

••• ФІЗИОЛОГІЯ РОСЛИН ••• PLANT PHYSIOLOGY •••

УДК: 504.054:582.685.4

Фізико-хімічні параметри стану листків липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) в урботехногенних умовах зростання

Н.І.Глібовицька

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника (Івано-Франківськ, Україна)
nataly.glibovytska@gmail.com

Досліджено вплив урбанізованого середовища на фізико-хімічні параметри внутрішнього середовища листків липи серцелистої. Буферна система протопласту листових пластинок *Tilia cordata* Mill. є чутливою до умов зростання виду. Найбільшим антропогенним пресингом на окисно-відновні властивості внутрішньоклітинного середовища листків липи серцелистої характеризується зона транспортних шляхів Івано-Франківської урбоєкосистеми. Встановлено тісні кореляційні зв'язки між фізико-хімічними показниками протопласту та зольністю листових пластинок виду. Виявлено зниження ряду морфометричних параметрів листків *Tilia cordata* Mill. зі зростанням показника зміщення кислотності їх протопласту. Обґрунтовано перспективність використання виду як біоіндикатора при здійсненні біоіндикаційних досліджень територій в умовах антропо-техногенного пресингу.

Ключові слова: *Tilia cordata*, буферна система листка, морфометричні параметри, зольність, урбанізоване середовище.

Физико-химические параметры состояния листьев липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.) в урботехногенных условиях роста

Н.И.Глибовицкая

Исследовано влияние урбанизированной среды на физико-химические параметры внутренней среды листьев липы сердцелистной. Буферная система протопласта листовых пластинок *Tilia cordata* Mill. зависит от условий произрастания вида. Наибольшим антропогенным прессингом на окислительно-восстановительные свойства внутриклеточной среды листьев липы сердцелистной характеризуется зона транспортных путей Ивано-Франковской урбоэко системы. Установлены тесные корреляционные связи между физико-химическими показателями протопласта и зольностью листовых пластинок вида. Выведено снижение ряда морфометрических параметров листьев *Tilia cordata* Mill. с ростом показателя смещения кислотности их протопласта. Обоснована перспективность использования вида как биоиндикатора при осуществлении биоиндикационных исследований территорий в условиях антропо-техногенного прессинга.

Ключевые слова: *Tilia cordata*, буферная система листа, морфометрические параметры, зольность, урбанизированная среда.

Physical and chemical parameters of small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) leaves under urbanized and technogenic growth conditions

N.I.Glibovytska

The influence of urban environment on physical and chemical parameters of internal environment of small-leaved linden leaves was investigated. The buffer system of protoplasts of *Tilia cordata* Mill. leaf plates is sensitive to growth conditions. The area of transportation routes of Ivano-Frankivsk urbanized ecosystem is characterized by the largest anthropogenic pressure on redox properties of intracellular environment of small-leaved linden leaves. A close correlation between protoplast physical and chemical parameters and ash of leaf plates was established. The reduction of morphometric parameters of *Tilia cordata* Mill. leaves with the growth of the protoplasts acidity offset was shown. The perspectives of using this species as a bioindicator in the implementation of bioindication research of areas under anthropotechnogenic pressure were grounded.

Key words: *Tilia cordata*, buffer system of leaf, morphometric parameters, ash, urbanized environment.

Вступ

Деревні насадження є потужним природним чинником протидії негативним для довкілля наслідкам урбанізації і техногенного забруднення (Гнатів, 2006). Водночас в умовах тривалої експозиції вони відчувають на собі комплексний хронічний вплив антропогенно-модифікованих факторів середовища (Кулагин, 1974; Случик, 2000; Парпан, Миленька, 2009а), що призводить до значного погіршення стану рослин, зменшення їхньої фітомеліоративної і декоративної функції (Илькун, 1971; Журкова, 2002; Гнатів, 2006; Хвостов, Капелюш, 2011). Адаптація рослин до впливу забруднювачів можлива у вузькому діапазоні концентрацій і в умовах оточуючого середовища, коли природні фактори не створюють додаткових стресових ситуацій (Коршиков, 1996; Пацула, Демків, 2003; Денчиля-Сакаль та ін., 2012).

Листок – як функціонально активний орган рослин, швидше за інші реагує на природні і техногенні впливи довкілля (Гнатів, 2008; Гнатів, Артемовська, 2009; Капелюш, 2012). Ступінь внутрішніх змін та пошкоджень у листках залежить від видоспецифічної здатності рослин підтримувати і збалансовувати кислотно-лужний гомеостаз протопласту клітин на тлі постійного надходження біогенних і супутніх хімічних елементів (Гнатів та ін., 2000). Для протидії хімічному пресу екзогенних чинників клітини мають буферні системи, що стабілізують рН їхнього середовища. Зміщення від оптимального значення рН негативно діє на обмінні процеси, формування та функціонування білково-ферментного комплексу в листках (Гнатів, Артемовська, 2009). Тому за величиною показника буферної ємності протопласту листків можна судити про стійкість рослини до техногенних умов (Пацура та ін., 2004).

Одним із найбільш чутливих до антропогенного забруднення видів є липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.) (Алексєєва, Вінниченко, 2012; Капелюш, 2012; Совакова, 2013). Під дією комплексу стрес-факторів довкілля вегетативні органи виду набувають ксероморфних властивостей й ознак токсичного та механічного ураження. Це, зокрема, проявляється істотним зниженням ряду фоліарних морфологічних показників: довжини, ширини, площі та маси листових пластинок. Тривала дія на рослину шкідливої концентрації токсичних газів спричиняє появу некротичних та дехромаційних ушкоджень, скручування та передчасне опадання листків (Луцишин та ін., 2010; Хвостов, Капелюш, 2011; Алексєєва, Вінниченко, 2012; Капелюш, 2012). В умовах урбо-техногенного середовища спостерігається пригнічення фотосинтетичної функції листових пластинок *Tilia cordata* Mill. внаслідок інгібування синтезу пластидних пігментів, зміни співвідношення хлорофілів та зростання частки каротиноїдів (Миленька, 2008; Хвостов та ін., 2011).

Метою даної роботи було дослідити фізико-хімічні параметри стану листків липи серцелистої та з'ясувати їх зв'язок із зольністю та морфологічними змінами листових пластинок виду в умовах Івано-Франківської урбоєкосистеми.

Об'єкти та методи дослідження

Дослідження проводили в урбоєкосистемі Івано-Франківська, яка розташована у розширеній частині басейну нижньої течії ріки Бистриця на межі Західного Лісостепу і Прикарпаття.

За принципом ландшафтно-функціонального зонування території (Парпан, Миленька, 2010), для досліджуваної урбоєкосистеми розроблено моніторингову мережу, згідно з якою виділено дослідні ділянки, що належать до зони транспортних шляхів, зони промислових комплексів, зони житлової забудови та зони комплексного озеленення. Як фонову – обрано умовно екологічно чисту територію – урочище Дем'янів Лаз, розташовану за межами міста.

На зазначених моніторингових ділянках здійснено оцінку впливу урботехногенних чинників на фізико-хімічні параметри стану внутрішнього середовища листків липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.).

Відбір зразків рослинного матеріалу здійснювали з підвітряного боку дерева в однакових ярусах за одного порядку галушення у період завершення повного розвитку асиміляційної системи (серпень-вересень) (Руденко та ін., 2008; Парпан, Миленька, 2009б).

Фізико-хімічні властивості зелених листків досліджували на рН-метрі за загальноприйнятою методикою (Гнатів, 2003; Пацура та ін., 2004; Гнатів, Артемовська, 2009). Листки вагою 1 г розтирали до однорідної маси в фарфоровій ступці і змивали в стакан 10 мл дистильованої води. Через добу визначали показник рН гомогенату і додавали 5 мл 0,1 N хлоридної кислоти. Повторні вимірювання проводили через добу. За різницею двох показників знаходили показник зміщення кислотності (ΔрН).

Математичну обробку результатів проводили варіаційно-статистичним методом. Достовірність відмінності одержаних експериментальних даних із контрольними оцінювали за допомогою t-критерію

Ст'юдента (Лакин, 1990). Нульову гіпотезу відкидали при $P \leq 0,05$. Всі розрахунки проводили за допомогою редактора MS Excel 2007 та програмного пакета Statistica 6,0.

Результати та обговорення

В умовах різнофункціональних зон Івано-Франківської урбоекосистеми спостерігається достовірне зростання показника зміщення кислотності протопласту листків липи серцелистої щодо контролю (табл. 1). Згідно з отриманими результатами, ступінь урботехногенного пресингу в межах міста зростає в наступному ряді досліджених локальних екотопів: зона комплексного озеленення → зона житлової забудови → зона промислових комплексів → зона транспортних шляхів.

Відповідно до літературних даних (Marmog, Randlane, 2007), антропогенне забруднення довкілля, зокрема, спричинене викидами автотранспортних засобів, істотно не впливає на значення рН кори дерев *Tilia cordata* Mill. В умовах різнофункціональних зон м. Івано-Франківська рН внутрішньоклітинного середовища листків виду є слабкокислим і статистично достовірно не відрізняється від показника на фоновій території, за винятком зони транспортних шляхів, де спостерігається незначне підлугування протопласту.

Таблиця 1.

Фізико-хімічні параметри стану листків *Tilia cordata* Mill. в умовах різнофункціональних зон Івано-Франківської урбоекосистеми

Зона дослідження	рН протопласту листків	Зміщення рН (Δ рН) протопласту листків	рН' рН, %
Фонова територія	5,57±0,02	2,48±0,02	55,5
Зона промислових комплексів	5,69±0,05	2,97±0,15*	47,8
Зона житлової забудови	5,63±0,06	2,8±0,11*	50,3
Зона транспортних шляхів	5,74±0,04*	3,14±0,08*	45,3
Зона комплексного озеленення	5,61±0,08	2,73±0,04*	51,3

Примітка: * – відмінності з контролем достовірні при $P \leq 0,05$.

Для оцінки роботи буферної системи листків липи серцелистої було застосоване відношення кислотності протопласту після штучного підкислення (рН') до рН початкового, що характеризує рівень протидії внутрішнього середовища підкисленню ззовні (Гнатів, 2006) та свідчить, що стійкість буферної системи листків виду є найвищою в зоні комплексного озеленення і найнижчою в зоні транспортних шляхів урбоекосистеми.

З метою з'ясування зв'язку між фізико-хімічними властивостями внутрішньоклітинного середовища листків *Tilia cordata* Mill. та їх морфологічними особливостями було визначено лінійні параметри, площу, біомасу і ступінь некротизації листових пластинок (Глібовицька, 2012, 2013) та розраховано коефіцієнти кореляції між даними показниками. Статистичне обчислення взаємозв'язків досліджуваних показників стану листків липи серцелистої в умовах міста підтвердило достовірну пряму залежність між морфометричними параметрами та станом буферної системи листових пластинок виду (табл. 2).

Таблиця 2.

Кореляційні взаємозв'язки між фізико-хімічними, морфометричними параметрами та зольністю листових пластинок липи серцелистої в умовах урбоекосистеми Івано-Франківська

Параметри листка	Коефіцієнт кореляції, r						
	Довжина листка	Ширина листка	Площа листка	Біомаса листка	Ступінь некротизації	рН	Зольність листка
рН	-0,75	-0,82	-0,78	-0,88	0,90	-	0,76
Δ рН	-0,75	-0,84	-0,78	-0,88	0,89	0,98	0,83

Підвищення рН та зміщення кислотності протопласту листків *Tilia cordata* Mill. в умовах Івано-Франківська супроводжується зниженням їх довжини, ширини, площі та біомаси та зростанням ступеня некротичного ураження.

Виявлений тісний позитивний кореляційний зв'язок між показником кислотності та зміщенням рН, а також між ними та зольністю листків липи серцелистої. Вміст зольних елементів у листових пластинках дерев зростає в наступному ряді локальних різнофункціональних екоотів урбоєкосистеми: фонові територія (7,9%) → зона комплексного озеленення (11,9%) → зона транспортних шляхів (13,8%) → зона житлової забудови (13,9%) → зона промислових комплексів (15,9%). Накопичення зольних сполук тканинами листків статистично достовірно спричиняє нейтралізацію і втрату буферної потенції їх внутрішньоклітинного середовища, що підтверджується літературними даними (Гнатів, Артемовська, 2009).

Враховуючи інформативність фізико-хімічних показників стану внутрішнього середовища листків липи серцелистої та чутливість виду до антропогенного забруднення довкілля, доцільним є його використання як біоіндикатора в моніторингових дослідженнях для оцінки екологічного стану урбанізованих територій.

Список літератури

Алексєєва А.А., Вінниченко О.М. Біолого-екологічні особливості представників роду *Tilia* L. в умовах степового Придніпров'я // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2012. – Т.14. – С. 322–325. /Aleksyeyeva A.A., Vinnychenko O.M. Biologo-ekologichni osoblyvosti predstavnykiv rodu *Tilia* L. v umovakh stepovogo Prydniprov'ya // Visti Biosfernogo zapovidnyka «Askaniya-Nova». – 2012. – T.14. – S. 322–325./

Глібовицька Н.І. Вплив урбанізованого середовища на інтенсивність плодоношення та масу вегетативних і генеративних органів липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2013. – Вип.62. – С. 146–151. /Glibovyts'ka N.I. Vplyv urbanizovanogo seredovyschcha na intensyvništ' plodonoshennya ta masu vegetatyvnykh i generatyvnykh organiv lypy sertselystoy (*Tilia cordata* L.) // Visnyk L'vivs'kogo universytetu. Seriya biologichna. – 2013. – Vyp.62. – S. 146–151./

Глібовицька Н.І. Фітоіндикація міста Івано-Франківська за зміною морфологічних параметрів *Tilia cordata* Mill. // Вісник Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника. Серія «Біологія». – 2012. – Вип.17. – С. 221–225. /Glibovyts'ka N.I. Fitoindykatsiya mista Ivano-Frankivs'ka za zminoyu morfologichnykh parametriv *Tilia cordata* Mill. // Visnyk Prykarpats'kogo natsional'nogo universytetu im. Vasylya Stefanyka. Seriya «Biologiya». – 2012. – Vyp.17. – S. 221–225./

Гнатів П.С. Адаптація деревних рослин в урбоєкосистемі міста Львова // Лісівнича академія наук України: наукові праці. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2003. – Вип.2. – С. 108–113. /Gnativ P.S. Adaptatsiya derevnykh roslin v urboekosystemi mista L'vova // Lisivnycha akademiya nauk Ukrainy: naukovy pratsi. – L'viv: RVV NLTU Ukrainy, 2003. – Vyp.2. – S. 108–113./

Гнатів П.С., Артемовська Д.В. Властивості зовнішнього і внутрішнього середовищ листків дерев як чинники адаптації рослин у трансформованому довкіллі // Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2009. – Вип.7. – С. 98–103. /Gnativ P.S., Artemovs'ka D.V. Vlastyvosti zovnishnyogo i vnutrishnyogo seredovyschch lystkiv derev yak chynnyky adaptatsii roslin u transformovanomu dovkilli // Naukovy pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy: zbirnyk naukovykh prats'. – L'viv: RVV NLTU Ukrainy, 2009. – Vyp.7. – S. 98–103./

Гнатів П.С., Мазепа М.Г., Артемовська Д.В. Буферні властивості та морфо-анатомічні ознаки листків у техногенних умовах зростання дерев // Науковий вісник УкрДЛТУ: збірник науково-технічних праць. – Львів: видавництво УкрДЛТУ, 2000. – Вип.10.2. – С. 97–90. /Gnativ P.S., Mazepa M.G., Artemovs'ka D.V. Buferni vlastyvosti ta morfo-anatomichni oznaky lystkiv u tekhnogennykh umovakh zrostannya derev // Naukovyy visnyk UkrDLTU: zbirnyk naukovo-tekhnichnykh prats'. – L'viv: vydavnytstvo UkrDLTU, 2000. – Vyp.10.2. – S. 97–90./

Гнатів П.С. Середовище, антропогенні чинники й адаптація рослин // Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки. Сер.: Біологічні науки. – Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2008. – Вип.3. – С. 257–264. /Gnativ P.S. Seredovyschche, antropogenni chynnyky i adaptatsiya roslin // Naukovyy visnyk Volyns'kogo natsional'nogo universytetu im. Lesi Ukrainky. Ser.: Biologichni nauky. – Luts'k: VNU im. Lesi Ukrainky, 2008. – Vyp.3. – S. 257–264./

Гнатів П.С. Функціональна адаптація деревних рослин до умов урбанізованого середовища на заході України. Автореф. дис. ... докт. біол. наук / 03.00.16 – екологія. – Чернівці, 2006. – 41с. /Gnativ P.S. Funktsional'na adaptatsiya derevnykh roslin do umov urbanizovanogo seredovyschcha na zakhodi Ukrainy. Avtoref. dys. ... dokt. biol. nauk / 03.00.16 – ekologiya. – Chernivtsi, 2006. – 41s./

- Денчиля-Сакаль Г.М., Ніколайчук В.І., Колесник А.В., Вакерич М.М. Реакції рослин конюшини на забруднення солями цинку // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2012. – Т.2, вип.20. – С. 18–24. /Denchylya-Sakal' G.M., Nikolaychuk V.I., Kolesnyk A.V., Vakerych M.M. Reaktsii roslin konyushyny na zabrudnennya solyamy tsynku // Visnyk Dnipropetrovs'kogo universytetu. Biologiya. Ekologiya. – 2012. – T.2, vyp.20. – S. 18–24./
- Журкова Н.В. Биомониторинг состояния древесных пород в условиях большого города. Дисс. ... канд. биол. наук / 03.00.16 – экология. – Москва, 2002. – 121с. /Zhurkova N.V. Biomonitoring sostoyaniya drevesnykh porod v usloviyakh bol'shogo goroda. Diss. ... kand biol. nauk / 03.00.16 – ekologiya. – Moskva, 2002. – 121s./
- Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – К.: Наукова думка, 1971. – 146с. /Il'kun G.M. Gazoustoychivost' rasteniy. – K.: Naukova dumka, 1971. – 146s./
- Капелюш Н.В. Вплив аерогенного забруднення на показники асиміляційного апарату деревних рослин міста Запоріжжя // Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки. – 2012. – №3. – С. 111–115. /Kapylyush N.V. Vplyv aerogennoho zabrudnennya na pokaznyky asymilyatsynogo apparatu derevnykh roslin mista Zaporizhzhya // Visnyk Zaporiz'kogo natsional'nogo universytetu. Biologichni nauky. – 2012. – №3. – S. 111–115./
- Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. – К.: Наукова думка, 1996. – 239с. /Korshikov I.I. Adaptatsiya rasteniy k usloviyam tekhnogenno zagryaznennoy sredy. – K.: Naukova dumka, 1996. – 239s./
- Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. – М.: Наука, 1974. – 123с. /Kulagin Yu.Z. Drevesnyye rasteniya i promyshlennaya sreda. – M.: Nauka, 1974. – 123s./
- Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. школа, 1990. – 350с. /Lakin G.F. Biometriya. – M.: Vyssh. shkola, 1990. – 350s./
- Луцишин О.Г., Радченко В.Г., Палапа Н.В., Яворівський П.П. Макроморфологічні зміни реакції-відповіді рослинних організмів деревних вуличних насаджень Київського мегаполісу при стресовому рівні техногенного забруднення // Доповіді Національної академії наук України. – 2010. – №6. – С. 180–187. /Lutsyshyn O.H., Radchenko V.H., Palapa N.V., Yavorivskyy P.P. Makromorfologichni zminy reaktsii-vidpovidi roslinnykh organizmiv derevnykh vulychnykh nasadzhen' Kyivs'kogo megalopolisu pry stresovomu rivni tekhnogennoho zabrudnennya // Dopovidi Natsional'noii akademii nauk Ukrainy. – 2010. – №6. – S. 180–187./
- Миленька М.М. Вміст фотосинтетичних пігментів в листках *Tilia cordata* Mill. та *Acer negundo* L. за умови урботехногенного забруднення доквілля // Науковий вісник НЛТУ України. – 2008. – Вип.18.11. – С. 193–197. /Mylen'ka M.M. Vmist fotosyntetychnykh pigmentiv v lystkakh *Tilia cordata* Mill. ta *Acer negundo* L. za umovy urbotekhnogennoho zabrudnennya dokillya // Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy. – 2008. – Vyp.18.11. – S. 193–197./
- Парпан В.І., Миленька М.М. Вміст вільного проліну у листках деревних рослин як індикаційна ознака екологічного стану урбанізованих територій // Наукові записки Державного природознавчого музею. – 2009а. – Вип.25. – С. 155–156. /Parpan V.I., Mylen'ka M.M. Vmist vil'nogo prolinu u lystkakh derevnykh roslin yak indykatsiyina oznaka ekologichnogo stanu urbanizovanykh terytoriy // Naukovi zapysky Derzhavnogo pryrodoznavchogo muzeyu. – 2009. – Vyp.25. – S. 155–156./
- Парпан В.І., Миленька М.М. Методологічні аспекти оцінки екологічного стану урбанізованих і техногенно-змінених територій // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2010. – Т.2, вип.18. – С. 61–68. /Parpan V.I., Mylen'ka M.M. Metodologichni aspekty otsinky ekologichnogo stanu urbanizovanykh i tekhnogenno-zminenykh terytoriy // Visnyk Dnipropetrovs'kogo universytetu. Biologiya. Ekologiya. – 2010. – T.2, vyp.18. – S. 61–68./
- Парпан В.І., Миленька М.М. Морфологічні особливості *Populus pyramidalis* Roz. в умовах урботехногенного забруднення середовища // Екологія та ноосферологія. – 2009б. – Т.20, № 3–4. – С. 84–90. /Parpan V.I., Mylen'ka M.M. Morfofiziologichni osoblyvosti *Populus pyramidalis* Roz. v umovakh urbotekhnogennoho zabrudnennya seredovyscha // Ekologiya ta noosferologiya. – 2009. – T.20, № 3–4. – S. 84–90./
- Пацула О.І., Демків О.Т. Каталаза та адаптація рослин соняшника до дії кадмію та свинцю // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2003. – Вип.34. – С. 225–230. /Patsula O.I., Demkiv O.T. Katalaza ta adaptatsiya roslin sonyashnyka do dii kadmiyu ta svyntsyu // Visnyk L'vivs'kogo universytetu. Seriya biologichna. – 2003. – Vyp.34. – S. 225–230./
- Пацура І.М., Мазепа М.Г., Артемовська Д.В. Тис ягідний (*Taxus baccata* L.) – в умовах дендрарію ботанічного саду УкрДЛТУ // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2004. – Вип.14.8. – С. 267–270. /Patsura I.M., Mazepa M.G., Artemovs'ka D.V. Tys yagidnyy (*Taxus baccata* L.) – v umovakh dendrariyu botanichnogo sadu UkrDLTU // Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy. – L'viv: RVV NLTU Ukrainy. – 2004. – Vyp.14.8. – S. 267–270./
- Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія. Практичний курс: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Ч.2. Природні наземні екосистеми. – Чернівці, 2008. – 320с. /Rudenko S.S., Kostyshyn S.S., Morozova T.V. Zagal'na ekologiya. Praktychnyy kurs: navchal'nyy posibnyk dlya studentiv vyshchykh navchal'nykh zakladiv. CH.2. Pryrodni nazemni ekosystemy. – Chernivtsi, 2008. – 320s./

Случик І.Й. Біоіндикація стану довкілля на урбанізованій території за допомогою представників роду *Populus L.* Автореф. дис. ... канд. біол. наук / 03.00.16 – екологія. – Чернівці, 2000. – 18с. /Sluchyk I.Y. Bioindykatsiya stanu dovkillya na urbanizovaniy terytorii za dopomogoyu predstavnykiv rodu *Populus L.* Avtoref. dys. ... kand. biol. nauk / 03.00.16 – ekologiya. – Chernivtsi, 2000. – 18s./

Совакова М.О. Види роду *Tilia L.* у насадженнях різного функціонального призначення. Автореф. дис. ... канд. біол. наук / 06.03.01 – лісові культури та фітомеліорація. – Київ, 2013. – 22с. /Sovakova M.O. Vidy rodu *Tilia L.* u nasadzhennyakh riznogo funktsional'nogo pryznachennya. Avtoref. dys. ... kand. biol. nauk / 06.03.01 – lisovi kul'tury ta fitomelioratsiya. – Kyjiv, 2013. – 22s./

Хвостов О.О., Бовт В.Д., Капелюш Н.В. Вплив аерогенного забруднення на вміст пластидних пігментів у листках деревної рослинності м. Запоріжжя // Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки. – 2011. – №2. – С. 125–131. /Khvostov O.O., Bovt V.D., Kapelyush N.V. Vplyv aerogenного zabrudnennya na vmist plastydnykh pigmentiv u lystkakh derevnoi roslыnnosti m. Zaporizhzhya // Visnyk Zaporiz'koho natsional'nogo universytetu. Biologichni nauky. – 2011. – №2. – S. 125–131./

Хвостов О.О., Капелюш Н.В. Вплив аерогенного забруднення на стан деревної рослинності м. Запоріжжя // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2011. – Вип.16, №1. – С. 103–108. /Khvostov O.O., Kapelyush N.V. Vplyv ayerogenного zabrudnennya na stan derevnoi roslыnnosti m. Zaporizhzhya // Pytannya bioindikatsii ta ekologii. – Zaporizhzhya: ZNU, 2011. – Vyp.16, №1. – S. 103–108./

Marmor L., Randlane T. Effects of road traffic on bark pH and epiphytic lichens in Tallinn // Folia Cryptogamica Estonica. – 2007. – Vol.43. – P. 23–37.

Представлено: Я.Д.Гладун / Presented by: Ya.D.Gladun

Рецензент: В.В.Жмурко / Reviewer: V.V.Zhmurko

Подано до редакції / Received: 29.10.2013