Зміщення рН
Дуб звичайний				
Зола	0,78	X		
рН	-0,08	-0,46	X	
Зміщення рН	-0,26	-0,67	0,93	X
Рівень протидії	0,46	0,83	-0,81	-0,96
Клен гостролистий				
Зола	0,79	X		
рН	0,28	0,74	X	
Зміщення рН	0,15	0,65	0,93	X
Рівень протидії	-0,01	-0,47	-0,74	-0,94

Поступове в ході вегетації рослин у дендрарії підлуження внутрішнього середовища і втрата стійкості буферної системи відбувалися у майже половини з них, при чому повторювалися у наступному сезоні. Це підтверджує сталість і достовірність виявленої динаміки в рослин групи 1. До неї, крім екзотів, увійшли садові форми *Fagus sylvatica* L. і лише *Weigela florida* (Bunge.) A.DC., *Laurocerasus officinalis* M. Roem., *Taxus baccata* L. покращили свій статус у наступному році досліджень за показником рН. Статус дерев двох інших груп не такий стабільний: більшість представників тут послабили його. За стійкістю буферної системи третю групу становлять десять порід, що в ході сезонної вегетації зміцнюють її. До них з

нестабільної другої групи наблизилися *Ptelea trifoliata* L. і *Laurocerasus officinalis*. Та загалом дворічні дослідження дають підстави впевнитися, що з невеликими відхиленнями під впливом погодних умов сезону деревні види мають стійкі індивідуальні показники динаміки пристосування реакції внутрішнього середовища до тиску урбогенного забруднення.

За показником реакції протопласту зелених листків із 37 досліджених порід 29 у підсумку більшою чи меншою мірою в ході вегетації втрачають кислу реакцію внутрішнього середовища листків, 8 порід її нагромаджують, 25 порід послаблюють протидію штучному підкисленню гомогенату зелених листків, а 12 її посилюють.

У 1999-2000 рр. ми здійснили дослідження 37 порід, що культивовані в дендрарії Ботанічного саду НЛТУ України (вул. О. Кобилянської, 1). Упродовж двох вегетаційних періодів здійснено по три відбори листків: перший – у фазі сформування дорослого листка, другий – у фазі завершення формування асиміляційного апарату, третій – на початку фази осіннього

забарвлення листків. Аналіз окисно-відновних властивостей гомогенату листків екзотичних порід дав змогу узагальнити певні закономірності реагування рослин на нові урбогенно змінені умови їх інтродукції. Так, діапазон варіювання кислотності внутрішнього середовища листків різних видів визначено досить широкий. Упродовж вегетаційного періоду зв'язок рН і стійкості буферної системи клітин у деревних рослин загалом послаблювався. Загальними закономірностями є: зменшення концентрації іонів водню (піддужування протопласту – зменшення рН) у другому й, особливо, у третьому відборі; зменшення величини ΔpH у середині та збільшення на завершенні вегетації.

У ході вегетації кислотність змінювалася в різних напрямках, залежно від реагування порід на конкретні умови. Відповідно до змін фізико-хімічних показників листків в онтогенезі ми об'єднали рослини в три групи з підгрупами – 1(1 і 1а); 2(2 і 2а); 3(3 і 3а) (табл. 3). Певна частина інтродуцентів зменшувала кислотність подібно до більшості автохтонних рослин, частина збільшувала, деякі не реагували, а окремі досягли максимуму або мінімуму в середині вегетації.

Табл. 3. Реагування буферної системи протопласту листків деревних рослин дендрарію Ботанічного саду НЛТУ України (вул. О. Кобилянської) у ході двох сезонів вегетації (1999-2000 рр.) за даними трьох щорічних відборів зразків

Група реагування	Зміна рН	Кількість видів	В т.ч. з незмінною динамікою	Зміна стійкості буферної системи – зміщення рН	Кількість видів	В т.ч. з незмінною динамікою
1	Поступове піддуження	13	8	Втрата	14	6
1а	Швидке піддуження змінюється поступовим	8	0	Швидка втрата змінюється поступовою	5	1
2	Спочатку підкислення, згодом піддуження	8	2	Спочатку підвищення, згодом втрата	6	1
2а				Спочатку втрата, згодом підвищення	2	0
3	Швидке підкислення змінюється поступовим	4	0	Швидке підвищення змінюється поступовим	2	0
3а	Поступове підкислення	4	1	Поступове підвищення	8	1

Табл. 4. Зміни коефіцієнтів кореляції параметрів кислотності листків і вмісту в них азоту й зольних елементів у деревних рослин дендрарію впродовж вегетації 1999 р., (+r)

Стан асиміляційного апарату – термін відбору зразків	Коефіцієнти парної кореляції між показниками внутрішнього стану листків					
	загальний азот – зола	pH – ΔpH	загальний азот – рН	зола – рН	загальний азот – ΔpH	зола – ΔpH
Активний приріст листків і пагонів – 2 червня	0,38	0,99	0,43	0,75	0,24	0,50
Найактивніший період асиміляції – 7 липня	0,38	0,90	0,52	0,69	0,41	0,48
Початок старіння листків – 8 серпня	0,30	0,83	0,47	0,62	0,46	0,47

Місцеві види – тис ягідний і бук лісовий, що вирощені у нехарактерних для себе екотопах, але на межі ареалу, як за першим, так і за другим показником займають хитке становище між групою чутливих і нестійких порід. Нагадаємо, що до видів, які є стійкими до техногенного забруднення, за нашими даними щодо умов м. Львова [1-3, 6] й інших авторів, зокрема належать *Ginkgo biloba* L., *Hamamelis virginiana* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Mahonia aquifolium* Nutt., *Sophora japonica* L., *Ptelea trifoliata*, *Deutzia glabrata* Kom. Аналіз кореляцій між вмістом азоту й зольних елементів, а також між ними та показниками кислотності протопласту листків незалежно від виду деревних рослин упродовж вегетації дав змогу з'ясувати певні тенденції та закономірності (табл. 4). Насичення тканин листків

зольними сполуками статистично достовірно спричиняє нейтралізацію і втрату буферної потенції протопласту клітин. Тому важливо звернути увагу, що при цьому втрачається тіснота зв'язку рН і ΔpH , а також зольності листків з буферними властивостями протопласту.

Отже, у молодому віці листків окисно-відновна система їх клітин є найуразливішою щодо зовнішніх проникнень і навіть за підвищення забезпеченості азотом на тлі акумуляції зольних елементів не зміцнюється. Частково це можна пояснити зростанням пропорції небілкової (мінеральної та амінокислотної) азотної фракції в тканинах листків у ході онтогенезу в насиченому азотистими емітентами міському середовищі. За два роки в ході вегетації поступово послаблюється (від $r = 0,98-0,99$ до $0,90-0,91$ і до $0,83-$

0,81) доволі висока залежність між реакцією протопласту (рН) і стійкістю буферної системи клітин (ΔpH) (табл. 4). Крім того, дисперсійний аналіз достовірності результатів за схемою $45 \times 3 \times 3$ показав, що всі відмінності між варіантами значні, а за показником ΔpH виявлено істотну взаємодію двох чинників: породи й терміну відбору ($F_{\text{факт}} > F_{\text{кр}}$ за $P = 0,03$).

Зміщення під впливом мінерального живлення властивих деревному виду оптимальних показників буферності протопласту листків у будь-якому напрямку зумовлює негативний вплив на функціонування ферментів, на хід обмінних процесів, а в підсумку впливає на морфогенез загалом. На прикладі раніше класифікованих за ступенем газостійкості видів, таких як *Salix alba* L. (дуже стійка), *Tilia platyphyllos* Scop. (стійка), *Tilia cordata* Mill. (відносно стійка), *Betula pendula* Scop. (малостійка), ми порівняли показники фізико-хімічних і морфологічних змін у листках під впливом екологічного середовища насаджень Львова. Так площа листових пластинок у досліджуваних видів в умовах скверу й вулиці формувалася меншою на 7-38 %, порівняно з парком. Подібну залежність спостерігали і за іншими морфологічними показниками. Зокрема, з посиленням техногенного навантаження у деревних рослин виявили зменшення довжини черешка, довжини і ширини листка.

Статистичне обчислення взаємозв'язків досліджуваних показників стану дерев (табл. 5) підтвердило достовірну пряму залежність між морфологічними параметрами листків і стану їхньої буферної системи (за рН- ΔpH) в умовах насаджень м. Львова. Отже, трансформоване екологічне середовище істотно впливало на буферні властивості протопласту та морфолого-анатомічні параметри листків дерев, особливо в насадженнях вулиць. Стійкі деревні види – *Salix alba*, *Tilia cordata* і *T. platyphyllos*, у цих умовах виявляли характерні пристосувальні реакції.

Табл. 5. Коефіцієнти кореляції показників буферності протопласту та морфологічних параметрів листків дерев в урбоєкосистемі м. Львова (1996 р.), (+r)

Параметри листка	Довжина черешка	Довжина листка	Ширина листка	Площа листка	рН
Довжина	-0,01	X	-	-	-
Ширина	0,93	-0,06	X	-	-
Площа	0,87	0,22	0,94	X	-
рН	0,23	0,52	0,40	0,57	X
Зміщення рН	0,08	0,36	0,25	0,38	0,93

Висновки

Для живлення дерев азотом і зольними елементами умови паркового фітоценозу в міському середовищі Львова є оптимальнішими порівняно з природними лісовими, а особливо – з умовами насаджень уздовж центральних вулиць. У найкритичніших умовах маленьких скверів і вулиць рослини виявляють виразні ознаки розбалансування мінерального живлення за показниками вмісту й співвідношення азоту й зольних елементів, яке є тим глибшим, чим складніший за погодними умовами вегетаційний період. Екотопи малих скверів за сприятливих погодних умов вегетації можуть бути придатними для оптимального живлення рослин подібно до паркових, або ускладнювати його подібно до насаджень вулиць за несприятливої погоди

(похолодання або спека, зatoryжні опади або тривала посуха), згладжуючи або посилюючи урботехногенний тиск завдяки значній корекції мікроклімату в конкретний вегетаційний період.

У досліджуваних аборигенних та інтродукованих видів фізико-хімічні механізми захисту внутрішнього середовища листків від підкислення техногенними викидами, що потрапляють із зовні, спрацьовують успішно в парках і тих скверах Львова, де умови живлення всіма біогенними елементами найкращі. У найбільше забруднених екотопах вулиць, де засвоєння азоту й зольних мінеральних елементів розбалансоване, відбувається неконтрольоване підкислення протопласту клітин, проте це не призводить до видимого виснаження дерев. В умовах лісу й парку, а також на початку вегетаційного періоду в молодому асиміляційному апараті спостерігали найбільшу стійкість рН і буферної системи листків у витриваліших місцевих та інтродукованих видів. Вони природно мають вищу кислотність внутрішньоклітинного середовища і здатні навіть в урбаністичному середовищі нарощувати буферну ємність протопласту в ході вегетації. Значна кількість непристосованих до урбогенних умов живлення інтродуцентів виявили вразливість внутрішнього середовища своїх листків до проникнення кислих емітентів.

Внутрішнє середовище листків та організму рослин загалом значно хімічно змінюється під впливом мінерального живлення та проникнення в клітини різноманітних сполук, особливо у дерев уздовж вулиць і в невеликих скверах м. Львова. При збалансованому мінеральному живленні всіма елементами воно стабілізується. Отже, за показниками мінерального живлення і фізико-хімічного стану внутрішнього середовища листків можна певною мірою оцінити функціональні зміни в рослинах, залежно від особливостей екотопів міста і перспектив адаптації деревних видів у різних насадженнях великої урбаністичної екосистеми, як наприклад у м. Львові.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гнатів П.С. Фізико-хімічні ознаки пристосування деревних рослин / П.С. Гнатів // Науковий вісник Національного аграрного університету : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НАУ. – 2001. – Вип. 39. – С. 180-187.
2. Гнатів П.С. Буферні властивості живих листків деревних рослин в умовах екологічної деградації довкілля / П.С. Гнатів, М.Г. Мазепа, Д.В. Артемовська // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1998. – Вип. 8.1. – С. 6-11.
3. Гнатів П. Буферні властивості та морфо-анатомічні ознаки листків у техногенних умовах зростання дерев / П.С. Гнатів, М.Г. Мазепа, Д.В. Артемовська, Т.В. Ган // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2000. – Вип. 10.2. – С. 87-90.
4. Гнатів П.С. Природне й антропогенне середовища: їхня суть і значення, методологія наукового пізнання / П.С. Гнатів // Фальцфейнівські читання : матер. IV Міжнар. наук. конф., 24-26 травня 2007 р. – Херсон, 2007. – С. 68-71.
5. Гнатів П.С. Середовищезнавство: Екологічна енциклопедія. – у 3-ох т. – Т. 3: О – Я / П.С. Гнатів, М.А. Голубець. – К. : ТОВ "Центр екол. осв. та інф.", 2008. – 472 с. (С. 236-237).
6. Гнатів П.С. Середовище, антропогенні чинники й адаптація рослин / П.С. Гнатів // Науковий вісник Волинського національного ун-ту ім. Лесі Українки. Сер.: Біологічні науки. – Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки – 2008. – Вип. 3. – С. 257-264.

7. Голубець М.А. Фундаментально про екологію, середовищезнавство, охорону природи, охорону довкілля та геосоціосистемологію / П.С. Гнатів, М.А. Голубець // Екологія та ноосферологія. – Том. 18. – 2007. – № 1-2. – С. 7-15. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: http://www.uenj.cv.ua/Noo_2007_Vol-18_No1-2_PDF/Golubets_Gnativ.pdf.

8. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды / И.И. Коршиков. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1996. – 238 с.

9. Коршиков И.И. Урботехногенне середовище як інтегральний чинник пристосування рослин / И.И. Коршиков, П.С. Гнатів // Промышленная ботаника : статті. – Донецк. – 2003. – Вып. 3. – С. 78-82.

10. Bergmann W. Farbatlas Ernährungsstörungen bei Kulturflanzen: Visuelle und analytische Diagnose / W. Bergmann; Jena. : VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1986. – 306 p.

11. Cunningham W.P. Environmental Science: a global concern. Eighth edition / Cunningham W.P., Cunningham M.A., Saigo B.W. – Boston-Toronto: Wm. C. Brown Publishers, 2005. – 600 p.

12. Enger E.D. Environmental Science: a study of interrelationships. Ninth edition / E.D. Enger, B.F. Smith. – Boston-Toronto: Wm. C. Brown Publishers, 2004. – 477 p.

P. S. Hnativ, D. V. Artemous'ka

PROPERTIES OF EXTERNAL AND INTERNAL TERMS OF TREES LEAVES AS FACTORS OF PLANTS ADAPTATION IN THE TRANSFORMED ENVIRONMENT

Mineral nutrition indexes of arboreal plants and physical-chemical consequences of penetration of mineral connections in their leaves were explored on the example of the urbanized ecological system of L'viv. Relation of species growth condition with the internal changes of chemical composition and oxidizing-restorations properties protoplast leaves analyzed. It is proved that the condition of mineral nutrition and support of constancy of physical-chemical properties of internal cellular contents cause adaptive realignment of arboreal species. It shows up in forming of different morphological parameters of leaves apparatus depending on the conditions of planting.

