

## HUMAN STRESS and TREES IN THE URBAN ENVIRONMENT

**Cristina VOIA, Andreea-Florentina ROȘU\*, Alexandra-Maria BURTA, Elena-Florentina MOALFĂ**

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

\*Corresponding author e-mail: andreea.rosu98@e-uvt.ro

Received 30 May 2020; accepted 5 June 2020

### ABSTRACT

*The literature describes a positive relationship between seeing plants and human well-being. The studies demonstrated that the total number of trees has a strong negative relationship with neighborhood stress and a positive relationship with self-reported health. The results suggest that moderation of stress is one of the factors that underlies the beneficial consequences of exposure to green vegetation on inner-city blocks.*

**KEYWORDS:** *urbanization, human health, trees, urban forestry, urban greening*

### INTRODUCERE

Populația lumii este în continuă creștere și migrația către zonele urbane vor redistribui populația Pământului într-un mod care va afecta sistemele naturale și interacțiunile dintre mediile urbane și populații (Torrey, 2004). Oamenii își modifică mediul prin consumul de alimente, energie, apă. La rândul său, mediul urban poluat afectează sănătatea și calitatea vieții populației urbane (Ianovici et al. 2013; Ianovici et al. 2015). Urbanizarea rapidă este adesea însoțită de degradarea mediului (de exemplu, poluarea aerului, efectele insulelor termice, eroziunea solului, pierderea habitatului și a vieții sălbatice, creșterea emisiilor de carbon, a nivelului de zgomot etc.), care afectează sănătatea umană, calitatea vieții și bunăstarea (Gurjar et al. 2008; Roy et al. 2012). Aceste efecte pot fi agravate de schimbările climatice globale, necesitând un răspuns urgent. Eforturile de îmbunătățire a vieții umane reprezintă obiective la nivel global și necesită măsuri de acțiune care vizează condițiile de mediu, economice și sociale pentru persoanele și comunitățile urbane (FAO, 2016). Acțiuni urgente și parteneriate noi sunt necesare pentru a lucra la soluții pentru durabilitate și bunăstarea oamenilor și a mediului în zonele urbane (Ianovici, 2016; Cavender & Donnelly, 2019).

Pădurea urbană include suma tuturor copacilor care cresc în medii comunitare extrem de modificate, unde oamenii sunt principalii factori de influență și perturbare (Escobedo et al. 2011). Pădurea urbană cuprinde copaci atât pe proprietatea publică cât și pe cea privată, inclusiv arbori

individuali de-a lungul străzilor și în curți (Nowak et al. 2001). Silvicultura urbană a fost definită ca „arta, știința și tehnologia de gestionare a arborilor, pădurilor și sistemelor naturale din orașe și suburbii pentru sănătatea și bunăstarea tuturor oamenilor” (Helms, 1998). Ecologizarea urbană, cu accent pe îmbunătățirea longevității și sănătății copacilor din pădurile urbane, poate crește nivelul condițiilor de viață ale zonelor metropolitane (Endreny, 2018).

Copacii îmbunătățesc mediul, economisesc bani și îmbunătățesc viața oamenilor. Pădurile urbane sunt componente critice ale infrastructurii. Arborii urbani reduc poluarea aerului, eliminând un sfert de particule dăunătoare și compensând emisiile de carbon prin stocarea carbonului (Schwab, 2009; McDonald et al., 2016). Acestea atenuează poluarea apei prin reducerea scurgerii apelor fluviale (McPherson et al., 2005). De asemenea, acestea oferă multe beneficii pentru sănătatea oamenilor. Vizualizarea copacilor este corelată cu ADHD (tulburare de hiperactivitate cu deficit de atenție) mai puțin pronunțat la copii și violență redusă în comunitățile de locuințe publice (cu 25% mai puține incidente) dar și cu 23% mai puține zile de îmbolnăvire la angajați (Donovan, 2017; Bengston & Dockry, 2014).

În pădurea urbană, copacii mai mari și mai maturi, cu coroanele lor mai complete și suprafețele frunzelor, asigură mai multă stocare de carbon, beneficii economice și alte servicii ecosistemice decât arborii mai mici (Díaz-Porrás et al. 2014; Lindenmayer & Laurance, 2017; Stephenson et al. 2014; Wolf, 2005). Copacii maturi oferă mai multă umbră oamenilor și mai mult habitat și hrană pentru speciile de animale (Remm & Löhmus, 2011; Stagoll et al. 2012). Oamenii preferă, în general, vederea copacilor înalți și favorizează copacii mari de-a lungul străzilor și în cartiere (Blicharska & Mikusiński, 2014). Copacii mari și maturi oferă infrastructura cheie pentru orașele verzi și oferă cele mai multe avantaje. Cu toate acestea, aceștia se confruntă cu cele mai multe amenințări (Ilanovici et al, 2010; Lindenmayer et al. 2012).

Copacii se confruntă cu condiții dificile și deseori extreme în medii construite care le limitează capacitatea de a atinge maturitatea, compromițând beneficiile oferite mediului și oamenilor. Simpla plantare a copacilor nu echivalează cu o creștere a acoperirii lor pe termen lung (Roman et al. 2014). Copacii se confruntă cu o serie complexă de factori stresanți care îi împiedică adesea să își realizeze potențialul biologic în ceea ce privește forma, sănătatea și durata de viață (Jim, 2005; Ilanovici et al, 2017). O mare parte din acest stres provine de sub pământul din sol și din sistemul de rădăcini. Rădăcinile sunt adesea constrânse de proprietățile străine fizice, chimice și biologice ale solurilor urbane (Watson et al. 2014). Copacii care cresc în medii construite trebuie să se confrunte cu o limitare a luminii soarelui, cu creșterea poluării aerului cauzată de vehicule și spațiul limitat pentru creșterea coroanei

datorită prezenței clădirilor și utilităților. În plus, pe măsură ce temperaturile medii globale urcă și modelele climatice se schimbă, copacii se confruntă cu presiuni crescute de dăunători, boli și plante invazive (Mainka & Howard, 2010; Ianovici et al, 2012). Pentru a realiza beneficiile depline ale pădurilor urbane, a ameliora efectele unei populații urbane în creștere și a planifica un viitor mai bun, oamenii trebuie să intervină și să ia măsuri strategice. Este necesară o mișcare globală pentru a recunoaște importanța copacilor. Oamenii au multe de câștigat din investirea resurselor în copaci, dar este nevoie de mai multă atenție și resurse. Copacii au o viață îndelungată și au nevoie de timp pentru a se maturiza, așa că nu trebuie să așteptăm pentru a acționa (McDonald et al., 2016).

Prima prioritate ar trebui să fie protejarea copacilor existenți, deoarece aceștia oferă cele mai imediate beneficii. Politicile și reglementările de protecție la nivel local, regional și național sunt necesare pentru a reglementa și promova protecția arborilor existenți, în special a celor cu valoare mare sau istorică. Pierderea economică, de mediu, socială și culturală este enormă de fiecare dată când un copac matur este eliminat. Este nevoie de mai mult angajament civic, susținere și protecție legală. Cele mai de succes politici guvernamentale de protecție a copacilor se bazează pe un plan solid de gestionare a pădurilor comunitare, care include un inventar forestier, o direcție strategică clară și sprijinul profesioniștilor. Autorizațiile ar trebui să fie necesare pentru eliminările semnificative de arbori și ar trebui oferite stimulente proprietarilor privați care plantează în mod proactiv copaci pe proprietatea lor. Procedurile și îndrumările privind plantarea, îngrijirea copacilor, protecția copacilor, păstrarea moștenirii, eliminarea copacilor, înlocuirea și controlul speciilor invazive sunt esențiale (Crocker et al, 2019).

Lipsește diversitatea și structura de vârstă în pădurile urbane, în special în componenta arboretelor stradale. Adesea, doar trei-cinci genuri domină zonele urbane (50 - 70% din toți copacii stradali) (Pauleit et al. 2002). Deoarece diversitatea de vârstă este de asemenea limitată, arborii care oferă beneficii pentru o suprafață mare, pot eșua sau trebuie să fie eliminați în același timp, iar beneficiile nu pot fi recuperate în zeci de ani. Dăunătorii și bolile sunt amenințări pentru copacii urbani, în special în condițiile unei schimbări climatice și va fi din ce în ce mai important să fie utilizată o paletă de arbori mai diversificată pentru atenuarea riscului concentrat și pentru îmbunătățirea rezistenței. O aplicare mai mare a cunoștințelor horticole este necesară pentru a îmbunătăți criteriile de selecție a speciilor, în special într-un climat în schimbare. În primul rând, este necesară o înțelegere a compoziției pădurii urbane pentru a putea dezvolta strategii solide pentru îmbunătățirea diversității speciilor și a structurii vârstei. În al doilea rând, mai multe evaluări și

monitorizări sunt necesare (Ilanovici *et al.*, 2008; Ilanovici *et al.*, 2009; Ilanovici *et al.*, 2015b; Ilanovici *et al.*, 2020). O zonă particulară care are nevoie de o atenție îmbunătățită este peisajul de sub sol. În prezent, se cunosc mai multe despre solurile și creșterea rădăcinilor și despre ceea ce este necesar sub pământ pentru creșterea cu succes a copacilor, dar aceste cunoștințe trebuie puse în practică (Watson *et al.* 2009; Watson *et al.* 2019).

Grădinile botanice pot fi resurse excelente pentru selectarea îmbunătățită a plantelor (Hirons & Sjöman, 2019). Botanic Gardens Conservation International (BGCI) definește grădinile botanice ca „instituții care dețin colecții documentate de plante în scopuri de cercetare științifică, conservare, afișare și educație”. Un arboretum este un tip de grădină botanică, care este specializată în copaci. Rolul grădinilor botanice s-a schimbat și extins de-a lungul timpului. Grădinile botanice sunt în fruntea organizațiilor angajate în promovarea conservării plantelor și a habitatelor acestora, dezvoltarea unor practici durabile de management de mediu, precum și furnizarea de spații verzi unde oamenii se pot reconecta cu natura (Rakow & Lee, 2011). Multe grădini botanice și-au extins arealul, iar altele noi sunt în curs de dezvoltare în întreaga lume. În multe cazuri, grădinile botanice și arboretumurile joacă deja un rol în susținerea pădurilor urbane, funcționând ca spații publice verzi, menținând astfel o parte a pădurii urbane și furnizând beneficii estetice, sociale și de mediu (Ward *et al.* 2010). Cel mai mult, grădinile botanice au excelat în a oferi expertiza (cunoștințe botanice, horticole). Grădinile botanice sunt poziționate pentru a răspunde nevoilor de conservare și durabilitate ale comunităților locale și au o audiență publică în creștere rapidă, cu peste 500 de milioane de vizitatori la nivel mondial în fiecare an. Acestea au un rol important în educație, informare și programe de instruire. Această interacțiune cu publicul aduce o mai bună conștientizare a nevoilor prezente și provocărilor pentru sustenabilitatea viitoare, creează sprijin și stimulează acțiunile necesare în cadrul comunităților.

## **STUDIUL DE CAZ: RELAȚIA DINTRE ARBORI ȘI STRES ÎN MEDIUL URBAN**

De-a lungul timpului, literatura de specialitate a descris o relație pozitivă între prezența spațiului verde și bunăstarea oamenilor. Beneficiile pe care prezența arborilor le-a adus în mediul urban sunt numeroase, însă printre cele mai semnificative se numără: reducerea polenului (Nowak & McPherson 1993), scăderea emisiilor de carbon (Cairns & Meganck 1994), reducerea deranjului fonic (Pathak *et al.* 2007), scăderea ratei criminalității (Donovan & Prestemon, 2010), moderarea temperaturii mediului ambiant (Bolund & Hunhammar, 1999), reducerea comportamentului social negativ (Kuo și

Sullivan 2001a) și afectează bunăstarea individuală și sănătatea publică (Comas et al. 2010).

Roger Ulrich a fost unul dintre cercetătorii care a descris efectul calmant pe care peisajele naturale îl au asupra indivizilor stresați (Ulrich *et al.* 1991). Studiul a fost realizat în anul 1991, iar pentru măsurarea stresului individual s-au analizat parametri de ordin fiziologic, precum: frecvența cardiacă, tensiunea musculară și conductanța pielii.

Townsend și colaboratorii (2016) au realizat un studiu care a presupus examinarea conexiunii dintre copacii amplasați în mediul urban și stres. Studiul s-a realizat în orașul Wilmington, Delaware. Motivele principale pentru care acest oraș a fost obiect de studiu sunt istoria sa rasială problematică și rata ridicată a criminalității. Orașul este format dintr-un procent ridicat de populație afro-americană, respectiv 58%, iar comparativ cu alte orașe de talie mijlocie, în 2012, „a devenit cap de listă în ceea ce privește criminalitatea, depășind 233 de orașe, deținând 1703 crime la 100.000 de rezidenți” (Nelson 2014).

Pentru a realiza corelația între arbori și stresul uman, s-au folosit pe tot parcursul studiului două măsurători de stres, care reflectă aspecte teoretice diferite, respectiv Scala Hassles și Uplifts (HAUS) (DeLongis et al. 1988; Steptoe și Feldman 2001; Agyemang et al. 2007) și Scala de stres perceput (PSS) (Cohen et al. 1983). Scala HAUS măsoară atitudinea respondenților cu privire la situațiile de zi cu zi, oferind o modalitate confortabilă de a evalua evenimentele pozitive și negative care apar în viața fiecărei persoane. Au fost furnizate trei răspunsuri posibile - fără impact, impact ușor și impact mare. PSS prezice simptome psihologice, simptome fizice și comportamente sănătoase bazate pe o scală cu mai multe elemente, cu descriptorii: niciodată, aproape niciodată, uneori, destul de des și foarte des. Au existat trei măsurători diferite de exprimare a cantității de arbori, două măsurători diferite de exprimare a stresului și două măsurători pentru validarea scorului de stres.

Populația participantă la studiu a fost compusă din 62% femei și 38% bărbați. De obicei, femeile au o rată de răspuns mai mare decât bărbații (Smith, 2008) și 51% dintre participanți au deținut studii superioare. Contextul etnic raportat a arătat că aproape jumătate dintre participanții la sondaj erau afro-americani (48%), ceea ce este în concordanță cu diversitatea rasială din Wilmington și șase procente au refuzat să își desemneze etnia. Vârstele medii ale femeilor și ale bărbaților au fost foarte similare (49 și 50 de ani). În urma rezultatelor din sondaje și inventarierea copacilor, s-a demonstrat că numărul total de arbori aflați la baza unui segment urban au o relație negativă semnificativă cu stresul din cartier și o relație pozitivă cu bunăstarea auto-raportată. Totodată, datele sugerează că avantajele peisajului urban provin de la arbori de orice dimensiune în egală măsură, astfel nu este necesar să

așteptăm zeci de ani pentru ca arborii să crească și în final să contribuie la reducerea stresului urban. Pentru administratorii orașului și urbanisti, recunoașterea faptului că ambele tipuri de arbori (atât din zona publică cât și privată) contribuie la efectul pozitiv general asupra unui cartier, are aplicabilitate practică. Arborii stradali oferă o contribuție semnificativă, dar copacii privați cresc substanțial această relație. În cazul în care plantarea copacilor stradali nu este o opțiune viabilă, încurajarea plantării și întreținerii lor în zone private este o soluție alternativă (Townsend et al. 2016).

Îmbunătățirea pădurii urbane reprezintă un efort social mare. Mai multe părți implicate trebuie să se reunească pentru a dezvolta o viziune și obiective care servesc întregii comunități. Planurile ar trebui să includă o înțelegere a condițiilor actuale, o conștientizare a riscurilor pentru ecosistemul forestier urban, o strategie de implicare a parteneriatelor publice și private, o recunoaștere a valorii economice pe care o oferă pădurea urbană și o strategie financiară pentru investiții realiste în timp (Darling et al. 2017). Planificarea urbană ar trebui să includă legi de conservare a copacilor, regulamente de dezvoltare, standarde de proiectare și plantare și dispoziții de întreținere pe termen lung. Îmbunătățirea standardelor de plantare și a practicilor horticole va crește longevitatea pomilor, astfel încât să poată fi obținute beneficii pe termen lung. Oamenii sunt responsabili pentru crearea condițiilor în care copacii vor prospera, vor supraviețui sau vor eșua.

## BIBLIOGRAFIE

- Agyemang C., van Hooijdonk C., Wendel-Vos W., Lindeman E., Stronks K., Droomers M. 2007. The association of neighbourhood psychosocial stressors and self-rated health in Amsterdam, The Netherlands. *Journal of Epidemiology and Community Health* 61(12):1042–1049.
- Barton S.S., Darke R., Schwetz G. 2005. A Plan to Preserve and Enhance the Landscape of the Brandywine Valley Scenic Byway. Delaware Greenways.
- Bengston D, Dockry M.J. 2014. Can trees and humans survive together? *The Futurist*, 34–39.
- Blicharska M., Mikusiński G. 2014. Incorporating social and cultural significance of large old trees in conservation policy. *Conservation Biology*, 28(6), 1558–1567.
- Bolund P., Hunhammar S. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29(2):293–301.
- Cairns M.A., Meganck R.A. 1994. Carbon sequestration, biological diversity, and sustainable development: Integrated forest management. *Environmental Management* 18(January):13–22.
- Cavender N, Donnelly G. 2019. Intersecting urban forestry and botanical gardens to address big challenges for healthier trees, people, and cities. *Plants, People, Planet*, 1:315–322. DOI: 10.1002/ppp3.38
- Cohen S., Kamarck T., Mermelstein R. 1983. A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior* 24(4):385–96.
- Comas S.J., Carr M.A., Alig R.J. 2010. Sustaining America's urban trees and forests. <[https://mi.gov/documents/dnr/Sus-tainingAmericas\\_333340\\_7.pdf](https://mi.gov/documents/dnr/Sus-tainingAmericas_333340_7.pdf)>
- Crocker, E., Condon, B., Almsaeed, A., Jarret, B., Nelson, D., Aboot, A., Staton, M. (2019). TreeSnap: A citizen science app connecting tree enthusiasts and forest scientists. *Plants, People, Planet*. <https://doi.org/10.1002/ppp3.41>

- Darling L., Cusic M., Scott L., Smith C. S. 2017. Increasing the benefits from urban trees while minimizing the costs: lessons learned from the Chicago Region Trees Initiative. *Illinois Municipal Policy Journal*, 2(1), 119–134.
- DeLongis A., Folkman S., Lazarus R.S. 1988. The impact of daily stress on health and mood: Psychological and social resources as mediators. *Journal of Personality and Social Psychology* 54(3):486.
- Díaz-Porras D. F., Gaston K. J. & Evans K. L. 2014. 110 years of change in urban tree stocks and associated carbon storage. *Ecology and Evolution*, 4(8), 1413–1422.
- Donovan G. H. 2017. Including public-health benefits of trees in urbanforestry decision making. *Urban Forestry and Urban Greening*, 22, 120–123.
- Donovan G.H., Prestemon J.P. 2010. The effect of trees on crime in Portland, Oregon. *Environment and Behavior* 44(1):3–30.
- Endreny T. A. 2018. Strategically growing the urban forest will improve our world. *Nature Communications*, 9, 1160. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03622-0>
- Escobedo F. J., Kroeger T., Wagner J. E. 2011. Urban forests and pollution mitigation: analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 2078–2087.
- Gurjar B.R., Butler T.M., Lawrence M. G., Lelieveld J. 2008. Evaluation of emissions and air quality in megacities. *Atmospheric Environment*, 42(7):1593–1606.
- Helms J. 1998. *The Dictionary of Forestry*. Western Heritage Co.
- Hirons A. D., Sjöman H. 2019. Tree species selection for green infrastructure: A guide for specifiers, Issue 1.3. *Trees & Design Action Group*. Retrieved from <http://www.tdag.org.uk/species-selectionfor-green-infrastructure.html>
- Ianovici N. 2015. *Introducere în biomonitorizare*. Caiet pentru practica de teren. Ed. Mirton, Timisoara, 93 p
- Ianovici N. 2016. Methods of biological monitoring in urban conditions: quantification of airborne fungal spores, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 19 (1):87-100.
- Ianovici N., Batalu A., Hriscu D., Datcu AD. 2020. Phytomonitoring study on intra urban variations of leaves of some evergreen and deciduous trees. *Ecological Indicators*. DOI:10.1016/j.ecolind.2020.106313
- Ianovici N., Birsan M.V., Tudorică D., Balița A. 2013. Fagales pollen in the atmosphere of Timișoara, Romania (2000-2007), *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, XVI (2), 115-134
- Ianovici N., Ciocan G.V., Matica A., Scurtu M., Șesan T.E. 2012. Study on the infestation by *Cameraria ohridella* on *Aesculus hippocastanum* foliage from Timișoara, Romania, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, XV (1): 67-80
- Ianovici N., Latis A., Rădac A. 2017. Foliar traits of *Juglans regia*, *Aesculus hippocastanum* and *Tilia platyphyllos* in urban habitat. *Romanian Biotechnological Letters*. 22 (2): 12400-12408
- Ianovici N., Matica A., Scurtu M. 2010. Contribution to the knowledge of leaf galls from Western Romania, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 13: 135-144
- Ianovici N., Novac I.D., Vlădoiu D., Bijan 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., Ștefleă F., Tilică Dondera P. 2008. Date preliminare privind viabilitatea polenului ca bioindicator al calității aerului în Timișoara, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 11: 9-14
- Ianovici N., Tudorică D., Ștefleă F. 2015b. Methods of biomonitoring in urban environment: allergenic pollen in Western Romania and relationships with meteorological variables. *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 18 (2): 145-158.
- Jim C. Y. 2005. Outstanding remnants of nature in compact cities: patterns and preservation of heritage trees in Guangzhou city (China). *Geoforum*, 36(3), 371–385.
- Kuo F.E., Sullivan W.C. 2001a. Environment and crime in the inner city: Does vegetation reduce crime? *Environment and Behavior* 33(3):343–367.
- Lindenmayer D. B., Laurance W. F. 2017. The ecology, distribution, conservation and management of large old trees. *Biological Reviews*, 92(3), 1434–1458.

- Lindenmayer D. B., Laurance W. F., Franklin J. F. 2012. Global decline in large old trees. *Science*, 338(6112), 1305–1306.
- Mainka S.A., Howard G.W. 2010. Climate change and invasive species: double jeopardy. *Integrated Zoology*, 5(2), 102–111.
- McDonald R., Kroeger T., Boucher T., Longzhu W., Salem R., Adams J., Garg S. 2016. *Planting healthy air*. Arlington, VA, USA: The Nature Conservancy.
- McPherson G. Simpson J. R., Peper P. J., Maco S.E., Xiao Q. 2005. Municipal forest benefits and costs in five US cities. *Journal of Forestry*, 103(8), 411–416.
- Nelson R. 2014. These Are America's 10 Most Dangerous Small Cities. *Movoto Blog*. <[www.movoto.com/blog/top-ten/dangerous-small-cities](http://www.movoto.com/blog/top-ten/dangerous-small-cities)>
- Nowak D. J., Noble M. H., Sisinni S. M., Dwyer J.F. 2001. People and trees: Assessing the US urban forest resource. *Journal of Forestry*, 99(3), 37–42.
- Nowak D.J., McPherson E.G. 1993. Quantifying the impact of trees: The Chicago urban forest climate project. *FAO Corporate Document Repository, Unasylva* 1993:60.
- Pathak V., Tripathi B.D., Mishra V.K. 2007. Dynamics of traffic noise in a tropical city Varanasi and its abatement through vegetation. *Environmental Monitoring and Assessment* 146:67–75.
- Pauleit S., Jones N., Garcia-Martin G., Garcia-Vadencantos J. L., Rivière L. M., Vidal-Beaudet L., Randrup T. B. 2002. Tree establishment practice in towns and cities- Results from a European survey. *Urban Forests and Urban Greening*, 1(2), 83–96.
- Rakow D. A., Lee S.A. 2011. *Public Garden Management. A Complete Guide to the Planning and Administration of Botanical Gardens and Arboreta*.
- Remm J., L hmus A. 2011. Tree cavities in forests—The broad distribution pattern of a keystone structure for biodiversity. *Forest Ecology and Management*, 262(4), 579–585.
- Roman L. A., Battles J. J., McBride J. R. 2014. The balance of planting and mortality in a street tree population. *Urban Ecosystems*, 17(2), 387–404.
- Schwab J. 2009. *Planning the urban forest: Ecology, economy, and community development*. Chicago, IL, USA: American Planning Association.
- Stagoll K., Lindenmayer D.B., Knight E., Fischer J., Manning A.D. 2012. Large trees are keystone structures in urban parks: Urban keystone structures. *Conservation Letters*, 5(2), 115–122.
- Stephenson N.L., Das A.J., Condit R., Russo S.E., Baker P.J., Beckman N.G., Zavala M.A. 2014. Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. *Nature*, 507(7490), 90–93.
- Steptoe A., Feldman P. 2001. Neighborhood problems as sources of chronic stress: Development of a measure of neighborhood problems, and associations with socioeconomic status and health. *Annals of Behavioral Medicine* 23(3):177–185.
- Torrey B.B. 2004. Urbanization: An environmental force to be reckoned with. *Population Reference Bureau*. Retrieved from <https://www.prb.org/urbanization-an-environmental-force-to-be-reckoned-with/>.
- Townsend J.B. 2014. *Exploring the Relationship between Trees and Stress in the Urban Environment*. University of Delaware. <http://gradworks.umi.com/36/85/3685154.html>.
- Townsend J.B., Thomas W.I., Susan S.B. 2016. Exploring the Relationship Between Trees and Human Stress in the Urban Environment. *Arboriculture & Urban Forestry*. 42(3): 146–159
- Ulrich R.S., Simons R.F., Losito B.D., Fiorito E., Miles M.A., Zelson M. 1991. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology* 11(3):201–230.
- Ward C. D., Parker C.M., Shackleton C. M. 2010. The use and appreciation of botanical gardens as urban green spaces in South Africa. *Urban Forestry and Urban Greening*, 9(1), 49–55.
- Watson G. W., Costello L, Scharenbroch B., Gilman E (Eds.) 2009. In: *The Landscape below ground III: Proceedings of a third international workshop on tree root development in urban soils* (p.403). Champaign, IL: International Society of Arboriculture.
- Watson G.W., Hewitt A. M., Cusic M., Lo M. 2014. The management of tree root systems in urban and suburban settings II: a review of strategies to mitigate human impacts *Arboriculture and Urban Forestry*, 40(5), 249–271.
- Wolf K.L. 2005. Business district streetscape, trees and consumer response. *Journal of Forestry*, 103(8), 396–400.