

Peter Uhrin, Ján Supuka

**Hodnotenie adaptability stromov
v zmenených podmienkach mesta
pri použití vizuálno-rastových
a ekofyziologických znakov**

NITRA 2018

Názov: **Hodnotenie adaptability stromov v zmenených podmienkach mesta pri použití vizuálno-rastových a ekofyziologických znakov**

Autori: **Ing. Peter Uhrin PhD.**
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
prof. Ing. Ján Supuka, DrSc.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva

Recenzenti: **doc. Ing. Marek Živčák, PhD.**
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Ing. Jana Konôpková, PhD.
Ústav ekológie lesa SAV Zvolen
Pracovisko Arborétum Mlyňany

Publikácia bola vydaná s finančnou podporou grantového projektu VEGA č. 1/0044/17.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 11. októbra 2018 ako vedeckú monografiu.

ISBN 978-80-552-1913-4

Obsah

Abstrakt	7
Abstract.....	8
Úvod.....	9
1 Súčasný stav riešenej problematiky	11
1.1 Urbánne prostredie	11
1.1.1 Vývoj osídlenia.....	11
1.1.2 Vlastnosti mestského prostredia	13
1.1.3 Urbánna vegetácia	15
1.2 Vplyv mestského prostredia na rast a vývoj stromov	18
1.2.1 Radiácia ako stresový faktor.....	18
1.2.2 Sucho ako stresový faktor.....	18
1.2.3 Emisie ako stresový faktor.....	19
1.2.4 Posypové soli ako stresový faktor	21
1.3 Hodnotenie vplyvu mestského prostredia na rast a vývoj drevín	22
1.3.1 Metódy vizuálneho hodnotenia morfológických znakov drevín.....	23
1.3.2 Fotosyntéza ako indikátor stavu asimilačných orgánov a metabolického hodnotenia drevín	26
1.3.3 Hodnotenie adaptability drevín pomocou merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i>	27
1.3.4 Metódy hodnotenia mechanickej deštrukcie kmeňa	29
2 Materiál a metodické postupy práce.....	31
2.1 Charakteristika klimatických údajov na hodnotených lokalitách	31
2.2 Metódy vizuálneho hodnotenia	32
2.3 Meranie hodnôt fluorescence listového chlorofylu- <i>a</i>	35
2.4 Hodnotenie obsahu cudzorodých látok v listoch drevín	35
2.4.1 Odber vzoriek a ich mechanické spracovanie.....	35
2.4.2 Príprava vzoriek pre analýzy	36
2.4.3 Stanovenie obsahu ťažkých kovov vo vzorkách	36
2.4.4 Stanovenie biotických prvkov v rastlinách.....	36
2.4.5 Štatistické vyhodnotenie výsledkov.....	37
2.5 Metóda merania a hodnotenia obsahu chlorofylu- <i>a</i> v listoch drevín.....	37
2.6 Hodnotenia obsahu polutantov v ovzduší	38
2.7 Štatistické hodnotenie nameraných údajov	38
3 Výsledky	39
3.1 Lokalizácia hodnotených druhov drevín	39
3.1.1 Lokalizácia hodnotených druhov v meste Nitra.....	39
3.1.2 Lokalizácia hodnotených druhov drevín vo vidieckych parkoch.....	41
3.2 Charakteristika klimatických pomerov na hodnotených lokalitách	44
3.2.1 Zhodnotenie klimatických podmienok za rok 2015	44
3.2.2 Zhodnotenie klimatických podmienok za rok 2016	46
3.3 Zhodnotenie vlhkosti pôdy pre modelové územia	49
3.3.1 Zhodnotenie vlhkosti pôdy pre modelové územia v roku 2015.....	49
3.3.2 Zhodnotenie vlhkosti pôdy pre modelové územia v roku 2016.....	51
3.4 Zhodnotenie obsahu polutantov v ovzduší v meste Nitra za roky 2015 a 2016	53
3.5 Zhodnotenie obsahu prvkov v listoch skúmaných drevín	55
3.6 Zhodnotenie obsahu listového chlorofylu- <i>a</i> za rok 2016	63
3.7 Výsledky vizuálneho hodnotenia podľa druhu drevín a meranej lokality za roky 2015 a 2016...	65

3.8	Štatistické zhodnotenie parametrov fluorescence chlorofylu- <i>a</i> za roky 2015 a 2016	66
3.8.1	Zhodnotenie parametrov fluorescence chlorofylu- <i>a</i> v roku 2015.....	66
3.8.2	Zhodnotenie parametrov fluorescence chlorofylu- <i>a</i> v roku 2016.....	70
3.9	Zhodnotenie výsledkov vizuálnych znakov, obsahu chlorofylu- <i>a</i> a hodnôt fluorescence chlorofylu- <i>a</i> podľa jednotlivých druhov drevín a meranej lokality	75
3.9.1	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Tilia cordata</i> Mill. za roky 2015 a 2016	75
3.9.1.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Tilia cordata</i> Mill. za roky 2015 a 2016	75
3.9.1.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Tilia cordata</i> Mill. za rok 2016	77
3.9.1.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Tilia cordata</i> Mill. za roky 2015 a 2016.....	78
3.9.2	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Betula verrucosa</i> Ehrh. za roky 2015 a 2016	84
3.9.2.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Betula verrucosa</i> Ehrh. za roky 2015 a 2016	84
3.9.2.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Betula verrucosa</i> Ehrh. za rok 2016.....	86
3.9.2.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Betula verrucosa</i> Ehrh. za roky 2015 a 2016.....	87
3.9.3	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Carpinus betulus</i> L. za roky 2015 a 2016	92
3.9.3.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Carpinus betulus</i> L. za roky 2015 a 2016.....	92
3.9.3.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Carpinus betulus</i> L. za rok 2016.....	94
3.9.3.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Carpinus betulus</i> L. za roky 2015 a 2016	96
3.9.4	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Fraxinus excelsior</i> L. za roky 2015 a 2016	102
3.9.4.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Fraxinus excelsior</i> L. za roky 2015 a 2016	102
3.9.4.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Fraxinus excelsior</i> L. za rok 2016...	104
3.9.4.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Fraxinus excelsior</i> L. za roky 2015 a 2016.....	106
3.9.5	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Taxus baccata</i> L. za roky 2015 a 2016.....	111
3.9.5.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Taxus baccata</i> L. za roky 2015 a 2016.....	111
3.9.5.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Taxus baccata</i> L. za rok 2016.....	113
3.9.5.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Taxus baccata</i> L. za roky 2015 a 2016	114
3.9.6	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Quercus robur</i> L. za roky 2015 a 2016	119
3.9.6.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Quercus robur</i> L. za roky 2015 a 2016	119
3.9.6.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Quercus robur</i> L. za rok 2016.....	121
3.9.6.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Quercus robur</i> L. za roky 2015 a 2016	123
3.9.7	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. za roky 2015 a 2016.....	129
3.9.7.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. za roky 2015 a 2016.....	129
3.9.7.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Acer pseudoplatanus</i> L. za rok 2016	131
3.9.7.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Acer pseudoplatanus</i> L. za roky 2015 a 2016	132
3.9.8	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Acer platanoides</i> L. za roky 2015 a 2016.....	137
3.9.8.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Acer platanoides</i> L. za roky 2015 a 2016.....	137
3.9.8.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Acer platanoides</i> L. za rok 2016.....	139
3.9.8.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Acer platanoides</i> L. za roky 2015 a 2016	141
3.9.9	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Fagus sylvatica</i> L. za roky 2015 a 2016.....	147
3.9.9.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Fagus sylvatica</i> L. za roky 2015 a 2016	147
3.9.9.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Fagus sylvatica</i> L. za rok 2016.....	149

3.9.9.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Fagus sylvatica</i> L. za roky 2015 a 2016.....	151
3.9.10	Kvalitatívne hodnotenie druhu <i>Aesculus hippocastanum</i> L. za roky 2015 a 2016	156
3.9.10.1	Vizuálne zhodnotenie druhu <i>Aesculus hippocastanum</i> L. za roky 2015 a 2016..	156
3.9.10.2	Zhodnotenie obsahu chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Aesculus hippocastanum</i> L. za rok 2016	159
3.9.10.3	Zhodnotenie výsledkov merania fluorescence chlorofylu- <i>a</i> pre druh <i>Aesculus hippocastanum</i> L. za roky 2015 a 2016	160
3.10	Súhrnné hodnotenie adaptability drevín na zmenené klimatické podmienky.....	166
4	Diskusia	177
5	Záver	179
6	Zoznam použitej literatúry	181
	Internetové zdroje	189
	Zoznam ilustrácií.....	190
	Zoznam tabuliek.....	192
	Zoznam príloh	195

Abstrakt

Klimatické podmienky v mestách sa neustále menia, čím sa vytvára zhoršujúce sa prostredie pre rast drevín a plnenie ich ekologickej, environmentálnej a sociálnej funkcie. Kvalitatívne hodnotenie ich odozvy na často až extrémne podmienky stanoviska rastu je dôležitou súčasťou starostlivosti o mestskú a historickú zeleň. Práca sa zaoberá aplikáciou vizuálnych metód pre posudzovanie morfologických znakov, deštrukčných prejavov koruny a kmeňovej časti drevín a ekofyziologickým aspektom vitality. Prostredníctvom merania hodnôt sledovaných parametrov vyplývajúcich z fluorescenčnej indukčnej krivky bola hodnotená kvalita asimilačných orgánov a výkonnosť fotochemických procesov. Hodnotených bolo 10, v mestách najbežnejšie sa vyskytujúcich druhov drevín ako sú *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Betula verucosa* Ehrh., *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L., *Fraxinus excelsior* L., *Quercus robur* L., *Taxus bacata* L. a *Tilia cordata* Mill. V rámci každého druhu boli hodnotené tri jedince na dvoch typoch lokalít. V meste Nitra boli pre hodnotenie vybrané dreviny na Štúrovej ulici, Triede Andreja Hlinku a Wilsonovom nábreží. Tieto ulice považujeme za environmentálne významne zaťažené s vysokou frekvenciou dopravy. Ako komparatívne prostredie bez environmentálnej záťaže alebo so zanedbateľnou záťažou boli vybrané historické parky v strednom Požitaví (historický park s kaštieľom v Lúčnici nad Žitavou, park s kaštieľom v Žitavciach a park s kaštieľom v Novej Vsi nad Žitavou) a tiež na pracovisku SAV v Arboréte Mlyňany vo Vieske nad Žitavou. Merania fluorescencie chlorofylu-*a*, obsahu chlorofylu-*a* a vizuálne hodnotenia boli cyklicky opakované v troch termínoch počas vegetačného obdobia v rokoch 2015 a 2016 s približne rovnakými mesačnými odstupmi. Výsledky boli štatisticky vyhodnocované s dôrazom na zisťovanie preukaznosti rozdielov hodnôt v štatistických súboroch, porovnávanie mediánov, analýzu rozptylu a hodnotenie vývoja sledovaných parametrov počas vegetačného obdobia za konkrétny rok. Práca tiež zahŕňa zhodnotenie obsahu cudzorodých látok v pletivách listov, obsahu polutantov v ovzduší v meste Nitra, pomerov vlhkosti pôdy za roky 2015 a 2016 na oboch lokalitách a zhodnotenie parametrov klimatických pomerov pre obe lokality za roky 2015 a 2016. V závere práce je vypracovaný návrh na súhrnné hodnotenie adaptability skúmaných druhov drevín na mestské prostredie.

Kľúčové slová: dreviny v mestách, adaptabilita, hodnotenie

Abstract

Climate conditions in cities are constantly changing, creating a worsening environment for the growth of trees and perform their ecological, environmental and social functions. Qualitative evaluation of their responses to the often extreme climatic conditions and habitat for their growth is an important part of care for urban and historical greenery. This work deals with applying visual methods for the assessment of morphological characters, destructive manifestations of the crown and stem of trees and ecophysiological aspects of vitality. By measuring the values of monitored parameters arising from fluorescence induction curve was assessed quality of assimilation organs and the efficiency of photochemical processes. The evaluation was focused on 10 in towns most commonly occurring tree species such as are: *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Betula verucosa* Ehrh., *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L., *Fraxinus excelsior* L., *Quercus robur* L., *Taxus bacata* L. a *Tilia cordata* Mill. Within each species were evaluated 3 model trees in two types of locations. For environmentally impacted environment were selected trees on Štúrova street and Trieda A. Hlinku in Nitra. As a comparative environment without environmental impact have been selected historical parks in Central Požitavie (historical park with a manor house in Lúčnica nad Žitavou, the park and the manor house in Žitavce a park with a manor house in Nová Ves nad Žitavou) and also in the workplace of SAV Arborétum Mlyňany in Vieska nad Žitavou. Measurement and visual evaluation were cyclically repeated three times during the growing season with the same month apart. The results were statistically evaluated with a focus on detecting evidential gaps of statistic groups, medians comparing, analysis of variance and assessment of monitored parameters during the growing season for a particular year. The work also includes the evaluation of the content of foreign matter in leafs, atmosphere pollutant content in city of Nitra, soil humidity ratios for 2015 and 2016 in both localities and the climatic conditions assessment for both sites in 2015 and 2016. At the end of the work, final assessment of the tree species adaptability to urban prospecting was created.

Keywords: woody species in city, assessment, adaptability

Úvod

Alejové stromy uličných priestorov sídiel majú dlhodobú historickú tradíciu. V prvom storočí nášho letopočtu boli sadené aleje borovic na počesť príchodu víťazných vojsk rímskeho impéria do Ríma. Po páde Bastily a Veľkej francúzskej revolúcii (1779) sa vytvorila nová centrálna časť Paríža s komponovaním rozsiahlych stromových alejí na bulvári Champs Élysées. Cisárovná Mária Terézia svojim výnosom z roku (1769) prikázala sadiť stromy pozdĺž ciest v krajine. Princípy barokovej komponovanej krajiny sú založené na dlhých stromových alejach od feudálneho sídla do krajiny. Vo formálnych aj prírodno-krajinárskych parkoch dominovali stromové aleje. Mestské skrášľovacie spolky (Bratislava 1868, Nitra 1888) sa významne zapísali do výsadiieb stromových alejí ulíc a nábreží riek v mestských sídlach. V historických dielach krajinnej architektúry Slovenska evidujeme dnes 339 historických parkov, 466 historických stromových alejí a skupín starých a pamätných stromov v krajine s počtom 167 druhov drevín. Mnohé z uvedeného genofondu kultúrnych stromov už zanikli alebo sú značne deštruované. Existujúce sú predmetom výskumu rastových procesov a znakov ekologicko-fyziologického oslabenia a rastovej retardácie (Supuka, Pejchal a Kuczman, 2015).

Alej je jednoznačne ľudským výtvorom, idealizovanou formou prírody, ktorá nás sprevádza pozdĺž našich ciest už od pradávna. Nie je iba prírodným, ale predovšetkým špecifickým živým kultúrnym dedičstvom, ktoré stojí za to zachovať a v pravý čas obnoviť pre budúce generácie. Nie je to nemenný prvok, ale dielo premenné v čase, ktoré má viac menej predpokladanú dĺžku života, ktorú môžeme predĺžiť včasným ošetrovaním a odbornou starostlivosťou (Borský, 2010).

Aleje a ďalšie komponované prvky vegetačných štruktúr v sídlach sú súčasťou tzv. **zelenej infraštruktúry**. V súčasnej dobe tento aktuálny pojem predstavuje tematickú alternatívu vedeckého výskumu, plánovacieho prístupu, ale aj sociálnych hnutí a aktivít, ktoré vychádzajú z nahromadených problémov a kvality životného prostredia v rozsiahlych mestských aglomeráciách, ale aj v širšom prepojení s obhospodarovanou (kultúrnou) krajinou. Medzi aktuálne problémy veľkých sídiel patrí zhoršená environmentálna kvalita prostredia, zahŕňajúca hlavne zvýšenú koncentráciu emisných látok v ovzduší, zvýšenie teplôt mestskej klímy, ktorá je charakterizovaná znakmi tzv. tepelného ostrova, zníženie biodiverzity a ekologickej stability mesta, v konečnom dôsledku aj výskyt stresových faktorov ohrozujúcich zdravotný stav obyvateľstva. Prvky zelenej infraštruktúry významnou mierou prispievajú k eliminácii a zmierňovaniu uvedených negatívnych faktorov mesta prostredníctvom svojich funkcií, resp. ekosystémových služieb, ktoré v podstate delíme na produkčné, regulačné, podporné a kultúrne. Zelená infraštruktúra v čo najširšom priblížení zahŕňa súbor prirodzených, synantropných a antropogénnych vegetačných štruktúr a vodných sietí, ktoré zmierňujú extrémny environmentálnych prvkov mesta, podporujú rozvoj biodiverzity, produkujú úžitky a vytvárajú kultúrne, estetické a zdravé prostredie pre život človeka. Teória a prax tvorby kvalitného prostredia mestských sídiel pokračuje od teórie tvorby záhradných miest až do súčasnej doby. K doterajším aktuálnym a súčasným trendom, témam a projektom možno zaradiť, napr. listy mesta (Global ReLeaf), teóriu zelených sietí (Green Nets), zelených ciest (Green Ways), ekologické siete (Ecological Networks), koridory rozvoja

biodiverzity (Biodiversity Corridors, European Green Corridor), HABITAT – II bývanie a udržateľné mestské prostredie, inteligentné mestá (Smart Cities), zelené priestory mesta (Urban Green Spaces), teóriu otvorených plôch mesta (Urban Open Spaces), teóriu územného systému ekologickej stability (ÚSES regionálneho aj lokálneho charakteru) a mnoho ďalších aktuálnych vrátane tematických výskumných programov EÚ, ako boli, resp. sú v kategórii COST, 7. rámcového programu INTERREG, HORIZON 2020 (Fabos, 2006; Supuka, 2018; Mattijssen et al., 2017). Z uvedeného vyplýva, že vegetačné prvky v mestských sídlach sú aktuálnym objektom vedeckého výskumu a plánovacích procesov v záujme udržania ich najvyššej možnej kvality a kvantity pre účely zlepšenia obytnej a ekologickej hodnoty ľudských sídiel.

Ing. Peter Uhrin PhD., prof. Ing. Ján Supuka, DrSc.
**Hodnotenie adaptability stromov v zmenených podmienkach
mesta pri použití vizuálno-rastových a ekofyziologických znakov**

Vydala: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: prvé

Náklad: 110 ks

Počet strán: 198

Grafická úprava: Tatiana Šmehilová

Tlač: Vydavateľstvo SPU v Nitre

AH-VH: 14,82-15,08

Neprešlo jazykovou úpravou Vydavateľstvom SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-1913-4