

TILIA SP. - POLLUTION INDICATOR AND ITS BEHAVIOUR IN URBAN HABITAT

Denis IENCIU, Adina-Daniela DATCU

West University of Timisoara, Faculty of Chemistry, Biology, Geography, Department of Biology-Chemistry, Pestalozzi 16, Timișoara

*Corresponding author e-mail: denis.ienciu00@e-uvf.ro

Received 9 January 2020; accepted 2 June 2020

ABSTRACT

This paper purpose is to review the existing literature on habitat quality assesment using trees, with a special attention to lindens. Trees are easy to use in biomonitoring studies due to the fact that they are common in cities. Biomonitoring through plant species is advanageous because is cheap and can be realized quite quickly. There are some known parameters widely utilized for this domain. In recent years, there were noumerous investigations on mineral content from above or inside leaves. Epicuticular wax is also of interest because it can accumulate pollutants. Also, there are morphometric, gravimetric or physiological indices commonly used. Moreover, pathogens attacks are quantified. Tilia is a common genus in parks or urban green areas. In Romania already exist studies which demonstrated its utility in biomonitoring. These species are also rich in bioactive compounds and a source for honey.

KEYWORDS: bioaccumulation, biomonitoring, habitat quality, urban

Poluarea în mediul urban a crescut exponențial în ultimii ani datorită utilizării la scară largă a combustibililor fosili. Arderea acestora determină eliberarea în atmosferă a unor cantități impresionante de dioxid de carbon, dar și de monoxid de carbon, dioxid de sulf, oxizi de azot și diverse pulberi (Xie et al, 2017). Dockery et al. (1993) au corelat pentru prima dată moralitatea cauzată de cancer și afecțiuni cardiopulmonare cu unii poluanți atmosferici, în special particulele în suspensie. De atunci, s-au publicat numeroase lucrări ce tratează efectele adverse ale poluanților atmosferici asupra sănătății umane, plecându-se de la simptome subclinice până la afecțiuni precum astmul, cancerul pulmonar, nașteri premature sau mortalitate infantilă (Suresh et al. 2000; Janssen et al, 2002; Wilhelm & Ritz, 2003; O'Neill et al, 2004; Preutthipan et al. 2004). Arborii sunt adesea folosiți în studii de biomonitorizare a calității habitatului urban. Într-un context în care mai mult de jumătate din populația lumii trăiește în orașe (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2012), arborii din zonele urbane au o valoare deosebită pentru un oraș, performanța și estetica lor fiind benefice pentru climă și populația umană. Prin furnizarea de servicii ecosistemice cum

ar fi răcirea prin evaporare (Shashua-Bar & Hoffman, 2003) și umbrirea (Akbari et al, 2001), arborii din zonele urbane sunt un element central în planificarea spațiilor verzi. Înainte de plantarea arborilor, peisagiștii trebuie să ia în considerare greutatea acestora, efectele asupra mediului înconjurător specific și viitoarea lor creștere. Totuși, plantarea arborilor în zonele urbane întâmpină restricții dure datorită influențelor diverse care includ limitarea volumului rădăcinii (Day et al, 1995; Grabosky & Bassuk, 1995), nivelul de compactare al solului (Beatty & Heckman, 1981; Day et al. 1995), temperatura înaltă (Akbari et al, 2001; Kjelgren & Clark, 1992). Arborii urbani depozitează carbon (Novak & Crane, 2002), reduc scurgerea apelor pluviale (Boulard & Hunhammar, 1999) și filtrează poluanții (Novak et al, 2013).

Familia Tiliaceae cuprinde mai mult de 60 de specii răspândite în zonele temperate și subtropicale din Emisfera Nordică. Tiliaceaele conțin arbori care cresc 35 m în înălțime și 1 m în diametru, cu lemn alb și moale. Florile parfumate, de culoare galbenă sau albă sunt legate prin bractee foliare pedunculate în inflorescențe (Martinez et al, 2009). Florile sunt hermafrodite și actinomorfe, fiind dispuse pe tipul 5, având de asemenea sepalele și petalele libere. Staminele sunt numeroase, unite prin baza filamentelor în 5 fascicule. Gineceul este superior pentacarpelar, iar fructul este de tip achenă (Săvulescu et al, 1958). Pedunculul inflorescenței concrește cu o hipsofilă alungită. Frunzele așezate distih, sunt lung pețiolate, cordiforme, rotund ovate sau ovate, sunt adesea asimetrice. La vârf sunt acute, la bază cordate sau oblic trunchiate, iar pe margini sunt mucronat serate sau crenat serate și prezintă o nervațiune pseudopalmată (Săvulescu et al, 1958).

Multe investigații își propun să gestioneze numeroase boli prin descoperirea de noi efecte ale plantelor medicinale. În plus, diverse părți ale plantelor medicinale au fost utilizate pentru extragerea și izolarea compușilor bioactivi care au multe acțiuni farmaceutică. Studiile au arătat că plantele medicinale joacă un rol important împotriva multor boli (Eberhardt et al, 2000; Bazzano et al, 2002; Del Rio et al, 2013). În medicina tradițională, florile de *Tilia cordata* sunt utilizate pe scară largă pentru tratamentul febrei și anxietății. Florile conțin taninuri, uleiuri volatile și flavonoide (Bradley, 1992). Studiile recente au arătat că există o activitate antioxidantă puternică (Vinha et al, 2013). Screeningul fitochimic al părților aeriene de *Tilia cordata* a arătat prezența carbohidraților, saponinelor, taninurilor, flavonoidelor, terpenelor și cumarinelor (Rashed et al, 2016)

Genul *Tillia* L. aparține familiei Tiliaceae. Este reprezentat de specii importante de arbori economici și ecologici (Sezekely & Silivasan, 2010; Ivanov et al, 2014). *Tillia platyphyllos* este important ca arbore ornamental și este frecvent utilizat de silvicultura urbană în străzi și parcuri (Radaglou et al,

2008). Numeroase specii de arbori au fost utilizate pentru a testa și apoi evidenția interacțiunea dintre plantele din habitatul urban și calitatea acestuia (Ianovici et al, 2015; Ianovici et al, 2017). Cuantificarea bioacumulării foliare arată ca arborii din genul *Tilia* au cea mai mare capacitate de acumulare pentru zinc, ceea ce înseamnă ca toate frunzele pot fi utilizate ca agenți de biomonitorizare pentru acest element (Oroian et al, 2012). Factorii de îmbogățire a elementelor toxice au fost considerabil ridicați în praful depus pe suprafața frunzelor de *Tilia* (Braun et al, 2007).

Speciile din genul *Tilia* au fost folosite ca biomonitori pentru oligoelementele din mediile urban și industrial, dar și pentru o scară largă de alte testări (Bargagli, 1998). Obiectivul acestor studii a fost evaluarea acumulării de oligoelemente în frunzele arborilor des întâlniți din acest tip de habitat, respectiv reprezentanți ai genului *Tilia* (Baycu et al, 2006). Extractele din nectar și din miere de tei conțin hidrocarburi, acizi și compuși aromatici (Naef et al, 2004). Compușii terpenoizi, dehidroaromadendrenul și germacrenul D, β -cubebenul și ciclicenul au fost descoperiți în rădăcina de *Tilia americana* prin gaz cromatografie cuplată cu spectrometrie de masă (Menotta et al, 2004).

Arborii din genul *Tilia*, în special *Tilia cordata*, sunt cele mai populare foioase în mediul urban și una dintre speciile favorite în orașele și parcurile din vestul, nordul și centrul Europei (Buhler et al, 2007; Sjöman & Nielson, 2010; Sjöman et al, 2012; Cekstere & Oswalde, 2013).

Din punct de vedere al utilizării în biomonitorizare, un astfel de studiu a fost realizat utilizând frunze de *Aesculus hippocastanum* și *Tilia tomentosa* L., în decursul mai multor sezoane de vegetație. Frunzele au fost prelevate cu ajutorul unei foarfece din oțel inoxidabil, de la aproximativ 2m înălțime. Cinci sub-probe au fost prelevate la întâmplare de pe toate părțile coroanei. Au fost analizate conținuturile de elemente chimice, respectiv Cr, Fe, Ni, Cu, Zn și Pb prin spectrometrie (Mijic et al, 2010). Acumularea sezonieră a zincului a fost crescută în cazul frunzelor de *A. hippocastanum*, da nu și în frunzele de *Tilia* sp. Tendințele de acumulare sezonieră a elementelor în frunze, denumite adesea biomonitori cumulativi, sunt bine cunoscute în literatura de specialitate și raportate pentru multe specii de plante (Kim & Fergusson, 1994; Bargagli, 1998; Piczak et al, 2003). Astfel, o variație în acumularea sezonieră de Cu și Zn în unele probe de frunze de *A. hippocastanum* și *Tilia* sp. se poate datora unui rol fiziologic al acestor elemente de constituenți esențiali ai țesutului vegetal. Se consideră că remobilizarea de Cu la părțile nesenescente are loc înainte de senescentă și are loc căderea frunzelor (Drossopoulos et al. 1996). Rezultatele obținute pentru Pb, ca metal neesențial, au fost în concordanță cu o ipoteză conform căreia sechestrarea pasivă a metalelor toxice a fost atinsă

în frunzișul ajuns la senescentă ca proces de detoxifiere (Aznar et al. 2009). Pentru a evalua originea antropică a elementelor din frunze, factorii de îmbogățire au fost calculați după metoda lui Mason (1966). Cea mai mare îmbogățire a fost afișată pentru Pb, comparativ cu Zn și Cu, indicând originea lor antropică (Rajsic et al., 2008). Cel mai mic factor de creștere a fost obținut pentru Cr și Ni și nu au existat variații semnificative pe parcursul anotimpurilor de vegetație (Pacyna et al. 2007).

Pentru un alt studiu, au fost selectați arborii de *Tilia cordata* pentru evaluarea unor parametri morfologici de-a lungul a 6 străzi unde traficul este intensiv și în zone de agrement mai puțin poluate. Într-o zonă economico-industrială s-a observat un impact semnificativ asupra calității mediului deoarece acolo se află întreprinderile din domeniul ingineriei chimice, a materialelor de construcții și industria alimentară, care sunt surse de poluare. Pe de altă parte, au fost determinată inclusiv prezența fungilor patogeni din tulpini, frunze și ramuri de *Tilia*. Fungii au fost identificați după simptomele bolii și caracteristicile morfologice. Agenții patogeni au fost izolați din frunze sau bucăți de lemn și au fost identificați pe baza caracteristicilor lor morfologice (Sinclair & Lyon, 2005). Arborii de *Tilia cordata* din mediul orașului Vilnius sunt afectați în cea mai mare parte de frunze care provoacă pete pe frunze, mucegaiul și uscarea ramurilor. Cele mai frecvente specii întâlnite sunt *Letoxyphium fumago*- agent provocator de mucegai, *Mycosphaerella millegrana* și *Apiognomonina errabunda*- agent de pătare a frunzelor. De-a lungul investigației 1587 de arbori din 3568 au fost distruși de boli provocate de fungi în 2005 (Stravinskiene et al. 2015).

Efectele stresului atmosferic asupra stării de sănătate a arborilor, inclusiv a celor din zone urbane, au fost raportate de mulți cercetători (Cherubini et al. 2002; Stravinskiene, 2010; Cekstere & Oswalde, 2013). Defolierea coroanei și decolorarea frunzelor arborilor urbani, în majoritatea cazurilor sunt rezultatele rezoluției aeriene și daunelor cauzate de boala fungică. Arborii stradali sunt o componentă importantă a ecologizării urbane, iar starea lor poate fi considerată indicatorul calității mediului înconjurător și poate servi de asemenea ca monitor natural. Parametrii morfologici ai acestor arbori sunt de fapt acele teste de diagnostic biologic pentru evaluarea stării de sănătate a arborelui și a vitalității lui (Ozolincius & Stakenas, 2001; Cherubini et al. 2002). Defolierea coroanei datorate unei boli fungice și prezența insectelor devine mai întâi vizibilă în transparența coroanei, în timp ce o reacție de creștere a tulpinii are loc cu întârziere (Dobbertin, 2005). Un studiu a vizat testarea calității mediului ambiant utilizând florile de *Tilia cordata* (Nivinskienė et al. 2007). Doi arbori proveneau din habitate curate ecologic (A, B), un altul creștea într-o zonă verde (C), iar ceilalți trei proveneau de pe un

trotuar acoperit (D, E, F). Uleiurile esențiale din florile de tei au fost obținute prin hidrodistilare. Toate uleiurile esențiale au conținut peste 250 de constituenți. 169 de compuși au fost identificați și au cuprins 73,4 – 97,7% din uleiuri. Uleiurile esențiale studiate din habitatele curate (arborii A și B) au conținut 97 din acești compuși, în timp ce uleiurile din zonele poluate (arborii C, D, E, F) conțineau doar 29 din aceiași compuși. Uleiurile din localitățile poluate conțineau doar 20,6 – 27,7% de compuși oxigenați, în timp ce uleiurile din habitatele curate (A și B) au inclus 47,3 – 55% din compuși.

O altă lucrare a adus în atenție o comparare a diverselor tehnici de extracție și izolare a unor polifenoli din inflorescențele de *Tilia*. Există diverse metode pentru obținerea acestor compuși, precum macerarea cu n-hexan, acetat de etil (Herrera-Ruiz et al. 2008; Nogueron-Merino et al. 2015) sau soluția apoasă de etanol (Herrera-Ruiz et al. 2008), extracție în metanol apos (Kim et al., 2012), extracție folosind agitare magnetică și 60% metanol apos ca extractant (Majer et al. 2014) sau extracție la temperatura camerei cu 50% metanol apos (Tocker et al. 2001). Pentru un alt studiu s-a efectuat analiza HPLC cu scopul de a identifica și cuantifica compușii fenolici din extracte de tei. Au fost identificați mai mulți compuși, printre care quercetina, astragalina, rutina (Oniszczyk et al., 2014).

CONCLUZII

Biomonitorizarea calității habitatului urban prezintă o importanță deosebită deoarece atmosfera din acest mediu se încarcă cu diferiți compuși care au efect asupra sănătății oamenilor. Speciile din genul *Tilia* au fost folosite ca biomonitori pentru oligoelementele din mediul urban și industrial. Mai multe investigații își propun să gestioneze multe boli prin descoperirea comportamentului plantelor în mediul urban. De asemenea, există numeroase studii care pentru diverși arbori, precum de *Tilia cordata* s-a constatat și o activitate antioxidantă puternică. Au fost de interes și determinările de metale (Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn). Astfel, s-au observat variații a diversilor parametri, atât în cazul plantelor ierboase, cât și a celor lemnoase. Arborii din genul *Tilia* sunt găsiți adesea în mediile urbane și astfel pot fi utilizați ca monitori naturali.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- Akbari H., Pomerantz M., Taha H. 2001. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar energy* 70: 295-310.
- Aznar J.C., Richer-Lafleche M., Begin C., Begin Y. 2009. Lead exclusion and copper translocation in black spruce needles. *Water Air Soil Pollut.*, 203(1-4): 139-145.
- Bargagli R. 1998. Trace Elements in terrestrial Plants: An Ecophysiological Approach to Biomonitoring and Biorecovery, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, NY, p. 324.

IENCIU & DATCU: *Tilia* sp. - pollution indicator and its behaviour in urban habitat

- Baycu G., Tolunay D., Ozden H., Sureyya G. 2006. Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. *Environ. Pollut.* 143: 545-554.
- Bazzano L.A., He J., Ogden L.G., Loria C.M., Vupputuri S., Myers L., Whelton P.K. 2002. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: The first national health and nutrition examination survey epidemiologic follow-up study. *Am. J. Clin. Nutr.* 76: 93-99.
- Beatty R.A., Heckman C.T. 1981. Survey in the urban tree programs in the United States. *Urban Ecol.* 5: 81-102.
- Bradley P. 1992. *British Herbal Compendium*. ed1, British Herbal Medicine Association, p. 239.
- Braun M., Margitai Z., Tôtha., Leermakers M. 2007. Environmental monitoring using linden tree leaves as natural traps of atmospheric deposition: a pilot study in Transilvania, Romania. *AGD Landscape & Environment.* 1 (1): 24-35.
- Buhler O., Kristoffersen P., Larsen S.U. 2007. Growth of street trees in Copenhagen with emphasis on the effect of different establishment concepts. *Arboric. Urban. For.* 33: 330-337.
- Cekstere G., Oswalde A. 2013. A study of chemical characteristics of soil in relation to street trees in Riga (Latvia). *Urban For. Urban Green.* 12: 69-78.
- Cherubini P., Fontana G., Rigling D., Dobbertin M., Brang P., Ines J.L. 2002. Tree-life of history prior to death: two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently. *J. Ecol.* 90: 839-850.
- Ciocârlan V. 2000. *Flora ilustrată a României*, Ed. Ceres, București, p. 1138
- Day S.D., Bassuk N.L., van Es H. 1995. Effects of four compaction remediation methods for landscape trees on soil aeration mechanical impedance and tree establishment, *J. Arboricult.* 22: 144-150.
- Del Rio D., Rodriguez-Mateos A., Spencer J.P.E., Tognolini M., Borges G., Crozier A. 2013. Dietary (poly) phenolics in human health: Structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxid. Redox Signal.* 18: 1818–1892.
- Dockery D.W., Pope C.A., Xu X., Spengler J.D., Ware J.H., Fay M.E., Ferris B.G., Speizer F.E. 1993. An association between air pollution and mortality in six US cities. *N Engl J Med.* 329: 1753–1759.
- Drossopoulos B., Kouchaji G., Bouranis D. 1996. Seasonal dynamics of mineral nutrients and carbohydrates by walnut tree leaves. *J. Plant Nutr.* 19: 493-516.
- Eberhardt M.V., Lee C.Y., Liu R.H. 2000. Antioxidant activity of fresh apples. *Nature.* 405: 903–904.
- Grabosky J., Bassuk N.L. 1995. A new urban tree soil to safely increase rooting volumes under sidewalks. *J. Arboricult.* 21: 187-201.
- Herrera-Ruiz M., Ramos R.R., Zamlip A., Tortoriello J., Jimenez-Ferrer J.E. 2008. Flavonoids in *Tilia americana* with anxiolytic activity in plus-maze test. *J. Ethnopharmacol.* 118: 312-317.
- Ianovici N., Vereș M., Catrina R.G., Pîrvulescu A.-M., Tănase R.M., Datcu A.D. 2015. Methods of biomonitoring in urban environment: leaf area and fractal dimension. *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology* 18(2): 169-178.
- Ianovici N., Latiș A., Rădac A. 2017. Foliar traits of *Juglans regia*, *Aesculus hippocastanum* and *Tilia platyphyllos* in urban habitat. *Romanian Biotechnological Letters* 22(2): 12400-12408.
- Ivanov P., Loghin C., Enescu C.M. 2014. Morphological differentiation between Romanian lime species (*Tilia* spp.): a case study. *Bulletin of the Transilvania University of Brașov, Series II: Forestry • Wood Industry • Agricultural Food Engineering.* 7 (56): 21-28
- Janssen N.A.H., Schwartz J., Zanobetti A., Suh H.H. 2002. Air conditioning and source-specific particles as modifiers of the effect of PM10 on hospital admissions for heart and lung disease. *Environ Health Perspect* 110: 43–49.

- Kim K.H., Moon E., Kim S.Y., Choi S.U., Lee K.R. 2012. Lignan constituents of *Tilia amurensis* and their biological evaluation on antitumor and anti-inflammatory activities. *Food Chem. Toxicol.* 50: 3680-3686.
- Kim N.D., Fergusson J.E. 1994. Seasonal variation in the concentrations of cadmium, copper, lead and zinc in leaves of the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.). *Environ. Pollut.* 86: 89-97.
- Kjølgren R.K., Clark J.R. 1992. Microclimates and Tree Growth in Tree Urban Spaces. *J. Environ. Hortic.* 10: 139-145.
- Majer P., Neugart S., Krumbein A., Schreiner M., Hideg E. 2014. Singlet oxygen scavenging by leaf flavonoids contributes to sunlight acclimation in *Tilia platyphyllos*. *Environ. Exp. Bot.* 100: 1-9.
- Martínez M.L., Gozáles-Trujano M.E., Aguirre-Hernández, E., Moreno, J., Soto-Hernández M., López-Munoz F.J. 2009. Antinociceptive of *Tilia americana* var. Mexicana inflorescences and quercetin in the formalin test and in an arthritic pain model in rats. *Neuropharmacology* 56: 564-571.
- Menotta M., Gioacchini A.M., Amicucci A., Buffalini M., Sisti D., Stocchi V. 2004. Rapid communications in mass spectrometry 18: 206
- Mijic Z., Stojic A., Perisic M., Rajsic S., Tasivc M., Radenkovic M., Joksic J. 2010. Seasonal variability and source apportionment of metals in the atmospheric deposition in Belgrade. *Atmos. Environ.* 44: 3630-3637.
- Naef R., Jaguier A., Velluz A., Bachofen B. 2004. From the Linden Flower to Linden Honey – Volatile Constituents of Linden Nectar, the Extract of Bee-Stomach and Ripe Honey. *CHEMISTRY & BIODIVERSITY* 1: 1870-1879.
- Nivinskienė O., Butkienė R., Gudalevič A., Mockutė D., Meškauskienė V., Grigaliūnaitė B. 2007. Influence of urban environment on chemical composition of *Tilia cordata* essential oil. *CHEMIJA* 18(1): 44-49.
- Nogueron-Merino M.C., Jimenez-Ferrer J.E., Roman-Ramos R., Zamlip A., Tortorilloa J., Herrera-Ruiz M. 2015. Interaction of a standardized flavonoid fraction from *Tilia americana* with Serotonergic drugs in elevated plus-maze. *J. Ethnopharmacol* 164: 319-327.
- O'Neill M.S., Loomis D., Borja-Aburto V.H. 2004. Ozone, area social conditions, and mortality in Mexico City. *Environ Res* 94: 234-242.
- Oniszcuk A., Podgorski R., Oniszcuk T., Zukiewies-Sobczak W., Nowak R., Waksmundzka-Hajnos M. 2014. Extraction methods for the determination of phenolic compounds from *Equisetum arvense* L. herb. *Ind. Crops Prod.* 61: 377-381.
- Oroian I. GH., Covrig I, Viman O., Odagiu A., Burduhos P., Milășan A., Șulea C. 2012. Testing Biomonitoring Capacity of Trees from Urban Areas. A Case Study: Cu, Cd, Pb, Zn Pollution in Cluj - Napoca, Reflected by Foliar Accumulation of Five Species Located within Intense Traffic Area. *Note 1. Results Recorded in 2010. Pro Environment.* 5: 195-199.
- Ozolincius R., Stakenas V. 2001. Effects of air pollution and droughts on forest condition in Lithuania. *Biologija* 2: 99-101.
- Pacyna E.M., Pacyna J.M., Fudula J., Strzelecka-Jastrzab E., Hlawiczka S., Panasiuk D. 2007. Current and future emissions of selected heavy metals to the atmosphere from anthropogenic sources in Europe. *Atmos. Environ.* 41: 8557-8566.
- Piczak K., Lesniewicz A., Zyrmichi A. 2003. Metal concentrations in deciduous tree leaves from urban areas in Poland. *Environ. Monit. Assess.* 86: 273-287.
- Preutthipan A., Udomsuppayakul U., Chaisupamongkollarp T., Pentamwa P. 2004. Effect of PM10 pollution in Bangkok on Children with and without asthma. *Pediatr Pulmonol* 37: 187-192.
- Radoglou K, Dobrovolska D, Spyroglou G, Nicolescu VN. 2008. A review on the ecology and silviculture of limes (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop. and *Tilia tomentosa* Moench.) in Europe. 29 pp. <http://www.valbro.uni-freiburg.de/>

IENCIU & DATCU: *Tilia* sp. - pollution indicator and its behaviour in urban habitat

- Rashed K., Medda R., Spano D., Pintus F. 2016. Evaluation of antioxidant, anti-tyrosinase potentials and phytochemical composition of four Egyptian plants. *Int. Food Res. J.* 23(1): 316-321.
- Sashua-Bar L., Hoffman M.E. 2005. Geometry and orientation aspects is passive cooling of canyon streets with trees, *Energy build*, 35: 61-68.
- Săvulescu T., Beldie A., Grințescu G., Gușuleac M., Morariu I., Nyarady A., Nyarady E.I., Paucă A., Răvăruț M., Șerbănescu I., Todor I., Țopa E. 1958. *Flora Republicii Populare Române*. Vol. VI, Editura Academiei Republicii Populare Române, p. 676.
- Sinclair W.A., Lyon H.H. 2005. *Disease of Trees and Shrubs*. Cornell University Press. London.
- Sjomann H., Nielsen A.B. 2010. Selecting trees for urban paved cities ed in Scandinavia a revive of information on stress tolerance and its relation to the requirements of tree planners. *Urban For. Urban Green.* 9: 281-293.
- Sjomann H., Ostberg J., Buhler O. 2012. Diversity and distribution of the urban tree population in ten major nordic cities. *Urban For. Urban Green.* 11: 31-39.
- Suresh Y., Sailaja Devi M.M., Manjari V., Das U.N. 2000. Oxidant stress, antioxidants, and nitric oxide in traffic police of Hyderabad, India. *Environ Pollut* 109: 321-325.
- Szekeley G., Silivasan M. 2010. Small leaved and large leaved Lime trees in the parks of Timisoara. *Journal of Horticulture. Forestry and Biotechnology* 14(3): 157-160.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population division, *World Urbanization prospects the 2011 Revision*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs. 2012. Population division, Press release, New York.
- Vinha A.F., Sérgio V.P.B., Ana C., Marisa M. 2013. Comparison Between the Phytochemical and Antioxidant Properties of Plants Used in Plant Infusions for Medicinal Purposes. *J. Agric. Sci.* 5(11): 11-19.
- Wilhelm M., Ritz B. Residential proximity to traffic and adverse birth outcomes in Los Angeles County, California, 1994–1996. *Environ Health Perspect* 2003;111:207– 16.
- Xie X., Semanjski I., Gautama S, Tsiligianni E., Deligiannis N., Rajan R.T., Pasveer F., Philips W. 2017. A Review of Urban Air Pollution Monitoring and Exposure Assessment Methods, *Int. J. Geo-Inf.* 6: 389.