

BIOMONITORING OF URBAN AREA BY ANATOMICAL LEAF CHANGES

**Gheorghîța MENGHIU, Elena IRIZA, Adelina DANCIU,
Orsolya Tünde ZSOMBORI, Cecilia GĂMAN, Hanelore - Elena MUNTEAN**
West University of Timișoara, Faculty of Chemistry-Biology-Geography, Department of
Biology and Chemistry, Pestalozzi, 16, 300115, Romania
Corresponding author e-mail: gheorghitza_bio@yahoo.com

ABSTRACT

*Plants play a vital role as indicators of pollution. The automobile emissions are high particularly at the traffic intersections. Plants growing under the stress of air pollution show differences in leaf surface characteristics. Light microscopic studies of leaf surface revealed an increase in the number of stomata and trichomes of polluted populations in comparison to control populations of *Plantago major* and *Plantago lanceolata*. These changes can be considered as indicators of environmental stress.*

KEY WORDS: *urban area, density of stomata, density of trichomes*

INTRODUCERE

Plantele diferă în mod semnificativ în capacitatea lor de a reduce poluarea prin trafic din cauza diferențelor dintre caracteristicile lor privind suprafața frunzelor, cum ar fi ceara epicuticulară, cuticula, epiderma, stomatele, perii glandulari și non-glandulari (Neinhuis & Barthlott, 1998; Rai & Kulshreshtha, 2006). Perii pot fi prezenți pe suprafața tuturor organelor aeriene dar frunzele sunt cele care răspund cel mai bine tuturor influențelor mediului. Multe specii de plante răspund la prejudiciile cauzate de ierbivore prin producerea de noi frunze, cu o densitate crescută a perilor. Aceștia mai pot facilita împrăștierea semințelor, sechestrarea de toxine dar servesc și drept criteriu taxonomic (Adebooye et al., 2012). Diverse studii indică faptul că producția de peri foliari contribuie la protecția împotriva insectelor erbivore (Wagner, 1991; Valverde et al., 2001) și a ciupercilor fitopatogene (Allen et al., 1991) dar densitatea perilor poate crește și la stres abiotic. Perii pot crește toleranța la secetă prin reducerea de absorbție a radiației solare, precum și prin menținerea umidității aerului (Choinski & Wise, 1999; Benz & Martin, 2006). Perii pot proteja celulele vii de la daune cauzate de radiații solare UV (Skaltsa et al., 1994; Karabourniotis et al., 1993), precum și de temperaturile scăzute (Agrawal et al., 2004). În general, plantele cu densitate mare de peri foliari pot fi identificate în medii uscate sau reci, în cazul în care radiațiile UV sunt intense, și în zonele în care riscul de a fi atacate de insecte fitofage este mare (Løe et al., 2007). La unele specii densitatea perilor este mare în frunzele tinere, dar scade odată cu vârsta (Maffei et al., 1989; Werker et al., 1993; Pérez-Estrada et al., 2000; Valkama et al., 2004).

Densitatea stomatelor poate varia în aceeași frunză, în frunzele aceleiași plante, și variază între indivizii aceleiași specii (Al Afas *et al.*, 2006). În frunzele amfistomatice, frecvența este de obicei mai mare în epiderma abaxială (Volenikova & Tichá, 2001; Tari, 2003; Faur & Ianovici, 2005; Ianovici, 2010). Numărul acestora poate varia, de asemenea, din cauza unor factori de mediu, cum ar fi lumina, umiditatea aerului, disponibilitatea apei și concentrația atmosferică a CO₂ (Woodward & Kelly, 1995). În general, densitatea stomatelor scade cu creșterea CO₂. Frunzele dezvoltate sub intensitate scăzută a luminii au densități mai mici decât cele dezvoltate în zone însorite (Givnish, 1988). Densități mai mari de stomate se găsesc în frunzele tinere, ceea ce ar putea maximiza schimbul fotosintetic și conductanța apei înainte de instalarea senescenței (Schletz, 2008). O creștere a densității stomatice împreună cu o reducere a dimensiunii stomatelor duce la o ajustare optimă pentru controlul schimbului de gaze în general și intrarea de poluanți, în special, prin stomate (Alves *et al.*, 2008a). Wagoner (1975) a raportat o creștere a densității stomatelor la *Plantago lanceolata* în locurile poluate.

Scopul principal al acestui studiu este de a evalua potențialul caracteristicilor anatomice ale frunzelor de *Plantago major* și *Plantago lanceolata* ca bioindicatori ai calității habitatului urban din orașul Timișoara.

MATERIALE ȘI METODE

Eșantionarea a fost făcută pe plante neumbrite, în timpul orelor de maximă expunere la soare. De la fiecare plantă, au fost prelevate frunze intacte și erecte. Materialul biologic a fost recoltat din orașul Timișoara: din zone urbane poluate în special prin trafic rutier (U1 - Punctele Cardinale, U2 - Uzina Continental, U3 – Hotel Continental, U4 – Mol) și zone urbane verzi (UG1 - Zona Victor Babeș, UG2 - Parcul Rozelor, UG3 - parcul din spatele Hotelului Continental, UG 4 - Parcul Poporului, UG 5 – Cimitir). Metodologia de realizare a preparatelor microscopice și modul de calcul a densității perilor (DP) și stomatelor (DS) corespund celor descrise în Ianovici *et al.* (2009). Pentru interpretare statistică (Mărușteri, 2005) am folosit testul Student și coeficientul de corelație Pearson.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Acest studiu se concentrează asupra densității stomatelor, a perilor glandulari și non-glandulari. Rezultate anterioare indicau o diminuare a calității aerului în intersecții și de-a lungul marilor artere rutiere ce străbat orașul (Ianovici *et al.*, 2009).

La *Plantago major* în zonele urbane, DS medie pe epiderma superioară a variat de la 132.62 la 178.15 stomate/ mm², în timp ce pe epiderma inferioară, DS a variat de la 183.39 la 215.91 stomate/ mm². În zonele urbane verzi, DS medie pe epiderma superioară a variat de la 116.36 la 132.05 stomate/ mm², în timp ce pe epiderma inferioară, DS a variat de la 119.9 la 200 stomate/ mm² (fig.1.). Și în ceea ce privește densitatea perilor glandulari și nonglandulari putem observa valori mai mari în

zonele urbane, diferențele fiind semnificative pentru toate epidermele, mai puțin pentru densitatea perilor glandulari în epiderma inferioară (fig.2, 3; tab.1).

La *Plantago lanceolata* în zonele urbane, DS medie pe epiderma superioară a variat de la 165.82 la 233.72 stomate/ mm², în timp ce pe epiderma inferioară, DS a variat de la 196.66 la 260.8 stomate/ mm². În zonele urbane verzi, DS medie pe epiderma superioară a variat de la 136.41 la 156.6 stomate/ mm², în timp ce pe epiderma inferioară, DS a variat de la 168.58 la 205.57 stomate/ mm² (fig.4). La fel ca în cazul celeilalte specii, densitatea perilor glandulari și nonglandulari putem observa valori mai mari în zonele urbane, diferențele fiind semnificative pentru toate epidermele, mai puțin pentru densitatea perilor nonglandulari în epiderma superioară (fig.5, 6; tab.2).

Densitatea medie a stomatelor a fost mai ridicată abaxial în comparație cu zona adaxială, dar diferențele observate în densitatea stomatelor între clasele de utilizare a terenurilor au fost similare pentru ambele fețe. Pentru ambele epiderme ale frunzelor celor două specii, densitatea medie a stomatelor corespunzătoare claselor de utilizare a terenurilor UG au fost semnificativ ($p < 0.05$) mai mari comparativ cu cele ale clasei de utilizare a terenurilor U. Există o foarte strânsă corelație între partea abaxială și adaxială atât pentru densitatea stomatelor cât și pentru densitatea perilor ($r^2 \geq 0.50$).

Poluarea zonelor industriale și urbane, poate fi evaluată cu succes, folosind plante cu capacitate mare de acumulare și alte caracteristici sensibile pentru ecobioindicatori (Ivanescu & Toma, 2003; Dimitrova & Yurukova, 2005; Gostin, 2009; Ianovici et al., 2009; Kardel et al., 2010; Ianovici et al., 2010). *Plantago lanceolata* și *Plantago major* pot fi considerați prin prisma celor doi parametri studiați (densitatea stomatică și densitatea perilor), ca fiind buni bioindicatori. Sunt însă necesare prelevări de probe mai numeroase, mai multe tipuri de terenuri investigate și corelații cu alți parametri ecofiziologici (Ianovici, 2011a; Ianovici, 2011b). Trebuie de asemenea făcută distincție între vârstele frunzelor recoltate, dimensiunile acestora și o mai mare acuratețe a determinărilor la nivel de subspecie, dată fiind variabilitatea în cadrul acestor specii cu mare plasticitate fenotipică (Ianovici, 2009; Ianovici et al, 2011; Ianovici, 2012).

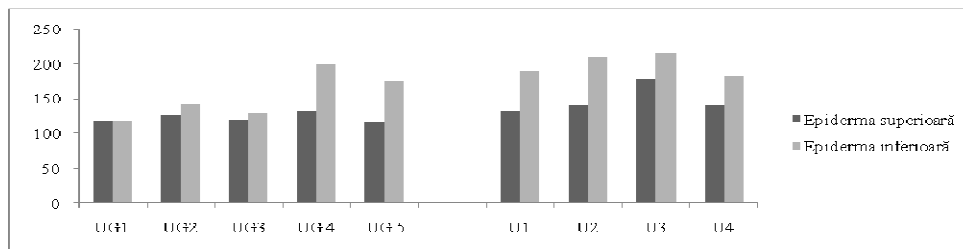


Fig.1. Densitatea stomatică la *Plantago major*

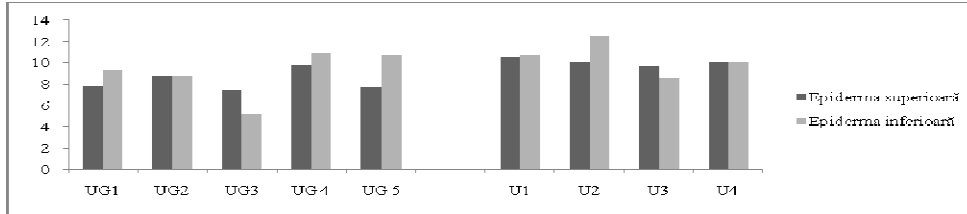


Fig.2. Densitatea perilor glandulari cu glandă bicelulară la *Plantago major*

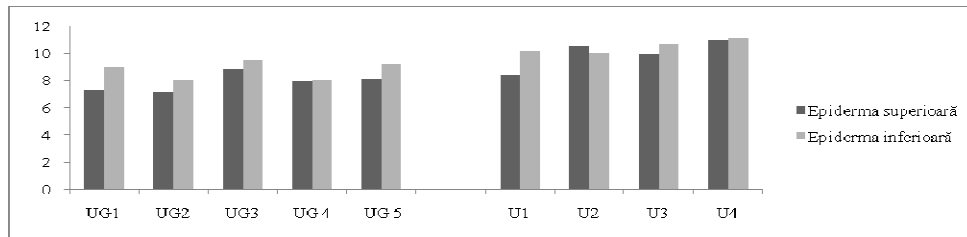


Fig.3. Densitatea perilor tectori aculeiformi la *Plantago major*

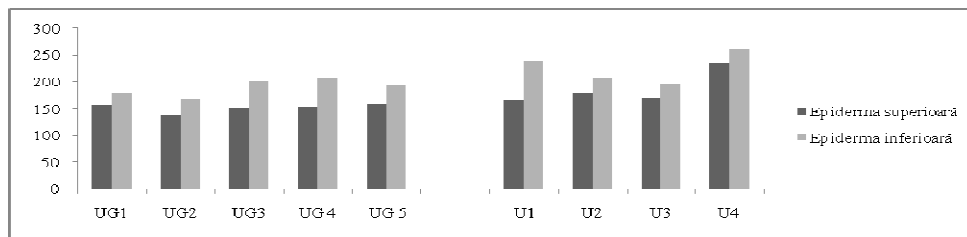


Fig.4. Densitatea stomatică la *Plantago lanceolata*

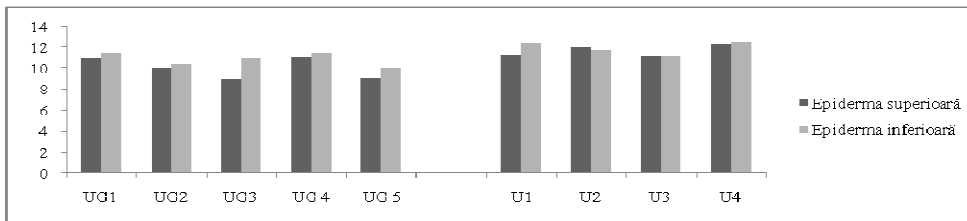


Fig.5. Densitatea perilor glandulari capitați multicelulari la *Plantago lanceolata*

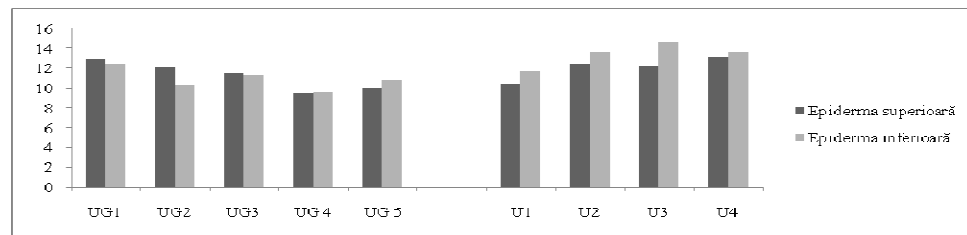


Fig.6. Densitatea perilor tectori în coadă de rândunică la *Plantago lanceolata*

Tabel 1. *Plantago major*

		Densitate stomatică			Peri glandulari			Peri tectori		
		Epiderma superioară	Epiderma inferioară	r	Epiderma superioară	Epiderma inferioară	r	Epiderma superioară	Epiderma inferioară	r
UG	Medie	122.56	153.43	0.55003	8.28	8.96	0.553515	7.86	8.74	0.604522
	Dev.st.	6.58	33.28		0.97	2.29		0.69		
U	Medie	148.08	200.16	0.691422	10.1	10.42	0.502407	9.97	10.52	0.531531
	Dev.st.	20.41	15.26		0.37	1.66		1.13	0.46	
	p	0.032142	0.036865		0.010076	ns		0.010645	0.003288	

Tabel 2. *Plantago lanceolata*

		Densitate stomatică			Densitatea perilor glandulari			Densitatea perilor tectori		
		Epiderma superioară	Epiderma inferioară	r	Epiderma superioară	Epiderma inferioară	r	Epiderma superioară	Epiderma inferioară	r
UG	Medie	151.33	188.67	0.515608	10.04	10.9	0.75433	11.18	10.91	0.776751
	Dev.st.	8.93	15.64		1.00	0.65		1.40	1.08	
U	Medie	186.98	225.74	0.712919	11.72	12.01	0.533798	12.1	13.37	0.753504
	Dev.st.	31.64	29.77		0.54	0.67		1.14	1.21	
	p	0.044828	0.045811		0.020025	0.040785		ns	0.031383	

CONCLUZII

Pe lângă drumuri cu trafic ridicat, atât densitățile perilor cât și cele stomatice abaxiale și adaxiale au fost semnificativ mai ridicate, fapt confirmat și de studii anterioare. Răspunsul la factorii de mediu este uniform pentru fețele frunzelor celor două specii studiate: *Plantago lanceolata* și *Plantago major*.

BIBLIOGRAFIE

- Adebooye O.C., Hunsche M., Noga G., Lankes C., Morphology and density of trichomes and stomata of *Trichosanthes cucumerina* (Cucurbitaceae) as affected by leaf age and salinity, *Turk J Bot*, 36 (2012) 328-335
- Agrawal AA. 2004. Resistance and susceptibility of milkweed: competition, root herbivory, and plant genetic variation. *Ecology* 85:2118–2133
- Al Afas N., Marron N., Ceulemans R. 2006. Clonal variation in stomatal characteristics related to biomass production of 12 poplar (*Populus*) clones in a short rotation coppice culture. *Environmental and Experimental Botany*, 58: 279-286
- Allen EA, Hoch HC, Sreadman JR, Stavely RJ. 1991. Influence of leaf surface features on spore deposition and the epiphytic growth of phytopathogenic fungi. In: Andrews JH, Hirano SS, eds. *Microbial ecology of leaves*. New York: Springer-Verlag, 87–110.
- Alves, E.S., Moura, B.B., Domingos, M., 2008a. Structural analysis of *Tillandsia usneoides* L. exposed to air pollutants in Sao Paulo city-Brazil. *Water Air Soil Pollution* 189, 61–68.
- Benz BW, Martin CE. 2006. Foliar trichomes, boundary layers, and gas exchange in the species of epiphytic *Tillandsia* (Bromeliaceae). *J Plant Physiol* 163:648–656
- Choinski JS, Wise RR. 1999. Leaf growth and development in relation to gas exchange in *Quercus marilandica* Muenchh. *J Plant Physiol* 154:302–309
- Dimitrova I, Yurukova L. 2005. Bioindication of anthropogenic pollution with *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae): metal accumulation, morphological and stomatal leaf characteristics, *Phytologia Balcanica* 11 (1): 89–96
- Faur A., Ianovici N. 2005. *Practicum de morfologia și anatomia plantelor*, Ed. Mirton, Timișoara, 152 p.
- Givnish, T.J. 1988. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. *Australian Journal of Plant Physiology*, 15: 63-92
- Gostin I.N.. 2009. Structural modification induced by air pollutants in *Plantago lanceolata* leaves, *Analele Universității din Oradea, Fascicula Biologie*, Tom. XVI / 1: 61-65
- Ianovici N. 2009. *Morphoanatomical researches on Plantago species from Romania*, PhD Thesis, University of Bucharest
- Ianovici N. 2010. *Citohistologie și morfoanatomia organelor vegetative*, Ed. Mirton, Timișoara

- Ianovici N. 2011a. Histoanatomical and ecophysiological studies on some halophytes from Romania - *Plantago maritima*, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 14: 1-14
- Ianovici N. 2011b. Histoanatomical and ecophysiological studies on some halophytes from Romania - *Plantago schwarzenbergiana*, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 14: 53-64
- Ianovici N. 2012. Researches on anatomical adaptations of the alpine plants - *Plantago atrata*. *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 15 (1): 1-18
- Ianovici N., Novac I.D., Vlădoiu D., Bîjjan A., Ionașcu A., Sălășan B., Rămuș I. 2009. Biomonitoring of urban habitat quality by anatomical leaf parameters in Timișoara, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 12:73-86
- Ianovici N., Sinitean A., Faur A. 2011. Anatomical properties of *Plantago arenaria*, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 14: 23-34
- Ianovici N., Tărau G., Todosi A.L., Iriza E., Danciu A., Țolea L., Tudosie D., Munteanu F., Bogdan D., Ciobănică V. 2010. Contributions to the characterization of *Plantago* species from Romania. Review, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 13: 37-76
- Ivanescu L., Toma C. 2003, *Influenta poluarii atmosferice asupra structurii plantelor*, Ed. Fundației Andrei Șaguna, Constanța, 394p.
- Karabourniotis G, Kyparissis A, Manetas Y. 1993. Leaf hairs of *Olea europaea* L. protect underling tissue against UV-B radiation damage. *Environmental and Experimental Botany* 33: 341–345.
- Kardel F, Wuyts K, Babanezhad M, Vitharana UW, Wuytack T, Potters G, Samson R. 2010. Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of *Plantago lanceolata* L, *Environmental Pollution*. 158(3):788-794
- Løe G, Toräng P, Gaudeul M, Ågren J. 2007. Trichome production and spatiotemporal variation in herbivory in the perennial herb *Arabidopsis lyrata*. *Oikos* 116:134–142
- Maffei M, Chialva F, Sacco T. 1989. Glandular trichomes and essential oils in developing peppermint leaves. *New Phytologist* 111: 707–716.
- Mărușterii M.Ș. 2005. *Biostatistică-aplicații practice și exerciții recapitulative pentru studenții Școlii Doctorale*, Universitatea de Medicină și Farmacie Tîrgu Mureș
- Neinhuis C., Barthlott W. 1998. Seasonal changes of leaf surfacecontamination in beech, oak and ginkgo in relation to leaf micromorphology and wettability. *New Phytologist* 138:91-98
- Pérez-Estrada LB, Canto-Santan Z, Oyama K. 2000. Variation in leaf trichomes of *Wigandia urens*: environmental factors and physiological consequence. *Tree Physiology* 20: 629–632.
- Rai A., Kulshreshtha K. 2006. Effect of particulates generated from automobile emission on some common plants, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 4 (1): 253-259
- Schletz R. 2008. Stomata Densities of Developing and Mature Leaves of Geraniums. *ESSAI*, 6: article 42.
- Skaltsa H, Verekokidou E, Harvala C, Krabourniotis G, Manetas Y. 1994. UV-protective potential and flavonoid content of leaf hairs of *Quercus ilex*. *Phytochemistry* 37:987–990
- Tari, I. 2003. Abaxial and adaxial stomatal density, stomatal conductances and water status of bean primary leaves as affected by paclobutrazol. *Biologia Plantarum*, 47: 215–220
- Valkama E., Salminen J.P., Koricheva J., Pihlaja K. 2004. Changes in Leaf Trichomes and Epicuticular Flavonoids during Leaf Development in Three Birch Taxa, *Annals of Botany* 94: 233–242
- Voleníková M., Tichá I. 2001. Insertion profiles in stomatal density and sizes in *Nicotiana tabacum* L. plantlets. *Biologia Plantarum*, 44: 161–165
- Wagner GJ. 1991. Secreting glandular trichomes: more than just hairs. *Plant Physiology* 96: 675–679.
- Wagoner, S., 1975. Leaf cuticular and morphological variations in *Plantago lanceolata* as indicators of environmental pollution. *Tennessee Academy of Science* 50, 79–83
- Werker E, Putievsky E, Ravid U, Dudai N, Katzir I. 1993. Glandular hairs, secretory cavities, and the essential oil in developing leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). *Annals of Botany* 71: 43–50.
- Woodward, F.I.; Kelly, C.K. 1995. The influence of CO2 concentration on stomatal density. *New Phytologist*, 131: 311- 327