

Recenzovaný zborník príspevkov vedeckej konferencie

Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018

"Dreviny a prostredie"

11. október, Vieska nad Žitavou



Arborétum Mlyňany
d. p. Ústavu ekológie lesa SAV

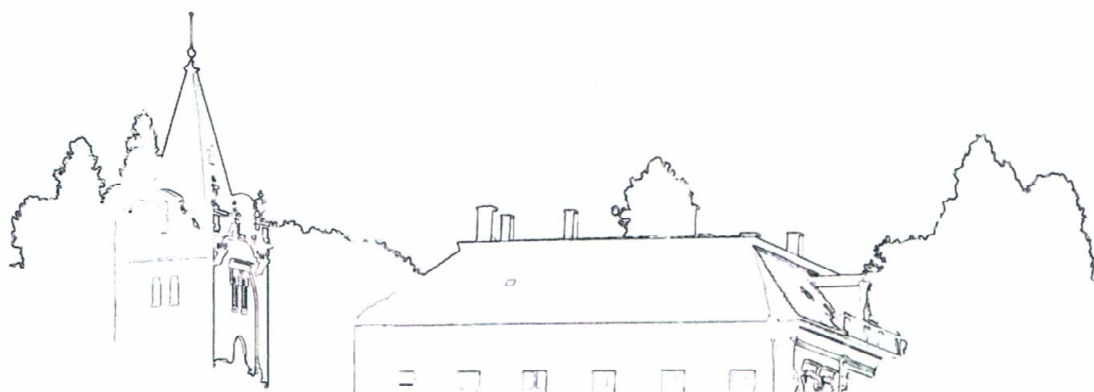
Recenzovaný zborník príspevkov z vedeckej konferencie

DENDROLOGICKÉ DNI V ARBORÉTE MLYŇANY 2018

„Dreviny a prostredie“

Arborétum Mlyňany SAV,
detašované pracovisko
Ústavu ekológie lesa SAV

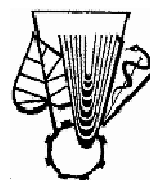
Vo Vieske nad Žitavou,
11. októbra 2018



Arborétum Mlyňany SAV



Ústav ekológie lesa SAV



Slovenská spoločnosť pre
poľnohospodárske, lesnícke,
potravinárske a veterinárske
vedy pri SAV v Bratislave

Vedecký výbor konferencie:

prof. Sergiy Ya. Kots, National Academy of Sciences of Ukraine

prof. RNDr. Alexander Lux, CSc., Univerzita Komenského, Bratislava

doc. Dr. Mgr. Jaroslav Ďurkovič, Technická univerzita vo Zvolene

doc. RNDr. Ján Salaj, DrSc., Ústav genetiky a biotechnológií rastlín SAV, Nitra

Ing. Jana Konôpková, PhD., Arborétum Mlyňany, Ústav ekológie lesa SAV

Recenzenti príspevkov:

prof. Ing. Pavel Hrubík, DrSc., emeritný profesor

Ing. Katarína Rovná, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Organizačný výbor konferencie:

Ing. Peter Ferus, PhD.

Ing. Angelika Filová, PhD.

RNDr. Dominika Bošiaková

Ing. Zuzana Švecová

Sylvia Straková

Zborník zostavili:

Ing. Angelika Filová, PhD.

Ing. Peter Ferus, PhD.

ISBN 978-80-89408-33-7

OBSAH

BARANEC, T. – IKRÉNYI, I. – GALUŠČÁKOVÁ, Ľ. – SOTÁK, J.	
PRIESTOROVÁ ŠTRUKTÚRA POPULÁCIÍ PRUNUS SPINOSA AGG. NA JUHOZÁPADNOM SLOVENSKU	5
BILLIKOVÁ, M. – SUPUKA, J.	
DENDROLOGICKÁ SKLADBA VYBRANEJ VIDIECKEJ LOKALITY	13
ĎURKOVIČ, J. – KAČÍK, F. – LAGAŇA, R. – ČAŇOVÁ, I. – KRAJŇÁKOVÁ, J.	
AN ASSESSMENT OF HOST RESPONSES IN FOREST TREE HYBRIDS TO <i>OPHIOSTOMA NOVO-ULMI</i> AND <i>PHYTOPHTHORA</i> SPP. AND NANOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF BREEDING STOCK	22
FERIANCOVÁ, Ľ.	
KONFLIKT ZÁUJMOV DVOCH ZÁKONOV V STAROSTLIVOSTI O HISTORICKÚ ZELEŇ	23
FERUS, P.	
SEARCHING FOR POTENTIALLY INVASIVE MAPLES (<i>ACER</i> SP.) IN SLOVAK CITIES	32
FILOVÁ, A. – KONÔPKOVÁ, J. – BOŠIAKOVÁ, D.	
ALKALOIDY AKO TAXONOMICKÉ MARKÉRY RODU <i>MAGNOLIA</i> SPP.	39
FORMAN, V. – CZIGLE, S. – BÖSZÖRMÉNYI, A.	
SELECTED CORNELS AND THEIR VOLATILE COMPONENTS	45
GAŠPARCOVÁ, T. – ŠEBESTA, M. – MASNÝ M. – PRISTAŠ, P. – GÁPER, J. – GÁPEROVÁ, S.	
ROZŠÍRENIE LESKLOKÔROVIEK NA PÔVODNÝCH INTRODUKOVANÝCH DREVINÁCH	46
HALAJOVÁ, D.	
INFORMAČNÉ NÁSTROJE SPRÁVY ZELENÉ AKO NÁSTROJ ZLEPŠENIA MIKROKLÍMY MESTA	56
HRUBÍK, P. – HOLEČKOVÁ, D.	
ANALÝZA METEOROLOGICKÝCH ZÁZNAMOV V ARBORÉTE MLYŇANY SAV ZA OBDOBIE 2016 – 2018	68
IVANOVÁ, H.	
VÝSKYT HÚB <i>SPHAEROPSIS SAPINEA</i> A <i>SORDARIA MACROSPORA</i> NA BOROVICIACH ČIERNYCH V ARBORÉTE MLYŇANY	79
KOMÁR, P.	
VÝSKYT A VYUŽITIE ČAROVNÍKOV	87
LUKÁČIK, I. – SARVEŠOVÁ, I. – ZBONČÁK, M.	
VÝSKYT ČAROVNÍKOV <i>PICEA ABIES</i> L. (KARST.) V OROGRAFICKOM CELKU TATRY	93
LUX, A.	
CHECKPOINTS OF TRANSPORT PROCESSES IN PLANTS FACING ABIOTIC STRESS	100
MAKOVÁ, J. – POLLÁKOVÁ, N. – MEDO, J. – HRICÁKOVÁ, N. – CINKOCKI, R. – JAVOREKOVÁ, S.	
ZMENA BIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ PŮDY INTRODUKČIOU VEGETÁCIE V ARBORÉTE MLYŇANY	101
MELNYKOVA, N. – KOTS, S.	
EFFECT OF MICROORGANISMS FROM THE RHIZOSPHERE OF <i>BLACK LOCUST</i> ON SEED GERMINATION AND SEEDLING GROWTH	109
MICHALKO, J. – MEDO, J. – BARTA, M.	
FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE ZLOŽENIE KOMUNITY ENDOFYTICKÝCH BAKTÉRIÍ V LISTOCH VŽDYZELENÉHO KRÍKA VAVRÍNOVCA LEKÁRSKEHO (<i>PRUNUS LAUROCERASUS</i> L.)	114
MŇAHONČÁKOVÁ, E. – HRUBÍK, P.	
<i>SEQUOIA SEMPERVIRENS</i> (D. DON.) ENDL. A JEJ KULTÚRNE ROZŠÍRENIE NA SLOVENSKU	120

PAULEN, O.

JUJUBA ČÍNSKA (*ZIZIPHUS JUJUBA* MILL.) DREVINA S POTENCIÁLOM OBOHATIŤ SORTIMENT OVOCNÝCH PLODÍN
V PODMIENKACH STREDNEJ EURÓPY

123

POLLÁKOVÁ, N. – ŠIMANSKÝ, V. – CHLPÍK, J. – JURIGA, M.

CHECKPOINTS OF TRANSPORT PROCESSES IN PLANTS FACING ABIOTIC STRESS

130

POLLÁKOVÁ, N.

SUBTYPY PÔD ZISTENÉ V LOKALITE ARBORÉTA MLYŇANY

131

RAŽNÁ, K. – ŽIAROVSKÁ, J. – HRUBÍK, P. – VARGAOVÁ, A. – KYSEĽ, M. – ŠTEFÚNOVÁ, V.

GENOMICKÁ A CHEMICKÁ ANALÝZA SEZÓNNEJ PREMENLIVOSTI GINKA DVOJLALOČNÉHO

141

SUPUKA, J. – BILLIKOVÁ, M.

DREVINOVÁ SKLADBA VEGETAČNÝCH ŠTRUKTÚR V MESTSKÝCH SÍDLACH A ZÁSADY ICH VÝBERU

149

VREŠTIAK, R.

ANGLICKÁ KRAJINA 18.STOROČIA

157

ŽIAROVSKÁ, J. – RAŽNÁ, K. – KYSEĽ, M. – BOŠELOVÁ, D.

VARIABILITA POLYMORFIZMU DNA V EURÓPSKYCH POPULÁCIÁCH BREČTANU

161

ZOZNAM AUTOROV

168

PRIESTOROVÁ ŠTRUKTÚRA POPULÁCIÍ *PRUNUS SPINOSA* AGG. NA JUHOZÁPADNOM SLOVENSKU

SPATIAL STRUCTURE OF *PRUNUS SPINOSA* AGG. POPULATIONS IN SOUTHWESTERN SLOVAKIA

TIBOR BARANEC - IVAN IKRÉNYI - ĽUDMILA GALUŠČÁKOVÁ - JÁN SOTÁK

BARANEC, T. – IKRÉNYI, I. – GALUŠČÁKOVÁ, Ľ. – SOTÁK, J. 2018. Priestorová štruktúra populácií *Prunus spinosa* agg. na juhozápadnom Slovensku. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 5 -12. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Autochthonous blackthorn taxa (*Prunus spinosa* agg.) is gradually replaced with its hybrids (*P. × fruticans*, *P. × fetchneri*, *P. × dominii*) in *Prunetalia spinosae* shrubby populations, which form dominant component of phytocoenoses of bio-corridors in marginal zones of agrobiocoenoses. Blackthorn hybrid (*P. × fruticans*) is a dominant taxon of phytocoenoses. Methods of population biology were applied to evaluate the size, density and spatial structure of populations in bio-corridors at Čechynce, Chynoriánsky luh and Veľké Úľany localities. Based on the results of our assessment, average size and density of blackthorn populations was approximately the same at Chynoriánsky luh, Čechynce and Veľké Úľany locality. Similar character of habitats, as well as the same growth form of individuals may be the reason. The spatial structure of populations was clumped at all three research localities probably because of the vegetative propagation. Frequency of size distribution of blackthorn individuals was asymmetric. Differences in the maximum height of individuals may be related to the light conditions.

Key words: bio-corridor, *Prunus spinosa* agg., population biology, agricultural landscape, Slovakia

ÚVOD

Biokoridory sú premenlivé v šírke, vertikálnej štruktúre, výške, no najviac v hustote a charaktere druhovej skladby (FORMAN, 1995). Priestorové parametre (dĺžka a šírka), stav trvalých ekologických podmienok a štruktúra ako aj druhové zloženie biocenóz podmieňujú funkčnosť biokoridoru (MÍCHAL, 1994). V krovinných populáciách radu *Prunetalia spinosae*, ktoré tvoria dominantnú zložku fytocenóz biokoridorov vyvinutých na okrajoch poľnohospodárskej pôdy v oblastiach južného a juhozápadného Slovenska, dochádza k postupnému vytlačaniu autochtónneho druhu *Prunus spinosa* jeho spontánnymi krížencami (*P. × fruticans*, *P. × fetchneri*, *P. × dominii*). Dominujúcim taxónom týchto fytocenóz sa stáva *P. × fruticans* Weihe (BARANEC et al., 2010), ktorý je považovaný za kríženca *P. spinosa* L. a *P. insititia* (SLAVÍK, HEJNÝ, 1992, WOLDRING, 2000, MLÍKOVSKÝ, STÝBLO, 2006). Niektorí autori uvádzajú rodičovské druhy *P. spinosa* L. s. s. a *P. domestica* L. (BARANEC, 1990, BARANEC et al., 2011). *Prunus × fruticans* je možné odlišiť od rodičovského druhu *P. spinosa* len obtiažne (BERTOVÁ, 1992). V porovnaní s rodičovským druhom *P. spinosa* sa vyznačuje vyšším vzrastom, málo trnitými konármi, väčšími a sladšími plodmi s kôstkou na vrchole špicatou a na báze zaoblenou, ľahko oddeliteľnou od dužiny (HEJNÝ, SLAVÍK, 1992). Šíri sa klonálne prostredníctvom koreňových výmladkov a formuje husté porasty. Podobné charakteristiky pre hybridné taxóny *P. spinosa* boli zistené aj v juhozápadnej časti pohoria Trábeč (KIŠÁCOVÁ et al., 2012).

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika záujmového územia

Predmetom výskumu boli lokálne populácie trniek *P.spinosa agg.*, ktoré tvorili dominantnú zložku krovinných fytocenóz radu *Prunetalia spinosae*, formujúcich biokoridory na okrajoch polí. Veľkosť, hustotu a priestorovú štruktúru populácií sme hodnotili na troch lokalitách: Veľké Úľany, Chynorienský luh a Čechynce.

Tab. 1 Základná charakteristika skúmaných lokalít

Charakteristiky stanovišťa	Stanovište		
	Veľké Úľany	Čechynce	Chynorienský luh
Lokalizácia	Trnavský kraj, okres Galanta	Nitriansky kraj, okres Nitra	Trenčiansky kraj, okres Partizánske
Nadmorská výška	118 m n. m.	133 m n. m.	178 m n. m.
Pôdne pomery	Fluvizem, stredne ťažká, karbonátová pôda	Černozem nivná	Fluvizem glejová, karbonátová, vysoké zastúpenie ílovej frakcie
Klimatické pomery	Veľmi teplá a suchá klimatická oblasť s ročným úhrnom zrážok 550 - 580 mm	Teplá klimatická oblasť, suchý klimatický okrsok s miernou zimou	Teplá klimatická oblasť
Orientácia skúmaného úseku koridoru	Severojiužná	Východozápadná	Severojiužná
Syntaxonomická štruktúra	<i>Saliceto – Populetum</i> , <i>Ulmeto - Fraxinetum</i>	<i>Saliceto - Populetum</i>	<i>Quercus-roborisFraxinetum</i> , <i>Ulmeto-Fraxinetumcarpineum</i>

Hodnotenie veľkosti, hustoty a priestorovej štruktúry populácií *Prunus spinosa agg.*

Analýzu veľkosti, hustoty a priestorovej štruktúry populácií sme realizovali pomocou metód populačnej biológie.

Veľkosť a hustota populácií

Veľkosť populácie sme stanovili ako súčet počtu jedincov na ploche štvorcov (1m²). Na lokalite Čechynce sme zvolili 13 štvorcov, ktoré sme vyberali rovnomerne pozdĺž vrstevnice vedenej cez stred populácie v smere od juhovýchodu na severozápad. Na lokalite Veľké Úľany sme zvolili 9 štvorcov, ktoré sme vyberali pozdĺž vrstevnice vedenej cez stred populácie v smere od juhu na sever a na lokalite Chynorienský luh sme zvolili 5 štvorcov, ktoré sme vyberali pozdĺž vrstevnice v smere od juhozápadu na sever. Hustotu miestnych populácií sme stanovili ako počet jedincov na m² z celkovej plochy štvorcov.

Priestorová štruktúra populácií

Na stanovenie priestorovej štruktúry sme použili dištančnú metódu, pričom bolo potrebné stanoviť hodnotu indexu disperzie podľa Clarka a Evansa (Eliáš, 1986) na základe údajov o vzdialenosti medzi najbližšími jedincami (50 náhodne vybraných jedincov v celej populácii). Vzdialenosť medzi najbližšími jedincami sme zisťovali meraním s presnosťou na 1 mm.

Index disperzie sme stanovili podľa vzorca:

$$R = ra/E(r)$$

R – priestorová štruktúra

ra – priemerná vzdialenosť nameraná medzi najbližšími susedmi

E(r) – priemerná očakávaná vzdialenosť najbližších susedov pri predpokladanom náhodnom rozmiestnení, vypočítaná podľa vzorca:

$E(r) = 1/2p^{1/2}$ pričom p je hustota populácie (počet jedincov na jednotku plochy)

Index disperzie indikuje typy priestorovej štruktúry populácie takto:

R=1 – náhodné rozmiestnenie

0<R<1 – skupinové rozmiestnenie (čím viac sa R blíži k 0, tým je zoskupovanie väčšie)

1<R<2 – pravidelné rozmiestnenie

Na overenie správnosti použitej metodiky sme vypočítali koeficient agregácie (kvadrátová metóda podľa Clarka a Evans):

$k = V/x$ V- variancia

x - priemerný počet jedincov vo štvorci

Koeficient agregácie indikuje typy priestorovej štruktúry populácie takto:

k=1 – pravidelné rozmiestnenie

k>1 – skupinové rozmiestnenie

k<1 – náhodné rozmiestnenie

Výšková štruktúra populácií a hrúbka hypokotylu

Na analýzu výškovej štruktúry populácií na vybraných úsekoch biokoridorov boli podľa rastových charakteristík zisťované nasledovné parametre:

- výška jedinca od povrchu pôdy – bola zisťovaná meraním meračskou latou (MORAVEC et al., 1994). Jedince boli volené náhodným výberom z celej populácie alebo výberom jedincov v rámci transektu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Veľkosť a hustota populácií

Veľkosť a hustota populácie výrazne ovplyvňuje mortalitu, reprodukciu a rýchlosť rastu jedincov i populácie samotnej (HARPER, 1977). V roku 2011 bola veľkosť populácie na lokalite Chynoriarsky luh 59 jedincov na 5 m². Priemerná hustota populácie (počet jedincov na m²) bola 11,8 jedincov na m² (min. 6, max. 16). Na lokalite Veľké Úľany bola zaznamenaná veľkosť populácie 87 jedincov na 9 m². Priemerná hustota populácie bola 9,6 jedincov na m² (min. 7, max. 16). Veľkosť populácie na lokalite Čechynce bola 154 jedincov na 13 m² a priemerná hustota populácie bola 11,84 jedincov na m² (min. 6 a max. 21), čo je porovnateľné s ostatnými skúmanými lokalitami (Tab. 2).

Tab. 2 Základné údaje o charakteristike populácií *P.spinosa agg.* na skúmaných lokalitách

Lokalita	Výška jedince (m)	Vzdialenosť k najbližšiemu jedincovi (mm)
hynoriarsky luh	70 jedincov	75 jedincov
Priemer	2,528	325
Min	1,200	50
Max	4,0	850
Veľké Úľany	40 jedincov	50 jedincov
Priemer	2,947	407,28
Min	1,250	101
Max	4,900	870
Čechynce	20 jedincov	43 jedincov
Priemer	3,324	403,63
Min	0,790	60
Max	4,300	980

Priestorová štruktúra populácií

Priestorová štruktúra populácií na všetkých troch skúmaných lokalitách bola skupinovitá. Potvrdzujú to hodnoty indexu disperzie podľa Clarka a Evansa i hodnoty koeficientu agregácie. Index disperzie na lokalite Chynoriarsky luh dosahoval hodnotu $R = 0,2$ a koeficient agregácie $k = 3,57$, na lokalite Veľké Úľany sme zaznamenali index disperzie $R = 0,3$ a koeficient agregácie $k = 3,95$ a na lokalite Čechynce $R = 0,2$ a $k = 5,96$. Skupinovitá štruktúra môže čiastočne vyplývať z dominantného vegetatívneho spôsobu rozmnožovania (tvorba klonov). CHARPENTIER (2002) uvádza, že v populáciách klonálnych druhov nie sú genety od seba izolované a populácie pozostávajú z rozsiahlych plôšok ramet s viac-menej skupinovitou disperziou genotypov v rámci plôšky. Autori ITO, GYOKUSEN (1996) uvádzajú skupinovitú disperziu populácií *Litsea japonica* Juss., ktoré tvorili skupiny vegetatívnych výhonov ako reakciu na nepriaznivé podmienky prostredia (zasolený vzduch).

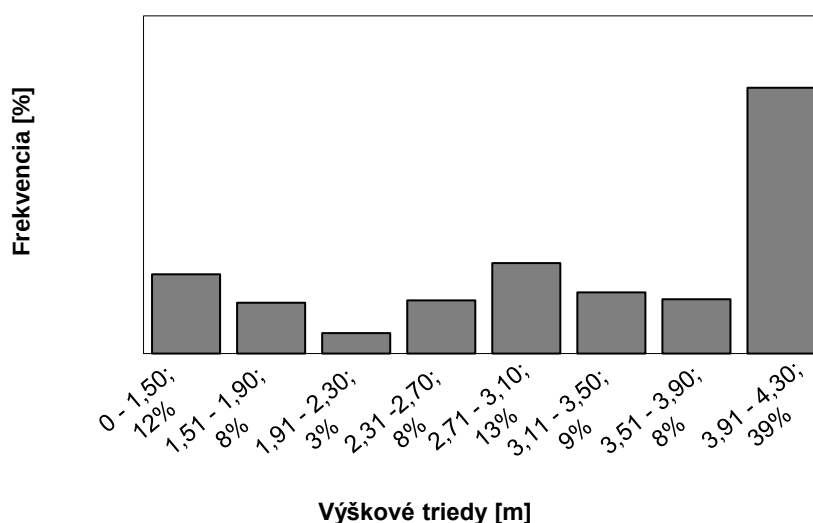
Krovinné populácie trniek na skúmaných lokalitách sú neustále vystavované negatívnym vplyvom antropogénnej činnosti. Keďže populácie sa formujú na okrajoch agroecénózy, jedince sú pravidelne orezávané až kľčované poľnohospodárskymi strojmi, čo ich núti neustále sa regenerovať intenzívnou tvorbou koreňových výmladkov. Naše tvrdenie podporujú autori BELLINGHAM A SPARROW (2000), ktorí sa zaoberali hodnotením spôsobov regenerácie drevinných druhov po disturbancii. Vo svojej štúdii uvádzajú, že tvorba koreňových výmladkov je hlavným spôsobom zvyšovania počtu jedincov v populáciách mnohých drevín vyskytujúcich sa v nepriaznivých podmienkach prostredia.

Výšková štruktúra populácií

Výšková štruktúra populácie na lokalite Čechynce bola asymetrická. Najviac boli v populácii zastúpené jedince veľkostnej triedy 3, 9 a 4, 3 m (39 %) (Obr. 1). Najmenej boli zastúpené jedince triedy 1, 9 a 2, 3 m (3 %). Najvyššie jedince dosahovali výšku 4, 3 m a najnižšie 0,76 m. Najkratšie ramety sa koncentrovali po okrajoch polykormónov, pričom vo vnútri polykormónov sa nachádzali najdlhšie ramety (Obr. 1).

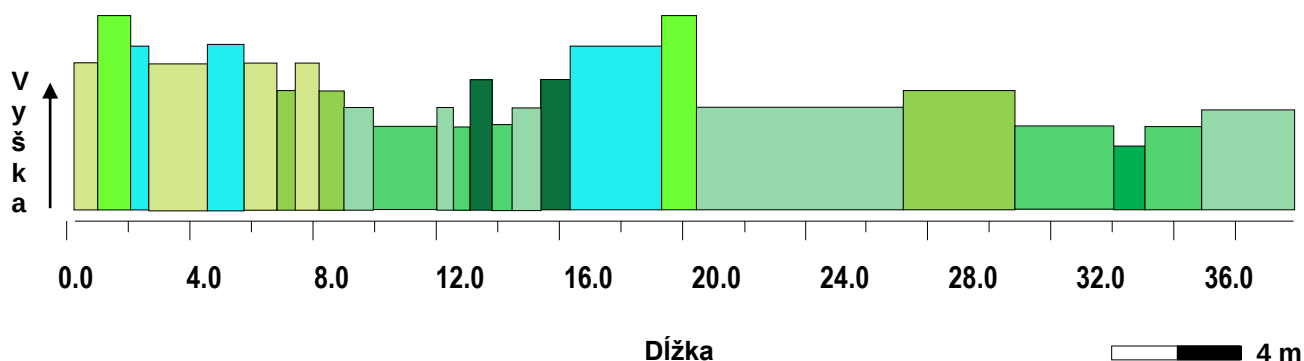


Obr. 1 Grafické znázornenie vertikálnej štruktúry polykormónu na lokalite Čechynce. Farebná škála predstavuje rozdielne výškové úrovne.

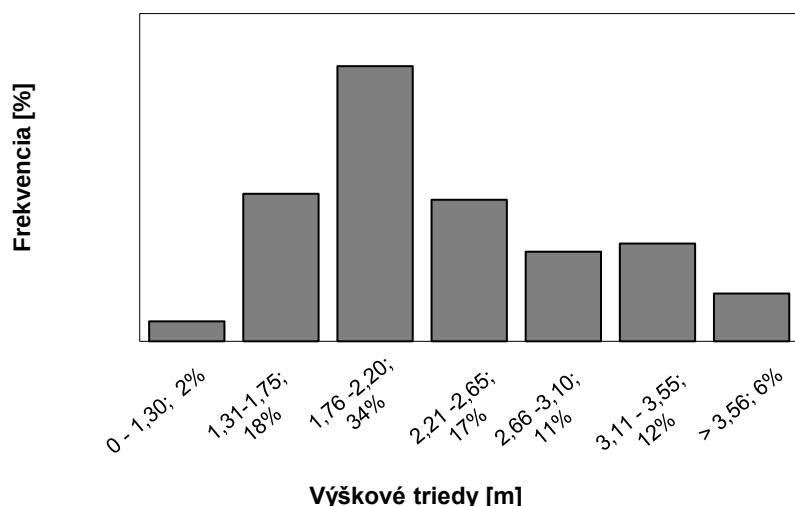


Obr. 2 Výšková štruktúra populácie *P. spinosa agg.* na lokalite Čechynce

Výšková štruktúra populácie trniek na lokalite Chynoriánsky luh bola taktiež asymetrická (Obr. 3). Najviac boli zastúpené jedince veľkostnej triedy 1, 75 a 2, 2 m (34 %). Najmenej boli zastúpené jedince v najnižšej triede 0 a 1, 3 m (2 %) (Obr. 4). Najvyššie jedince dosahovali výšku 4 m a najnižšie 1, 2 m.

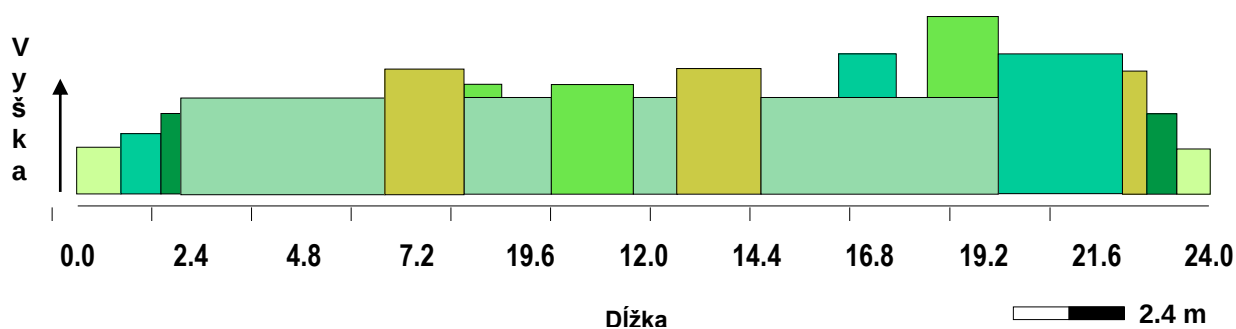


Obr. 3 Grafické znázornenie vertikálnej štruktúry polykormónu na lokalite Chynoriánsky luh. Farebná škála predstavuje rozdielne výškové úrovne.

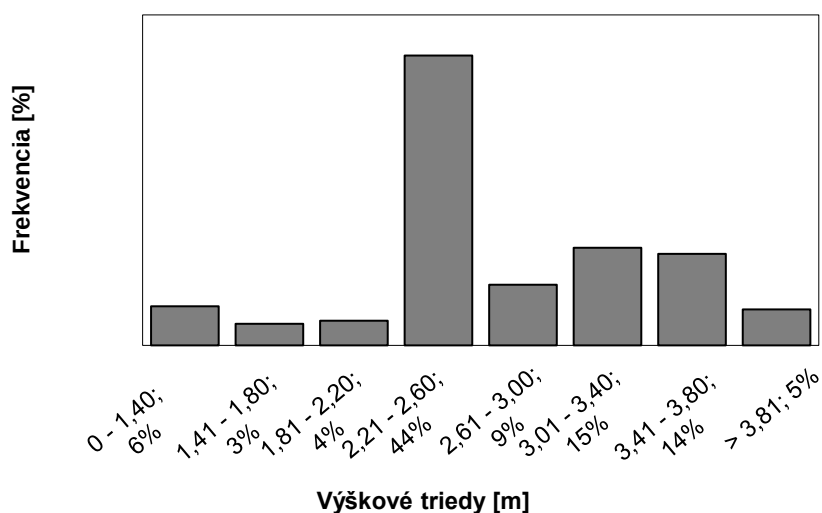


Obr. 4 Výšková štruktúra populácie trníek na lokalite Chynoriansky luh

Rozloženie početnosti výšky jedincov populácie *P. × fruticans* na lokalite Veľké Úľany bolo asymetrické (Obr. 5), pričom najviac boli zastúpené jedince v triede 2, 2 a 2, 6 m (44 %) a najmenej ich bolo v triede 1, 4 a 1, 8 m (3 %) (Obr. 6). Najvyššie jedince dosahovali výšku 4, 9 m a najnižšie 1, 25 m.



Obr. 5 Grafické znázornenie vertikálnej štruktúry polykormónu trníek na lokalite Veľké Úľany. Farebná škála predstavuje rozdielne výškové úrovne.



Obr. 6 Výšková štruktúra populácie trníek na lokalite Veľké Úľany

Rastové charakteristiky drevín v lesostepných spoločenstvách sú podrobne spracované v práci LUKÁČIK, ĎURIŠ (2012). Rastovými formami drevín v biokoridoroch strednej Európy sa zaoberal KÜPPERS (1985). Zistil, že krovinné druhy v biokoridoroch si navzájom priestorovo konkurujú v snahe získať čo najlepšie svetelné podmienky, čím sa modifikujú ich typické rastové formy. Na príklade slivky trnkovej (*Prunus spinosa* L.) poukázal, že izolovaný ker vytvára nízky, zakrpatený habitus. Vplyvom zatienenia môže dôjsť k výraznejšiemu predlžovaniu jednotlivých konárov a k tvorbe vzpriamených konárov, spôsob rozkonárovania sa však nemení. Autor zistil, že výška jedincov *Prunus spinosa* je obmedzená na maximum 4-5 m, čo sa zhoduje s našimi pozorovaniami. V snahe získať lepšie svetelné podmienky, dochádza u *Prunus spinosa* k intenzívnejšej tvorbe koreňových výmladkov. Populácie trniek na skúmaných lokalitách formujú prevažne krovinaté pásy na okrajoch lužných lesov, prípadne hustý krovinatý podrast líniovej vegetácie biokoridorov, čiže sa vyskytujú prevažne na polotiennych alebo zatienených stanovištiach. Sú charakteristické asymetrickým rozložením výškových tried s jedným maximom po dlhšie časové obdobie. Rozdiely v maximálnej výške jedincov na jednotlivých lokalitách môžu súvisieť s charakterom podložia a so svetelnými podmienkami (KORMUŤÁK et al., 2012).

ZÁVER

V práci je analyzovaná veľkosť, hustota a priestorová štruktúra porastov trniek biokoridorov vyvinutých na neobrábaných plochách poľnohospodárskej pôdy v oblasti južného a západného Slovenska. Výsledky výskumu potvrdzujú, že na lokalitách Chynoriansky luh, Čechynce a Veľké Úľany bola priemerná veľkosť a hustota populácií *P. spinosa agg.* približne rovnaká. Dôvodom môže byť podobný charakter stanovišť na všetkých troch lokalitách a taktiež rovnaký charakter rastu jedincov (rozvetkovanie sa koreňových výbežkov). Priestorová štruktúra populácií na všetkých troch skúmaných lokalitách bola skupinovitá. Potvrdili to hodnoty indexu disperzie podľa Clarka a Evansa i hodnoty koeficientu agregácie. Za hlavný dôvod skupinovitej štruktúry populácií pokladáme vegetatívny spôsob rozmnožovania, ktorým jedince vytvárajú polykormóny. Rozloženie početnosti výšky jedincov bolo na všetkých troch skúmaných lokalitách asymetrické. Najvyššie jedince boli zastúpené na lokalite Veľké Úľany. Rozdiely v maximálnej výške jedincov na jednotlivých lokalitách môžu súvisieť s charakterom podložia a so svetelnými podmienkami.

POĎAKOVANIE

Práca vznikla s podporou grantovej agentúry MŠ SR VEGA projektu č. 1/0083/16 a na základe podpory projektu č. 26220220180 AGROBIOTECH.

LITERATÚRA

- BARANEC, T. 1990. Nové spontánne krížence rodu *Prunus* L. pre Česko-slovensko. In *Dendrologická sdělení*, roč. 34, 1990, s. 38-40.
- BARANEC, T., MURÁŇOVÁ, K., ŽGANČÍKOVÁ, I., IKRÉNYI, I. 2010. Hodnotenie vegetačnej štruktúry vybraných biokoridorov typických pre poľnohospodársku krajinu JZ Slovenska. In *Ochrana a využívanie prírody a krajiny*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2010, s. 47. ISBN 978-80-223-2943-9
- BARANEC, T., ŽGANČÍKOVÁ, I., MURÁŇOVÁ, K. 2011. Predbežné výsledky štúdia taxonomickej a morfolologickej variability rodu *Prunus* L. v biokoridoroch poľnohospodárskej krajiny na JZ Slovensku. In *Acta Pruhoniana*, roč. 99, 2011, s. 97-101. ISSN 0374-5651

- BELLINGHAM, P.J., SPARROW, A. D. 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. In *Oikos*, roč. 89, 2000. č. 2, s. 409–416. DOI: 10.1034/j.1600-0706.2000.890224.x
- BERTOŤ, L. [ed.]. 1992. *Flóra Slovenska IV/3*. Bratislava: VEDA, 566 s. ISBN 80-224-0077-7
- ELIÁŠ, P. 1986. Fluktuácie v počte kvitnúcich rastlín v populácii *Verbascum speciosum* Schrad. In *Biológia*, roč. 41, 1986, s. 469
- FORMAN, R. T. T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. United Kingdom: Cambridge University Press, 1995. 632 s. ISBN 0-521-47980-0
- HARPER, J. L. 1977. *Population biology of plants*. London: Academic Press, 1977, 892 s. ISBN 0-12-325850-2
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. [eds.]. 1992. *Květena ČR 3*. Praha: Academia, 1992, s. 178. ISBN 80-200-0256-1
- CHARPENTIER, A. 2002. Consequences of clonal growth for plant mating. In *Evolutionary Ecology*, roč. 15, 2002, č. 4-6, s. 521-530, DOI: 10.1023/A:1016057503722
- ITO, S., GYOKUSEN, K. 1996. Analysis of the multi-stem clump structure of *Litsea japonica* Juss. growing in a coastal dwarf forest. In *Ecological Research*, roč. 11, 1996, č. 1, s. 17-22, DOI: 10.1007/BF02347816, ISSN 0912-3814
- KIŠACOVÁ, A., ĎURIŠOVÁ, Ľ., GALUŠČÁKOVÁ, Ľ. 2012a. Preliminary report of cytometric evaluation of genotypes and morphometric data of selected taxa *Prunus*. In *13-th International scientific conference of PhD. students, young scientists and pedagogues*. Nitra, s. 14-15. ISBN 978-80-558-0120-9.
- KIŠACOVÁ, A., ĎURIŠOVÁ, Ľ., GALUŠČÁKOVÁ, Ľ. 2012b. Cytoembryological, cytometric and morphometric analysis of *Prunus × fetchneri*. In *Horticulture Nitra 2012, International reviewed proceedings of scientific papers. 4-th International scientific horticulture conference*. Nitra, s. 158-164. ISBN 978-80-552-0868-8.
- KORMUŤÁK, A. - VOOKOVÁ B. - SALAJOVÁ T. - GALGÓCI M. - MAŇKA P. - BOLEČEK P. - KUNA R. - GOMORY D. 2012. Mikrosporogenéza a fertilita peľu medzidruhových hybridov jedlí (*Abies* sp.) In: *Acta Pruhoniana*. Roč. 52, č. 99, 2012, s. 121-125. ISSN 0374-5651.
- KÚPPERS, M. 1985. Carbon relations and competition between woody species in a Central European hedgerow. IV. Growth form and partitioning. In *Oecologia*, roč. 66, 1985, č. 3, s. 343-352, ISSN 0029-8549
- LUKÁČIK, I., ĎURIŠ, M. 2012. Rastové charakteristiky dominantných druhov drevín v lesostepných spoločenstvách Krupinskej planiny a Strážskych vrchov. In: Saniga, M., Kucbel, S., Jaloviar, P. (eds.). *Pestovanie lesa v strednej Európe*. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 2012, s. 181-191, ISBN 978-80-228-2369-2
- MÍCHAL, I. 1994. *Ekologická stabilita*. Brno, Veronica, 2 rozš. vyd., 276 s. ISBN 80-85368-22-6
- MORAVEC, J. a kol. 1994. *Fytocenologie (Nauka o vegetaci)*. Praha, Academia, 403 s., ISBN 80-200-0128-X, ISBN 80-200-0457-2.
- MLÍKOVSKÝ, J., STÝBLO, P. [eds.]. 2006. *Nepůvodní druhy fauny a flóry ČR*. Praha: ČSOP, 2006, 496 s. ISBN 80-86770-17-6
- WOLDRING, H. 2000. On the origin of plums: a study of sloe, damson, cherry plum, domestic plums and their intermediates. In *Palaeohistoria*, roč. 39/40, 2000, s. 535–562. ISSN 0552-9344, ISBN 905410465 1

Adresa autorov

prof. RNDr. Tibor Baranec, PhD., RNDr. Ivan Ikrényi, CSc., Ing. Mgr. Ján Soták, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra botaniky, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, e-mail: tibor.baranec@uniag.sk

Ing. Ľudmila Galuščáková, PhD., Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied, Katedra botaniky a genetiky, Nábřežie mládeže 91, 949 76 Nitra, Slovenská republika, lgaluscakova@ukf.sk

DENDROLICKÁ SKLADBA VYBRANEJ VIDIECKEJ LOKALITY

DENDROLOGICAL COMPOSITION OF SELECTED COUNTRY LOCALITY

MONIKA BILLIKOVÁ – JÁN SUPUKA

BILLIKOVÁ, M. – SUPUKA, J. 2018. Dendrolická skladba vybranej vidieckej lokality. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018“, 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 13- 21. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

The composition and state of the greenery tells a lot about the village in which it is located. It is based on natural conditions, but also reflects the taste and attitude of the inhabitants and local self-government to the greenery. A field survey in the village of Jelšovce, during which the inventory of trees was accomplished, was carried out on objects of public, reserved and special greenery so as to give an objective picture of their overall state. In the village there is a balanced ratio of domestic and foreign woods, deciduous ones prevail over coniferous, dominant are short-lived tree species. Green areas consisting of adult trees have a tendency to survive in the given territory due to their favorable health status and thus temporarily provide enough green infrastructure for the municipality. However, in addition to maintenance of existing greenery, it is necessary to create new green elements that would improve microclimate, biodiversity, and overall increase the environmental value. The municipal administration in stages implements new elements of green infrastructure in the form of alleys, but also a large natural park with an important ecostabilizing function. The dendrological composition of new plantings respects the environment in which it is located, so in the future, Jelšovce has the potential to become an exemplary rural locality with a functioning green infrastructure.

Key words: dendrological composition, countryside, green infrastucture

ÚVOD

Bývanie na dedine v blízkosti mesta sa stalo trendom posledných dvoch desaťročí. Nehnutelnosti na vidieku predstavujú ekonomicky výhodnú variantu v porovnaní s mestom, navyše k domu prislúcha záhrada, na ktorú často priamo alebo vizuálne nadväzuje okolitá príroda. Výstavba takýchto suburbánných jednotiek prilepených k pôvodnej štruktúre dediny však v mnohých prípadoch vedie k tvorbe tzv. sídelnej kaše, ktorá sa vyznačuje nekoncepčnou výstavbou, absenciou kvalitných verejných priestranstiev, plôch zelene, či občianskej vybavenosti (FERRO et al., 2018). Obyvatelia satelitných obcí zaťažujú dopravu každodenným dochádzaním do mesta za prácou, školou, či ostatnou občianskou vybavenosťou. Neustále dopravné zápchy, nedostatočná kapacita škôlok a škôl, či nedostatočne vybavené obchody majú za následok, že dopyt po bývaní na vidieku začína mať klesajúcu tendenciu. Obec môže zvýšiť atraktivitu bývania na vidieku nielen doplnením vyššie vymenovaných absentujúcich služieb, ale aj tvorbou a údržbou atraktívnych verejných priestranstiev s fungujúcou zelenou infraštruktúrou, ktoré zlepšujú mikroklimu prostredia poskytujú kvalitné a príjemné prostredie pre život. Pojem zelená infraštruktúra zahŕňa prvky plochy a systémy zelene nielen v urbanizovaných sídlach ale aj krajine, funguje spolu s modrou infraštruktúrou, ktorá predstavuje vodné ekosystémy (TÓTH, 2016). Napriek tomu, že za prvok zelenej infraštruktúry je považovaná každá rastlina, či ide o bylinu, ker, či lianu

z dlhodobého hľadiska sú jej najvýraznejším a najtrvácnejším prvkom stromy a kry, ktoré sa stali hlavnými objektmi hodnotenia.

MATERIÁL A METODIKA

Vybraná vidiecka lokalita- obec Jelšovce sa nachádza v Nitrianskom kraji, približne 8 km severozápadným smerom od mesta Nitra, ktoré je regionálnym ťažiskom. Kvôli stále agresívnejšiemu procesu urbanizácie sa mestské sídla rozrastajú a postupne pohlcujú priľahlé vidiek. Jelšovce nie sú výnimkou, vďaka nadväznosti na krajské mesto má obec charakter metropolitného vidieka. Obec leží v juhovýchodnej časti Nitrianskej sprašovej pahorkatiny na nive a terase rieky Nitry, má 1022 (stav k 31. 12. 2017) obyvateľov, rozlohu 10,44 km² a nadmorská výška sa pohybuje v rozmedzí 144-248 m. n. m. Obec má výhodnú dopravnú polohu, priamo jej osou prechádza cesty I. triedy č.64, ktorá spája v severojužnom smere mestá Trenčín, Topoľčany, Nitra, Nové Zámky a Komárno. Popri západnej hranici intravilánu obce prechádza taktiež železničná trať č.140 Nové Zámky - Nitra - Topoľčany – Prievidza. (Program rozvoja obce Jelšovce, 2004). Vizuálnou dominantou priestoru je vrch Zobor (588 m.n.m.) vzdialený 11km a vrch Žibrica (617) vzdialený 14 km, obe sú súčasťou pohoria Tribeč. V minulosti sa obyvateľstvo Jelšovciac venovalo včelárstvu, chovaniu hospodárskych zvierat, či vinohradníctvu, najdôležitejšou zložkou obživy však bolo poľnohospodárstvo. Aj dnes sa v okolí obce nachádzajú úrodné pôdy, konkrétne ide o fluvizeme, černozy, hnedozeme, kultizeme a taktiež antrozem. Obec sa nachádza v teplej podnebanej oblasti SR, ktorá je charakterizovaná ako najteplejšia, má najviac slnečného svitu, najviac letných dní a málo zrážok. Z pôvodnej vegetácie sú podľa Atlasu Krajiny Slovenskej republiky zastúpené dubové a cerovo-dubové lesy, jaseňovo-brestovo-dubové lesy v povodiach veľkých riek (tvrdé lužné lesy) a nížinné hygrolilné dubovo-hrabové lesy.

Počas terénneho prieskumu boli v intraviláne obce identifikované priestorové prvky zelenej infraštruktúry, ktoré mali bodový, líniový aj plošný charakter. Pri jednotlivých drevinách boli určené základné dendrometrické veličiny ako je výška stromu, obvod kmeňa a šírka koruny. Drevinám bola priradená sadovnícka hodnota a určený zdravotný stav (MACHOVEC a kol. 1982), v rozpätí 1-5, pričom v oboch prípadoch hodnota 5 predstavuje najkvalitnejšiu drevinu. Priradené bolo taktiež vekové štádium (PEJCHAL, ŠIMEK; 2015) v rozpätí 1-5, kde hodnota 1 predstavuje novú výsadbu a hodnota 5 naopak- veteránov. Pri porastoch bolo určené percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov, pokryvnosť, vekové štádium, sadovnícka hodnota a zdravotný stav. Pri aplikovaní metodiky rozdelenia zelene podľa spôsobu využívania (SUPUKA, FERIANCOVÁ a kol.; 2008) sa v riešenom území- intraviláne obce nachádza 12 verejných objektov zelene, 5 objektov vyhradenej zelene a 2 objekty špeciálnej zelene. Na všetkých vymenovaných objektoch prebehlo mapovanie a vyššie popísaná inventarizácia.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pre prehľadné vyjadrenie stavu zelene v obci boli zelené prvky a plochy zlúčené do sektorov zadefinovaných v tabuľke a znázornené v mapke.



Obr. 1 Lokalizácia a kategorizácia zelene

Tab. 1 Označenie a kategorizácia zelene

označenie sektoru	označenie objektu zelene	názov objektu zelene	Rozdelenie podľa spôsobu využívania
A	A1	OBECNÝ ÚRAD + POŠTA	vyhradená
	A2	ALEJA PRI SKÔLKE	verejná
	A3	AREÁL ŠKÔLKY	vyhradená
B	B1	AREÁL KOSTOLA	vyhradená
	B2	PLOCHA PRI KOSTOLE	verejná
C	C1	AREÁL ŠKOLY	vyhradená
	C2	PRI PAMÄTNOM DOME	vyhradená
	C3	ALEJA NA VEDĽAJŠEJ CESTE	verejná
	C4	POSEDENIE PRI HASIČSKEJ ZBROJNICI	verejná
	C5	DETSKÉ IHRISKO	verejná
D	D1	ALEJA PRI VSTUPE DO CINTORÍNA	verejná
	D2	NOVÝ CINTORÍN	špeciálna
	D3	FUTBALOVÉ IHRISKO	verejná
	D4	STARÝ CINTORÍN	špeciálna
E	E1	LIPY PRI SOCHE SVÄTÉHO	verejná
	E2	ALEJA PRI DRUŽSTVE	verejná
F	F1	HLAVNÁ ULICA	verejná
	F2	KULTÚRNY DOM	verejná
G	G1	ŠIBEJE PARK -PORAST	verejná
	G2	ŠIBEJE PARK -PRI JAZIERKU	verejná

V sektore A, ktorý zahŕňa areál obecného úradu, pošty, škôlky a aleji k nej prislúchajúcej, obsahuje vzrastlú zeleň, najviac je zastúpený druh *Pinus sylvestris* (9ks), nasleduje *Acer platanoides* (8ks) a na treťom mieste s počtom 3ks sú dreviny *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Betula pendula* a *Picea abies*. Rozpätie vekového štádia drevín nadobúda hodnotu 3-4, rovnako je to pri sadovníckej hodnote i zdravotnom stave, dreviny sú v dobrom stave, po menších arboristických zásahoch je s nimi možné na danom stanovišti rátať aj v budúcnosti.

Sektor B zahŕňa ohradený areál kostola a taktiež priľahlú zelenú plochu. Priamo v areáli kostola dominujú dospelé jedince druhu *Tilia cordata* (4ks), najväčší z nich má obvod v prsnej výške 230cm a výšku 23m. Okrem cenných líp sa v priestore nachádzajú aj tuje a borievky, borovice, či jeden kus smrekovca opadavého, krovitá zložka je zastúpená druhmi *Berberis aquifolium* (22ks) *Hybiscus syriacus* (8ks) a *Rosa* sp. (14ks). Jedinečnosť priestoru pozdvihujú práve lipy doplnené krami ruží, ktorých výsadba v blízkosti sakrálnych objektov má dlhú tradíciu a nesie určitú symboliku (BIEDERMANN, 1992).

Pokiaľ priestor v bezprostrednej blízkosti kostola má vďaka mohutným lipám tienistý charakter, plocha, ktorá naň nadväzuje za bránou je rozľahlá, slnečná, trávnatá, iba po jej obvode je vysadená *Tilia cordata* v počte 7 kusov, jedna z nich je dospelým jedincom, zvyšné štyri patria do stabilizovanej dospievajúcej výsadby s vekovým štádiom 3. V priestore sa nachádzajú aj dospelé jedince druhu aj *Betula pendula* (4ks) a *Robinia pseudoacacia* (2ks), dreviny sú v dobrom zdravotnom stave, výnimkou je agát, ktorý je kvôli zníženej stabilite a nepriaznivému zdravotnému stavu vhodné asanovať.

Sektor C je tvorený viacerými plochami a prvkami zelene, ktoré spolu úzko súvisia. Ide o kombináciu súkromnej a verejnej zelene, a taktiež o kombináciu mladej zelene (vekové štádium 1-2) a starších výsadiel (vekové štádium 3-5). V areáli základnej školy ide o staršiu výsadbu, konkrétne o druhy *Chamaecyparis lawsoniana* (1ks), *Picea abies* (1ks), *Taxus baccata* (2ks) v prirodzenej aj stĺpovitej forme, *Betula pendula* (1ks), *Juglans regia* (1ks), *Juniperus communis* (1ks) a *Robinia pseudoacacia* (1ks). Podobne je to aj pri detskom ihrisku, dominujú tu dospelé jedince druhu *Juglans regia* (3ks) a *Prunus spinosa* (3ks). Ide teda o kombináciu autochtónnych i alochtónnych drevín, najmä v školskom areáli sa nachádzajú aj stálezelené jedince, ktoré vytvárajú kontrast k prevažujúcim opadavým druhom. V prípade *Juniperus communis* sa jedná o dreviny v zlom zdravotnom stave, je preto na mieste uvažovať jednak o ich náhrade, aj o celkovej koncepcii zelene prispôsobenej vyučovaciemu procesu.

Mladá výsadba začína alejou na vedľajšej ceste, ktorá pozostáva z 15tich kusov globózneho kultivaru *Prunus padus* a je vysadená v zelenom páse oddeľujúcom cestu od chodníka. Vďaka správne mu výberu sortimentu a údržbe aleja prosperuje, existuje teda predpoklad, že sa v budúcnosti stane zelenou kostrou tohto priestoru. Aleja vyúsťuje do priestoru posedenia pri požiarnej zbrojnici. Plochu, ktorá je kategorizovaná ako parkovo upravená plocha vznikla revitalizáciou predchádzajúcej výsadby, kde dominovali dospelé jedince borovice a tuje. Pôvodné dreviny boli až na výnimku *Negundo aceroides* (2ks) odstránené a nahradené globóznymi kultivarmi druhu *Tilia cordata* (2ks) a *Acer platanoides* (10ks) podsadené dynamickou trvalkovou výsadbou. Pôvodne tmavý priestor tak nadobudol slnečný a svieži charakter.

Posedenie pri hasičskej zbrojnici súvisí s plochou pri pamätnom dome, kde je vysadený *Prunus cerasifera* (2ks) s okrasným červeným olistením, ktorá v kombinácii s alejou z *Prunus padus* bude atraktívna najmä v období kvitnutia.

Sektor D je venovaný špeciálnej a verejnej zeleni. Špeciálna zeleň pozostáva z objektov nového a starého cintorína. Nový cintorín, ktorý je plošne rozsiahlejší než starý, obsahuje druhové zloženie typické pre pietnu zeleň na Slovensku, najviac zastúpené sú jedince druhu *Thuja occidentalis*, konkrétne kultivary Smaragd (16ks) a Malonyana (11ks), *Platycladus orientalis* (7ks) a *Pseudotsuga menziesii* (2ks). Z listnatých drevín je najviac zastúpená *Tilia cordata* (22ks), ktorá vytvára líniu vedúcu po severnej hranici pozemku, slúži ako psychická a optická bariéra oddeľujúca cintorín od poľnohospodárskeho podniku, nadväzuje na ňu líniová výsadba *Larix decidua* (6ks). Z krovitej zložky sa v priestore cintorína nachádzajú dospelé jedince druhu *Buxus sempervirens*, ktoré sú do značnej miery napadnuté vijačkou krušpánovou, krovitú etáž tvoria ďalej druhy *Rosa canina*, *Sambucus nigra*, *Prunus spinosa*, za zmienku však stojí najmä výskyt domáceho druhu *Euonymus europaeus*, ktorý v jeseni púta pozornosť najmä svojimi dekoratívnymi oranžovo-ružovými plodmi.

V rohu starého cintorína, ktorý bol založený začiatkom minulého storočia, stojí *Tilia cordata*. Okrem lípy sa v priestore nachádzajú aj dve dvojice druhu *Thuja occidentalis* 'Malonyana' a *Platycladus orientalis*. Skutočne hodnotným prvkom starého cintorínu je viackmenný *Buxus sempervirens*, ktorý dosahuje výšku 5m a šírku 7m, navyše je aj v pomerne dobrom zdravotnom stave. Vďaka centrálnemu umiestneniu, kde mal dostatok priestoru pre rast, neprišlo ani k deformácii tvaru jeho koruny.

Medzi novým a starým cintorínom sa nachádza futbalové ihrisko, ich spojnicou vedie aleja tvorená druhmi *Acer pseudoplatanus* a *Betula pendula*, ktorých vekové štádium je 3, sadovnícka hodnota aj zdravotný stav sa pohybuje v intervale 3-4. Po obvode ihriska sa nachádzajú porasty tvorené najmä druhmi *Robinia pseudoacacia*- zastúpenie 50%, *Juglans regia*- 10%, *Sambucus nigra*- 10%, a *Prunus spinosa*- 10%, pokryvnosť týchto plôch je 80%, najväčším problémom je invázny charakter agátu a nedostatočná údržba týchto plôch.

Sektor E sa nachádza v blízkosti futbalového ihriska, pozostáva z aleje z *Tilia cordata* a trojice solitérnych líp viažucich sa na prvok drobnej sakrálnej architektúry. Dospievajúce lípy, ktoré sú v aleji (17ks) nadobúdajú pomerne širokú škálu sadovníckej hodnoty, aj zdravotného stavu- 2-4, čo znamená že jedince sú v rôznej kondícii, aleja nepôsobí jednotným dojmom.

Trojica líp stojacich pri soche svätého je taktiež v rôznom stave, pokiaľ jedna z líp s obvodom kmeňa 174cm má zhoršený zdravotný stav, narušenú stabilitu a koruna nemá prirodzený tvar, ďalšia s obvodom 215cm je zdravá a má typický habitus. Dreviny boli v čase inventarizácie ošetrované arboristom, obec teda dbá o predĺženie ich životnosti. Takýto prístup je správny, nejde totiž iba ťažko nahraditeľnú ekologickú hodnotu, ktorú drevina predstavuje, ale taktiež nenahraditeľnú spoločenskú, symbolickú a duševnú hodnotu.

Sektor F súvisí so zeleňou lokalizovanou na hlavnej ulici a v jej nadväznosti. Drevinová vegetácia nachádzajúca sa na hlavnej ceste, pomyslenej osi dediny, vytvára prvý dojem pri návšteve do obce. Napriek tomu, že ide o najfrekventovanejšiu- tranzitnú časť obce, s vysokým dopravným zaťažením, čo znamená zvýšenú prašnosť a hlučnosť, takmer úplne tu absentuje zeleň, ktorá by negatívne javy spojené s dopravou eliminovala. Pri vstupe do obce smerom z Nitry sa po ľavej strane nachádzajú jedince druhu *Pinus sylvestris* a *Betula pendula*, jadro hlavnej ulice je bez verejnej zelene až na jednu výnimku- *Fraxinus excelsior* nachádzajúci sa pred miestnymi potravinami. V severnej časti intravilánu sa nachádzajú dospelé jedince druhu *Tilia cordata*. Na základe inventarizácie je možné konštatovať, že zelene na hlavnej ulici je síce málo, no je v pomerne dobrom stave, až na 1ks druhu *Pinus sylvestris*, ktorý je vhodné vďaka nepriaznivému zdravotnému stavu asanovať. Priestor na výsadbu nových drevín je na hlavnej ceste obmedzený, preto je pri existujúcich drevinách

vhodné vykonať ošetrovanie tak, aby mohli zotrvať na svojom pôvodnom mieste a vykonávať svoju funkciu čo najdlhšie.

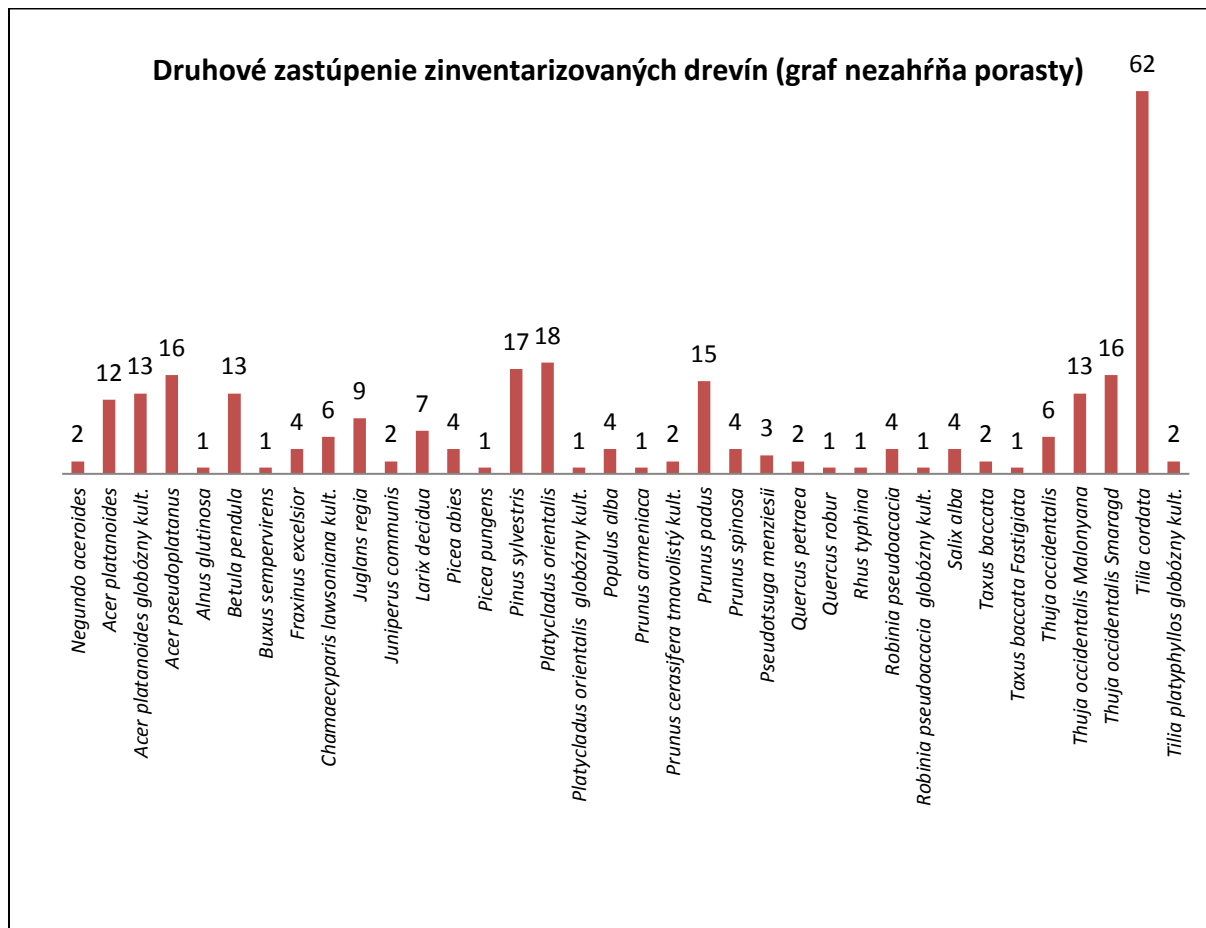
Na hlavnú ulicu nadväzuje priestranstvo pred Kultúrnym domom. Dominantou areálu kultúrneho domu je *Robinia pseudoacacia*, pravdepodobne o kultivar *Umbraculifera*. Podľa historických fotiek boli v danom priestore pôvodne 3 jedince, do dnešného dňa sa zachovala iba prostredná, ktorá je aktuálne v zlom zdravotnom stave. Nakoľko má v priestore svoju hodnotu, je vhodné konzultovať s arboristom možnosti jej záchrany resp. náhrady.

Sektor G predstavuje najkomplexnejší areál zelene v obci. Ide o park Šibeje s rozlohou 3 hektáre, ktorý sa nachádza na hranici intravilánu a extravilánu obce- na území, kde v minulosti meandrovala rieka Nitra. Po regulácii vodného toku sa z daného územia stala skládka odpadu, ktorá dlhé roky strpčovala život obyvateľom okolitých domov. Počas rekultivácie skládky bol terén parku vymodelovaný do miernych terénnych depresí a naopak- návrší, čo ešte viac podporilo prírodný charakter priestoru. Pod vedením autorizovaného krajinného architekta bol vytvorený návrh parku Šibeje, ktorý rešpektuje možnosti a špecifiká danej lokality, takisto zohľadňuje potreby obyvateľov obce. Kompozične je park rozdelený na prehľadné trávnaté plochy, brehovú vegetáciu viažucu sa k jazierku a porast, ktorý je z veľkej časti tvorený pôvodnými drevinami a vytvára akúsi intímnu zónu parku. Z hľadiska dendrologickej skladby bolo možné posúdiť samostatne brehovú vegetáciu v okolí jazierka, kde má najvyššie zastúpenie *Salix alba*, ktorá tvorí až 80% porastu, zvyšných 20% je tvorených druhmi *Robinia pseudoacacia*, *Negundo aceroides*, *Morus sp.*, *Populus alba* a *Prunus spinosa*. Pri dynamike rastu, akou sa vyznačujú zastúpené dreviny, je veľmi dôležitá pravidelná odborná údržba porastu. Porast- zatienená, súkromná zóna parku vytvára dojem lesa, v poraste opäť dominuje *Salix alba*, ktorý predstavuje až 50% zo všetkých drevín, *Negundo aceroides*, *Fraxinus ornus* a *Juglans regia* sú zastúpené po 10% a zvyšných 20% predstavujú doplnkové druhy- *Carpinus betulus*, *Sambucus nigra*, *Populus nigra*, *Prunus spinosa*, *Alnus glutinosa* a iné. Ako bolo už vyššie špecifikované, v parku sa nachádzajú aj rozsiahle trávnaté plochy, ktoré sú vyčistené od krovitej etáže a náletov, sú tam však vysadené nové dreviny v líniovej či bodovej forme. Ide o kombináciu druhov *Acer platanoides* (4ks), *Populus alba* (4ks), *Juglans regia* (4ks), *Salix alba* (3ks), *Quercus petraea* (2ks) *Alnus glutinosa* (1ks) a *Tilia cordata* (1ks). Z vysadených mladých drevín je viditeľný úhyn v počte 4ks.

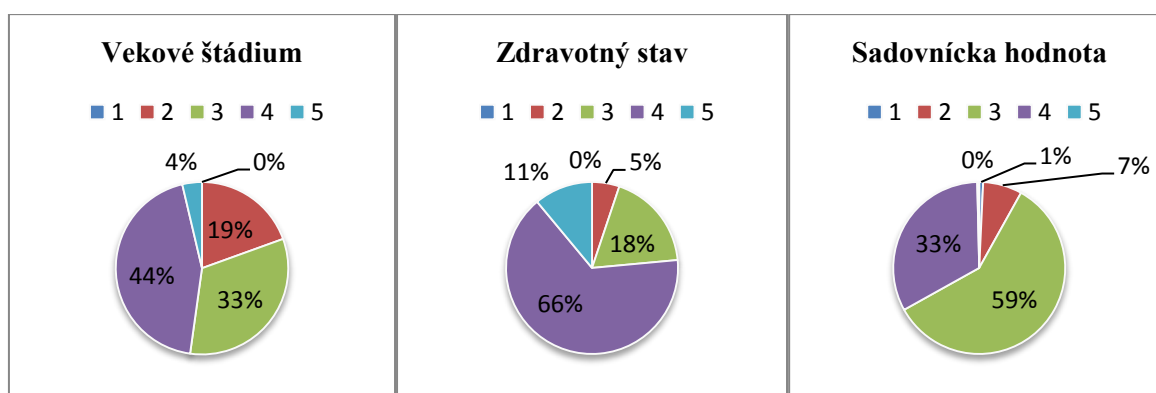
Vykonaná inventarizácia ukázala, že celkové druhové zloženie drevín v obci je pomerne pestré, v území je zastúpených 48 druhov, z toho je vyše polovica-54% autochtónna, zvyšných 46% je alochtónnych, z toho dva druhy sú invázne (*Rhus typhina*, *Robinia pseudoacacia*).



Celkovo bolo v riešenom území zinventarizovaných 272 ks stromov, resp. krov, najčastejšie sa vyskytuje druh *Tilia cordata* (62ks) a to v rôznych vekových štádiách, nasleduje *Platycladus orientalis* (18ks), *Pinus sylvestris* (17ks), *Thuja occidentalis* 'Smaragd' (16ks) spolu s *Acer pseudoplatanus* (16ks). Môžeme konštatovať že sú zastúpené autochtónne i alochtónne dreviny, taktiež opadavé aj stálezelené druhy.



Grafy vyjadrujúce stav drevín z hľadiska vekového štádia, zdravotného stavu a sadovníckej hodnoty:



Väčšina inventarizovaných drevín sú dospelé jedince, 66% drevín má zdravotný stav 4, čo značí dreviny s nenarušenou stabilitou, s presychaním koruny do 1/3 objemu koruny a minimálnym výskytom ochorení a škodcov. Prevládajúca sadovnícka hodnota je 3, ide teda o viac-menej zdravé dreviny vyžadujúce úpravu.

Z terénneho prieskumu a jeho následného vyhodnotenia vyplýva, že v priestore je aktuálne vyrovnaný pomer cudzokrajných aj domácich drevín. Väčšinu mladej výsadby tvoria domáce dreviny, ktoré vhodne spoluvytvárajú identitu a atmosféru prostredia. Vývojový trend je teda priaznivý, správnym plánovaním ďalších plôch zelene, v súlade s územným plánom je vhodné podiel domácich drevín zvýšiť. Treba však brať do úvahy stále extrémnejšie prejavy počasia, dreviny sú vystavované tropickým teplotám, suchu a v mnohých prípadoch aj zasoleniu, čo môže značne obmedziť ich životnosť. Dôležitá je nielen údržba najmä v prvých rokoch života, ale aj výber sortimentu. V publikácii (KONIJNENDIJK, NILSSON, RANDRUP, SCHIPPERIJN; 2005) sú uvedené najlepšie prosperujúce druhy v stredoeurópskom priestore, z ktorých domáce sú *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer pseudoplatanus*, *Quercus* sp., *Tilia platyphyllos*, *Tilia cordata*, *Ulmus* sp.

Na Slovensku je v rámci Slovenskej poľnohospodárskej univerzity uskutočňovaný výskum týkajúci sa adaptácie domácich drevín na rôzne stresory, druhy *Tilia cordata* a *Pyrus pyraeaster* boli vystavené špeciálnemu vodnému režimu. Výskum ukázal, že lipa malolistá má oproti hruške planej spočiatku vyššiu dynamiku rastu, po vyvolaní sucha sa jej rast však radikálne spomalí. Oproti tomu, hruška planá spočiatku nemá vysokú dynamiku rastu, avšak nemení sa ani po vystavení dreviny suchu – pokračuje vo svojom tempe rastu. Dá sa teda konštatovať, že síce lipa malolistá rýchlejšie tvorí hmotu, ale odolnejšia hruška planá je z dlhodobého hľadiska lepším riešením (HUS, PAGANOVÁ; 2018).

Tento fakt je cenný najmä z pohľadu dnešnej klimatickej situácie, kedy počas celého leta pretrvávajú tropické teploty a sucho nielen v mestách, ale aj na vidieku, preto sú dreviny schopné odolávať suchu dôležitým prvkom zelenej infraštruktúry.

ZÁVER

Príspevok podáva ucelený pohľad o súčasnej štruktúre drevinovej vegetácie intravilánu obce Jelšovce. Údaje poskytujú prehľad o druhovej skladbe a jej usporiadaní v priestorových vegetačných štruktúrach. Z výskumu vyplýva, že v obci sa nachádzajú prevažne dospelé domáce dreviny, väčšina je v priaznivom zdravotnom stave, prevažuje sadovnícka hodnota 3. Mladá výsadba založená v posledných rokoch je autochtónna, rešpektujúca prostredie, do ktorého je zasadená. V obci je snaha o tvorbu komplexného plánu ozelenovania, pozornosť si však zaslúžia nielen verejné priestranstvá, ale aj cintoríny, a areály určené na výučbu.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol vďaka podpore Vedeckej a grantovej agentúry MŠVVaŠ SR a SAV na výskumný projekt č. 1/0044/17.

LITERATÚRA

BIEDERMANN, H. 1992. Lexikón symbolov. Bratislava : Obzor, 1992. 373 s. ISBN 80 – 215 – 0217 – 7.

- BILLIKOVÁ, M., SUPUKA, J. 2018. Changes in landscape use and potential of its restoration from the perspective of individual programs. In Science of Youth. Nitra : Slovak University of Agriculture, pp. 5-31. ISBN 978-80-552-1844-1
- FERRO, L., SMAGACZ-POZIEMSKA, M. V., GÓMEZ, V. KURTENBACH, S., PEREIRA, P., VILLALÓN, J. J., 2018. Moving cities - contested view on urban life. Wlesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. 226 s. ISBN 978-3-658-18462-9
- GOJDIČOVÁ, E., CVACHOVÁ, A., KARASOVÁ, E., 2002. Zoznam nepôvodných, invázných a expanzívnych cievnatých rastlín Slovenska 2.Ochrana prírody, Banská Bystrica, 21: 59–79.
- HUS, M., PAGANOVÁ, V. 2018. Responses of root system of woody plants to drought. In Science of Youth. Nitra : Slovak University of Agriculture, pp. 104-115. ISBN 978-80-552-1844-1
- KONIJNENDIJK, C., NILSSON, K., RANDRUP, T., SCHIPPERIJN, J. (Eds.) 2005. Urban Forests and Trees. Berlin: Springer-Verlag. 521 s. ISBN 978-3-540-25126-2.
- MACHOVEC J.,1982. Sadovnícká dendrologie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1982. 246 s., ISBN : 17-608-82.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SR. 2002. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava; Banská Bystrica : Slovenská agentúra životného prostredia. 1. vyd. 344 s. ISBN 80-88833-27-2.
- PEJCHAL, M., ŠIMEK, P. Metodika hodnocení dřevin pro potřeby památkové péče. Lednice: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 60s.
- Program rozvoja obce Jelšovce, 2004. [online]. [cit. dňa 1. 9. 2018]. Dostupné na: <<http://www.jelsovc.sk/sk/o-obci/program-rozvoja-obce/>>.
- SUPUKA, J., FERIANCOVÁ, Ľ. 2008. Vegetačné štruktúry v sídlach. Nitra: SPU, 499 s. ISBN 978-80-552-0067-5.
- TÓTH, A. 2016. Zelená infraštruktúra: Fenomén súčasnosti a prírode blízke riešenie pre udržateľnú budúcnosť. Zahrada-park-krajina. vol. 26, pp. 36 – 41. [cit.2018-04-28].Available on internet: https://www.researchgate.net/publication/305347625_Zelena_infrastruktura_Fenomen_sucasnosti_a_prirode_blizke_riesenie_pre_udrzatelnu_buducnost
- TÓTH, A. 2016. Druhová diverzita drevín vo vidieckej krajine. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2016“, 05.10.2016. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 224-228 . ISBN 978-80-89408-26-9.
- Územný plán obce Jelšovce. [online]. [cit. dňa 1. 9. 2018]. Dostupné na: <<http://www.jelsovc.sk/sk/o-obci/uzemny-plan-obce/>>.

Adresy autorov

Ing. Monika Billiková, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Katedra záhradnej a krajinskej architektúry, Tulipánova 7, 949 76 Nitra, Slovakia, +421 37 641 5447, xbillikova@uniag.sk

prof. Ing. Ján Supuka, DrSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Katedra záhradnej a krajinskej architektúry, Tulipánová 7, 949 76 Nitra Slovakia, Tel.: +421 37 6415 421, E-mail: Jan.Supuka@uniag.sk

AN ASSESSMENT OF HOST RESPONSES IN FOREST TREE HYBRIDS TO *OPHIOSTOMA NOVO-ULMI* AND *PHYTOPHTHORA* SPP. AND NANOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF BREEDING STOCK

JAROSLAV ĎURKOVIČ - FRANTIŠEK KAČÍK - RASTISLAV LAGAŇA - INGRID ČAŇOVÁ- JANA KRAJŇÁKOVÁ

ĎURKOVIČ, J. – KAČÍK, F. - LAGAŇA, R. – ČAŇOVÁ, I.- KRAJŇÁKOVÁ, J. An Assessment Of Host Responses In Forest Tree Hybrids To *Ophiostoma Novo-Ulmi* And *Phytophthora* Spp. And Nanomechanical Characteristics Of Breeding Stock. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018“, 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s.22. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Woody cell wall compositional assessment was made of the chemical profiles of lignin and cellulose for two Dutch elm hybrids 'Groeneveld' and 'Dodoens' which possess contrasting tolerances toward Dutch elm disease. Upon infection with *Ophiostoma novo-ulmi* ssp. *americana* × *novo-ulmi*, medium-molecular weight macromolecules of cellulose were degraded in both hybrids. In 'Groeneveld' plants, syringyl-rich lignin provided a far greater degree of protection from cellulose degradation, but only guaiacyl-rich lignin in 'Dodoens' plants was involved in a successful defence against the fungus. In leaf traits, we found a very high proportion of non-significant differences between the infected and non-infected plants of 'Dodoens', including similarities in leaf growth, leaf gas exchange and leaf midrib vascular traits, as well as in the nanomechanical properties of the cell walls of tracheary elements such as modulus of elasticity, adhesion and energy dissipation. Three years after initial inoculations, except for a few traits such as leaf slenderness, relative chlorophyll content, transpiration rate and sap flow density in branches, we found no evidence of a decrease in leaf trait performances among the infected plants of 'Dodoens', despite the occasional persistence of fungal hyphae in the lumens of leaf midrib tracheary elements. In addition, the atomic force microscopy nanomechanical measurements were carried out to identify any differences between the micropropagated plants and the grafts of 'Dodoens' plants, as well as between the micropropagated plants and the plants propagated from root cuttings of the hybrid poplar *Populus tremula* × (*Populus* × *canescens*). In 'Dodoens' plants, the tracheary elements of the micropropagated plants formed stiffer cell walls, quantified by modulus of elasticity, than those of the grafts. In hybrid poplar, the micropropagated plants reached higher values for the dissipation energy of tracheary element cell walls which may indicate a higher damping capacity within the primary xylem tissue under abiotic stress conditions for this stock type. This research revealed that there were no decreases in leaf nanomechanical, vascular and physiological performances which could be attributed to the micropropagated plants of both 'Dodoens' and hybrid poplar breeding stock. Host responses of hybrid poplar plants to inoculations with *Phytophthora plurivora* and *P. cactorum* are being evaluated.

Key words: atomic force microscopy, cellulose degradation, dissipation, modulus of elasticity, syringyl to guaiacyl ratio in lignin.

Acknowledgements: This work was supported by the Slovak scientific grant agency VEGA No. 1/0149/15.

Authors' addresses

doc. Ing. Jaroslav Ďurkovič, PhD. (e-mail: jaroslav.durkovic@tuzvo.sk), Ing. Ingrid Čaňová, PhD., Department of Phytology, Technical University in Zvolen, 96053 Zvolen, Slovakia

Prof. RNDr. František Kačík, PhD., Department of Chemistry and Chemical Technologies, Technical University in Zvolen, 96053 Zvolen, Slovakia

doc. Ing. Rastislav Lagaňa, PhD., Department of Wood Science, Technical University in Zvolen, 96053 Zvolen, Slovakia

assoc. Prof. Jana Krajňáková, PhD., Scion, 49 Sala Street, Rotorua 3046, New Zealand

KONFLIKT ZÁUJMOV DVOCH ZÁKONOV V STAROSTLIVOSTI O HISTORICKÚ ZELEŇ

HISTORICAL LANDSCAPES AS SCENES OF LEGISLATIVE CONFLICT: NATURE PROTECTION VS. CULTURAL HERITAGE

ĽUBICA FERIANCOVÁ

FERIANCOVÁ, Ľ. 2018. Konflikt záujmov dvoch zákonov v starostlivosti o historickú zeleň. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s.23- 31. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstrakt

The rich history of architecture, garden design and landscape architecture has formed a series of varied valuable monuments and cultural heritage sites, designed in different styles and dating back to different periods of human history. These cultural heritage sites include objects where plants were used as design elements, such as geometrical gardens of renaissance and baroque, romantic English landscape gardens and parks or designed open landscapes such as calvaries, historical alleys, churches and chapels and many other forms. In such situations, plants and building elements form a united couple of natural and cultural monuments. This situation creates valuable historical landscapes on the one hand, but also scenes of legislative conflict on the other hand. In Slovakia, historical monuments of garden design and landscape architecture, including mainly gardens and parks, but also other forms of designed landscapes, are protected as cultural monuments under the Act No. 49/2002 on the Protection of the Monument Fund in the jurisdiction of the Monuments Board of the Slovak Republic established by the Ministry of Culture of the Slovak Republic. However, as trees belong to the main design elements of these hybrid monuments of nature and culture, these historical sites are also protected by Act No. 543/2002 on Nature and Landscape Protection in the jurisdiction of the Ministry of Environment of the Slovak Republic. These two legislations are in many cases conflicting or even counter-productive. The nature protection law protects all natural elements, while monument protection considers especially the overall design and cultural heritage, where trees are part of the composition as a specific category of design elements. This leads to problematic restoration or reconstruction of historical sites, which requires tree felling, clearance of spontaneous vegetation or removal of the shrub layer, as all trees and plants enjoy an equal nature protection status. The paper will examine particular situations in Slovakia, where nature protection and monument protection have caused conflicts and will take a closer look on problematic decision making procedures and solutions. The aim of the paper is to discuss improvement possibilities of Slovak legislative landscapes, which could increase the efficiency of future decision making.

Key words: cultural heritage, historical landscapes, landscape architecture, monument protection, nature and landscape protection

ÚVOD

Historickou zeleňou v právnom význame je zeleň evidovaná v ÚZPF buď ako samostatná kultúrna pamiatka, alebo ako súčasť pamiatkového územia alebo ochranného pásma v súlade s ustanoveniami pamiatkového zákona. Ostatné parky sú chránené podľa zákona č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny. Takto všetka zeleň, teda aj historická je v SR chránená. Táto ochrana sa však vzťahuje „len“ na biologickú hodnotu drevín v ich väzbe na voľnú krajinu. Aj keď predmetom ochrany podľa oboch zákonov je ten istý objekt, princíp

ochrany je rozdielny. Pri historickej zelene chránenej pamiatkovým zákonom sa strom považuje za najdôležitejší kompozičný prvok krajinárskej úpravy. O výruboch vždy rozhoduje orgán ochrany prírody a krajiny. Tento orgán však nemôže rozhodnúť v rozpore s rozhodnutím orgánu ochrany pamiatkového fondu (KPÚ). Táto zdánlivo duplicitná ochrana však vyplýva z rozdielneho posudzovania historickej zelene. Kým orgán ochrany prírody a krajiny posudzuje zväčša biologický a zdravotný stav jednotlivých drevín, pri posudzovaní orgánu ochrany pamiatkového fondu je primárna kompozičná hodnota spolu so sadovníckou. KPÚ však nerozhoduje o výruboch, ale špecifikuje požiadavky na zásahy do porastovej štruktúry sadovníckej úpravy. Komplikácie nastávajú, ak je historická zeleň chránená nielen podľa pamiatkového zákona, ale zároveň podlieha ochrane podľa zákona o ochrane prírody a krajiny. Takáto duplicitná ochrana je v praxi problematická, preto sa pristúpilo k prehodnocovaniu ochrany jednotlivých lokalít. Ak bola úprava založená ako sadovnícka, teda autor počítal s takou údržbou, ktorá zachováva východiskový stav a v minulosti sa aspoň čiastočne údržba takto vykonávala, je nevyhnutné uprednostniť požiadavky ochrany pamiatkového fondu. Ak však bola úprava založená ako krajinárska, alebo nastala výrazná zmena pôvodne sadovníckej úpravy, je vhodnejšia ochrana v súlade so zákonom o ochrane prírody a krajiny. Styčné a trecie plochy oboch orgánov ochrany sú evidentné v ich postoji k ochrane pri konkrétnom posudzovaní drevín na výrub a pri dopade povinných náhradných výsadiieb na evidovanú historickú zeleň. Predmetom ochrany oboch zákonov je ten istý objekt, princíp jeho ochrany je však úplne rozdielny.

MATERIÁL A METÓDY

ÚZPF SR v zmysle zákona č. 49/2002 Z. z. eviduje 339 pamiatkových objektov kultúrnych pamiatok v kategórii historická zeleň.

Tab.1 Prehľad historickej zelene podľa evidencie v Ústrednom zozname pamiatkového fondu SR

Objekty historickej zelene evidované v ÚZPF	Počet PO	Väzba PO na historickú zeleň	Počet NKP
Park	276	Kaštieľ a park	125
Záhrada	34	Kaštieľ s areálom	90
Aleja	14	Kaštieľ a záhrada	8
Arborétum	2	Kúria a park	8
Strom	3	Kaštieľ a arborétum	1
Bažantnica	1	Mestský palác a park	4
Lesopark	1	Kostol a záhrada	13
Urnový háj	1	Kúpeľný a liečebný dom s parkom	12
Zeľeň	1	Observatórium a park	1
Rozárium	3	Pamätník (park je súčasťou)	2
Cintorín	3	Cintorín (zeleň je súčasťou)	9
Spolu	339	Kalvária (hist. zeleň je súčasťou objektovej skladby)	2
Objekty historickej zelene evidované ako samostatné NKP	14 NKP	Hrad (hist. zeleň je súčasťou objektovej skladby)	9

Zdroj: Pamiatkový úrad SR, oddelenie štátneho informačného systému, 2017 (NKP- národná kultúrna pamiatka, PO – pamiatkový objekt)

Metodika

Predmetom skúmania boli pamiatkové objekty v správe Krajského Pamiatkového úradu Prešov (SEMANOVÁ, POLÁKOVÁ, 2000, SEMANOVÁ, 2000, KOLEKTÍV, 2007, SOPOLIGA, 1996). V príspevku je uvedený výber tých, kde sa v záujme podpory sakrálnej pamiatky uprednostnilo architektonické hľadisko kompozície kontaktného priestranstva, teda záujem pamiatkovej ochrany podľa z. 49 /2002 Z.z.

Skúmaných objektov bolo celkom 10 (Bodružal, Kalná Roztoka, Krajné Čierne, Ladomírová, Hunkovce, Vyšné Ružbachy, Krivany Ľubotice, Strážky a Miroľa). V nich, na základe terénneho výskumu a z archívnych materiálov KPU v Prešove, bola posúdená projektová dokumentácia ku spracovanej inventarizácii drevín, návrhy na ich ošetrovanie, argumentácia na žiadosť o výrub drevín ako aj stanoviská orgánu pamiatkovej ochrany. Výberom 4 a prezentáciou objektov Kalná Roztoka, Bodružal, Ladomírová a Krajné Čierne dokumentujeme výsledok prístupu 2 zainteresovaných orgánov, a to ochrany prírody prostredníctvom zákona č. 543/2002 a ochrany pamiatok cez zákon č. 49/2002. Tu ide o prijateľný kompromis a kladný príklad postoja oboch orgánov. čo však sa nedosiahlo u zvyšných citovaných objektoch, pretože napr. v skúma

VÝSLEDKY A DISKUSIA

SR viažu pri ochrane historickej zelene aj medzinárodné dohovory, predovšetkým Charta o historických záhradách (tzv. Florentská charta z r.1981, ktorá o historickú zeleň dopĺňa Benátsku chartu (o ochrane a obnove pamiatok a pamiatkových sídiel) z roku 1964. Podľa Florentskej charty je historická zeleň definovaná ako architektonická a vegetačná kompozícia, ktorej výstavbový materiál je predovšetkým rastlinný, teda živý, a preto nestály, zanikajúci, ale obnoviteľný. Jej vzhľad vyplýva zo stálej rovnováhy medzi cyklickou zmenou ročných období, rozkvetu a odumierania prírody, z umeleckej vôle a dômyselného zámeru, ktorý sa permanentnou údržbou snaží ustáliť jej stav. Tento princíp je základným postulátom právnej ochrany historickej zelene ako druhu kultúrnej pamiatky (SEMANOVÁ, 1999).

Historickou zeleňou v právnom význame je zeleň evidovaná v Ústrednom zozname pamiatkového fondu buď ako samostatná kultúrna pamiatka, alebo ako súčasť pamiatkového územia alebo ochranného pásma v súlade s ustanoveniami pamiatkového zákona. Ostatné parky sú chránené podľa zákona o ochrane prírody a krajiny (SEMANOVÁ, 2000).

Na vybraných príkladoch prístupov KPÚ v Prešove dokumentujeme postup v riešení otázok záchrany a zachovania kultúrnych hodnôt okolia pamiatok. Exteriér každej pamiatky je jej súčasťou. Prítomná zeleň ju zhodnocuje, alebo naopak, neodbornou výsadbou či zanedbanou údržbou pôsobí na ňu negatívne.

Štyri dokumentované objekty možno považovať za pozitívne príklady v prístupe oboch orgánov. Nie je tomu tak napr. v prípade objektu pamiatkovej ochrany vo Vyšných Ružbachoch, kde nesprávne nariadená a realizovaná náhradná výsadba zo strany orgánu ochrany prírody a krajiny spôsobila kompozičné znehodnotenie pamiatky. Pôvodný živý plot (prestarnutý, nevzhľadný) bol nahradený porastom tují a pichľavých smrekov, ktoré pamiatku (nizkopodlažný objekt kúpeľného domu) opticky úplne zakrývajú. Obdobne, takéto

negatívne príklady sú súčasťou prezentácie k príspevku k objektom Krivany, Ľubotice a Strážky.



Obr. 1 Kalná Roztoka
(archív KPÚ Prešov, stav pred zásahom do porastovej štruktúry pamiatky, v r. 2000)



Obr. 2 Kalná Roztoka (archív KPÚ Prešov, stav po úprave porastovej štruktúry 2016)



Obr. 3 Bodružal (archív KPÚ Prešov, stav pamiatky v r. 1964)



Obr. 4 Bodružal (archív KPÚ Prešov, stav pamiatky v r. 2018)



Obr. 5 Ladošová (archív KPÚ Prešov, stav pamiatky v r. 1961)



Obr. 6 Ladomírová (archív KPÚ Prešov, stav v r. 1995)



Obr. 7 Ladomírová (archív KPÚ Prešov, 2010)



Obr. 8 Krajné Čierno (archív KPÚ Prešov, stav pamiatky v r. 1956)



Obr. 9 Krajné Čierno (archív KPÚ Prešov, stav pamiatky v r. 2015)



Obr. 10 Krajné Čierno (archív KPÚ Prešov, stav pamiatky v 2017)

Na uvedených príkladoch je evidentné, že zásahy do porastových štruktúr prispeli k zvýšeniu estetickej úrovne okolia pamiatok. Poväčšine náletové, alebo nevhodne vysadené dreviny boli na základe uprednostnenia kompozičného hľadiska odstránené. Preto je dôležité, aby takéto zásahy sa realizovali na základe odborného posúdenia, poznania a pochopenia všetkých súvislostí v danom území. Bolo by kontraproduktívne chrániť stromy podľa zákona o ochrane prírody a krajiny, ktoré pamiatku zakrývajú, istým spôsobom znehodnocujú a neumožňujú jej v danom priestore vyniknúť.

Faktom ale je, že všetka zeleň, teda aj historická je u nás chránená. Táto ochrana sa však vzťahuje iba na biologickú hodnotu drevín. Preto v prípade, ak úprava bola založená ako sadovnícka, je nevyhnutné porast zachovať vo východiskovom stave a uprednostniť požiadavky ochrany pamiatkového fondu. Ak však bola úprava založená ako krajinárska, alebo nastala výrazná zmena pôvodne sadovníckej úpravy, je vhodnejšia ochrana v súlade so zákonom o ochrane prírody a krajiny. Zo skúseností vieme, že ak sa k odborným argumentom pripojí vzájomné rešpektovanie, úcta k poznaniu i spoločný cieľ, ktorým je v konečnom dôsledku zmysluplná ochrana, nemôže vzniknúť z duplicitnej ochrany neriešiteľný problém.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za podpory grantovej agentúry MŠ SR KEGA č. 001SPU- 4/2017 a VEGA č. 1/0044/17, za čo jeho autorka ďakuje.

LITERATÚRA

- KOLEKTÍV 2007: Drevené kostolíky na Slovensku. Vyd. PETRA, ISBN 978-80-8099-009-1, 152 s.
SEMANOVÁ, E., 1999: Stanovenie princípov sadovníckej a architektonickej úpravy areálov. Archívny materiál KPÚ Prešov, archívny materiál- nečíslované
SEMANOVÁ, E., POLÁKOVÁ, M., 2000: Nominačný projekt súboru drevených kostolíkov východoslovenského regiónu, Poľska a Ukrajiny. I. etapa, KPÚ Prešov, archívny materiál- nečíslované

- SEMANOVÁ, E., 2000: Analýza architektonických a sadovníckych kvalít areálov. Pamiatkový ústav Bratislava, stredisko Prešov. Národné kultúrne pamiatky – súbor drevených kostolíkov východného Slovenska, archívny materiál- nečíslované
- SEMANOVÁ, E., 2000: Drevené kostolíky. Zásahy do porastovej štruktúry, archívny materiál č. Z 594. KPÚ Prešov, nečíslované.
- SOPOLIGA, M., 1996: Perly ľudovej architektúry. Vyd. Dino Prešov, ISBN 80-85575-15-9, 127 s.
- ZÁKON č. 49/2002 Z. z. Zákon o ochrane pamiatkového fondu
- [ZÁKON č. 543/2002 Z. z. Zákon o ochrane prírody a krajiny](#)

Adresa autora

prof. Ing. Ľubica Feriancová, PhD., Katedra záhradnej a krajinnej architektúry, FZKI SPU v Nitre;
Tulipánová 7, Nitra 94976, lubica.feriancova@uniag.sk

SEARCHING FOR POTENTIALLY INVASIVE MAPLES (*ACER* SP.) IN SLOVAK CITIES

IDENTIFIKÁCIA POTENCIÁLNE INVÁZNYCH DRUHOV JAVOROV (*ACER* sp.) V SLOVENSKÝCH MESTÁCH

PETER FERUS

FERUS, P. 2018. Searching for potentially invasive maples (*Acer* sp.) in Slovak cities. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s.32-38. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Non-native maples (*Acer* sp.), as fecund and vigorous trees, have potential to become invasive. In this work, we analysed the foreign maple species structure and abundance in city parks, residential areas and private gardens in Bratislava, Nitra and Zlaté Moravce with the focus on individuals escaped from culture. Silver maple (*Acer saccharinum* L.) was the most frequently planted maple species in parks and older residential areas. However, in private gardens dominated palm maple (*Acer palmatum* Thunb.). In new residences architects relied almost exclusively on native species. The only one maple species, in which escape was observed, was the silver maple. Putting together with the typical attributes of plant species invasiveness, we think that this is a good candidate for future invasive species.

Key words: non-native maples (*Acer* sp.), cultivation, escape, traits of potential invasiveness

INTRODUCTION

Maples (*Acer* sp.) are trees/shrubs of high ornamental value attracting human's attention with interesting habitus, bark, leaves as well as fruits. Despite general distribution of maple species in temperate zone of the northern hemisphere, among the most decorative belong those from China and Japan (VAN GELDEREN et al. 2010; GREGORY AND VERTREES, 2010). In the Slovak flora, four native maple species occur – field maple (*Acer campestre* L.), Norway maple (*Acer platanoides* L.), sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and Tatarian maple (*Acer tataricum* L.) (ZAHRADNÍKOVÁ, 1984). However, our climate enables successful cultivation of many foreign species, as well. First of them were introduced to the region of present Slovakia centuries ago, during the so called phase of park introduction (BENČAĎ, 1982). From decades ago till now, most of the non-native maple species can be found in botanical gardens and arboretums. For instance, 43 maple species, cultivars and forms grew in the Mlyňany Arboretum in 1967 (BENČAĎ, 1967) and the last living collections inventory in 2012 revealed increase to 80 (Hoťka and Barta 2012). In the socialistic period, besides native species, plantations of two American maple species – box elder (*Acer negundo* L.) and silver maple (*Acer saccharinum* L.) – were very common (SUPUKA et al., 1991). However, today new attractive botanical maple species and particularly palm maple (*Acer palmatum* Thunb.) cultivars satisfy the human's demand on special garden plant material. Anyway, these vigorous fruitful woody plants can represent a risk of future invasion (THEOHARIDES AND DUKES, 2007). Therefore, in this work we analyse present state in the maple species spectrum and abundance in different urban zones of three cities with the focus on their escape.

Tab. 1 Maple genotypes offer in the largest transnational garden centres in spring 2018. Abbreviations: NEG – box elder (*Acer negundo* L.), PAL – palm maple (*Acer palmatum* Thunb.), PLA – Norway maple (*Acer platanoides* L.).

Garden centre	Species	Genotype
<i>OBI Nitra</i>	PAL	‘Bloodgood’, ‘Little Princess’, ‘Osakazuki’
<i>Mercury Market Nitra</i>	-	-
<i>Hornbach Bratislava</i>	PAL	‘Atropurpureum’, ‘Bloodgood’, ‘Dissectum Garnet’, ‘Dissectum Viridis’, ‘Tamukeyama’
	NEG	‘Flamingo’
	PLA	‘Drummondii’
<i>Bauhaus Bratislava</i>	PAL	‘Dissectum’, ‘Burgundy Lace’, ‘Inaba-Shidare’, ‘Katsura’, ‘Orangeola’, ‘Osakazuki’
	NEG	‘Flamingo’

MATERIAL AND METHODS

Present market survey

In April 2018, the spring collections of maple (*Acer* sp.) genotypes were investigated in the most famous transnational garden centres in the regional city Nitra (OBI Slovakia s.r.o. and Mercury Market Slovakia s.r.o.) and the capital city Bratislava (Hornbach – Baumarkt SK s.r.o. and Bauhaus Slovensko s.r.o.), as well as the offer of the large national ornamental woody plant internet sellers (Lesy SR š.p. – OZ Semenoles, Liptovský Hrádok; Plantago s.r.o., Bratislava; Stromčeky s.r.o., Nesvady; Weigela s.r.o., Vieska nad Žitavou).

Field research

In summer 2018, field research on preferences in maple species/cultivar plantations was carried out in the capital Bratislava, the regional city Nitra and the county town Zlaté Moravce. We expected that the species composition in the public spaces and private gardens could be influenced by the Mlyňany Arboretum vicinity (ca. 10.5 km). First we analysed the city park together with the small Janko Král’ park, of area 5.5984 ha. Then we moved to the residential area, which was established in the socialistic era (1960-1989), of area 33.7694 ha. And finally, focus was given to gardens in front of the private houses (328 houses), located in the north-western part of the town. In this area we found also new (started in 2012) residential area Ďateľiniská of 0.7856 ha. In Nitra, the city park (20.8039 ha), older residential areas Klokočina and Diely built from 1975 till now (168.7313 ha), new (started in 1993) residential area Martinák (7.1732 ha) and private houses in the city part Čermán (416 houses), were surveyed. From Bratislava the Park of Janko Král’ (24.0736 ha), central part of the city part Petržalka built in period 1973-1989, bordered by Rusovská and Panónska road, Pajštúnska, then Kutlíkova and Starohájska street (161.7495 ha), new (started in 2011) residential area Slnecnice (9.4653 ha) and private houses in the Kalvária

area in old Bratislava city (352 houses), were selected. Area of parks and residential areas as well as number of investigated houses were determined in the Mapy.sk web environment.

Tab. 2 Internet market with maple genotypes in spring 2018. Abbreviations: GIN – Amur maple (*Acer ginnala* Maxim.), GRI – paper bark maple (*Acer griseum* (Franch.) Pax.), NEG – box elder (*Acer negundo* L.), PAL – palm maple (*Acer palmatum* Thunb.), RUB – red maple (*Acer rubrum* L.), SAC – silver maple (*Acer saccharinum* L.).

Internet store	Species	Genotype
<i>Lesy SR – Semenoles, Liptovský Hrádok</i>	PAL	botanic, 'Atropurpureum', 'Bloodgood', 'Dissectum Garnet', 'Dissectum Inaba-Shidare',
	NEG	'Flamingo'
<i>Stromčeky, Nesvady</i>	-	-
<i>Plantago, Bratislava</i>	GIN	botanic
	RUB	botanic, 'October Glory', 'Scanlon'
	SAC	'Laciniatum Wieri', 'Pyramidale'
<i>Weigela, Vieska nad Žitavou</i>	GRI	botanic
	PAL	'Atropurpureum', 'Dissectum Garnet', 'Dissectum Inaba-Shidare'

Database data

Year of the first report of cultivation of the most frequently found non-native maples in the area of present Slovakia was taken from the Benčat's Atlas of the foreign woody plant species cultivation in Slovakia (BENČAŤ, 1982). As the reference for maple species frost tolerance we took the USDA hardiness ranking (www.usda.gov): 3 – from -40 to -34.4, 4 – from -34.4 to -28.9, 5 – from -28.9 to -23.3, 6 – from -23.3 to -17.8, 7 – from -17.8 to -12.2, 8 – from -12.2 to -6.7, 9 – from -6.7 to -1.1 °C. Drought tolerance level of these species was adopted from the work of NIINEMETS AND VALLADARES (2006), where 1 – very intolerant, 2 – intolerant, 3 – moderately tolerant, 4 – tolerant, 5 – very tolerant.

RESULTS AND DISCUSSION

In spring 2018, all analysed garden centres offered particularly a large scale of palm maple (*Acer palmatum* Thunb.) cultivars (Table 1). Most of them (6) were found in Hornbach Bratislava and Bauhaus Bratislava. To the most popularly sold cultivars belong 'Bloodgood', 'Dissectum Viridis' and 'Osakazuki'. What is interesting, despite invasive, box elder (*Acer negundo* L.) cv. 'Flamingo' was still on market. From native species, only Norway maple (*Acer platanoides* L.) cv. 'Drummondii' was found.

Tab. 3 Non-native maple species presently (in summer 2018) planted in parks, residential areas and private gardens of Bratislava, Nitra and Zlaté Moravce. Abbreviations: CAM – field maple (*Acer campestre* L.), CIS – vineleaf maple (*Acer cissifolium* Siebold et Zucc.), GRO – Grosser's maple (*Acer davidii* var. *grosseri* Pax.), NEG – box elder (*Acer negundo* L.), PAL – palm maple (*Acer palmatum* Thunb.), PLA – Norway maple (*Acer platanoides* L.), PSE – sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.), RUB – red maple (*Acer rubrum* L.), SAC – silver maple (*Acer saccharinum* L.), TAT – Tatarian maple (*Acer tataricum* L.).

City	Locality	Native/invasive species	Non-inv. species	Planted (pcs./ha or pcs./house)	Escaped (pcs./ha or pcs./house)
Bratislava	Janko Kráľ park	PSE, PLA, NEG, CAM	SAC	0.166	0
	Petržalka	NEG, PLA, PSE, CAM, TAT	SAC PAL	0.130 0.043	0 0
	Slnecnice	CAM, PLA	PAL	0.106	0
	Kalvária	PLA, CAM, NEG, TAT	PAL SAC	0.048 0.003	0 0
Nitra	City park	PLA, PSE, CAM, TAT	SAC	1.057	0
	Klokočina	PLA, PSE, NEG, CAM, TAT	SAC	0.682	0.030
			CIS	0.006	0
			GRO	0.006	0
			RUB	0.006	0
Zlaté Moravce	Martinák	PSE, PLA, NEG	SAC PAL	0.697 0.697	0.139 0
	Čermáň	PLA, NEG	PAL	0.118	0
	Parks	PLA, PSE, CAM	SAC	3.215	0.893
	Residential area	PLA, PSE, NEG, CAM	SAC	1.569	0.030
	Ďateliniská	-	-	-	-
	Private houses area	PLA, NEG	PAL	0.058	0

On the other hand, internet market was richer on species but poorer on cultivars (Table 2). Among sold species, the 'old-fashioned' silver maple (*Acer saccharinum* L.), but also trendy red maple (*Acer rubrum* L.) and jewel botanical paper bark maple (*Acer griseum* (Franch.) Pax.) and Amur maple (*Acer ginnala* Maxim.), were identified. From the palm maple cultivars, usually the most common were offered.

Our field research on the non-native maple species occurrence in parks, older and new residential areas as well as in private gardens of Bratislava, Nitra and Zlaté Moravce revealed massive plantations of silver maple and palm maple (Table 3). Silver maple dominated in parks and older residential areas of all cities.

In opposite, palm maple cultivars were observed exclusively in gardens of all analysed private residential areas. Presently, general preference of green-leaved or coloured palm maple cultivars with non-dissect palm leaves, was observed (Figure 1). The only one exception was the case of Petržalka, where it was also planted in small gardens in front of blocks of flats. In the new residential areas native maple species were preferred but palm maples also can occur. Since larger time span of the construction works, in Martinák residential area (Nitra) silver maple plantation could also be seen. The only one maple species escaping from culture – older residential areas in Nitra and Zlaté Moravce as well as the Janko Kráľ park of Zlaté Moravce, was the silver maple.

Tab. 4 Residential time and ecological plasticity (USDA frost hardiness and drought tolerance) of Norway maple (*Acer platanoides* L., PLA), box elder (*Acer negundo* L., NEG), palm maple (*Acer palmatum* Thunb., PAL) and silver maple (*Acer saccharinum* L., SAC).

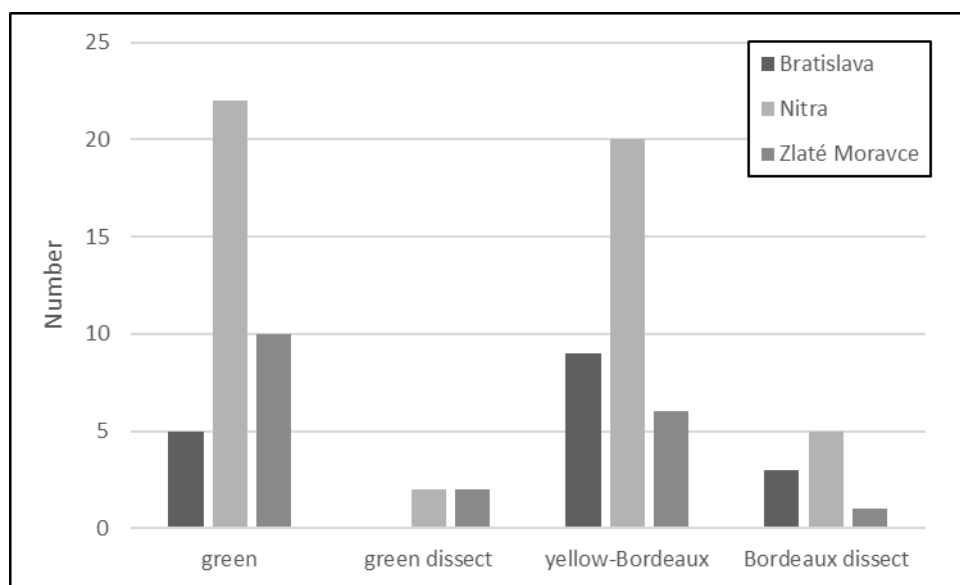
Species	Introduced in	Hardiness	Drought tolerance
PLA	-	3-7	2.76
NEG	1794	3-8	3.03
PAL	after 1900	6-8	2-3?
SAC	1820	3-9	2.88

The world literature survey revealed just a few maple species of invasive status other than the box elder. In the North America, there is strong evidence on the impact of Norway maple on the natural ecosystems (e.g. LAPOINTE AND BRISSON 2012; GALBRAITH-KENT AND HANDEL 2008; REINHART et al. 2006). In two of the analysed Slovak cities (Nitra and Zlaté Moravce), silver maple individuals escaping from the culture, were observed. Since this species was widely planted in parks, along roads as well as in the newly built residential areas of larger cities in the socialistic era (SUPUKA et al. 1991), and despite of the city management, we found some niches, where it could establish – abandoned areas and hardly accessible locations. In some cases, situations when seedlings were let grow, were also observed. On the other hand, despite the palm maple became highly popular among people in the past two decades, we did not see any escape of this species into nature. Mostly young trees, which still do not form thousands of viable seeds and much more precise management in private gardens could be explanations for our observation.

As indicated by PYŠEK et al. (2009), probability of alien woody plant species increases with the residence time in the country, planting density (propagule pressure) and low temperature tolerance. In contrary, based on similar parameters (residence time, propagule

pressure, invasiveness elsewhere and climate change hardiness), DEHNEN-SCHMUTZ (2011) determined green list of non-invasive ornamental plants. Following these traits, silver maple is much more similar to the invasive box elder in respect of the residence time, frost hardiness and drought tolerance than the palm maple. Because of older, already fruiting trees of relatively high planting frequency, silver maple fits better with the propagule pressure requirement, as well. However, in some decades the palm maple can also appear as potentially dangerous invasive species. The large genetic diversity (numerous cultivars on the market) can contribute to this switch.

Fig. 1 Human preferences in palm maple (*Acer palmatum* Thunb.) cultivars in Bratislava (Kalvária), Nitra (Čermáň) and Zlaté Moravce (private houses area).



ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by project of the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic (Vega 2/0058/18).

REFERENCES

- BENČAĽ, F. 1967. Dendroflóra Arboréte Mlyňany. Bratislava: Vydavateľstvo SAV, 128 s.
- BENČAĽ, F. 1982. Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania. Bratislava: Veda, 368 s.
- DEHNEN-SCHMUTZ, K. 2011. Determining non-invasiveness in ornamental plants to build green lists. In: Journal of Applied Ecology, vol. 48, 2011, p. 1374-1380.
- GALBRAITH-KENT, S., HANDEL, S.N. 2008. Invasive *Acer platanoides* inhibits native sapling growth in forest understorey communities. In: Journal of Ecology, vol. 96, 2008, p. 293-302.
- GREGORY, P., VERTREES, J.D. 2010. Japanese maples: The complete guide to selection and cultivation. Timber Press, 404 p.
- HOŤKA, P., BARTA, M. 2012. Inventory of the living collections of the Mlyňany Arboretum SAS. Bratislava: Veda, 132 p.
- LAPOINTE, M., BRISSON, J. 2012. A comparison of invasive *Acer platanoides* and native *A. saccharum* first-year seedlings: growth, biomass distribution and the influence of ecological factors in a forest understorey. In: Forests, vol. 3, 2012, p. 190-206.

- NIINEMETS, U., VALLADARES, F. 2006. Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate northern hemisphere trees and shrubs. In: Ecological Monographs, vol. 76(4), 2006, p. 521-547.
- PYŠEK, P., KŘIVÁNEK, M., JAROŠÍK, V. 2009. Planting intensity, residence time, and species traits determine invasion success of alien woody species. In: Ecology, vol. 90(10), 2009, p. 2734-2744.
- REINHART, K.O., MAESTRE, F.T., CALLAWAY, R.M. 2006. Facilitation and inhibition of seedlings of an invasive tree (*Acer platanoides*) by different tree species in a mountain ecosystem. In: Biological Invasions, vol. 8, 2006, p. 231-240.
- SUPUKA, J. ET AL. 1991. Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene. Bratislava: Veda, 308 s.
- THEOHARIDES, K.A., DUKES, J.S. 2007. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. In: New Phytologist, vol. 176, 2007, p. 256-273.
- VAN GELDEREN, D.M., DE JONG, P.C., OTERDOOM, H.J. 2010. Maples of the world. Timber Press, 516 p.
- ZAHRADNÍKOVÁ, K. 1984. Aceraceae. In: BERTOVIÁ, L. Flóra Slovenska IV/1. Bratislava: Veda, s. 13-23.

Author's address

Ing. Peter Ferus, PhD., Mlyňany Arboretum IFE SAS, Vieska nad Žitavou 178, 95152 Slepčany, Slovakia, tel.: +421 37 633 4211, e-mail: peter.ferus@savba.sk

ALKALOIDY AKO TAXONOMICKÉ MARKÉRY RODU MAGNOLIA SPP.

ALKALOIDS AS TAXONOMIC MARKERS IN GENUS MAGNOLIA SPP.

ANGELIKA FILOVÁ – JANA KONŔPKOVÁ- DOMINIKA BOŠIAKOVÁ

FILOVÁ, A. – KONŔPKOVÁ, J. – BOŠIAKOVÁ, D. 2018. Alkaloidy ako taxonomické markéry rodu *Magnolia spp.* In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018“, 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 39-44. ISBN 978-80-89408-33-7.

Abstract

The herbal material obtained from the genus *Magnolia* has been used in traditional oriental herbal medicines in Korea, China and Japan. Bioactive ingredients - alkaloids such as magnolol, honokiol, 4-O-methylhonokiol, liriodenine and obovatol have received great attention, judging by the large number of investigators who have studied their pharmacological effects for the treatment of various diseases. Recently, many investigators reported the anti-cancer, anti-stress, anti-anxiety, anti-depressant, anti-oxidant, anti-inflammatory and hepatoprotective effects as well as toxicities and pharmacokinetics data, however, the mechanisms underlying these pharmacological activities are not clear. This present paper enumerates an overview of pharmacological aspects that are useful to researchers for further exploration in order to develop the potential of alkaloids. The aim of this study was to review of describe the effectiveness of *Magnolia* and her biologically active compounds.

Key words : *Magnolia spp.*, alkaloids, magnolol, honokiol, liriodenine,

ÚVOD

Príroda je atraktívnym a bohatým zdrojom terapeutických zlúčenín, ktoré sú vhodné pre dnešný molekulovo orientovaný prístup k vývoju liečiv ako aj ich vzájomnému kombinovaniu, nakoľko vyvolávajú menej nepriaznivých vedľajších účinkov. Preto sa v celosvetovom meradle venuje stále väčšia pozornosť komplexnému štúdiu zdrojov liečiv biogénneho pôvodu, čo potvrdzuje aj skutočnosť, že v posledných rokoch je viac ako 50% využívaných liečiv prírodného pôvodu a takmer polovica z 25 svetovo najpredávanejších farmaceutických produktov je odvodená z prírodných látok (CIBIKOVÁ et al., 2010).

Pred nástupom éry syntetických liečiv zaujímali rastliny a ich extrakty dôležitú pozíciu v liečbe rôznych ochorení. Rozvoj izolačných a identifikačných metód umožnil vedcom odhaliť jednotlivé obsahové látky, ktoré stáli za prejavom daného účinku na organizmus. U mnohých sekundárnych metabolitov bola vo väčšej či menšej miere pozorovaná biologická aktivita a niektoré z týchto látok (či už pôvodné, alebo ich polosyntetické deriváty) nachádzajú významné uplatnenie aj v súčasnej terapii (WIRASATHIEN et al., 2006).

Jednu zo zaujímavých skupín sekundárnych metabolitov predstavujú alkaloidy, organické zlúčeniny obsahujúce atóm dusíka v molekule, ktoré sú biogeneticky odvodené od aminokyselín (AK). Po podaní do organizmu často vykazujú širokú škálu účinkov, napr. antiarytmický (chinidín), antiastmatický (efedrín), analgetický (morfín), stimulačný (kofeín), atď (CIBIKOVÁ et al., 2010).

Rod magnóliovitých bol v predošlých rokoch z hľadiska obsahových látok intenzívne skúmaný. Ázijskí zástupcovia sekcie *Rytidospermum* (*M. officinalis* a *M. obovata*) sú významnými liečivými rastlinami používanými v tradičnej ázijskej medicíne už po celé tisícročia. Shennong Bencao Jing popisuje liečivé vlastnosti *M. officinalis* už okolo r. 100 n. l. (HWANG et al., 2002). Význam pre tradičnú medicínu je nesporný (ročná produkcia sušenej

kôry v Číne dosahuje 200 t a pri zvýšenom dopyte v zahraničí existuje projekt provincie Zhejiang na zvýšení produkcie na 1500 t (DHARMANANDA, 2003). Vo voľnej prírode bola *M. officinalis* a jej var. *biloba* kvôli lúpaniu ich kôry vyhynuté a *M. rostrata* je ohrozeným druhom a perspektívne sa javí jej využitie v modernej medicíne najmä psychofarmakológii (PATOČKA et al., 2002). *Cortex Magnoliae officinalis* (magnolia bark) je dnes v ponuke mnohých farmaceutických firiem (informácie online napr. TenzingMomo, Herbasin, Select Oils Inc., Hunan Kinglong Bio-resources Products industry Co.,Ltd, NL Acupuncture & Herbal Supplies Ltd., SinoHerbKing Inc....) a súčasťou rôznych liečivých zmesí (DHARMANANDA, 2003).

Farmakologický význam majú predovšetkým isomerné diphenyllignanoidy magnolol (5,5'-di-2-propenyl-1,1'-biphenyl-2,2'-diol) a honokiol (3'-di-2-propenyl-1,1'-biphenyl-2,4'-diol), (účinná centrálna myorelaxancia, silné antioxidačné účinky, protizápalové účinky, účinok na centrálny cholinergný nervový systém, anxiolytický účinok porovnateľný s efektom benzodiazepínu ale bez jeho nežiaducich účinkov (PATOČKA et al., 2002).

MATERIÁL A METÓDY

Príspevok je rešeršou informácií týkajúcich sa rodu *Magnolia* ako zdroja farmakologicky účinných látok, ktoré vykazujú širokú škálu účinkov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

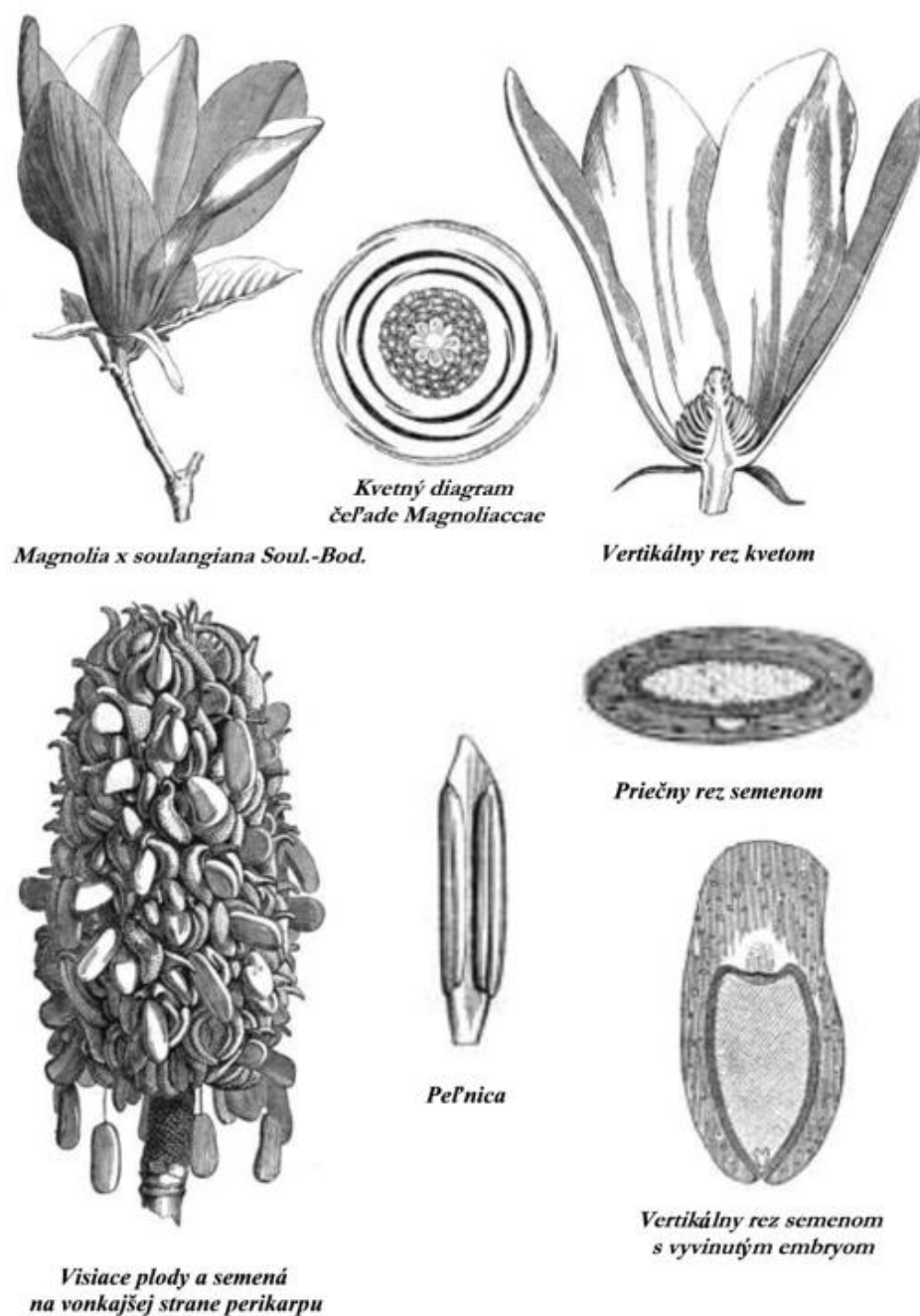
Do rodu *Magnolia* zaraďujeme skupinu veľmi atraktívnych drevín, o pestovanie ktorých je v súčasnosti veľký záujem. Magnólia Soulangeova, významný zástupca tohto druhu, už skoro na jar púta pozornosť veľkými bieloružovými kvetmi.

Z botanického hľadiska magnóliu Soulangeovu zaraďujeme do triedy *Magnoliopsida* do podtriedy *Magnolidae* do radu *Magnoliales* a čeľade *Magnoliaceae*. Do čeľade *Magnoliaceae* patrí 6 rodov so 60-timi druhmi. Najrozšírenejšie rody sú Ľaliovník a Magnólia, ktorá pochádza zo severnej a strednej časti Floridy a Texasu, hoci asi tridsaťpäť druhov magnólií pochádza z východnej Ázie, zo Severnej a strednej Ameriky, Himalájí. Magnólia je do veľkej miery spojená s Francúzskom. Najrozšírenejšou magnóliou, ktorú vo všeobecnom povedomí reprezentuje rod je Magnólia Soulangeova kríženec *Magnolia denudata* (magnólia holá) a *Magnolia liliiflora* (magnólia ľaliokvetá), ktorý vznikol okolo roku 1826 v záhrade Soulange – Bodina vo Fromont blízko Paríža. Pomenovaná bola na počesť Pierre Magnola, riaditeľa botanickej záhrady v Montpellier, žijúceho v rokoch 1638 až 1715 (AZUMA et al., 2001).

Magnolia × soulangeana je ker dosahujúci výšky až 5 metrov, je 5-7 metrov široký, stromovitý, košatý s korunou rozloženou do šírky. Listy sú vajcovité, dlhé 10-20 cm, na vrchole zašpicatené, sú opadavé a klíčia po odkvitnutí. Vrcholový kvetný puk je dlhý 3-4 cm a husto zeleno plstnatý. Kalichovité kvety rastú jednotlivo na konci konárov, sú obojpohlavné, môžu byť purpurové, ružové či takmer biele s tmavším pruhom na vonkajšej strane a majú 6-9 okvetných lístkov (obr.1). Kvitne v apríli až máji. Šišticovité súplodie mechúrikov je červenkasté so semenami oranžovej farby, ktoré po otvorení visia na dlhých pútkach a dozrievajú v októbri a novembri. Je najčastejšie pestovanou magnóliou v parkoch a záhradách obr.2 (NEKOLOVÁ, 2004).

Magnólie sa ťažko rozmnožujú, zo semien klíčia po klíčnom odpočinku len zvoľna. Kultivary magnólie soulangeovej sa rozmnožujú potápaním alebo v moderných rozmnožovniach odrezkami a súčasnej dobe aj metódou in vitro (KAMENICKÁ, 1996). Jej vegetatívne rozmnožovanie je často problematické (BOJARCUK, 1985). S ohľadom na

uvedené, je z hľadiska efektívnosti pestovania možno považovať za veľmi perspektívne metódy in vitro. Predpokladáme, že tieto metódy budú mať uplatnenie aj pri množení ďalších hybridov alebo kultivarov magnólií, vyznačujúcich sa dekoratívnosťou, vhodných na vysádzanie do záhrad a parkov. Prvé pokusy sa urobili u druhu *Magnolia x soulangiana* Soul.-Bod. (KAMENICKÁ et al., 2000).



Obr.1 Anatomický popis magnólie x Soulangeovej (FÍLOVÁ, 2001)

Magnolia spp. nachádzajú uplatnenie hlavne ako okrasné dreviny, niektoré tropické druhy sa ťažia kvôli drevu. *Magnolia officinalis* a *M. obovata* sú súčasťou „materia medica“ tradičnej aj oficiálnej čínskej a japonskej medicíny, kde sa používajú v terapii cievnej

mozgovej príhody, bolesti hlavy, úzkosti, nespavosti, alergie, kašľa, astmy, horúčky, hnačky, vysokého krvného tlaku, GIT dyskomfortu, svalových kŕčov i zvracania. Ako droga slúži kôra a nerozvinutý kvet (JAHODÁŘ, 2011).

Cortex Magnoliae je prírodný materiál získavaný z *M. officinalis* a iných druhov magnólií, pričom v tradičnej čínskej a japonskej medicíne hrajú významnejšiu rolu *M. officinalis* a *M. obovata*. Droga je zakomponovaná vo viacerých tradičných rastlinných predpisoch používaných na terapiu ťažkostí asociovaných s GIT, zvracania, hnačky, kašľa a hlienu, astmy, bolesti hrudníku i úzkosti (SARKER et al., 2002).

Zdroje drogy *Flos Magnoliae* zahŕňajú tri druhy uvádzané v Čínskom liekopise – *M. biondii*, *M. denudata* a *M. sprengeri*, ale okrem nich sa používa viac než 20 iných druhov ako náhrada či prímеси. Preto bolo navrhnuté, aby sa ako zdroj drogy mohli v TČM používať *M. liliiflora*, *M. cylindrica*, *M. campbelli*, *M. pilocarpa*, *M. wilsonii* a *M. kobus*. Kvety má dlhú históriu klinického užívania v liečbe rinitídy, sinusitídy a bolesti hlavy (SHEN et al., 2008).

Magnolia spp. sú súčasťou mnohých prípravkov východnej medicíny, požívaných okrem iného aj v terapii rozličných neurologických porúch, z čoho vyplýva schopnosť obsahových látok prestupovať cez hematoencefalickú bariéru (HEB) a dosahovať miesta účinku (PATOČKA et al., 2002).



Obr.2 Výskyt magnólie v parkových objektoch (FILOVÁ, 2001)

Obsahové látky *Magnolia × soulangeana* Soul.-Bod.

Rastlina je zdrojom mnohých biologicky aktívnych zlúčenín, ako sú alkaloidy, fenypropánové zlúčeniny – lignany a neolignany, terpeny, flavonoidy, chromanoly a α -tokoferol (SARKER, et al., 2002).

Zaujímavú skupinu sekundárnych metabolitov tvoria alkaloidy – prirodzene sa vyskytujúce dusíkaté zlúčeniny, ktoré často vykazujú biologické účinky po podaní do organizmu. Charakteristická je prítomnosť izochinolínových alkaloidov, biosynteticky odvodených od aminokyseliny tyrozínu. Kvalitatívny a kvantitatívny obsah alkaloidov sa líši v závislosti na druhu magnólie, rastlinnom orgáne, období a mieste zberu, voľbe extrakčného činidla aj použitej analytickej metóde. Za chemotaxonomický znak rodu *Magnolia* by mohla

byť považovaná prítomnosť liriodenínu, ktorý bol nájdený vo všetkých analyzovaných vegetatívnych orgánoch (list, kvet, kôra) odlišných druhov (VACHNADZE et al., 2015).

Z rôznych orgánov druhu *M. × soulangeana* boli izolované alkaloidy aporfínového (asimilobín, anonaín, remerín, magnoflorín, izolaurelín, kaaverín) a oxoaporfínového (liriodenín, oxolaurenín, lanuginozín typu a protoalkaloid taspín) (HWANG et al., 2002, ROLLINGER et al., 2006,).

Početnou skupinou izochinolínových alkaloidov sú alkaloidy aporfínového typu, ktoré sú biosyntetizované pomocou benzylizochinolínových prekursorov. Ich prítomnosť bola zistená v nasledujúcich rastlinných orgánoch (SHAMMA et al., 1972, ZIYAEV et al., 1999):

- kôra kmeňu/konárov – izolaurelín, kaaverín, remerín a kvartérny alkaloid magnoflorín
- listy – anonaín, remerín, asimilobín

Oxoaporfínové alkaloidy v rastlinách vznikajú pravdepodobne oxidáciou príslušných aporfínových alkaloidov. Voľné bázy sú svetložltej alebo oranžovej farby s vysokou teplotou topenia. Prvým plne charakterizovaným aporfínovým alkaloidom bol liriodenín (SHAMMA et al., 1972, VACHNADZE et al., 2015).

- kôra kmeňu/konárov – liriodenín, oxolaurelín
- listy – lanuginozín, liriodenín
- kvety – liriodenín.

Z listov bol izolovaný taspín (ROLLINGER et al., 2006,), jediný zástupca protoalkaloidov, pre ktoré je charakteristická prítomnosť atómu dusíku v postrannom reťazci cyklu. Ide o opticky neaktívnu terciárnu bázu, ktorá je pravdepodobne biogeneticky odvodená od kvartérneho aporfínového alkaloidu magnoflorínu (GRAZIOSE et al., 2011).

Antimikróbna aktivita

Rôzne štúdie preukázali účinok liriodenínu voči širokej škále mikroorganizmov – je aktívny proti G+ (*Staphylococcus aureus* i MRSA) aj G- baktériám, má antifungálny (*Candida albicans*, *Aspergillus niger*), antiplazmodiálny a antiprotozoálny efekt (na chlorochín-senzitívny a rezistentný kmeň *Plasmodium falciparum*, na *Trypanosoma cruzi* a inhibuje replikáciu *Toxoplasma gondii*) (GRAZIOSE et al., 2011).

Antiplazmodiálny účinok bol zistený aj u anonaínu, asimilobínu a remerínu a zo štúdií vzťahov štruktúry a účinku vyplýva, že pre daný efekt je rozhodujúci substituent na uhlíkoch C1 a C2 aporfínových alkaloidov. Antibakteriálny účinok vykazovali remerín, anonaín, asimilobín, lanuginozín a taspín. Antifungálna aktivita bola pozorovaná u anonaínu, lanuginozínu, remerínu a magnoflorínu a antivírusovo pôsobí taspín, magnoflorín a lanuginozín (AGNIHOTRI et al., 2008, COSTA et al., 2011, FERREIR et al., 2012).

ZÁVER

Rastlinná ríša z hľadiska obsahových látok nie je úplne prebádanou oblasťou a stále ponúka nové možnosti – či už priamo uplatniteľné v terapii, alebo slúžiace ako predloha pre ďalší vývoj derivátov s lepšími farmakologickými vlastnosťami. S bylinami tradičnej čínskej medicíny sú v rôznych oblastiach užívania dlhodobé skúsenosti, a tak zostávajú bohatým zdrojom rozmanitých biologicky aktívnych látok. Niektoré z nich už našli uplatnenie v liečbe ochorení (vrátane diabetu či Alzheimerovej choroby), čo dodáva motiváciu pre ďalší výskum v rámci farmakologických prípravkov. Alkaloidy magnólie so svojou anticholinesterázovou aktivitou však nie sú jedinými látkami, ktoré by mohli priaznivo ovplyvňovať liečbu mnohých

ochorení. Komplexnejší účinok by sa mohol javiť u hlavných zložiek kôry – neolignanov (honokiol, magnolol a i.), na ktoré je v štúdiách upriamená oveľa väčšia pozornosť.

POĎAKOVANIE

Uvedená práca vznikla za finančnej podpory projektu VEGA 2/0072/16 Biologicky aktívne látky vo vybraných druhoch okrasných drevín rodu *Magnolia*.

LITERATÚRA

- AGNIHOTRI, V. K. et al. 2008. Constituents of *Nelumbo nucifera* and their antimalarial and antifungal activity. *Phytochem. lett.*, 1(2), 2008, 89-93.
- AZUMA, H., GARCIA-FRANCO, J. G., RICO-GRAY, V. ET THIEN, L. B. 2001. Molecular phylogeny of the Magnoliaceae: the biogeography of tropical and temperate disjunctions; *American Journal of Botany* 88: 2275-2285.
- BOJARCZUK, K. 1985. Propagation of magnolias from green in cuttings using various factors stimulating rooting and growth of plants. *Acta Horticulturae*, 167: p. 423-431.
- CIBIKOVÁ, P., ŠTURDÍKOVÁ, M., MARUNA, M. 2010. Prírodné látky rastlinného pôvodu a ich využitie v terapii onkologických ochorení. In: *Chemické Listy*, 104:12-20.
- COSTA, E. V. et al. 2011. Trypanocidal activity of oxoaporphine and pyrimidine- β -carboline alkaloids from the branches of *Annona foetida* Mart. (Annonaceae). *Molecules*, 16(11), 2011, 9714-9720.
- DHARMANANDA, S. 2003. *Magnolia bark*; URL: <http://www.itmonline.org/arts/magnolia.htm> [2003-06-08]
- FERREIRAA, R. A. et al. 2012. New naphthoquinones and an alkaloid with *in vitro* activity against *Toxoplasma gondii* RH and EGS strains. *Exp. Parasitol.*, 132(4), 2012, 450-457.
- FILOVÁ, A. 2001. Rast a morfogénéza orgánových kultúr *Magnolia x soulangiana* Soul.-Bod. za prítomnosti iónov Al^{3+} a Ca^{2+} . Dizertačná práca. FZKI SPU, Nitra, 2001
- GRAZIOSE, R. et al. 2011. Antiplasmodial activity of aporphine alkaloids and sesquiterpene lactones from *Liriodendron tulipifera* L. *J. Ethnopharmacol.*, 133(1), 2011, 26-30.
- HWANG, E.I., KWON, B.M., LEE, S.H., KIM, N.R., KANG, T.H., PARK, B.K., KIM, S.U. 2002. Obovatols, new chitin synthase 2 inhibitors of *Saccharomyces cerevisiae* from *Magnolia obovata*; *J. Antimicrob. Chemother* 49: 95-101
- JAHOĐÁŘ, L. 2011. *Farmakobotanika: Semenné rostliny*. Karolinum, Praha 2011, 38-39.
- KAMENICKÁ, A. 1996. Rooting of *Magnolia x soulangiana* microcuttings. *Biológia*, 51: p. 435-436.
- KAMENICKÁ, A., VIZÁROVÁ, G. 2000. Mikromnoženie okrasných drevín. Ochrana biodiverzity. Nitra: SPU, s.48-49. ISBN 80-7137-725-2.
- NEKOLOVÁ, R. 2004. *Listnaté dřeviny od A do Ž díl druhý: Laburnum – Zelkova*. Libuše Kumpánová, Praha 2004, 45-53.
- PATOČKA, J., STRUNECKÁ, A., JAKL, J. 2002. Magnolie mohou být nejen krásné, ale i užitečné; *Psychiatrie* 6 (4): 247-251
- ROLLINGER, J. M. et al. 2006. Taspine: bioactivity-guided isolation and molecular ligand-target insight of a potent acetylcholinesterase inhibitor from *Magnolia x soulangiana*. *J. Nat. Prod.*, 69(9), 1341-1346.
- SARKER, S. D., MARUYAMA, Y. 2002. *Magnolia: The genus Magnolia*. Taylor & Francis, London 2002, 5-115.
- SHAMMA, M. 1972. *The isoquinoline alkaloids chemistry and pharmacology*. Academic Press, New York, 1972, 45-266.
- SHEN, Y. 2008. Chemistry and bioactivity of *Flos Magnoliae*, a chinese herb for rhinitis and sinusitis. *Curr. Med. Chem.*, 15(16), 1616-1627.
- VACHNADZE, N. et al. 2015. Analysis of some species of *Magnolia* introduced to west Georgia, on the content of aporphine alkaloids and their biological activity. *Georgian Medical News*, (241), 84-88.
- WIRASATHIEN, L. et al. 2006. Biological activities of alkaloids from *Pseuduvaria setosa*. *Pharm. Biol.*, 44(4), 274-278.
- ZIYAEV, R. et al. 1999. Alkaloids of some *Magnolia* species. *Chem. Nat. Compd.*, 35(3), 1999, 366-367.

Adresa autora

Ing. Angelika Filová, PhD., Ing. Jana Konôpková, PhD., RNDr. Dominika Bošiaková, Arborétum Mlyňany ÚEL SAV, Vieska nad Žitavou 178, 951 52 Slepčany, Slovensko, angela.filova@savba.sk

VYBRANÉ DRUHY DRIEŇA A ICH PRCHAVÉ ZLOŽKY

SELECTED CORNELS AND THEIR VOLATILE COMPONENTS

VLADIMÍR FORMAN – SZILVIA CZIGLE – ANDREA BÖSZÖRMÉNYI

Forman, V. – Czigle, S. – Böszörményi, A. 2018. Selected cornels and their volatile components. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018“, 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 45. ISBN 978-80-89408-33-7.

Abstract

Cornels, especially their fruits, are used in TCM as astringent, tonics, for abnormal sweating, joint aches, tinnitus etc. Until now, antiparasitic, antioxidative, antiproliferative, immunomodulatory, antiphlogistic activity was described. Also many important secondary metabolites were isolated or identified in *Cornus* L. species. There are only few information about the content of volatile components in Cornaceae species. Therefore the analysis of such substances in various plant organs of Cornels was our aim. In this presentation we show the results of selected *Cornus* L. species analyses performed by the SPME GC-MS method. The plant material was harvested in September 2016 in the Arboretum, Tesárske Mlyňany. GC-MS analyses of leaves and twigs of six species were performed. cis-2-hexen-1-ol (31.7 % in *C. kousa* leaves, and 22 % in *C. rugosa* leaves), β-cadinene (70.2 % in *C. florida* twigs, and 35.6 % in *C. walteri* twigs), and 1,2-methyl-2-cyclohexen-1-on (24.7 % in *C. walteri* leaves, and 45.5 % in *C. sericea* twigs) are globally among the most frequented. The highest total content of identified volatile substances was noticed in *Cornus florida* leaves (99.1 %) and *Cornus kousa* twigs (97.3 %). In *C. florida* leaves we identified 17 compounds, 2-hexenal (25.1 %), β-cadinene (21.2 %), and α-copaene (13.8 %) were present in the highest amounts. On the other hand cineol and δ-cadinol comprised the lowest percentage (0.8 %). In *C. kousa* twigs we identified 15 compounds, four of them in the highest percentage: δ-cadinene (21.8 %), α-copaene (19.5 %), α-murolene (16.3 %), and β-cadinene (11.3 %). δ-cadinol comprised the lowest amount (0.9 %). On the other hand the lowest total content of identified volatile components was observed by *Cornus rugosa* leaves (75.5 %) and *Cornus florida* twigs (89.9 %). In *C. rugosa* leaves we identified 11 compounds, two of them in the highest percentage: cis-2-hexen-1-ol (22.0 %), and camphor (13.1 %). β-cadinene was present in the lowest amount (1.4 %). 7 volatile components were identified in *C. florida* twigs, β-cadinene (70.2 %) comprised the highest percentage, and nonanal the lowest (0.7 %). Chemotaxonomic aspects of these analyses will be discussed in the presentation. Members of Cornaceae family appear to be generally prospective and interesting in the current trend of searching for new natural drug sources. Through this screening we contribute with new data. They can be important for biological activities or as chemotaxonomic markers, as well.

Key words: *Cornus* – SPME GC-MS – β, δ-cadinene – α-copaene – α-murolene

ACKNOWLEDGEMENTS

Project was supported by grant of Faculty of Pharmacy, Comenius University in Bratislava (FAF/7/2018), Slovak Grant Agency VEGA No. 1/0290/16, VEGA No. 2/0044/15, and APVV-15-0308.

Authors' addresses

PharmDr. Vladimír Forman, PhD. (e-mail: forman1@uniba.sk), PharmDr. Szilvia Czigle, PhD., Comenius University in Bratislava, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacognosy and Botany, Slovak Republic

Dr. Andrea Böszörményi, Semmelweis University, Faculty of Pharmacy, Institute of Pharmacognosy, Üllői 26, H-1085 Budapest, Hungary

ROZŠÍRENIE LESKLOKÔROVIEK NA PÔVODNÝCH A INTRODUKOVANÝCH DREVINÁCH

DISTRIBUTION OF FUNGI OF THE GENUS *GANODERMA* ON NATIVE AND INTRODUCED WOODY PLANTS

TERÉZIA GAŠPARCOVÁ – MARTIN ŠEBESTA – MATEJ MASNÝ – PETER PRISTAŠ – JÁN GÁPER – SVETLANA GÁPEROVÁ

GAŠPARCOVÁ, T. – ŠEBESTA, M. – MASNÝ M. – PRISTAŠ, P. – GÁPER, J. – GÁPEROVÁ, S. 2018. Rozšírenie lesklokôroviek na pôvodných introdukovaných drevinách. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 46-55. ISBN 978-80-89408-33-7.

Abstract

Representatives of the genus *Ganoderma* (Basidiomycota, Polyporales) are wood-decaying fungi causing white rot of a wide range of woody plants. The aim of this study was to find out the distribution of all European species of the genus *Ganoderma* in Slovakia and their binding to the native and introduced woody plants. A total 236 records of *Ganoderma* obtained by processing data from the database of wood-decaying fungi and herbarium items located in natural museums in Bratislava and Prague (Czech Republic) were used in the present study. We found out that fungi of the genus *Ganoderma* attack 26 species of the native woody plants and 15 species of the introduced woody plants in Slovakia. Most of the taxa of the native woody plants are attacked by *Ganoderma applanatum* and *Ganoderma adspersum*, and most often colonized woody plant is *Fagus sylvatica*. Most of the taxa of the introduced woody plants are attacked by *G. adspersum* and *G. resinaceum*, and most often colonized woody plant is *Aesculus hippocastanum*. *G. pfeifferi* and *G. valesiacum* attack only native woody plants.

Key words: *Ganoderma*, wood-decaying fungi, introduced woody plant, native woody plant

ÚVOD

Drevoznehodnocujúce huby, medzi ktoré patria aj lesklokôrovky, dokážu drevo podrobiť aeróbnej biochemickej dekompozícii (REINPRECHT 2008) a vďaka tejto jedinečnej schopnosti sú nenahraditeľné pre fungovanie a regeneráciu ekosystémov (LONSDALE et al. 2007), ale aj pri odumieraní drevín v mestách (GÁPER 2005). Dreviny v mestskom prostredí, vrátane introdukovaných, sa často vyskytujú v nevhodných ekologických podmienkach (GÁPEROVÁ 2009) a sú vystavené množstvu škodlivých činiteľov, pričom k najvýznamnejším biotickým činiteľom patria práve drevoznehodnocujúce huby (GÁPEROVÁ et al. 2007). Lesklokôrovky (*Ganoderma* spp.) patria medzi fytopatologicky a ekologicky významné európske drevoznehodnocujúce huby. Na Slovensku sa vyskytuje 7 druhov: *Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk, *G. applanatum* (Pers.) Pat., *G. carnosum* Pat., *G. lucidum* (Curtis) P. Karst., *G. pfeifferi* Bres., *G. resinaceum* Boud. a veľmi vzácny druh *G. valesiacum* Boud. (KOTLABA 1984, GÁPEROVÁ 2001). Lesklokôrovky sú pôvodcami bieleho tlenia dreva. Všeobecne kolonizujú široké spektrum drevín, ale niektoré druhy preferujú len určitý hostiteľský substrát (BERNICCHIA 2005, RYVARDEN a MELO 2014).

Cieľom tejto štúdie bolo spracovať rozšírenie jednotlivých druhov lesklokôroviek a ich väzbu na pôvodné a introdukované dreviny na Slovensku.

MATERIÁL A METÓDY

Informácie o rozšírení lesklokôroviek *Ganoderma* spp. na Slovensku sme získali spracovaním údajov z Databázy drevoznehodnocujúcich húb Slovenska – DDHS (GÁPEROVÁ a KRÁTKA 2002) z obdobia rokov 1989 – 2018 a štúdiom herbárov BRA (Slovenské národné múzeum v Bratislave) a PRM (Národní muzeum v Prahe) z obdobia rokov 1886 – 2010. Zo všetkých dostupných nálezov lesklokôroviek na Slovensku (462) sme v prezentovanej štúdii použili len kompletne záznamy (236) t.j. s determinovaným druhom lesklokôrovky a hostiteľskej dreviny. Z herbárových položiek uvádzame len záznamy, kde poznáme kto hubu určoval, príp. revidoval. Na pozorovanie mikroskopických znakov, za účelom determinácie nami získaných bazídiokarpov, ktoré sú súčasťou DDHS, hlavne veľkosti a štruktúry bazídiospór u dvojníkov *G. applanatum* a *G. adspersum*, sme použili mikroskop MOTIC (Motic Company, Germany). Na prípravu preparátov sme použili ako pozorovacie médium 5% KOH, pozorovali sme pri zväčšení 1000 x s imerzným olejom. Bazídiokarpy získané vlastným zberom (25), ktoré sú súčasťou DDHS, boli identifikované aj pomocou sekvenovania. PCR amplikóny boli sekvenované Sangerovou dideoxy terminačnou metódou vo firme SEQme s.r.o. (Dobříš, Česká republika) s použitím tej istej sady primérov ako pre PCR amplifikáciu (GAŠPARCOVÁ et al. 2017). Získané sekvencie boli spracované v programe MEGA 7 a porovnané s databázou GenBank algoritmom BLASTn.

Zaradenie hostiteľských drevín lesklokôroviek medzi pôvodné a introdukované uvádzame podľa VYHLÁŠKY č. 24/2003 Z.z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny (Príloha č. 33 Zoznam drevín a ich spoločenská hodnota), v ktorej sú dreviny zaradené podľa pôvodu do 4 kategórií: 1. pôvodný domáci druh, 2. osvedčený introdukovaný druh, 3. čiastočne osvedčený introdukovaný druh, 4. potenciálne introdukovaný (zatiaľ zriedkavý, vzácny) druh. Pôvod introdukovaných drevín uvádzame podľa Horáčka a Mencla (HORÁČEK a MENCL 2018) – databáza „Dendrologie.cz – databáze dřevin celého světa“.

Nomenklatúru húb uvádzame podľa databázy The Index Fungorum (COOPER a KIRK 2018) a nomenklatúru drevín podľa Zoznamu nižších a vyšších rastlín Slovenska (MARHOLD a HINDÁK 1998). Pokiaľ v uvedenom checklist-e neboli niektoré introdukované taxóny drevín uvedené, použili sme databázu The International Plant Names Index database (IPNI 2015).

Na základe našich výsledkov sme spracovali rozšírenie lesklokôroviek na najviac atakovanej pôvodnej a introdukovanej drevine. Údaje boli kartograficky spracované v programovom prostredí ArcGIS 10.4 (ESRI). Analyzované lokality výskytu boli priestorovo generalizované prostredníctvom štandardizovanej mapovacej siete, pričom označenie výskytu je viazané na centrálnu časť príslušného mapovacieho štvorca. Výnimku tvoria prihraničné oblasti, kde štvorce väčšou časťou svojej plochy zasahujú za hranice SR. V tomto prípade je označenie podľa náleziska posunuté na územie Slovenska. V prípade výskytu jedného druhu lesklokôrovky na viacerých lokalitách v danom mapovacom štvorci sú tieto lokality označené len jedným spoločným symbolom prislúchajúcim pre predmetný druh.

VÝSLEDKY

Z uvedených zdrojov sme doposiaľ na Slovensku zaznamenali celkovo 462 nálezov lesklokôroviek *Ganoderma* spp., z toho je 236 nálezov s determinovaným druhom hostiteľskej dreviny. Výskyt lesklokôroviek sme celkovo zaznamenali na 41 druhoch hostiteľských drevín. Zistené hostiteľské dreviny sme zaradili do jednotlivých kategórií

pôvodu drevín (VYHLÁŠKA č. 24/2003 Z.z.) a pri introdukovaných drevinách sme zistili aj ich pôvodný areál rozšírenia (uvedený v zátvorke pri jednotlivých druhoch drevín):

1. pôvodný domáci druh - *Abies alba* Mill., *Acer campestre* L., *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Carpinus betulus* L., *Cerasus avium* (L.) Moench, *Corylus avellana* L., *Crataegus laevigata* (Poir.) DC., *Fagus sylvatica* L., *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis* Pouzar, *Fraxinus excelsior* L., *Larix decidua* Mill., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Populus alba* L., *Populus nigra* L., *Populus tremula* L., *Quercus cerris* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L., *Salix alba* L., *Salix caprea* L., *Salix fragilis* L., *Sorbus aucuparia* L., *Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop.;

2. osvedčený introdukovaný druh – *Aesculus hippocastanum* L. (juhovýchodná Európa, Balkán), *Armeniaca vulgaris* Lam. (Čína, stredná Ázia, Irán a Malá Ázia), *Castanea sativa* Mill. (Malá Ázia, južná Európa, severná Afrika), *Celtis occidentalis* L. (Severná Amerika), *Cerasus serrulata* (Lindl.) G. Don (Japonsko, Čína), *Gleditschia triacanthos* L. (Severná Amerika), *Juglans regia* L. (Malá Ázia, stredná Ázia, Himaláje, Čína), *Negundo aceroides* Moench (stred USA), *Padus serotina* (Ehrh.) Borkh. (juhovýchodná Kanada, stred a východ USA), *Pinus nigra* Arn. (južná Európa až po Rakúsko, Krym, Malá Ázia), *Robinia pseudoacacia* L. (stred USA), *Sophora japonica* L. (Japonsko, Kórea);

3. čiastočne osvedčený introdukovaný druh – *Morus nigra* L. (západná Ázia, Irán), *Spiraea veitchii* Hemsl. (stredná a západná Čína).

Do kategórie 4. potenciálne introdukovaný (zatiaľ zriedkavý, vzácny) druh nie je zaradená žiadna hostiteľská drevina. Počet nálezov jednotlivých druhov lesklokôroviek na pôvodných drevinách na Slovensku uvádzame v tab. 1 a na introdukovaných drevinách v tab. 2.

Tab. 1 Počet nálezov lesklokôroviek na pôvodných drevinách

Druh lesklokôrovky	<i>Ganoderma adspersum</i>	<i>Ganoderma applanatum</i>	<i>Ganoderma carnosum</i>	<i>Ganoderma lucidum</i>	<i>Ganoderma pfeifferi</i>	<i>Ganoderma resinaceum</i>	<i>Ganoderma valesiacum</i>	Σ
Druh dreviny								
<i>Abies alba</i>	0	3	7	0	0	0	0	10
<i>Acer campestre</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Acer platanoides</i>	1	0	0	0	1	1	0	3
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	3	0	0	0	1	0	5
<i>Alnus glutinosa</i>	1	5	1	2	0	0	0	9
<i>Carpinus betulus</i>	0	4	1	4	0	0	0	9
<i>Cerasus avium</i>	1	3	0	0	0	0	0	4
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0	1	0	0	0	1

<i>Crataegus laevigata</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Fagus sylvatica</i>	1	36	0	1	7	0	0	45
<i>Fraxinus angustifolia</i> subsp. <i>danubialis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	7	4	0	0	0	4	0	15
<i>Larix decidua</i>	0	0	3	0	0	0	3	6
<i>Picea abies</i>	3	3	0	0	0	0	0	6
<i>Populus alba</i>	1	4	0	0	0	0	0	5
<i>Populus nigra</i>	2	3	0	0	0	0	0	5
<i>Populus tremula</i>	0	2	0	1	0	0	0	3
<i>Quercus cerris</i>	0	0	0	1	0	8	0	9
<i>Quercus petraea</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Quercus robur</i>	4	2	0	2	0	2	0	10
<i>Salix alba</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Salix caprea</i>	1	4	0	0	0	0	0	5
<i>Salix fragilis</i>	0	2	0	1	0	1	0	4
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tilia cordata</i>	14	1	0	0	0	0	0	15
<i>Tilia platyphyllos</i>	2	1	0	0	1	0	0	4
Σ	43	80	12	13	9	19	3	
Počet taxónov atakovaných drevín	17	16	4	8	3	8	1	

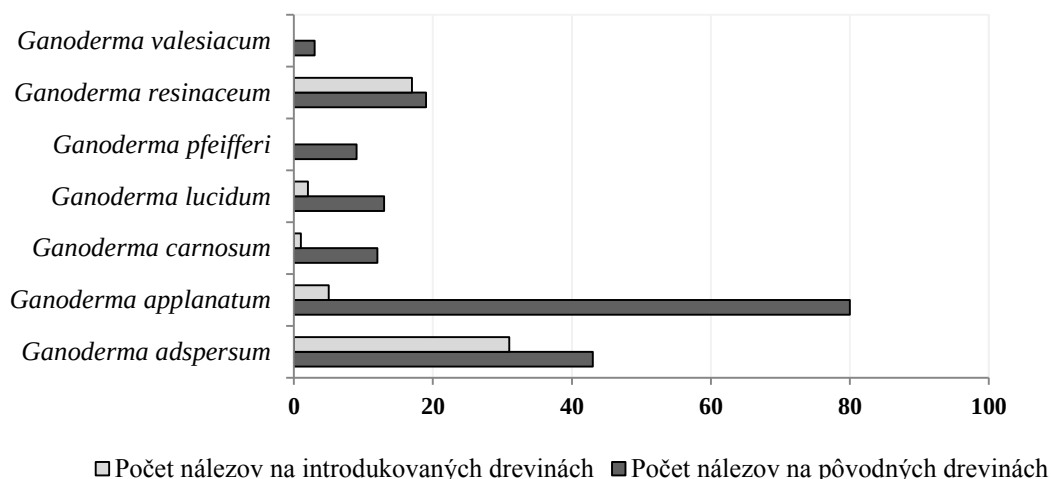
Najväčší počet taxónov pôvodných drevín je atakovaných druhmi *G. applanatum* a *G. adpersum*. *G. adpersum* je najčastejšie na *Tilia cordata* (v urbánnom prostredí) a *G. applanatum* na *Fagus sylvatica* (takmer výlučne v lesnom prostredí). Ihličnaté dreviny (*Abies alba* a *Larix decidua*) najčastejšie kolonizuje *Ganoderma carnosum*. Na *L. decidua* sme zaznamenali aj výskyt vzácné vyskytujúcej sa *G. valesiacum*. Široké spektrum hostiteľských drevín (len listnatých) má *G. lucidum* a *G. resinaceum*. *G. pfeifferi* kolonizuje málo taxónov, prevažne *Fagus sylvatica* (hlavne v lesnom prostredí), podobne ako *G. applanatum*.

Tab. 2 Počet nálezov lesklokôroviek na introdukovaných drevinách

Druh lesklokôrovky	<i>Ganoderma adpersum</i>	<i>Ganoderma applanatum</i>	<i>Ganoderma carnosum</i>	<i>Ganoderma lucidum</i>	<i>Ganoderma pfeifferi</i>	<i>Ganoderma resinaceum</i>	<i>Ganoderma valesiacum</i>	Σ
Druh dreviny								
<i>Aesculus hippocastanum</i>	15	0	0	0	0	2	0	17
<i>Armeniaca vulgaris</i>	1	0	0	1	0	0	0	2
<i>Castanea sativa</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Celtis occidentalis</i>	1	0	0	0	0	2	0	3
<i>Cerasus serrulata</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gleditsia triacanthos</i>	5	0	0	0	0	4	0	9
<i>Juglans regia</i>	1	0	0	0	0	1	0	2
<i>Morus nigra</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Negundo aceroides</i>	1	1	0	0	0	3	0	5
<i>Padus serotina</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pinus nigra</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Prunus domestica</i>	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Robinia pseudoacacia</i>	3	2	0	0	0	4	0	9
<i>Sophora japonica</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Spiraea veitchii</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
Σ	31	5	1	2	0	17	0	
Počet taxónov atakovaných drevín	11	3	1	2	0	7	0	

Najväčší počet taxónov introdukovaných drevín je atakovaných druhmi *G. adspersum* a *G. resinaceum*. Zatiaľ čo *G. adspersum* výrazne preferuje *Aesculus hippocastanum*, *G. resinaceum* atakuje druhy drevín približne v rovnakých počtoch, ale najviac *Gleditschia triacanthos* a *Robinia pseudoacacia*. Introdukované dreviny sú oveľa menej atakované *G. applanatum*, *G. carnosum* a *G. lucidum*. *G. pfeifferi* a *G. valesiacum* sme na introdukovaných drevinách nezaznamenali. Jediný zistený druh ihličnatej introdukovanej dreviny – *Pinus nigra* – je atakovaný *G. carnosum*.

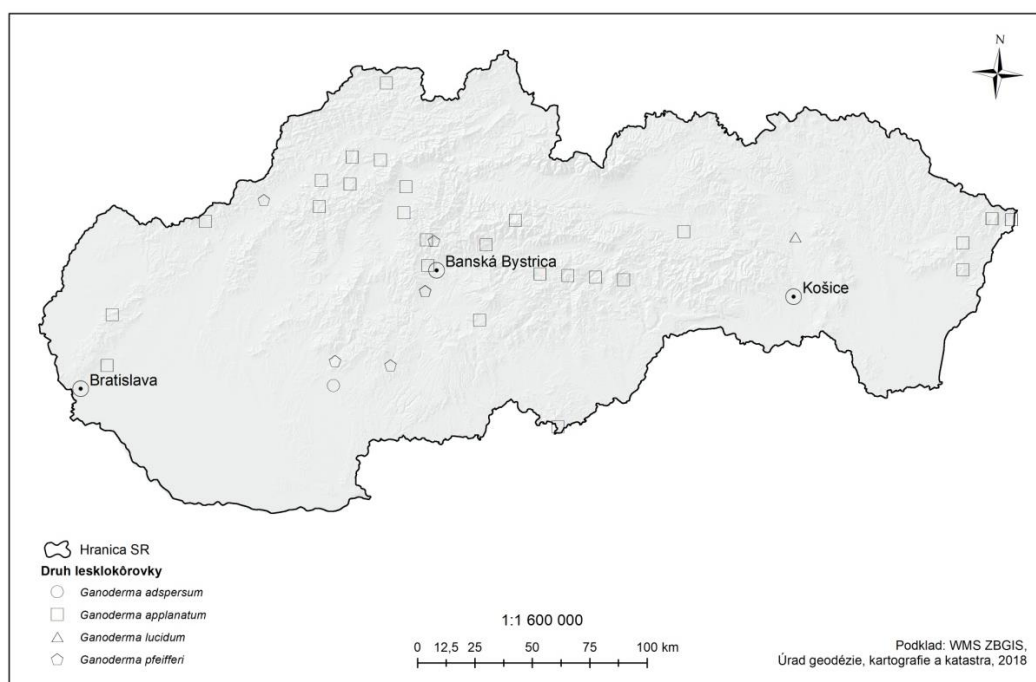
Porovnávali sme aj zastúpenie jednotlivých druhov lesklokôroviek na pôvodných a introdukovaných drevinách (obr. 1).



Obr. 1 Porovnanie zastúpenia lesklokôroviek na pôvodných a introdukovaných drevinách

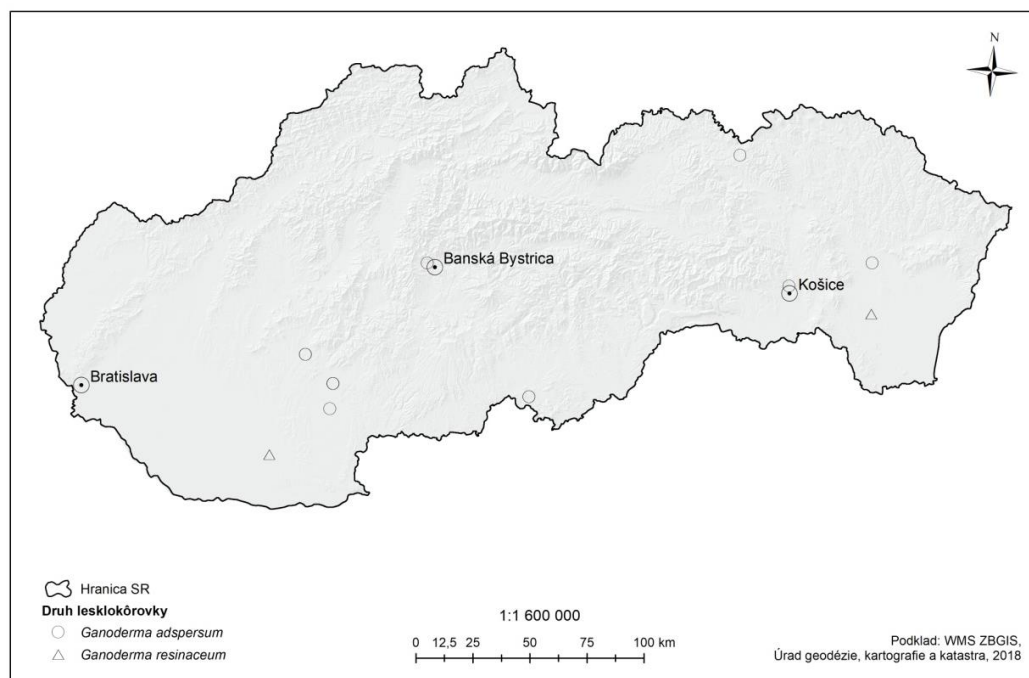
G. adspersum a *G. resinaceum* sú takmer rovnako zastúpené na pôvodných aj introdukovaných drevinách. *G. pfeifferi* a *G. valesiacum* atakujú podľa našich výsledkov len pôvodné dreviny. *G. applanatum*, *G. carnosum* a *G. lucidum* sme zaznamenali takmer výlučne na pôvodných drevinách. *G. pfeifferi* a *G. valesiacum* atakujú len pôvodné dreviny.

Najviac atakovanou pôvodnou drevinou na Slovensku je *Fagus sylvatica* (19% z celkového počtu nálezov). Vyšší počet nálezov (viac ako 4% z celkového počtu nálezov) bol zaznamenaný aj na *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Abies alba* a *Quercus robur*. Rozšírenie lesklokôroviek na *F. sylvatica* uvádzame na obr. 2.



Obr. 2 Rozšírenie lesklokôroviek na pôvodnej drevine *Fagus sylvatica* na Slovensku

Najviac atakovanou introdukovanou drevinou je *Aesculus hippocastanum* (7% z celkového počtu nálezov). Viac nálezov je známych aj z *Gleditschia triacanthos* a *Robinia pseudoacacia* (na obidvoch 4% z celkového počtu nálezov). Rozšírenie lesklokôroviek na *A. hippocastanum* na Slovensku uvádzame na obr. 3.



Obr. 3 Rozšírenie lesklokôroviek na introdukovanej drevine *Aesculus hippocastanum* na Slovensku

DISKUSIA

Lesklokôrovkami najviac atakovanou pôvodnou drevinou je buk *Fagus sylvatica*, ktorý je zároveň našou najrozšírenejšou drevinou na Slovensku (NÁRODNÉ LESNÍCKE CENTRUM, 2018). Na *F. sylvatica* sme zaznamenali hlavne *G. applanatum*. Jej častý výskyt na buku potvrdzujú aj iní autori (KOTLABA 1984, GÁPER 1998, SOKÓŁ 2000, PAPP a SZABÓ 2013). Aj *G. pfeifferi* atakuje prevažne *F. sylvatica*. O tomto druhu je všeobecne známe, že jej rozšírenie sleduje výskyt starých bukov (SOKÓŁ 2000, PAPP a SZABÓ 2013). Ďalšími z najviac atakovaných pôvodných drevín sú *Fraxinus excelsior* a *Tilia cordata*. Tieto dreviny atakuje hlavne *G. adspersum*, ktorá je v našich klimatických podmienkach typickým synantropným druhom (GÁPER, 1998, GÁPEROVÁ, 2001, KOTLABA a POUZAR, 2009a). Podľa Juhásovej et al. (JUHÁSOVÁ et al., 2011) patria *Fraxinus excelsior* a *Tilia cordata* medzi najčastejšie zastúpené dreviny vo verejnej zeleni.

Najviac atakovanou nepôvodnou drevinou je *Aesculus hippocastanum*. Ten je podľa Benčaťa (BENČAŤ, 1982) jednou z najčastejšie zastúpených introdukovaných drevín na Slovensku a zároveň aj infikovaných (GÁPEROVÁ et al., 2007, GÁPER et al., 2007). Na pagaštane *A. hippocastanum* sme zaznamenali hlavne *G. adspersum* a len málo nálezov *G. resinaceum*, čo potvrdzujú aj výsledky Gápera et al. (GÁPER et al., 2007). *G. resinaceum*, má na našom území, rovnako ako *G. adspersum*, synantropný charakter rozšírenia (KOTLABA 1984, GÁPER 1998, SOKÓŁ 2000, GÁPEROVÁ 2001, KOTLABA a POUZAR 2009b), čo ukazuje aj jej častý výskyt na taxónoch introdukovaných drevín. Medzi najviac atakované introdukované dreviny patria aj *Gleditsia triacanthos* a *Robinia pseudoacacia*. Podľa Gáperovej et al. (GÁPEROVÁ et al. 2007) patria tieto dreviny medzi najčastejšie atakované aj inými drevoznehodnocujúcimi hubami v sídlach Slovenska.

G. valesiacum sme zaznamenali len na *Larix decidua*. Ide o veľmi vzácny druh, ktorý sa vyskytuje len vo vysokých nadmorských výškach v ihličnatých lesoch na smrekovcoch (KOTLABA 1984, SOKÓŁ 2000, RYVARDEN a MELO 2014).

ZÁVER

Lesklokôrovky na Slovensku atakujú 26 druhov pôvodných drevín a 15 druhov introdukovaných drevín. Z pôvodných drevín lesklokôrovky (hlavne *G. applanatum*) najviac kolonizujú *Fagus sylvatica*, ktorý je najrozšírenejšou drevinou na Slovensku. Z introdukovaných drevín lesklokôrovky (hlavne *G. adspersum*) najviac kolonizujú *Aesculus hippocastanum*, ktorá je jednou z najčastejšie zastúpených a drevoznehodnocujúcimi hubami atakovaných introdukovaných drevín na Slovensku. Pôvodné dreviny sú atakované predovšetkým *G. applanatum* a *G. adspersum*. Introdukované dreviny sú atakované hlavne *G. adspersum* a *G. resinaceum*. *G. pfeifferi* a *G. valesiacum* atakujú len pôvodné druhy drevín, *G. pfeifferi* hlavne *Fagus sylvatica* a *G. valesiacum* len *Larix decidua*.

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla s podporou vedeckých projektov VEGA č. 1/0286/17 a KEGA č. 025UMB-4/2017.

LITERATÚRA

- BENČAĽ, F. 1982. Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania. Bratislava : VEDA, vydavateľstvo SAV, 368 s.
- BERNICCHIA, A. 2005. Polyporaceae s.l. Alassio : Edizioni Candusso, 808 s.
- COOPER, J., KIRK, P. 2017. CABI Bioscience Database, Landscape Research, Index Fungorum Database, [online]. <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp>
- GAŠPARCOVÁ, T., GÁPER, J., PRISTAŠ, P., KVASNOVÁ, S., GÁPEROVÁ, S. 2017. Porovnanie ITS-PCR-RFLP a MALDI-TOF MS metód pri identifikácii drevoznehodnocujúcich húb z rodu *Ganoderma*. In: Chemické listy, 111, 2017, s. 388 – 391.
- GÁPER, J., KRÁTKA, E., GÁPEROVÁ, S., TRHAN, P. 2007. Hniloby najčastejšie infikovaných introdukovaných drevín na Slovensku. In: HOLAN, J., WONDRAČEK, L. (eds.). Drevoznehodnocujúce huby 2007. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, s. 51 – 57.
- GÁPER, J. 2005. Význam drevokazných húb pri odumieraní drevín v mestách. In: BERNADOVIČOVÁ, S., JUHÁSOVÁ G. (eds.). Dreviny vo verejnej zeleni 2005. Nitra: Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, 2005, s. 24 – 30.
- GÁPEROVÁ, S. 2009. Hniloby pagaštana konského *Aesculus hippocastanum* L. na Slovensku. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, 102 s.
- GÁPEROVÁ S., TRHAN P., GÁPER J., KRÁTKA E. 2007. Zastúpenie hnilôb na introdukovaných drevinách v sídlach Slovenska. In: HOLAN, J., WONDRAČEK, L. (eds.). Drevoznehodnocujúce huby 2007. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, s. 42 – 50.
- GÁPEROVÁ, S. 2001. Synantropné druhy v rode *Ganoderma*. In: Acta Facultatis Ecologiae, 8, 2001, s. 93 – 98.
- GÁPEROVÁ, S., KRÁTKA, E. 2002. História a ďalšie perspektívy databanky trúdnikov na Slovensku. In: Spravodajca Slovenskej Mykologickej Spoločnosti, 27, 2002, s. 15.
- GÁPER, J. 1998. Trúdniky na území Slovenska a ich šírenie v ekosystémoch bazídiospórmi. Zvolen : Technická univerzita Zvolen, 75 s.
- HORÁČEK, P., MENCL, J. 2018. Dendrologie.cz – databáze dřevin celého světa, [online]. <http://databaze.dendrologie.cz/>
- JUHÁSOVÁ, G., ADAMČIKOVÁ, K., ONDRUŠKOVÁ, E., KOBZA, M., JUHÁS, D. 2011. Fytopatologické hodnotenie drevín v mestskej časti Bratislava Lamač. In: ADAMČIKOVÁ, K., KOBZA, M. (eds.). Dreviny vo verejnej zeleni 2011. Nitra: Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, 2011, s. 95 – 102.
- KOTLABA, F. 1984. Zeměpisné rozšíření a ekologie chorošů (*Polyporales* s. l.) v Československu. Praha : Academia, 240 s.
- KOTLABA, F., POUZAR, Z. 2009a. Ekologie choroše lesklokorky tmavé – *Ganoderma adspersum* – v Čechách. In: Mykologické listy, 109, 2009, s. 11 – 15.
- KOTLABA, F., POUZAR, Z. 2009b. Ekologie lesklokorky pryskyřičnaté – *Ganoderma resinaceum* – a její šíření v Čechách. In: Mykologické listy, 107, 2009, s. 14 – 19.
- LONSDALE, D., PAUTASSO, M., HOLDENRIEDER O. 2007. Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options. In: European Journal of Forest Research, 127, 2007, s. 1 – 22.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F. (eds.), 1998. Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Bratislava : VEDA, 688 s.
- NÁRODNÉ LESNÍCKE CENTRUM 2018, [online]. <http://www.forestportal.sk/les-pre-verejnost/o-lesoch-pre-verejnost/Stranky/rozsirenie-drevin.aspx>
- PAPP, V., SZABÓ, I. 2013. Distribution and Host Preference of Poroid Basidiomycetes in Hungary I. *Ganoderma*. In: Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 9, 2013, s. 71 – 83.
- REINPRECHT, L. 2008. Ochrana dreva. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 453 s.
- RYVARDEN, L., MELO, I. 2014. Poroid fungi of Europe. Oslo : Fungiflora, 2014, 455 s.
- SOKÓŁ, S. 2000. Ganodermataceae Polski. Taksonomia, ekologia i rozmieszczenie. Katowice : Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 134 s.
- THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX, 2018. [online]. <http://www.ipni.org>
- VYHLÁŠKA č. 24/2003 Z.z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 9. januára 2003, ktorou sa vykonáva ZÁKON č. 543/2002 Z. z. O OCHRANE PRÍRODY A KRAJINY.

Adresy autorov

RNDr. Terézia Gašparcová, doc. RNDr. Svetlana Gáperová, PhD., Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Katedra biológie a ekológie, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, e-mail: terezia.gasparcova@umb.sk, svetlana.gaperoval@umb.sk

prof. RNDr. Ján Gáper CSc., Mgr. Martin Šebesta, Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta ekológie a environmentalistiky, T. G. Masaryka 24, 960 63 Zvolen, e-mail: jan.gaper@tuzvo.sk; xsebestam@is.tuzvo.sk

prof. RNDr. Ján Gáper CSc., Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta, Katedra biologie a ekologie, Chittussiho 10, 710 00 Ostrava, Česká republika, e-mail: jan.gaper@osu.cz

RNDr. Matej Masný, PhD., Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Katedra geografie a geológie; Centrum geoinformatiky a digitálnych technológií, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, e-mail: matej.masny@umb.sk

doc. RNDr. Peter Pristaš, CSc., Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Prírodovedecká fakulta, Ústav biologických a ekologických vied, Šrobárova 2, 041 54 Košice, e-mail: peter.pristas@upjs.sk

INFORMAČNÉ NÁSTROJE SPRÁVY ZELENÉ AKO NÁSTROJ ZLEPŠENIA MIKROKLÍMY MESTA

INFORMATION TOOLS OF GREENERY MANAGEMENT AS A TOOL FOR IMPROVING THE TOWN'S MICROCLIMATE

DENISA HALAJOVÁ

HALAJOVÁ, D. 2018. Informačné nástroje správy zelene ako nástroj zlepšenia mikroklimy mesta. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 56-67. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Vegetation and microclimate in the city are closely related. The state of the vegetation in the city are strongly influenced by the urban climate, which has its own specificities compared to the free landscape and on the contrary, the greenery in the city can significantly regulate the town's microclimate. One of the tools that can contribute to such a state of greenery in the city that will fulfill the microclimate function is the greenery management tools. The concept of greenery management reflects the process of managing the development of green areas in their entire complexity, from planning of greenery to the development and managing greenery maintenance. All levels of greenery management should direct the creation and development of green areas in the city so, as to reduce the impact of urban climate on the population. Information management tools for greenery areas include also tree care documents. In the article, we try to point to the possibility of using the tree care document's data also for the design of measures for improving the microclimate in the city on example of standard tree care document for housing estate greenery in Nitra city.

Key words: greenery, microclimate, evaluation of trees, tree care document, housing estate

ÚVOD

Zeleň a mikroklima v meste nepochybne úzko súvisia. Stav zelene mesta a následnej aj nároky na jej údržbu sú výrazne ovplyvnené práve mestskou klímou, ktorá má svoje špecifiká oproti voľnej krajine a naopak zeleň v meste môže významne regulovať mikroklimu mesta. V hustej zástavbe mesta sa stretávame najmä s otepľovaním klímy, a to tak s klimatickou zmenou ako aj faktorom tzv. mestského tepelného ostrova, čo sa prejavuje napríklad zvýšením teploty v meste a znížením vzdušnej vlhkosti, čím sa zvyšuje evapotranspirácia drevín v meste. Podľa SUPUKU (2018) najviac pociťovaným negatívnym fenoménom mesta je práve fenomén tepelného ostrova, ktorý sa prejavuje zvýšením priemernej ročnej teploty mesta voči okolitej krajine, ale aj znížením slnečného svitu, nárastom oblačnosti, zvýšením výskytu hmiel a zrážok, znížením relatívnej vlhkosti vzduchu.

Oblasti s vyššou mestskou hustotou a vyššou členitosťou povrchu budov majú tendenciu sa viac prehrievať počas dňa. Vzhľadom na husté usporiadanie stavieb vykazujú tieto oblasti aj výrazný pokles prietoku vzduchu a sú tak vystavené extrémnejším a nepriaznivejším tepelným podmienkam (VUCKOVIC, MALEKI, MAHDAVI, 2018).

V súvislosti so zmiernením dopadu klimatickej zmeny sa v mestách v súčasnosti uplatňuje budovanie prvkov zelenej infraštruktúry, ktoré skvalitňujú život v mestách a prvky na podporu biodiverzity (TÓTH, 2018; SUPUKA, HALAJOVÁ, 2015). V podmienkach sídlisk je možné budovať strešné záhrady, vertikálne zelené steny, zahustené kompozície zložených biotických prvkov, zvýšiť podiel uličných alejí, zakladať ucelené parkové plochy, podporovať tvorbu prirodzených vegetačných štruktúr (parkové lesy) v kontaktných zónach sídlisk a

zadržiavať dažďovú vodu, čo prispieva k zvýšeniu ekologického indexu mesta (SUPUKA, HALAJOVÁ, 2015).

Systém zelene mesta môže zohrať významnú úlohu pri znižovaní dopadov tepelného ostrova na obyvateľov mesta, a to napríklad znížením teploty samotným zatienením plochy. Napr. počas dňa by mohol stromový kryt znížiť teplotu vzduchu na úrovni stromu o 4°C vo výške 20 m nad zemou, rovnako vo vyššej úrovni vo výške 60 m o 2°C (WANG, AKBARI, 2016). Na príklade mesta Viedeň bolo skonštatované, že oproti budovaniu zelených striech, ako jedného z opatrení na zabránenie prehrievaniu mesta, práve vysádzanie mestských stromov možno považovať za pomerne lacné, ľahko realizovateľné a klimaticky efektívne opatrenia proti prehrievaniu miest a mestské samosprávy najlepšie akceptovateľné (VUCKOVIC, MALEKI, MAHDAVI, 2018).

Vegetácia pohlcuje približne dve tretiny z celkového množstva slnečného žiarenia, ktoré dopadá na zemský povrch. Jedna tretina svetelného žiarenia je odrazená späť do priestoru, pričom účinnosť odrazu sa zvyšuje so znižovaním priesvitnosti koruny vo zvislom smere a s vyšším stupňom albeda (schopnosť odrážať slnečné lúče) (ŠERÁ, 2015).

REHÁČKOVÁ A PAUDITŠOVÁ (2006) uvádzajú u nasledujúcich druhov drevín ich stupeň priesvitnosti a albedo: *Betula pendula* Roth. 6,5/38,0; *Quercus robur* L. 8,5/50,5; *Aesculus hippocastanum* L. 10,0/51,5; *Acer platanoides* L. 6,0/50,0; *Alnus incana* L. Moench. 5,0/37,0; *Crataegus monogyna* Jacq. 1,0/37,0; *Populus balsamifera* L. 5,5/39,5, pričom pre porovnanie stavebný materiál má albedo v rozmedzí 4 - 10.

Okrem samotného zatienenia plochy, rastlinný kryt pôsobí vďaka evapotranspirácii ako aktívny chladiaci činiteľ, vyrovnáva teplotné rozdiely prostredia, znižuje tepelné straty budov v zime, v lete budovy ochladzuje, zvyšuje vlhkosť ovzdušia výparom vody a to evapotranspiráciou, výparom rosy skondenzovanej na povrchu vegetácie a výparom zachytených zrážok (ŠERÁ, 2015). Dreviny znižujú nadmerné prúdenie vzduchu, usmerňujú prevetrávanie mesta a znižujú množstvo smogu, znižujú hladinu hluku (ŠERÁ, 2015). Okrem mikroklimatickej funkcie plní zeleň aj funkciu hygienickú, zachytávaním prachových častíc a cudzorodých látok zlepšujú kvalitu ovzdušia (SUPUKA, 2018; RÓZOVÁ et al., 2013).

Účinnosť plôch zelene v meste je možné veľmi vhodne riadiť pomocou nástrojov manažmentu sídelnej zelene. Pojem manažment sídelnej zelene vyjadruje proces riadenia rozvoja sídelnej zelene v celej jeho komplexnosti od plánovania rozvoja sídelnej zelene, až po riadenie jej údržby (KRISTIÁNOVÁ, 2011).

Nástroje informačnej správy sídelnej zelene sa delia na:

- územnoplánovacie – územná štúdia, generel zelene,
- technicko - prevádzkové – pasport zelene, dendrologický plán, projekt režimu starostlivosti,
- koncepčné – rozvojové programy (ŠIMEK, 2007 in KRISTIÁNOVÁ, 2011).

Všetky stupne manažmentu sídelnej zelene by mali usmerňovať tvorbu a rozvoj zelene v meste tak, aby boli zmierňované dopady mestskej klímy na obyvateľstvo.

V bežnej praxi pri zhotovovaní dokumentov správy zelene nie je možné pre náročnosť získavania údajov sledovať všetky parametre drevín a vegetácie pre sledovanie hygienickej a mikroklimatickej funkcie. V článku sa však snažíme na príklade štandardne spracovávaného dokumentu starostlivosti o dreviny poukázať na možnosti využitia údajov dokumentu aj pre návrh opatrení pre zlepšenie mikroklimy v meste.

MATERIÁL

Prírodné podmienky

Nitra leží na 48°18' severnej šírky a 18°14' východnej dĺžky v nive rieky Nitra v nadmorskej výške 167 m n. m. Klimatické podmienky riešeného územia sú determinované zemepisnou polohou a nadmorskou výškou. V rámci agroklimatickej rajonizácie sa územie nachádza teplej makrooblasti, veľmi teplej oblasti a podoblasti veľmi suchej, v okrsku prevažne miernej zimy. Nitra patrí do teplej klimatickej oblasti s priemernou ročnou teplotou 9 – 10°C, priemernou teplotou v januári – 1 až – 3 °C, v júli 19 až 20 °C, s počtom dní so snehovou pokrývkou < 50. Mesto Nitra je podnebíom na hranici semiaridnej a humídnej zrážkovej oblasti. Priemerný ročný úhrn zrážok je 500 – 600 mm. Zrážkový úhrn vo vegetačnom období je 300 – 350 mm. Celý kataster mesta je silne náveterný. V samotnom katastri mesta a jeho okolí je v lesoch prevládajúcou drevinou *Quercus robur* L., miestami aj *Quercus cerris* L. Na zoborských vápencoch je častý *Quercus pubescens* Willd. Spolu s dubom sa na skladbe lesov podieľa aj *Carpinus betulus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia cordata* L., ojedinele *Fagus sylvatica* L..

Urbanizmus a mestská zeleň

Riešené územia obytného súboru Párovce v Nitre vzniklo na území pôvodného historicky zdokumentovaného židovského osídlenia na súčasnom území Slovenska. Toto predmestie Nitry bolo zničené v 50-tych rokoch 20. storočia aby uvoľnilo miesto novému sídlisku obytných domov s 2300 bytmi, ktoré bolo vybudované v rokoch 1956 až 1963. Najbežnejšie sú tu dva typy obytných domov, výškové 11-poschodové domy a 4- až 6-podlažný pozdĺžny obytný dom. Podľa Územného plánu zóny Nitra – centrum medzi primárne jadrá systému zelene mesta Nitra (viac ako 10 ha) patrí v blízkosti riešeného územia Mestský park, medzi sekundárne jadrá systému zelene mesta (s výmerou 2 – 10 ha) patrí práve riešené územie sídliska Párovce.

Vymedzenie riešeného územia

Riešené územie obytného súboru Párovce v Nitre je vymedzené ulicami Štúrova, Palánok, Ďurkova, Vikárska a ulica Janka Kráľa a zaberá rozlohu 24,7 ha.



Obr. 11 Vymedzenie riešeného územia obytného súboru Párovce v Nitre.

METODIKA

Podkladom pre vypracovanie článku bol Dokument starostlivosti o dreviny v meste Nitra (STRAŇÁKOVÁ, HALAJOVÁ, 2013). Dokument sa zaoberá len hodnotením drevín stromového vzrastu, ako najdôležitejšieho kompozičného prvku zelene. Metodika inventarizácie a hodnotenia pozostáva z dendrometrických veličín, hodnotenia kvality drevín, funkcie dreviny, perspektívy drevín, stanovuje údržbu a opatrenia pre dreviny a ich prioritu.

Dendrometrické veličiny a sadovnícka hodnota drevín boli vypracované podľa metodiky MACHOVCA (1987). Funkcia drevín je stanovená tromi kategóriami: solitérny strom, skupina stromov, aleje. Perspektíva drevín je určená tiež tromi kategóriami a to strom perspektívny, strom určený na dožitie a strom určený na výrub. Navrhované zásahy pre dreviny boli vypracované podľa metodiky KOLAŘÍKA a kol. (2003) s úpravami pre potreby mesta Nitra. Priorita opatrení je taktiež daná tromi kategóriami a to navrhovaná okamžitá starostlivosť, pravidelná opakovaná starostlivosť alebo starostlivosť podľa potreby.

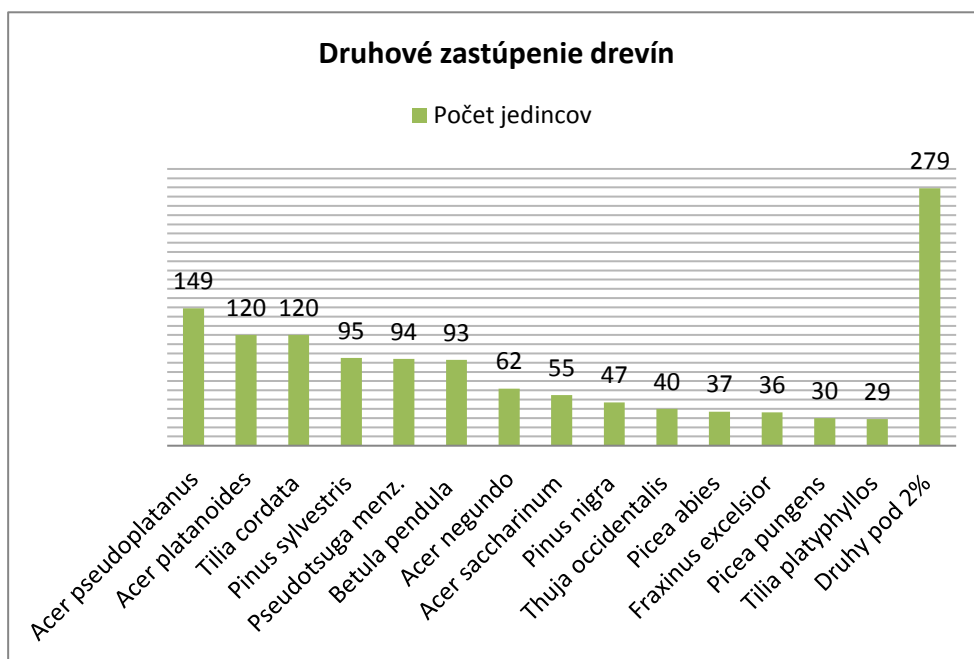
VÝSLEDKY

Druhovú zloženie

Významným faktorom ovplyvňujúcim hodnotu a funkciu zelene obytných súborov je dendrologická štruktúra. Vysoký počet druhov zvyšuje pestrosť, topický a trofický potenciál pre usídlenie živočíchov (SUPUKA, HALAJOVÁ, 2015), mnohé cudzokrajné druhy zvyšujú estetickú hodnotu územia (HRUBÍK, 2002), autochtónne kostrové druhy drevín podporujú prirodzený charakter kultúrnej vegetácie (SUPUKA, HALAJOVÁ, 2015).

V riešenom území sa nachádzalo celkovo 1286 drevín stromovitého vzrastu, ktoré sú zastúpené 73 druhmi. Najpočetnejšie zastúpené sú druhy *Acer pseudoplatanus* L. v počte 149 jedincov (11,6 %), *Acer platanoides* L. v počte 120 jedincov (9,3%) a *Tilia cordata* Mill. zastúpená 120 jedincami (9,3%) (Graf č. 1). Nasledujú *Pinus sylvestris* L. v počte 95 jedincov (7,4%), *Pseudotsuga menziessi* Mirb. 94 jedincov (7,3%), *Betula pendula* Roth. 93 jedincov (7,2%), *Acer negundo* L. 62 jedincov (4,8 %), *Acer saccharinum* L. 55 jedincov (4,3%), *Pinus nigra* Arnold 47 jedincov (3,7%), *Thuja occidentalis* L. 40 jedincov (3,1%), *Picea abies* L. 37 jedincov (2,9%), *Fraxinus excelsior* 36 jedincov (2,8%), *Picea pungens* Engelm. 30 jedincov (2,3%), *Tilia platyphyllos* Scop. v počte 29 jedincov (2,3%). Zvyšných 279 jedincov (21,7%) je zastúpených 59 druhmi drevín, ktoré sa nachádzajú v riešenom území v počte menej ako 25 ks, teda menej ako 2%.

Z celkového počtu drevín tvoria listnaté stromy 66,25% (852 jedincov) a ihličnaté dreviny 33,75 % (434 jedincov).



Graf 1. Druhové zastúpenie stromov v obytnom súbore Párovce v Nitre.

Z hľadiska druhového zloženia je možné považovať za pozitívum najmä prítomnosť domácich druhov listnatých drevín, ktoré sú vhodné aj pre výsadbu v podmienkach mesta Nitra. Ide najmä o druhy *Acer pseudoplatanus* L., *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* L. či *Tilia platyphyllos* Scop., ktoré tvoria v záujmovom území až tretinu (32.5%) jedincov.

Za druhy menej vhodné, či nevhodné pre výsadby do územia obytného súboru, považujeme najmä druhy svetlomilné, invázne a alergénne. V pomerne zatienenom území medzi výškovými bytovými domami druhy ako *Pinus sylvestris* L. či *Betula pendula* Roth. trpia nedostatkom svetla. Navyše krátkoveké dreviny, ako napr. *Betula pendula* Roth., vysadené pri vzniku sídliska pred vyše 50 rokmi, sú dnes v týchto podmienkach už prestaré a je potrebné zabezpečiť ich náhradu. Pravidelnou údržbou územia je potrebné eliminovať najmä invázne druhy ako *Negundo aceroides* Moench. a *Ailanthus altissima* Mill.

V území sa nachádzajú aj dreviny, vysadené najmä individuálne obyvateľmi v okolí obytných domov, ako *Abies alba* Mill. a *Picea abies* L., ktoré v podmienkach mesta Nitra a pri fasádach obytných domov nemajú vhodné podmienky na ich existenciu.

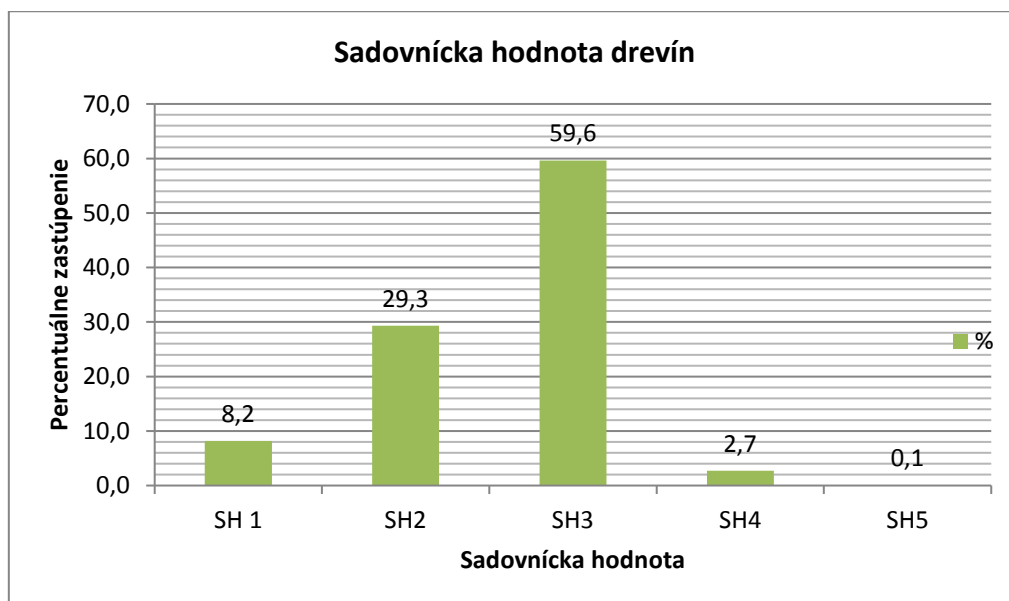
Z hľadiska dopadu druhovej skladby na mikroklimu mesta môžeme skonštatovať, že v riešenom území sa nachádza druhovo pestrý porast s vhodným zastúpením domácich a cudzokrajných drevín, ako aj listnatých a ihličnatých.

Na základe údajov o druhovej skladbe je možné následne regulovať druhovú pestrosť porastu, zastúpenie domácich a cudzokrajných drevín, zastúpenie listnatých a ihličnatých drevín, či zvyšovať podiel druhov drevín s vhodnou textúrou, kôrou a albedom.

Sadovnícka hodnota

Z hľadiska sadovníckej hodnoty drevín v obytnom súbore Párovce sú najpočetnejšie zastúpené stromy s priemernou sadovníckou hodnotou (SH3) a to 59,6% a podpriemernou sadovníckou hodnotou (SH2) 29,3%. Dreviny nadpriemernej sadovníckej hodnoty (SH4) sú

zastúpené iba 2,7 % stromov a veľmi hodnotné dreviny (SH5) iba 0,1 %. Nevyhovujúce dreviny (SH1) sú zastúpené 8,2% (Graf č. 2).



Graf 2. Sadovnícka hodnota stromov v obytnom súbore Párovce v Nitre.

Z hľadiska sadovníckej hodnoty stromov v obytnom súbore Párovce ide o priemernú sadovnícku hodnotu drevín, pričom sa na tomto fakte najviac podieľajú defekty v habituse drevín, ktoré sú zapríčinené najmä rastom drevín v zápoji, zanedbanými výchovnými opatreniami v mladosti a zásahmi do korún drevín, ktoré sú vynútené rôznymi okolnosťami. Často sa vyskytuje odvetvovanie kmeňov do veľkých výšok a odstraňovanie častí korún stromov rastúcich pri fasádach bytových domov z dôvodu nevyhovujúcich svetelných podmienok v bytoch, poškodzovania fasád domov, alebo pri zatepľovaní bytových domov. Tieto opatrenia majú podiel tak na znížení estetickej hodnoty stromov, ako aj na ich zdravotnom stave a následne na životnosti stromov. Okrem týchto poškodení sa vyskytuje často aj preschnutie drevín.

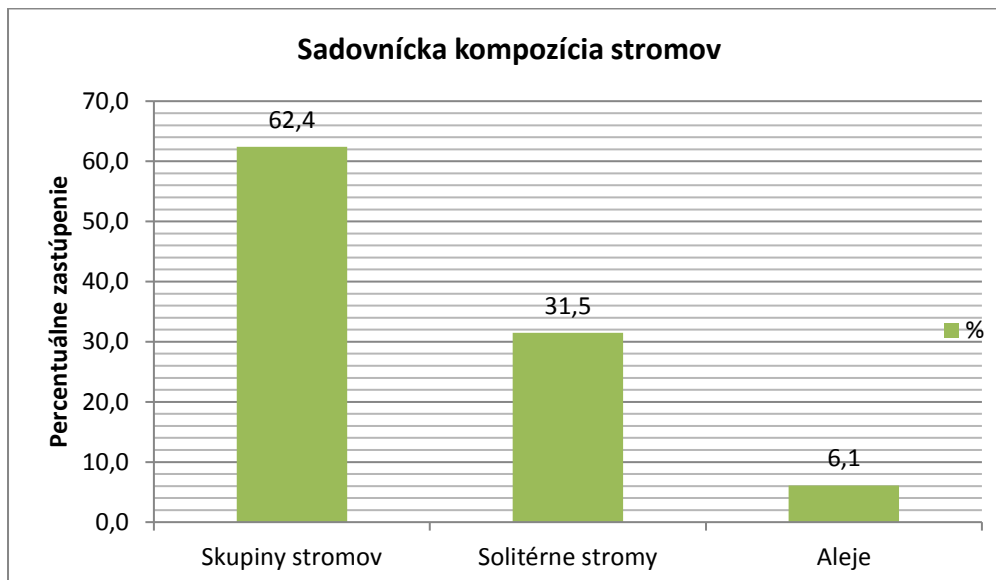
Stromy s najnižšou sadovníckou hodnotou sa na území takmer nevyskytujú a to z dôvodu priebežného odstraňovania týchto drevín z územia správcom zelene tak, aby bola zabezpečená bezpečnosť územia.

Sadovnícka hodnota je komplexná veličina, ktorá vyjadruje tak zdravotný stav stromu, ako aj jeho životnosť a estetickú hodnotu a teda podáva celkový obraz o stave dreviny. Sadovnícka hodnota drevín významne informuje aj o samotnej účinnosti drevín na zmiernenie mikroklimy. Najúčinnnejšie sú dreviny dospelých rozmerov, s rozložitou korunou, zdravé, s predpokladom dlhodobej životnosti, bez preschnutia, teda stromy s najvyššou sadovníckou hodnotou. V riešenom území je účinnosť zelene na mikroklimu územia znížená najmä z dôvodu zníženej sadovníckej hodnoty drevín.

Sadovnícka kompozícia

Z hľadiska funkcie stromov v obytnom súbore Párovce sú najpočetnejšie zastúpené stromy v skupinách stromov (62,4%), ďalej sú to solitérne dreviny (31,5%), stromy v stromoradiach tvoria iba 6,1% drevín v území (Graf č. 3). Toto usporiadanie stromov vyplýva už zo samotného z usporiadania a veľkostí plôch zelene medzi obytnými domami.

Kompozícia stromov v riešenom území je nečitateľná, stromy rastú najmä v skupinách v malých parkových plochách medzi obytnými domami, pri ihriskách a parkoviskách. Solitérne rastúce stromy sa vyskytujú zväčša len popri fasádach obytných domov. Najmenej sa vyskytujú v území aleje, ide hlavne o stromy vysadené na okraji riešeného územia pri cestnej komunikácii, inak vo vnútri obytného súboru sa aleje vôbec nevyskytujú.

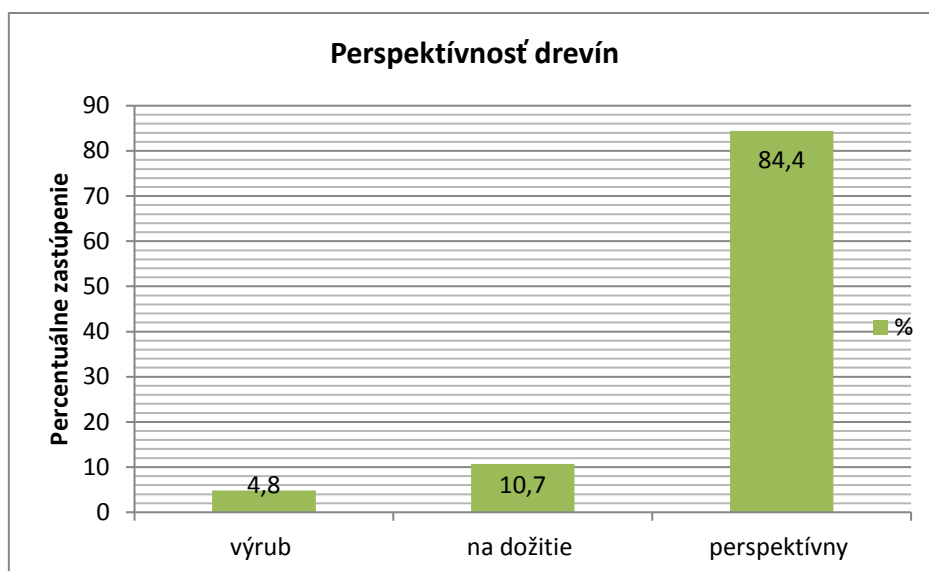


Graf 3. Sadovnícka kompozícia stromov v obytnom súbore Párovce v Nitre.

Informácie o sadovníckej kompozícii drevín napovedajú o účinnosti prvkov zelene na zlepšenie mikroklimy, pričom najúčinnnejšie sú kompaktné skupiny a porasty drevín. Pre pohyb v území po komunikáciách a pre prepojenie prvkov systému zelene sú veľmi dôležité líniové prvky – stromoradia. V riešenom území je potrebné zvýšiť zastúpenie alejí.

Perspektívnosť drevín

Z hľadiska perspektívy stromov v obytnom súbore Párovce sú najpočetnejšie zastúpené stromy perspektívne (84,4%), u ktorých sa predpokladá ešte niekoľko desaťročí plnenie ich funkcií. Stromy určené na dožitie tvorené 10,7 % drevín je možné ponechať na mieste pokiaľ nebudú ohrozovať bezpečnosť (Graf č. 4). Stromy určené na výrub tvoria 4,8 % stromov v území a sú navrhované na výrub zo zdravotných dôvodov, z dôvodov bezpečnostných, prípadne z dôvodu uvoľnenia korunového priestoru hodnotnejšej drevine. V posledných rokoch boli v riešenom území vykonávané výrubu drevín a ošetrovania stromov tak v rámci ich bežnej údržby, ako aj pri rekonštrukciách teplovodov a zatepľovaní fasád bytových domov, či z dôvodu zatienenia bytov, preto nie je potrebné pristúpiť k výrubom z iných dôvodov ako bezpečnostných.



Graf 4. Perspektívnosť stromov v obytnom súbore Párovce v Nitre.

Z hľadiska opatrení na zlepšenia mikroklimy v meste je možné poznanie stavu drevín vzhľadom na ich životnosť využiť najmä na plánovanie nových výsadiieb drevín na miestach, kde sa predpokladá dožitie jedincov a zabezpečiť tak včas vhodnú účinnú náhradu.

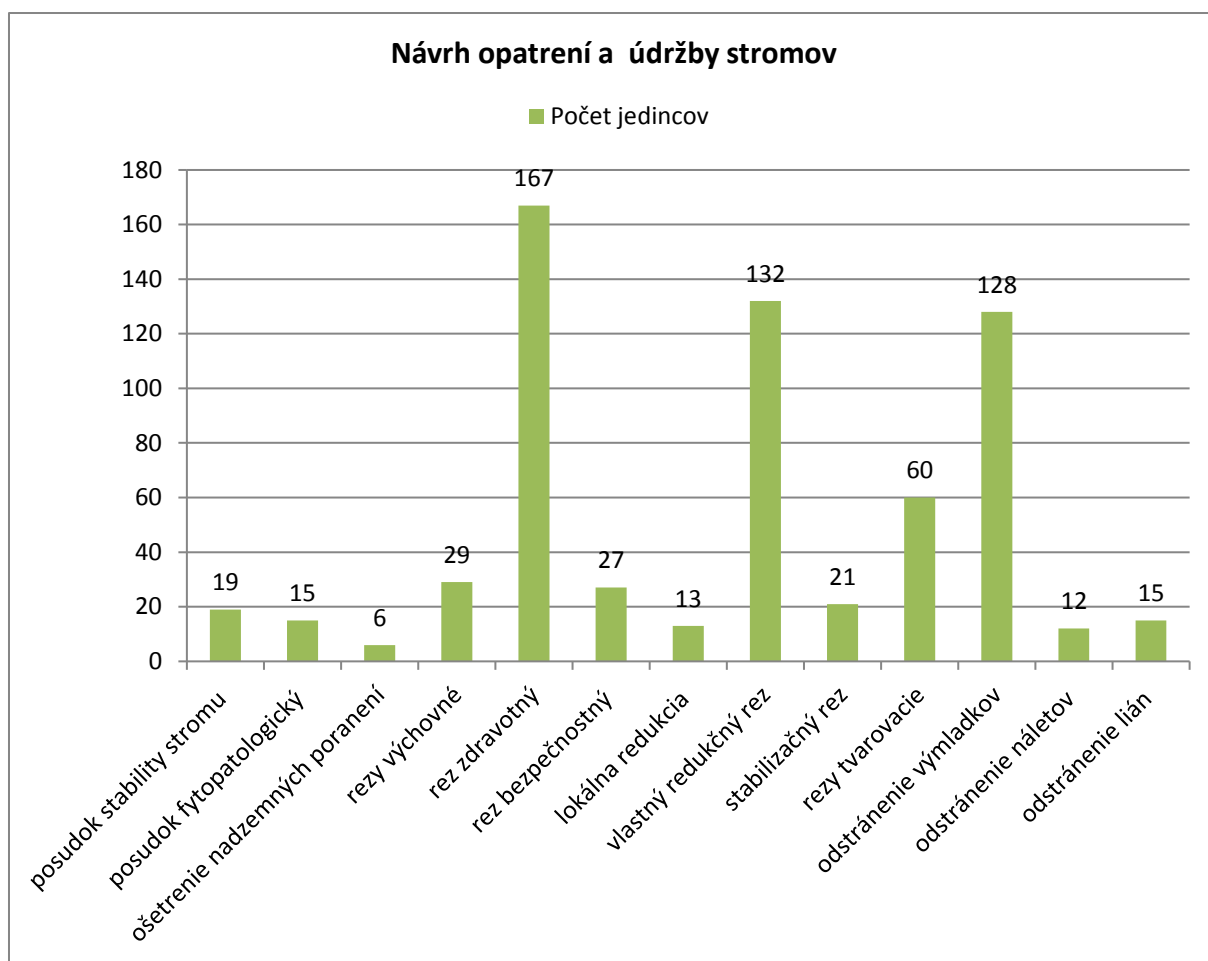
Návrh opatrení, údržby stromov a ich priority

Na základe posúdenia stromov boli stanovené návrhy na údržbu stromov. Odstránenie (výrub) stromov bolo navrhnuté pre 62 jedincov (Graf č. 5). Rôzne opatrenia na údržbu stromov boli navrhnuté celkovo 507 krát a to nasledovne:

- bezpečnostný posudok stability stromu (19),
- posudok fytopatologický (15),
- ošetrovanie nadzemných poranení (6),
- Rezy výchovné (29),
- Rezy udržiavacie
 - rez zdravotný (167),
 - rez bezpečnostný (27),
- Rezy redukčné a stabilizačné
 - lokálna redukcia z dôvodov stabilizácie (13),
 - vlastný redukčný rez, úprava prejazdneho a priechodného profilu (132),
 - stabilizačný rez, výšková redukcia koruny s cieľom stabilizovať ju (21),
- Rezy tvarovacie (60)
- odstránenie výmladkov (128),
- odstránenie náletov (12),
- odstránenie lián (15),

Priorita opatrení bola stanovená nasledovne:

- okamžitá starostlivosť (napr. odstránenie jedincov, posúdenie bezpečnosti stromu) pri 134 jedincoch,
- pravidelná opakovaná starostlivosť (napr. tvarovacie rezy) je potrebná pri minimálne 57 jedincoch,
- pri ostatných jedincoch je navrhovaná starostlivosť podľa potreby.



Graf 5. Návrh opatrení a údržby stromov v obytnom súbore Párovce v Nitre.

Z hľadiska opatrení údržby stromov je pre zlepšenie mikroklimy v meste potrebné najmä zabezpečiť odbornú a pravidelnú údržbu, prírode blízku, ktorá pozitívne vplýva na zdravotný stav drevín a následne aj na účinnosť na zlepšenie mikroklimy.

DISKUSIA A ZÁVER

Celkový stav stromov a je úzko spojený s vhodným výberom stromov pre dané špecifické podmienky. Ako kostrové dreviny vyberáme vždy druhy dlhoveké a ideálne druhy pôvodné, prípadne introdukované druhy, ktoré sú v našich podmienkach overené. Podľa VREŠTIAKA (1991) v slovenských mestách, v nížinách s teplým podnebím kostrové pôvodné listnaté stromy sú *Quercus robur* L., *Carpinus betulus* L., *Acer campestre* L., *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill., z introdukovaných drevín odporúča druhy *Acer negundo* L., *Acer saccharinum* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Sophora japonica* L., *Platanus acerifolia* (Ait.) Wild. Na základe výsledkov môžeme skonštatovať, že druhová skladba stromov v obytnom súbore Párovce v Nitre zodpovedá týmto požiadavkám, domáce listnaté dreviny tvoria tretinu (32.5%) jedincov. Domáce druhy rodov *Acer* a *Tilia* navrhujeme aj naďalej používať ako kostrové dreviny pre výsadbu v riešenom území s doplnením o ďalšie introdukované druhy týchto rodov a iné doplnkové dreviny. *Negundo aceroides* Moench. (*Acer negundo* L.) je v súčasnosti už zaradený medzi invázne dreviny, preto ho nie je možné používať na výsadby. Pre náhradné výsadby v danom území boli navrhnuté tieto dreviny:

Acer platanoides L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer campestre* L., *Acer ginnala* Maxim., *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia cordata* Mill., *Tilia x europaea* L., *Tilia tomentosa* Moench. Môžu byť doplnené napr. druhmi *Aesculus x carnea* Hayne, *Carpinus betulus* L., *Catalpa bignonioides* Walter, *Fraxinus ornus* L., *Prunus serrulata* Lindl., *Prunus subhirtella* Miq., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Sorbus aria* L., *Sorbus intermedia* Ehrh.

Pre ďalšie výsadby v danom území neodporúčame druhy, ktoré sú síce vhodné pre výsadby v daných klimatických podmienkach, ale sú už jednak v riešenom území vo vysokom počte zastúpené a ako rýchlorastúce, náročné na priestor obmedzujú v raste aj iné kostrové dreviny. Ide najmä o druhy *Sophora japonica* L., *Fraxinus excelsior* L. Taktiež neodporúčame alergénne druhy rodov *Betula*, *Alnus*, *Corylus* a *Carpinus*.

Používanie ihličnanov je v riešenom území veľmi obmedzené klimatickými podmienkami a už veľkým počtom ihličnanov rastúcich v území. Pre nové výsadby je však možné pre spestrenie druhovej skladby použiť druhy ako *Ginkgo biloba* L., *Picea omorika* (Pančič.) Purk., *Picea pungens* Engel., *Pinus nigra* J.F.Arnold a *Pinus strobus* L. Z hľadiska zlepšenia mikroklimy a hygienických podmienok obytného súboru je potrebné regulovať stav a výsadby zelene s ohľadom na tieto kritériá.

RÓZOVÁ et al. (2013) navrhuje *kritériá vhodnosti vegetácie na základe plnenia hygienickej funkcie* (v zmysle znižovania prašnosti a pohlcovania chemických látok) a to nasledovne: dreviny s priemerom koruny nad 10 m; vysoká úprava – strom nad 10 m, ker nad 2,6 m, bylina nad 0,7 m; kombinácia opadavých a ihličnatých drevín; kôra hlboko alebo plytko rozbrázdnená; košaté tvary korún; trojvrstvový porast; druhová pestrosť vysoká (viac ako 6 druhov); podiel otvorených plôch a porastov 1:2 a viac; veľká a stredná vegetačná formácia, nad 2 ha alebo 0,5 – 2 ha; dreviny mladé, aklimatizované vo fáze dynamického rastu ako dospievajúce jedince, dorastajúce do veľkosti dospelého stromu; najhodnotnejšie a veľmi hodnotné stromy (sadovnícka hodnota 4 a 5 podľa MACHOVCA (1987)); zdravé dreviny bez poškodenia podľa metodiky JUHÁSOVEJ (2007) stupeň 4. a 5.; s ťažkou a hrubou textúrou; plochy s kvantitou porastu nad 60%; bez zmeny sfarbenia listov, alebo len s minimálnou zmenou sfarbenia (menej ako 25%); bez straty olistenia alebo len s nepatrnou stratou (menej ako 25%).

RÓZOVÁ et al (2013) ďalej navrhuje aj *kritériá vhodnosti vegetácie na základe plnenia mikroklimatickej funkcie* a to nasledovne: dreviny s priemerom koruny nad 10 m; vysoká úprava – strom nad 10 m, ker nad 2,6 m, bylina nad 0,7 m; najhodnotnejšie a veľmi hodnotné stromy (sadovnícka hodnota 4 a 5 podľa MACHOVCA (1987)); s minimálnym presychom koruny, presychanie koruny nie väčšie ako 25%); trojvrstvový porast; druhová pestrosť vysoká (viac ako 6 druhov); plochy s kvantitou porastu nad 60%; veľká vegetačná formácia nad 2 ha; podiel otvorených plôch a porastov 1:2 a viac; zdravé dreviny bez poškodenia podľa metodiky JUHÁSOVEJ (2007) stupeň 4. a 5.; s ťažkou a hrubou textúrou listov; všetky typy povrchov listov; všetky typy kôry; kombinácia opadavých a ihličnatých drevín; dospelé a staré stromy; bez zmeny sfarbenia listov, alebo len s minimálnou zmenou sfarbenia (menej ako 25%); bez straty olistenia alebo len s nepatrnou stratou (menej ako 25%).

Z uvedených kritérií vyplýva, že správny návrh druhovej skladby a kompozície drevín, ale aj dobrý zdravotný stav drevín a s tým spojená kvalitná údržba a manažment zelene sú nástrojom zlepšenia mikroklimy mesta. Nie všetky spomínané kritériá je možné v bežnej praxi sledovať v rámci informačných systémov zelene mesta, ale správnym výberom hodnotených parametrov je možné obsiahnuť aj základné údaje pre tieto účely.

Podľa ŠEREJ (2015) je možné pomocou dobre plánovanej výsadby a údržby možné eliminovať aj negatívne vplyvy zelene na obyvateľov sídlisk a to najmä ohrozenie bezpečnosti chodcov, premávky, poškodzovanie inžinierskych sietí, chodníkov a stavieb ale aj regulovať alergénne dreviny. Dokument starostlivosti o dreviny preto považujeme za nástroj zníženia týchto negatívnych dopadov zelene na obyvateľov sídlisk. Z hľadiska bezpečnosti je potrebné dôsledne dodržiavať najmä návrh opatrení, ako udržiavanie podchodnej výšky drevín, odstraňovanie suchých konárov, sledovanie stability stromov a pod. Vhodným výberom rastlinného materiálu je možné regulovať nevhodné druhy z hľadiska možných zdravotných komplikácií obyvateľov.

Pomocou identifikovania funkcie drevín v rámci sadovnickej kompozície v informačnom systéme zelene mesta je možné cieleným vhodným plánovaním miest nových výsadiel stromov zlepšiť prepojenie systému zelene mesta so zeleňou obytného súboru, najmä výsadbou lineárnych prvkov – alejí.

Z hľadiska návrhu údržby mestských stromov sú informačné systémy správy zelene aj nástrojom možnej racionalizácie a najmä ekologizácie údržby zelene, ale aj sledovania jej pravidelnosti a odbornosti. Je potrebné rešpektovať prioritu opatrení a udržiavať zeleň na základe intenzitných tried údržby zelene. Vhodným výberom druhov drevín, prevenciou, pravidelnou a ekologickou údržbou je tak možné zvýšiť ekologickú stabilitu územia a zároveň znížiť náklady na údržbu zelene.

Informačné nástroje správy zelene patria medzi základné podmienky, ako pri správe a údržbe zelene mesta správne identifikovať možnosti zlepšenia mikroklimy obytných súborov pomocou zelene, či už regulovaním negatívnych vplyvov zelene na zdravie a bezpečnosť obyvateľov, ale najmä cieleným výberom vhodných druhov drevín pre zlepšenie mikroklimy mesta.

POĎAKOVANIE

Článok je súčasťou výstupov projektov VEGA 1/0044/17 Vegetačné štruktúry v mestských sídlach a ich integrované hodnotenie pre potreby ekosystémových služieb a KEGA008SPU-4/2016 Ateliérová tvorba - inovácia štruktúry, obsahu a nástrojov výučby.

LITERATÚRA

- HRUBÍK, P., 2002: Výsledky a aktuálne problémy ochrany cudzokrajných drevín na Slovensku. In: Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku. Zborník referátov, ÚEL SAV Zvolen, pp. 40-49
- KOLAŘÍK, J, et al, 2003. Péče o dřeviny rostoucí mimo les I. ČSOP č. 5 Vlašim. 334 s. ISBN 80-86327-36-1
- KRISTIANOVÁ, K. 2011. Manažment sídelnej zelene. Bratislava: STU, dizertačná práca, 94 s. dostupné online
- REHÁČKOVÁ, T., PAUDITŠOVÁ, E., 2006. Vegetácia v urbánnom prostredí. Cicero: Bratislava, 2006, 132 s. ISBN 80-969614-1-1.
- RÓZOVÁ, Z. et al, 2013. Environmentálne aspekty urbanizovaného prostredia. Nitra: UKF, 390 s. ISBN 978-80-558-0388-3.
- STRAŇÁKOVÁ, J., HALAJOVÁ, D., 2013. Dokument starostlivosti o dreviny pre mesto Nitra, 1. časť – Staré mesto, Párovce . Nitra: Rudbeckia, 2013.
- SUPUKA, J, et al., 2008. Vegetačné štruktúry v sídlach – Parky a záhrady. Nitra: Slovak University of Agriculture. 504 s. ISBN 978-80-552-0067-5.
- SUPUKA, J., HALAJOVÁ, D. 2015. Sídliská a priestory zelene. In: Životné prostredie, ročník 49, č. 2, s. 94 – 97. 2015. ISSN 0044-4863
- SUPUKA, J. 2018. Aktuálne problémy mestských sídiel a potenciál ich riešenia prostredníctvom zelene infraštruktúry. In: Životné prostredie, ročník 52, číslo 1, s. 11 – 18. 2018. ISSN 0044-4863

- ŠERÁ, B. 2015. Pozitívny vliv zeleně na uživatele městských sídlišť. In: Životné prostredie, ročník 49, č. 2, s. 100 – 105. 2015. ISSN 0044-4863
- TÓTH, A. 2018. Zelená infraštruktúra v kontexte európskych stratégií. In: Životné prostredie, ročník 52, číslo 1, s. 3 – 10. 2018. ISSN 0044-4863
- STN 83 7010 Ochrana prírody. Ošetrovanie, udržiavanie a ochrana stromovej vegetácie. 2005. Územný plán zóny Nitra – centrum (SAN HUMA'90, 2007)
- VREŠTIÁK, P. 1991. Vývoj listovej biomasy v štruktúre sídelnej zelene. Bratislava: VEDA, Acta dendrobiologica. 208 s. ISBN 80-224-0289-3.
- VUCKOVIC, M., MALEKI, A., MAHDAV, A. 2018. Strategies for Development and Improvement of the Urban Fabric: A Vienna Case Study. Climate 2018, 6,7; doi:10.3390/cli6010007, www.mdpi.com/journal/climate
- WANG, Y. AKBARU, H. 2016. The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal. In: Sustainable Cities and Society 27: 122 – 126.

Adresa autora

Ing. Denisa Halajová, PhD., Katedra záhradnej a krajinskej architektúry FZKI SPU v Nitre, Tulipánová 7, 94901 Nitra

ANALÝZA METEOROLOGICKÝCH ZÁZNAMOV V ARBORÉTE MLYŇANY SAV ZA OBDOBIE 2016 – 2018

ANALYSIS OF METEOROLOGICAL RECORDS IN ARBORETUM MLYŇANY SAV FOR THE PERIOD 2016 – 2018

PAVEL HRUBÍK - DANIELA HOLEČKOVÁ

HRUBÍK, P. – HOLEČKOVÁ, D. 2018. Analýza meteorologických záznamov v Arboréte Mlyňany SAV za obdobie 2016–2018. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 68-78. ISBN 978-80-89408-33-7.

Abstract

The long-term assessment of basic meteorological factors (minimum and maximum air temperatures, their mean and annual values, total atmospheric precipitation, relative air humidity, wind intensity and velocity) is considered an important factor in the complex research of introduced woods in our conditions. The results so far have been published and presented at scientific conferences. The subject of this contribution is the results obtained over the period 2016 - 2018. The measured values are presented in the tables and commented in the text of the paper.

Key words: meteorological factors, introduced woody plants, the consequences of tree damage (minimum and maximum temperatures, frost and drought)

ÚVOD

Hodnotenie meteorologických záznamov z Arboréta Mlyňany SAV, za obdobie 2016 – 2018, bezprostredne nadväzuje na naše predchádzajúce publikované výsledky (2001 – 2015), (HRUBÍK A HOLEČKOVÁ, 2016) a poukazuje na nepriaznivé následky silnej zimy 2016/2017 a suchej jari a leta 2017, na cudzokrajné dreviny, rastúce v tomto dendrologickom objekte. Podrobnejšie sú potom charakterizované klimatické podmienky jesene a zimy 2017 a nasledujúci rok 2018 (mesiace január až august).

Klimatické zmeny vo svete sú už faktom, ktorý málokto spochybňuje. Problémy v ich dôsledku, ako sú extrémne teploty, sucho, povodne, silné mrazy a víchrice pozorujeme vo viacerých oblastiach. Globálna zmena klímy sa prejavuje rekordne vysokými teplotami, ktorých účinky však vieme zmierňovať.

Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR v rámci integrovaného operačného programu (IROP) v marci tohto roku (2017) spustilo výzvu na zlepšenie environmentálnych aspektov v mestách a mestských oblastiach (mimo Bratislavy). Oprávnenými žiadateľmi sú organizácie štátnej správy, obce, mestá, samosprávne kraje, mimovládne organizácie a subjekty zo súkromného sektora.

Zelené strechy: Podpora z eurofondovej výzvy sa vzťahuje najmä na budovanie prvkov drobnej infraštruktúry urbánneho dizajnu, zelených parkov, zelených stien a zelených striech, ale tiež aktivity v oblasti dopravnej infraštruktúry ako sú zelené koridory pozdĺž cyklotrás. Parametre zelených striech nie sú presne špecifikované, čo dáva žiadateľom voľnosť. Z hľadiska dopadu na životné prostredie už 5 % zatravnených striech v meste je pre životné prostredie prínosom.

„Zelená strecha“ je jedným z aktívnych prvkov, ktorý výrazne prispieva k zmierňovaniu prehrievania ovzdušia, je významným prvkom pre vodozadržnosť a vodovýparnosť v mieste zrážok. Zelená strecha prináša viaceré synergické efekty: zadržiava

zrážkovú vodu, čím prináša ekonomický efekt v nákladoch na zrážkové, vracia zadržanú vodu späť do malého vodného obehu, pričom prispieva k znižovaniu tepelného napätia v okolí, znižuje prašnosť. Prináša úspory nákladov na vykurovanie až do 5 % v závislosti od skladby strechy. V neposlednom rade zelená strecha je ekvivalent pre náhradu výsadby zelene, čím sa najmä v hustej, urbanizovanej zástavbe rieši spoločenská potreba podstatne väčšou plochou zelene na streche, pričom okolie stavby môže byť využité pre obsluhu budovy.

Akčný plán boja proti suchu: Rezort životného prostredia pracuje aj na akčnom pláne, ktorého výsledkom bude zavedenie opatrení na zadržiavanie vody v krajine s cieľom minimalizovať suchu, zlepšiť monitoring sucha budovaním nových meracích staníc, ako aj systém krízového manažmentu sucha a určiť priority pri zásobovaní vodou počas dlhotrvajúceho sucha. Tento kľúčový dokument plánuje Ministerstvo životného prostredia SR predložiť na rokovanie vlády do konca roka 2017. Sucho je fenoménom, s ktorým bojuje celý svet nielen v posledných rokoch. Preto envirorezort pracuje na pláne, ktorý má pripraviť návrh opatrení na zmiernenie následkov sucha.

Víchrice ničila celé Slovensko (Pravda, 30.10.2017): Ľudské životy a obrovské škody nechala za sebou víchrice, ktorá sa prehnala včera (29.10.2017) stredom Európy. Miestami dosahovala rýchlosť 140 či 180 kilometrov za hodinu. Okrem popadaných stromov a striech na Slovensku obmedzila dopravu, elektrický prúd nemali tisíce domácností. Silný vietor pustošil prevažne západ krajiny a oblasť Nízkych a Vysokých Tatier. Meteorológovia pred vetrom vydali výstrahy najvyššieho, tretieho stupňa. Rýchlosť vetra dosahovala v nárazoch až 180 kilometrov za hodinu. Na celom území Slovenska intenzívne pršalo, vo vyšších polohách snežilo. Situáciu s údržbou ciest komplikoval silný vietor.

MATERIÁL A METODIKA

Základné podklady pre našu prácu sme opäť získali z dlhodobých záznamov Meteorologického observatória, umiestneného priamo na území Arboréta Mlyňany SAV. Uvedené záznamy o priebehu denných teplôt vzduchu (minimálna, maximálna a priemerná); denný a mesačný úhrn atmosférických zrážok; relatívna vlhkosť vzduchu; rýchlosť vetra (maximálna a priemerná); využívame pre výpočet priemerných mesačných hodnôt za jednotlivé mesiace roka; ročné priemery teploty vzduchu, ročné úhrny zrážok, ako aj pri hodnotení klimatických podmienok za jednotlivé ročné obdobia (jar – leto – jeseň – zima).

Keďže sa problematike pravidelného hodnotenia meteorologických záznamov v Arboréte Mlyňany SAV, venujeme už dlhodo (od roku 1971), získali sme dokonalý prehľad o lokálnych klimatických podmienkach, stanovili sme aj nový dlhodobý normál (1971-2000), platný pre územie Arboréta Mlyňany SAV, vo Vieske nad Žitavou, okres Zlaté Moravce.

Výsledky našej práce boli pravidelne publikované a osobitne cenné sú tie, ktoré zároveň hodnotia vplyv extrémnych klimatických podmienok na pestované cudzokrajné dreviny.

V nasledujúcej kapitole tohto príspevku podrobnejšie interpretujeme a hodnotíme meteorologické údaje za obdobie rokov 2016 – 2018 (uvádzame výsledky za január – august), súčasťou príspevku sú tabuľky (1, 2).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri bilancovaní meteorologických záznamov v roku 2016, sme v mesiaci január evidovali minimálne teploty vzduchu pod bodom mrazu ($-0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$), počas 28 dní (pričom do $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 15 dní; do $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 7 dní; nad $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 6 dní). Absolútne minimum v tomto mesiaci $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sme zaznamenali dňa 22.1.2016. Priemerná denná teplota pod bodom mrazu sa vyskytovala počas 19 dní.

Vo februári 2016 sa priemerná denná teplota vzduchu pod bodom mrazu vyskytla len jedenkrát ($-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 27.2.2016) a tento mesiac bol zrážkovo nadnormálny (80,2 mm). V marci 2016 sa už priemerné denné teploty vzduchu pod bodom mrazu nevyskytli, pričom zrážky boli podnormálne (19,0 mm). Zrážkovo normálne boli mesiace máj (66,2 mm), jún (88,0 mm); nadnormálne zrážky sa vyskytli v júni (144,6 mm), s denným maximom 44,0 mm (28.7.2016) a 28,2 mm (31.7.2016). Mierne nadnormálne zrážky boli ešte v auguste 2016 (73,2 mm) a v októbri 2016 (60,0 mm).

Minimálne teploty vzduchu, pod bodom mrazu sa objavovali v novembri 2016 (13 x), ale výrazné ochladenie vzduchu prišlo až v decembri 2016. Po teplotnej stránke bol rok 2016 normálny ($9,95\text{ }^{\circ}\text{C}$), hoci z hľadiska dlhodobého normálu ide o rok teplotne podnormálny.

Rok 2016 môžeme z hľadiska ročného úhrnu atmosférických zrážok 662,6 mm považovať za rok zrážkovo nadnormálny, hoci počet dní bez zrážok (0,0 mm) dosiahol 226 dní; minimálne zrážky (5,0 mm) sa vyskytli počas 100 dní a zrážky do 10,0 mm sa vyskytli počas 20 dní. Ojedinele sa v roku 2016 vyskytli aj dni s privalovými zrážkami (19 dní), s maximom v mesiacoch júl (5 dní) a v júni (3 dni). V ďalších mesiacoch sa zrážky s intenzitou viac ako 10,0 mm, vyskytli ešte v mesiacoch február, máj, august, september (po 2 x), a 1 x v mesiacoch marec, október a november. V mesiaci december 2016 bol mesačný úhrn zrážok tiež minimálny (7,0 mm). Z celkového počtu 365 dní, bolo bez zrážok 226 dní, t. j. 61,9 %, so zrážkami 5,0 mm 100 dní, t.j. 27,74 %. Spolu 89,6 % dní s minimálnymi zrážkami (do 5,0 mm).

Zima 2016/2017 bola po stránke klimatickej mimoriadna, s dlhotrvajúcimi nízkymi teplotami, čo sa prejavilo aj na mesačnom priemere v decembri 2016 ($-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), ale mimoriadne studený bol január 2017 ($-7,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, celomesačný priemer), ale aj minimálne denné teploty vzduchu sa počas celého mesiaca – 31 dní, pohybovali v rozpätí $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 8.1.2017; priemerné denné teploty vzduchu presahovali v tomto mesiaci hodnotu $-10,0$ stupňov C, a opakovane aj vo viacdnových intervaloch; prípadne aj február 2017, ktorý bol výrazne chladnejší ($1,82\text{ }^{\circ}\text{C}$) od rovnakého mesiaca v predchádzajúcom roku ($4,19\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ako sme už spomenuli, priemerná mesačná teplota vzduchu za mesiac január 2017 dosiahla hodnotu $-7,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, čo je najnižšia nameraná priemerná teplota vzduchu za mesiac január od roku 1971, trvajúca počas 30 dní mesiaca. Pričom atmosférické zrážky boli minimálne už v mesiaci december 2016 (7 mm) a pokračovali aj v januári, februári a marci 2017 (po 18 mm) ako výrazne podnormálne. Preto považujeme toto obdobie v Arboréte Mlyňany SAV za mimoriadne kritické pre poškodenie širokého sortimentu druhov drevín (osobitne vždyzelených taxónov) pestovaných v tomto dendrologickom objekte.

V roku 2017 (január - marec, máj, jún a august, dosahovali zrážky 11-18 a 29-31 mm) evidujeme 107 dní bez zrážok a 40 dní s minimálnymi zrážkami 5,0 mm, (za obdobie január-máj 2017), pričom aj mesačné úhrny zrážok boli v roku 2017 podnormálne. Pričom jarné teploty vzduchu boli aj v rámci Slovenska nadpriemerné.

Jar v roku 2017 bola podľa slovenských meteorológov teplotne nadpriemerná a umiestnila sa v prvej desiatke najteplejších jarí od roku 1951. Priemerná teplotná odchýlka od normálu predstavovala plus $1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jar bola najteplejšia na krajnom západe Slovenska

a v centrálnej časti Podunajskej nížiny, naopak, najchladnejšia na severozápade Slovenska a vo vysokých horských polohách. Relatívne najteplejším mesiacom jari 2017 bol marec, ktorý skončil s priemernou odchýlkou plus 3,7 °C ako druhý až tretí najteplejší marec od roku 1951. V Hurbanove s priemernou teplotou + 9,0 °C bol marec 2017 druhý najteplejší od roku 1990 a zaradil sa za historicky najteplejší marec z roku 2014. Relatívne najchladnejším mesiacom bol, naopak, apríl s priemernou odchýlkou -0,2 °C. Máj bol na väčšine územia Slovenska teplotne nadnormálny, s odchýlkami od 0,5 °C. Máj bol najteplejší na krajnom juhozápade Slovenska, v centrálnej a severnej časti Podunajskej nížiny, na hornej Nitre a na krajnom východe Slovenska, najchladnejší na juhu stredného Slovenska (Pravda, 26.6.2017).

Dosahy počasia na ovocné stromy pestované v podmienkach Slovenska, interpretuje v rovnakom denníku (Pravda, 26.6.2017) autorka Kollárová (2017). Na začiatku mája 2017 mrzlo aj v južnejších regiónoch. O ďalší mesiac – v júni – už teplota stúpila cez 30 °C a celá naša krajina trpela v tom období obrovským suchom. Na juhu Slovenska za posledných 70 rokov mrzlo v máji len párkrát. V roku 2017 sa zopakovala situácia z predchádzajúceho roka (2016), kedy mrazy zničili takmer polovicu budúcej úrody. Celkovo sa škody pre mrazy odhadovali asi na 8 miliónov eur a boli o niečo nižšie ako v roku 2016. Jarné mrazy najviac zasiahli jablone, hrušky, marhule, broskyne, orechy a jahody. Júnové extrémne sucho znížilo úrodu obilnín podľa odhadov najmenej o štvrtinu.

Naši predkovia zasadili teplomilné marhule či orechy na Slovensku pred stáročiami. Dlho sa im tu darilo, ale súčasné výkyvy počasia im už nesedia. Napríklad na niektorých miestach na Záhorí platí, že čo nezmrzlo tento rok (2017) v máji, vyschlo v júni. Orechové stromy boli bez orechov a mnohé marhule dostali pri dlhotrvajúcom teple a suchu "porážku". Globálne otepľovanie a iné vplyvy počasia ťažko skúšajú ovocinárov. V januári 2017 bola na Slovensku arktická zima, vo februári bolo aj vyše 20 °C, koncom apríla sme išli opäť na lyže, aby sme v máji sledovali aj na juhu zasnežené kvety. Vo viacerých prípadoch lámal rok 2017 aj sedemdesiatročné rekordy meteorologických pozorovaní. Mnohé ovocné druhy stromov, doteraz u nás úspešne pestované, pri čoraz väčších výkyvoch počasia u nás trpia. A to hlavne tie, čo sú náročnejšie na teplo a menej mrazuvzdorné či odolné voči suchu. No s jarnými mrazmi treba počítať aj do budúcnosti, a to aj napriek otepľovaniu podnebia. Pestovatelia ovocných stromov tak budú musieť hľadať spôsoby, ako znižovať škody spôsobené mrazmi, a zároveň hľadať vhodné dreviny a druhy odolnejšie voči vyšším teplotám a stresu suchom. Teplomilné a časom aj suchomilné druhy stromov a rastlín určite zaznamenajú rozšírenie svojho areálu.

Zmeny počasia umožňujú na druhej strane pestovanie teplomilnejších druhov aj v chladnejších oblastiach. Zároveň k nám postupne prenikajú nové a menej známe ovocné druhy ako muchovník, arónia, zemolez, goji, hruška tatarova či nenárodné aktinídie. Ožíva tiež záujem o tradične pestované, no krajové druhy, ako sú dula, mišpuľa, jarabina oskorušová, moruša biela a čierna či drieň. V komerčnom pestovaní však naďalej prevládajú klasické druhy ako jablň, broskyňa, slivka ríbezľ, orech či čerešňa.

Z uvedeného vyplýva, že výrazné klimatické zmeny intenzívne pokračujú, zaznamenali sme výrazné zvýšenie denných a mesačných priemerných teplôt vzduchu, so súčasným nedostatkom atmosférických zrážok, dlhodobým deficitom pôdnej vlhky a vzdušnej vlhkosti. Neobvyklý bol pokles hladiny vodných tokov (napr. Žitava), ale aj vodných plôch – jazier v samotnom Arboréte Mlyňany SAV (pokles hladiny vody o 1 – 2 m). Na drevinách sa prejavuje nepriaznivý vplyv sucha, predčasné žltnutie a vädnutie listov, viacročných ihlíc, ale aj 1-2 ročných výhonkov na ihličnatých drevinách. Suchá a rozpraskaná pôda pod korunami

stromov, vädnu celé skupiny rododendronov, azaliiek, aukuba japonská, skímia japonská, jedle, borovice, cyprušteky, tuje a pod. (18.8.2017 v AM, pri sprevádzaní hostí z Maďarska).

V klimatickom roku 2017 dosiahla priemerná ročná teplota vzduchu 9,93 °C (čo je nižšia teplota v zrovnaní s dlhodobým normálom 10,6 °C), a ročný úhrn zrážok dosiahol len 410 mm (v zrovnaní s dlhodobým normálom je to 541 mm. Pre doplnenie ešte uvádzame, že počet dní bez zrážok (0,0 mm) dosiahol hodnotu 247 dní a počet dní s minimálnymi zrážkami (5,0 mm), dosiahol 97 dní, čo dokumentuje zväčšujúci sa deficit atmosférických zrážok na území Arboréta Mlyňany SAV (celkom 344 dní, t. j. 94,2 % minimálnych zrážok).

Mimoriadne silný vietor, v nedeľu 29.10.2017, narobil na celom Slovensku veľké škody na stromoch a majetku (v mestách, obciach a voľnej krajine (120-180 km/h, bola rýchlosť vetra). Preto sme pri porovnaní meteorologických záznamov za rok 2017 na území Arboréta Mlyňany SAV, uviedli dni, počas ktorých sila vetra presahovala 8 stupňov Booufordovej stupnice: 8,9 – 5.7. 2017; 12.7. 2017; 8,4 – 13.1.2017; 8,2 – 4.3.2017; 10.8.2017 a 7 stupňov: 7,9 – 25.4.2017; 7,7 – 11.8.2017; 7,6 – 4.5.2017; 14.9.2017; 7,5 – 31.1.2017. Pričom sila vetra 29.10.2017 dosiahla v Arboréte Mlyňany SAV, 9,0 stupňov (priemer 3.9) Bf., s úhrnom zrážok 13,4 mm. V novembri bola dosiahnutá sila vetra 8,9 Bf – 5.11.2017; 8,6 – 25.11.2017; 8,5 – 10.12.2017; 8,6 – 11.12.2017; 8,1 – 12.12.2017.

Mali sme najkrajšiu jeseň za posledných šesťdesiat rokov: Minulý týždeň (Plus jeden deň, 21.10.2017), na Slovensku bol rekordný. V Hurbanove teplota v pondelok presiahla 25 °C, v Poprade a Kežmarku namerali 23 °C. Viac ako 25 °C meteorológovia minulý týždeň zaznamenali v Mužli a v Kamenici nad Hronom. Teplotný rekord padol na stanici Nitra – Veľké Janíkovce, kde bolo 24 °C, čo je o dva stupne viac než v roku 2000. Rovnakú teplotu namerali aj v Prievidzi, kde doteraz platil rekord z roku 2000, 22,5 °C. Horúci október však bol aj za hranicami. Počasie v strednej Európe a vo väčšine okolitých štátov ovplyvnila tlaková výš. Podľa niektorých zdrojov išlo dokonca o najteplejšiu jeseň za posledných 60 rokov.

Klimatický rok 2018 bol charakterizovaný plusovou hodnotou priemernej mesačnej teploty vzduchu (2,2 °C) a nízkymi atmosférickými zrážkami (18 mm). Výraznejšie ochladenie vzduchu však prišlo v tretej dekáde mesiaca, kedy minimálne teploty vzduchu dosahovali hodnoty -7,0 až -13,2 °C, pričom aj priemerné denné teploty vzduchu klesali pod -3,2 až -8,6 °C, s mínusovým mesačným priemerom, -1,01 °C.

Zima zlomila rekord (uvádzala krátka novinová správa, Pravda, vd. tasr). Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) od 27. februára do 2. marca 2018 zaznamenal štyri dni s teplotou vzduchu nepretržite pod bodom mrazu. Nebyť 26. februára, keď v Michalovciach bola nameraná teplota 0,4 °C, išlo by o šesť dní v rade. V historických meraniach sa takáto zaujímavá séria dní hľadá naozaj ťažko!

V lokálnych podmienkach Arboréta Mlyňany SAV na Meteorologickej stanici vo Vieske nad Žitavou, k takejto klimatickej anomálii prišlo a v dňoch 24.2.2018 (resp. od 27.2. do 2.3., ako uvádza SHMÚ) do 5.3.2018, sme zaznamenali teploty vzduchu pod bodom mrazu (-0,7 až po -8,6 °C), celkove 10 dní (resp. 4 dni v hodnotenom období za územie Slovenska), pričom na sledovanej lokalite sme namerali dennú priemernú teplotu vzduchu v rozmedzí -5,3 až -8,6 °C.

Na začiatku astronomickej jari nastupovali maximálne denné teploty vzduchu od 5,1 do 12,4 °C, hoci minimálne teploty klesali počas 20 dní na mínusové hodnoty. Celkove však nasledoval rýchly priebeh jari už v nasledujúcom mesiaci apríl, pričom celkový ráz počasia charakterizoval skôr začiatok leta. Maximálne denné teploty nad 20 °C trvali počas 19 dní a nad 25 °C 7 dní s maximom 27,1 °C dňa 29.4.2018. Mesačná priemerná teplota vzduchu dosiahla 14,9 °C, čo je najvyššia priemerná teplota mesiaca za obdobie 2001-2018 a 2,9 °C

nad dlhodobý normál (12,0 °C). Atmosférické zrážky boli minimálne (20,0 mm), čo bolo 25,0 mm pod dlhodobý normál, pričom bez zrážok bolo 22 dní a s minimálnymi zrážkami (5,0 mm) bolo 5 dní. Výrazné oteplenie sme zaznamenali aj v mesiaci máj 2018 (priemerná teplota za mesiac bola 18,0 °C). Maximálne teploty vzduchu, výrazne presahovali 20,0 °C, počas 28 dní a nad 25,0 °C počas 15 dní, pričom v závere mesiaca mája (od 26.5 do 31.5.2018) dosahovali 26,0 až 29,5 °C, a priemerné teploty vzduchu nad 20,0 °C trvali od 27.5. do 31.5.2018. Atmosférické zrážky boli dvakrát privalového charakteru: 14,0 mm – 15.5. a 27,0 mm – 25.5.2018, pričom 28 dní bolo bezzrážkových alebo s minimálnymi zrážkami do 3,4 mm. Mimoriadne horúci bol mesiac jún 2018, kedy mesačný priemer maximálnych teplôt vzduchu dosiahol 25,65 °C, priemer minimálnych teplôt 14,22 °C a priemerná mesačná teplota dosiahla hodnotu 19,72 °C. Pre úplnosť uvedieme aj maximálnu teplotu vzduchu v priebehu mesiaca júna 2018: teplota do 20 °C – 4 krát; nad 20 °C – 5 krát; nad 25 °C – 18 krát a nad 30 °C – 2 krát.

Dva nasledujúce letné mesiace roku 2018 (júl – august) zachovali trend extrémnych maximálnych teplôt vzduchu (v rozmedzí 28-33 °C – celkove 20 dní), s mesačnou priemernou teplotou 20,9 °C, v júli; a v auguste dosiahla táto teplota 22,31 °C (s počtom dní s maximálnymi teplotami celkove 28 dní). Deficit vlhky sa aj naďalej prehľboval: mesačný úhrn atmosférických zrážok za mesiac júl dosiahol 44 mm a za mesiac august 48 mm, pričom za tieto dva mesiace sa vyskytlo 37 dní (20; 17) bez zrážok; 17 dní (7; 10) s minimálnymi zrážkami do 5,0 mm. Výdatnejšie zrážky nad 10,0 mm, ako privalové dažde búrkového charakteru sa vyskytli len štyrikrát (2; 2).

Pri porovnaní nameraných hodnôt základných meteorologických prvkov v Arboréte Mlyňany SAV, na automatickej meteorologickej stanici vo Vieske nad Žitavou, za obdobie január – august v roku 2018, s dlhodobým priemerom (1971-2000), konštatujeme výraznejšie zvýšenie priemernej mesačnej teploty vzduchu o 7,6 °C a zníženie mesačných úhrnov atmosférických zrážok o 76 mm. Pri celoročných hodnotách dosahuje súčet mesačných úhrnov zrážok 53,23 % dlhodobého normálu; pri priemerných mesačných teplotách vzduchu je to 73,0 % a 79,0 %, t.j. o 6,0 % zvýšenie hodnôt; a pri úhrne zrážok boli hodnoty nasledovné: 364 mm : 288 mm, t. j. za osem mesiacov dosiahli atmosférické zrážky 53,23 % hodnotu dlhodobého normálu. Podrobnejšie v tabuľke 1, 2.

Z hľadiska dlhodobého hodnotenia meteorologických záznamov je dôležité porovnanie jednotlivých klimatických charakteristík podľa ročných období. Za hodnotené roky 2016 – 2018, ako príklad uvedieme uplynulé zimné ročné obdobie (22.12.2017 – 19.3.2018) s nasledovnými hodnotami: teplota vzduchu maximálna 4,7 °C; teplota vzduchu minimálna, mínus 1,6 °C; teplota vzduchu priemerná 1,6 °C; úhrn atmosférických zrážok za ročné obdobie dosiahol 80 mm.

Počas jarného ročného obdobia (20.3.2018 – 21.6.2018), boli hodnoty nasledovné: teplota vzduchu maximálna 20,4 °C; teplota vzduchu minimálna 8,9 °C; teplota vzduchu priemerná 14,6 °C; úhrn atmosférických zrážok za ročné obdobie dosiahol 127 mm.

Pre podrobnejšie hodnotenie letného ročného obdobia využijeme aktuálny príspevok prof. RNDr. M. Lapina, DrSc. (Lapin, Pravda, 18.9.2018, s. 31): Nekonečne dlhé leto. Podľa meteorologickej definície trvá na Slovensku leto od 1. júna do 31. augusta. Vyplýva to z dlhodobých priemerov teploty vzduchu a iných charakteristík pre letné počasie. Ide aj o výskyt tzv. letných dní, keď dosiahne denné maximum teploty vzduchu 25 °C a viac. V posledných rokoch sa u nás klíma oteplila asi o 2 °C (v porovnaní so stavom pred 50 – 100 rokmi). Preto sa mnohým zdá, že denné maximá 25 °C nie sú už typické pre letné počasie.

Pozrime sa do minulosti (od roku 1951) podľa údajov z Hurbanova, kde merania teploty vzduchu vedú už od roku 1871. V lete 1965 tam bolo iba 39 letných dní (42,4 % z dní leta) a za celý rok 49. V rokoch 1969 a 1980 bolo v lete po 44 letných dní (47,6 %) a počas celého roka 71, resp. 47 dní. Vidno, že letné dni neboli v minulosti v Hurbanove až také typické ani počas meteorologického leta. V období 1901až 1950 tam evidovali priemerne za rok 67,8 letného dňa, v júni 13,1, v júli 20,5 a v auguste 18,1 dňa.

Ako zatiaľ vyzerá tento rok? Do 16. septembra sme mali v Hurbanove predbežne 122(!) letných dní a do konca septembra ich pribudne najmenej päť. Prekoná sa tak rekord z roku 2003, keď mali v Hurbanove 117 takých dní. Počas nedávno uplynulého meteorologického leta sa vyskytlo 77 letných dní (83,7 %), čím sa prekonal rekord z rokov 1992, 2007 a 2017, keď ich bolo 75.

Zaujímavý bol aj výskyt vln horúčav, teda takých epizód, keď najmenej päť dní trvali denné maximá teploty vzduchu 30 °C a viac a aspoň jeden deň 35 °C a viac. Tohto roku sme zaznamenali jednu dlhú vlnu horúčav v trvaní až 19 dní (vyrovnaný rekord), na juhovýchode Slovenska dokonca 21 dní (absolútny rekord od začiatku pozorovaní).

Zaznamenali sme aj ďalší významný rekord, hoci sa netýka priamo leta, ale teplého polroka, teda sezóny od 1. apríla do 30. septembra. Napokon už od 18. apríla stále trvá obdobie s častým výskytom letných dní. Máme už výhľad počasia do konca septembra 2018. Je isté, že priemerná teplota tohto obdobia bude v Hurbanove najmenej 20 °C, čo je o 0,8 °C viac ako doterajší rekord z rokov 2003 a 2012. Dlhodobý priemer teploty vzduchu tam v období 1901 až 2000 bol iba 16,6 °C.

Tab. 1 Teplota vzduchu (v °C), priemerné mesačné, ročné (a dlhodobý normál) hodnoty v Arboréte Mlyňany SAV za obdobie 2001-2015 (15 rokov) a 2016-2018. Zdroj: Dlhodobé záznamy Meteorologického observatória (predtým pracovisko Geofyzikálneho ústavu v Bratislave SAV), v súčasnosti v správe Arboréta Mlyňany.

Rok	Dlhodobý normál: 1931-1960												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
	-2,6	-0,7	3,7	9,6	14,6	17,7	19,6	18,7	14,8	9,2	4,4	0,1	9,1
	Dlhodobý normál: 1971-2000												
	-1,9	1,7	4,9	12,0	16,4	19,1	19,3	20,7	15,0	11,6	6,2	1,3	10,6
	Dlhodobý normál: 1971-2011 (Hoška, Bárta, 2012)												
	-1,2	0,9	5,0	10,4	14,7	18,2	20,1	19,8	15,1	9,9	4,4	0,2	10,6
	Aktuálne obdobie za ostatných 15 rokov (2001-2015)												
2001	1,0	2,2	6,2	9,9	16,9	17,1	20,9	21,5	13,5	12,7	3,0	-5,8	9,9
2002	-1,5	4,1	6,9	10,3	17,4	19,3	21,9	20,4	14,2	8,9	7,7	-1,1	10,7
2003	-2,3	-2,2	5,2	10,0	18,0	21,7	21,3	22,3	16,0	7,2	6,8	0,9	10,4
2004	-3,4	1,0	4,5	11,4	13,5	17,5	19,8	20,2	15,2	11,7	5,5	0,7	9,8
2005	-0,2	-2,8	2,4	11,2	15,4	18,0	20,3	18,5	16,4	10,6	3,7	0,0	9,5
2006	-4,0	-1,8	3,1	11,9	14,3	19,0	22,8	17,4	17,1	12,0	7,3	2,6	10,1
2007	3,9	4,3	8,4	12,4	17,0	20,4	22,0	21,0	13,2	9,5	3,3	-1,0	11,2
2008	1,6	2,9	5,2	11,1	16,2	20,3	20,1	19,9	14,8	11,4	7,0	2,9	11,1
2009	-2,3	0,8	5,1	14,8	16,0	17,9	21,7	21,4	17,8	9,8	6,4	1,0	10,9
2010	-2,6	0,6	5,3	10,7	15,1	19,4	22,2	19,1	13,8	8,0	7,8	-2,1	9,8
2011	-0,7	-0,5	6,3	13,5	16,4	19,1	19,1	20,8	17,8	9,9	3,1	1,7	10,5
2012	0,8	-2,9	6,9	11,5	16,8	19,9	22,1	21,6	17,3	10,6	7,5	-1,4	10,9
2013	-1,2	1,3	2,8	11,7	15,3	18,7	21,8	21,6	14,1	12,0	6,7	2,1	10,6
2014	2,7	4,5	9,0	12,0	15,0	18,8	21,6	18,4	16,4	11,8	8,0	2,8	11,7
2015	1,3	1,4	5,9	10,2	15,0	19,3	23,2	23,2	16,8	10,1	6,0	2,3	11,2
Priemer	-0,5	0,9	5,6	11,5	15,9	19,1	21,4	20,5	15,6	10,4	6,0	0,4	10,6
2016	-1,8	4,2	5,5	10,6	14,6	19,0	20,2	18,5	16,8	8,7	4,2	-1,1	9,95
2017	-7,3	1,8	7,8	9,0	15,6	20,1	20,5	21,7	14,1	10,2	4,7	0,94	9,93
2018	2,2	-1,0	2,8	14,9	18,0	19,7	20,9	22,31	-	-	-	-	-

Tab. 2 Atmosférické zrážky (v mm), priemerné mesačné, ročné (a dlhodobý normál) v Arboréte Mlyňany SAV za obdobie 2001-2015 (15 rokov) a 2016-2018. Zdroj: Dlhodobé záznamy Meteorologického observatória (predtým pracovisko Geofyzikálneho ústavu v Bratislave SAV), v súčasnosti v správe Arboréta Mlyňany.

Dlhodobý normál: 1931-1960													
I	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok	
40	38	36	37	62	73	64	58	39	51	59	48	605	
Dlhodobý normál: 1971-2000													
31	25	29	45	58	67	56	53	44	43	49	41	541	
Dlhodobý normál: 1971-2011 (Hořka, Barta, 2012)													
36	29	34	43	63	68	62	59	47	42	50	45	578	
Aktuálne obdobie za ostatných 15 rokov (2001-2015)													
2001	36	23	49	30	59	19	89	101	110	12	42	27	597
2002	19	45	26	43	122	74	49	82	72	65	51	46	694
2003	45	5	1	22	43	17	108	22	24	63	26	28	404
2004	61	45	53	40	82	93	45	21	41	37	56	40	616
2005	54	82	6	83	52	44	95	100	57	19	47	130	769
2006	50	43	38	38	101	88	39	106	15	27	28	7	580
2007	78	51	50	0	68	53	19	105	82	32	58	29	625
2008	37	22	66	25	55	80	116	25	34	31	39	61	591
2009	42	42	67	6	49	57	49	60	18	87	56	104	637
2010	44	36	30	73	126	131	81	139	87	22	96	53	918
2011	19	8	38	15	36	90	116	49	18	21	0	29	439
2012	53	23	1	23	19	60	93	3	44	70	17	41	447
2013	67	72	101	18	78	49	2	42	57	18	61	15	580
2014	25	40	18	34	51	39	71	99	90	5	16	29	517
2015	52	13	37	15	71	18	18	166	47	44	33	7	521
Priemer	45	37	39	31	67	61	66	75	53	37	42	43	596
2016	32	80	19	24	66	88	145	73	37	60	32	7	663
2017	18	18	18	42	31	29	45	11	92	30	44	32	410
2018	18	19	34	20	57	48	44	48	-	-	-	-	-

Ďalej sa v texte príspevku konštatuje, že normálny rozdiel priemernej teploty medzi Komárnom a Žilinou je iba asi 2 °C a medzi Komárnom a Popradom 4 °C. Na južnom Slovensku však vládne vo vegetačnom období roka podstatne teplejšia klíma ako v Žiline, a najmä pod Vysokými Tatrami.

Významnú odchýlku od dlhodobého priemeru za sezónu apríl až september 2018 môžeme vyjadriť i z pohľadu premenlivosti priemerov teploty vzduchu. Dá sa to vyjadriť smerodajnou odchýlkou, ktorá bola v období 1901 až 2000 pre Hurbanovo, a priermi teplôt za teplý polrok 0,69 °C, pre leto 0,79, pre celý rok 1,13, pre júl 1,19 a pre január až 3,06 °C! Najväčšiu hodnotu odchýlky od dlhodobého priemeru 1901 až 2000 mal december 1979, s priemernou teplotou mínus 11,3 °C. To bol 5,35-násobok smerodajnej odchýlky. Na druhom mieste je predbežne teplý polrok 2018 s priemernou teplotou asi 20,1 °C (4,31 násobok) a na 3. mieste august 1992 s priemernou teplotou 24,5 °C, čo je 3,66-násobok smerodajnej odchýlky.

Počas teplého polroka 2018 sme mali len tri ochladenia, keď bolo denné minimum teploty vzduchu vo výške dvoch metrov v Hurbanove o viac ako 2 °C pod dlhodobým priemerom z obdobia 1951 – 2000. V dňoch 23. až 27. júna s maximálnou odchýlkou 5,4; 1. až 4. júla 6,2 a 27. a 28. augusta 2,9 °C. Na druhej strane sme mali až deväť takých dní, keď bolo minimum teploty o 8 °C a viac nad dlhodobým priemerom z obdobia 1951 až 2000, pričom 16. apríla 2018 to bolo až o 11,0 °C! Do konca septembra chýba ešte pár dní, takže sa to môže ešte „vylepšiť“.

Aj tohtoročné leto (júl až august 2018) bolo na Slovensku v priemere mimoriadne teplé – priemerne asi o 3 °C teplejšie ako priemer z obdobia 1901 až 2000. Nočné minimá teploty vzduchu boli často vysoké a až v 34 dňoch sme zaznamenali niekde s minimom teploty 20 °C, čo je vysoko nad dlhodobým priemerom.

Zrážkovo bolo leto celkovo na dolnej hranici intervalu normálu, miestami dosť podnormálne, ale aj nadnormálne (na Slovensku priemerne asi 240 mm (92 % normálu, Hurbanovo 118 %, Oravská Lesná 105 %, Poprad 107 %, no Košice 84 %). Vzhľadom na to, že zrážky padali počas leta takmer výlučne ako prehánky a búrkové lejaky a tiež preto, že bolo mimoriadne teplo, bolo na viacerých miestach zaznamenané výrazné suchu.

Rok 2018 samotný nie je potvrdením klimatickej zmeny. Tým je mimoriadne teplé celé obdobie po roku 1997, keď sme zaznamenali oveľa väčšiu zmenu priemernej teploty ako predtým za obdobný čas.

Hoci sme sa predchádzajúcom texte viac zaoberali poznatkami komentovanými v literatúre alebo dennej tlači, ale malo to svoj význam pre celkové pochopenie aktuálnych klimatických zmien, prípadne aj konkrétnych klimatických podmienok na území Slovenska.

Nepriaznivé následky mimoriadne teplého (možno až tropického) priebehu počasia, vysoké maximálne a priemerné teploty vzduchu mali za následok celkové zníženie fyziologickej aktivity a vitality drevín (osobitne cudzokrajných druhov) pestovaných v podmienkach urbanizovanej krajiny, miest a obcí na Slovensku. Pravdepodobne najviac utrpeli mladé stromy vysádzané a pestované pre tieto účely v ostatných piatich rokoch (pokiaľ po výsadbe regeneruje a rastie koreňový systém), pri nedostatku pôdnej a vzdušnej vlahy. Následky sa prejavovali aj na starších a starých stromoch, infikovaných viacerými tracheomykóznymi a drevo poškodzujúcimi hubami, ako aj sekundárnymi hmyzími škodcami, inými biotickými a biotickými faktormi. Okrem toho sme na mnohých miestach zaznamenali zvýšenú plodnosť (fruktifikáciu) ihličnatých a listnatých drevín (väčšinou nadmerná úroda šišiek jedlí, smrekov, tují, javorov, jaseňov, hrabov a pod).

Zároveň sa pôsobením uvedených činiteľov, znižuje aj celková estetická hodnota a fyziologická aktivita drevín (predčasné žltnutie, hnednutie a opadávanie listov, ihlič ihličnatých drevín, prípadne aj listov vždyzelených drevín).

ZÁVER

Na základe dlhodobého hodnotenia základných meteorologických záznamov (1971-2018), na území nášho najvýznamnejšieho dendrologického objektu Arboréta Mlyňany SAV (v roku 2017 dovŕšilo 125 rokov od svojho založenia), sme získali súbor poznatkov o vplyve klimatických faktorov na cudzokrajné dreviny pestované v našich podmienkach. Viaceré boli priebežne publikované a prezentované na vedeckých a odborných konferenciách, či už na samotnom vedeckom pracovisku, alebo na iných konferenciách. Klimatické podmienky a ich vplyv na pestované dreviny považujeme okrem pôdných, za druhý najvýznamnejší faktor komplexného dendro-ekologického výskumu chráneného územia.

V uvedenom výskume klimatických podmienok pokračujeme aj v súčasnosti, čoho výsledkom je aj tento príspevok, prezentujúci poznatky za časové obdobie rokov 2016 – 2018.

Okrem pozorovaní meteorologických prvkov, získaných z automatickej meteorologickej stanice, lokalizovanej na území pracoviska v Arboréte Mlyňany (detašovaného pracoviska Ústavu ekológie lesa SAV vo Zvolene), vo Vieske nad Žitavou, sme komentovali publikované výsledky v dennej tlači, hodnotiace celé územie Slovenska.

Z hľadiska prehĺbenia uvedeného výskumu, by bolo prospešné pravidelné (každoročné) hodnotenie následkov a prejavov zmenených klimatických podmienok na jednotlivé dreviny, prípadne skupiny drevín, ako to bolo v minulých rokoch. Proces aklimatizácie a naturalizácie cudzokrajných drevín je dlhoročný, ale v Arboréte Mlyňany SAV, sú preto vytvorené najoptimálnejšie podmienky, ako to dokumentujú aj doterajšie výsledky a získané poznatky.

LITERATÚRA

- HRUBÍK, P. HOLEČKOVÁ, D. 2016. Analýza základných klimatických faktorov v Arboréte Mlyňany SAV vo Vieske nad Žitavou za obdobie 2001 – 2015. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2016", 5.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 129-136. ISBN 978-80-89408-26-9
- LAPIN, M. 2018. Nekonečne dlhé leto. PRAVDA, 18.9.2018, s. 31.
- NOVÝ ČAS, 28.10.2017: Znížiť extrémne teploty v mestách pomôžu EUROFONDY z agrozozortu, s. 16-17.
- PLUS JEDEN DEŇ, 21.10.2017: Vyťahujte kabáty a dáždniky. s. 9.
- PRAVDA, 26.6.2017: Orechy a marhule sú tu stáročia, klíma im už nesedí. (Z. Kollárová)
- PRAVDA, 30.10.2017: Víchrice ničila celé Slovensko. s. 2-3.

Adresy autorov

prof. Ing. Pavel Hrubík, DrSc., emeritný profesor sadovníckej dendrológie a ochrany okrasných drevín, SPU Nitra, Dunajská 16, 949 11 Nitra, Slovensko, e-mail: ginkgo.ph@gmail.com
Ing. Daniela Holečková, Arboretum Mlyňany SAV, Vieska nad Žitavou 178, 95152 Slepčany, Slovensko

VÝSKYT HÚB *SPHAEROPSIS SAPINEA* A *SORDARIA MACROSPORA*
NA BOROVIČIACH ČIERNYCH V ARBORÉTE MLYŇANY

OCCURRENCE OF FUNGI *SPHAEROPSIS SAPINEA* AND *SORDARIA MACROSPORA* ON
AUSTRIAN PINE IN MLYŇANY ARBORETUM

HELENA IVANOVÁ

IVANOVÁ, H. 2018. Výskyt húb *Sphaeropsis sapinea* a *Sordaria macrospora* na boroviciach čiernych v Arboréte Mlyňany. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 79-87. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

During an investigation of the mycoflora of pine trees growing in Mlyňany Arboretum, fungi *Sphaeropsis sapinea* and *Sordaria macrospora* were isolated from affected needles of *Pinus nigra*. Pycnidia of the fungus *Sphaeropsis sapinea* are formed in the bark, on the needles and on the second-year and older cones, on male and female flowers. The size of *S. sapinea* conidia is very variable throughout the world and in our experiment ranges widely from 30–41(42) × 14–15.5–16.5 µm. The most visible symptoms of *Sphaeropsis* tip blight in late May or early in June are stunted new shoots with short, tan needles growth in the spring. Trees infected repeatedly had also dead older shoots and older needles. Fungus *S. macrospora* is characterized by thick-walled, obpyriform, densely aggregated ascomata, at maturity dark brown ascospores with basal germ pore surrounded by a gelatinous sheath. Symptomatic needles affected by *S. macrospora* showing rusty to brown coloured blight symptoms.

Key words: morphological characteristics, *Pinus nigra*, *Sordaria macrospora*, *Sphaeropsis sapinea*

ÚVOD

Sphaeropsis sapinea (Fr.: Fr.) Dyko & Sutton [syn. *Diplodia pinea* (Desmaz.) J. Kickx] (Deuteromycotina, Coelomycetes) je kozmopolitne sa vyskytujúca huba na všetkých kontinentoch, ale viac v teplejších krajinách sveta. Huba je považovaná za oportúnneho patogéna, ktorý sa šíri v poškodených pletivách letorastov a urýchljuje ich odumieranie. *S. sapinea* je polyfágna huba zaznamenaná na mnohých ihličnatých druhoch. Najviac ohrozenými sú druhy rodu *Pinus* – huba sa vyskytuje na 48 druhoch, pričom medzi najcitlivejšie patria: *Pinus nigra*, *P. radiata*, *P. sylvestris*, *P. ponderosa*, *P. resinosa*, *P. mugo*, *P. pinaster* a *P. ellioti* (MILUJAŠEVIČ 2002). Na infekciu sú najcitlivejšie novo vznikajúce výhonky. Prvé symptómy sú viditeľné na konci mája alebo začiatkom júna, kedy sa na ihliciach objavujú malé, najskôr bezfarebné, neskôr žltnúce lézie. Infikované ihlice sú zakrpatené a predčasne opadávajú.

Mnohí zástupcovia rodu *Sordaria* sú saprofyty, ale nachádzame ich aj na rôznych substrátoch a hostiteľoch (na dreve a na kôre, na listoch a listových zvyškoch rôznych drevín), z ktorých môžu byť izolované (LUNDQVIST 1972; DOVERI 2004; RICHARDSON 2008; KRUYSS et al. 2014). Zvyčajne sa objavujú na odumretom pletive alebo ako oportunisti už skôr infikovaných, poškodených alebo starnúcich pletív. Druhy tohto rodu sa líšia v určitých morfológických znakoch (štruktúra plodničiek, vreciek a veľkosť spór), na základe ktorých ich možno spoľahlivo rozlíšiť (LUNDQVIST 1972; GUARRO, VON ARX 1987). Morfometrické vlastnosti a mikroskopické znaky získaných húb nám potvrdili výskyt huby *Sordaria macrospora* Auersw. izolovanej z nekrotického ihličia *P. nigra* s typickými hnedočervenými príznakmi poškodenia. Huba je charakteristická hladkými, husto zoskupenými plodničkami hruškovitého tvaru s

olivovozelenými, neskôr tmavohnedými askospórami s kľúčiacim otvorom v spodnej časti spóry.

MATERIÁL A METÓDY

Materiálom boli poškodené ihlice borovíc čiernych (*Pinus nigra* L.) rastúcich v parku Arboréte Mlyňany SAV (48°19'10.99"N, 18°22'8"E., nadmorská výška 165-217 m n. m.), ktoré sa nachádza na severnom okraji Podunajskej nížiny, na úpätí pohorí Pohronský Inovec a Trábeč, v údolí rieky Žitavy. Lokalita má pôdu chudobnú na živiny, nepriepustnú a hlinitú. Z klimatického hľadiska patrí Arborétum do najteplejšej oblasti Slovenska s priemernou ročnou teplotou 9.2°C, priemernou dennou teplotou 10.6°C, maximálnou teplotou v lete až 36.7°C a v zime pod -20°C. Celkovo je lokalita chudobná na zrážky, s typickými suchými letami a spravidla veľmi studenými zimami. Priemerné množstvo ročných atmosférických zrážok sa pohybuje od 541 mm do 594 mm.

Nenáročné borovice čierne *P. nigra* pochádzajú zo Stredozemia, z oblastí Balkánu, predhoria Álp, z Krymu a Malej Ázie. Hoci dobre znášajú vysoké letné teploty, veľmi zle znášajú sucho počas jari a rôzne teplotné extrémny počas zimy, najmä náhle zmeny teplôt na konci zimy a začiatkom jari. Často sa pestujú na pôdach suchých a chudobných na živiny, uprednostňujúc bázické horniny. Keďže sú odolné voči znečisteniu ovzdušia, s obľubou sa vysádzajú aj v mestách (TÁBOR, PAVLAČKA 1992).

Materiál bol zozbieraný v priebehu vegetačného obdobia rokov 2015-2017 zo 15 stromov vo veku 30-35 rokov. Symptomatické ihlice sa sterilizovali ponorením na 1 minútu do 70 % alkoholu a 10 minút do roztoku 0.15% NaClO. Po dvojnásobnom prepláchnutí v sterilnej destilovanej vode boli ihlice rozrezané na 2-5 mm kúsky a umiestnené na agarové médiá v Petriho miskách. Inkubácia prebiehala v tme pri teplote 22°C v testovacej kultivačnej komore MLR-351H (Sanyo). Vývoj kolónií po inokulácii trval približne 4-5 týždňov. Zo symptomatických ihlíc uložených na zemiakovo-glukózový agar boli izolované a mikroskopicky (stereomikroskop SZ51 Olympus, klinický mikroskop BX41 Olympus, zv. 400x) identifikované viaceré mikroskopické huby. Determinácia húb prebiehala na základe ich sporulácie v kultúre, objavenia sa hýf, na základe rýchlosti rastu hýf mycélia, atď. Získané čisté kultúry boli identifikované aj podľa určovacích kľúčov: SUTTON (1980) a WOODWARD (2001).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas hodnotenia drevín v parku Arboréte Mlyňany sme pozorovali výrazné poškodenie borovíc *Pinus nigra*, ktoré sa prejavuje usychaním korún. Najcitlivejšie boli novo vznikajúce výhonky. Prvé symptómy boli dobre viditeľné na konci mája až začiatkom júna ako malé, bezfarebné lézie na ihličí. Počas ďalšieho rastu ihlice žltli a neskôr opadávali. Poškodenie sme najprv pozorovali na malých konároch, neskôr začalo vädnuť ihličie nad miestom infekcie, ktoré postupne žltlo, neskôr sčervenelo a zhnedlo. Na povrchu konárov dochádzalo k hromadeniu živice, ktorá sa tvorí vďaka postupu infekcie na kmeň a ďalšie vetvy. Podľa GORDON-a (2006) produkcia živice ešte viac urýchľuje hynutie dreviny, pritom nezáleží na veku dreviny. Ak sa opakovanie symptómov objaví počas dlhšieho obdobia, dochádza k rozsiahlemu poškodeniu. Ak by infekcia napadla celý obvod kmeňa, môže to viesť k odumretiu celej dreviny. Infekciu spôsobovala huba *Sphaeropsis sapinea*, ktorá môže infikovať mladé stromy, ale najvýraznejšie sa infekcia objavuje na stromoch 30 a viac-

ročných. Staršie konáre sú poškodené len vtedy, ak stromy vykazujú určitú predispozíciu voči stresu – nedostatok pôdnej vlhky, poškodené korene, nadmerné zatienenie, extrémne horúčavy (KUNCA et al. 2005). Podľa JANKOVSKÉHO a PALOVČIKOVEJ (2003) odumieranie konárov borovice čiernej sa najvýraznejšie prejavuje v poraste od veku 60-80 rokov. Stromy, ktoré nepodliehajú stresom sú na infekciu relatívne rezistentné. V takom prípade huba spôsobuje poškodenie najmladších výhonkov a púčikov ako aj dvojročných šišiek. Infekciu starších konárov umožňuje predispozícia drevín na stres (nedostatok pôdnej vody, poškodené korene, extrémne horúčavy). Charakteristickým a nápadným prejavom poškodenia je usychanie korún, ktoré postihuje pri dospelých stromoch predovšetkým spodné vetvy borovic. Postihnuté stromy niekoľko rokov prežívajú, neskôr (po 1-3 rokoch) mnohé hynú. Chradnutie začína v spodnej časti koruny, čo možno považovať za jeden z prejavov sucha. Ihlice odumierajú od bázy, zostávajú tak niekoľko mesiacov. Napadnuté stromy sú nápadné hrdzavým zafarbením ihličia.

Rizikovým biotickým faktorom na boroviciach čiernych je výskyt huby *S. sapinea*, ktorej plodničky sa objavujú na chradnúcich letorastoch, na vetvičkách, na bázach ihlíc a zvlášť hojne na šiškách. Tento kozmopolitne rozšírený hubový patogén je primárne druh teplých oblastí, ale vyskytuje sa vo viac ako 50 krajinách sveta. Hranica jeho rozšírenia sa v poslednom desaťročí posúva z južnej Európy smerom na sever (HANSO, DRENKHAN 2009). Toto epidemické šírenie v strednej Európe stimulujú tvrdé podmienky počas obdobia sucha, pričom dôležitú úlohu hrá vodný stres hostiteľa (STANOSZ et al. 2001; PAOLETTI et al. 2001; BLASCHKE, CECI 2007). *P. nigra* je na poškodenie hubou *S. sapinea* najcitlivejšia počas jari, kedy sú napádané púčiky, predlžujúce sa výhonky a mladé ihlice, pričom k infekcii dochádza priamo cez intaktnú borku a prieduch alebo cez rany po mechanickom poškodení. Hubou poškodené pletivo produkuje plodničky–pyknidy veľké v priemere 200 µm, ktoré prezimujú a v nasledujúcu jar sa stávajú zdrojom novej infekcie (HARTMAN 2009). V cylindrických dvojvrstvových vreckách sa tvoria reprodukčné orgány–čierne, oválne, nedelené, hrubostenné askospóry v počte 4-6(8) s hladkým povrchom. Prvým symptómom poškodenia je vylučovanie kvapiek živice na postupne sa zväčšujúcich léziách. Napadnuté výhonky postupne prestávajú rásť, usychajú a žltnú, neskôr hnednú (SUTTON 1980). Infekcia, anglicky nazývaná tzv. *Sphaeropsis* tip blight, vzniká na jar v čase tvorby výhonov a postupuje zo spodných častí koruny smerom nahor. Koncom leta sa na napadnutých výhonkoch, na šiškách a ihliciach tvoria acervuly produkujúce najprv hyalíne jednobunkové, neskôr tmavohnedé dvojbunkové, zriedkavejšie trojbunkové konídie. Variabilitu v ich rozmeroch udáva tabuľka 1. V našich experimentoch acervuly tvoriace sa na ihliciach produkovali konídie s rozmermi 30–41(42) × 14–15.5–16.5 µm. Acervuly boli hnedočierne, oválne a hrubostenné. Väčšina konídií bola jednobunková, len niektoré boli dvojbunkové (obr. 1i-l), od jari do leta sa rozširovali vplyvom zrážok a vetra. Z hľadiska masívneho rozvoja choroby je dôležitejšie napadnutie šišiek, ktoré sú dlhodobým zdrojom inokula (GREGOROVÁ et al. 2006).

Konáre a ihličie mnohých druhov rodu *Pinus* vykazujú nekrózy spojené s kolonizáciou rôznych druhov húb, medzi ktoré vo všeobecnosti patria huby rodu *Coniochaeta* a rodu *Sordaria* (KOBAYASHI, KATSU 1970; CHECA et al. 1988; KIRCHNER 1998; FAKIROVA 2004; RÅBERG et al. 2007). Zástupca rodu *Sordaria* – *S. macrospora* sa v súčasnosti využíva ako dôležitý modelový organizmus pre vývojovú biológiu, na genetické, biochemické a bunkové experimentálne prístupy, využívajúce postupy fluorescenčnej mikroskopie, systém recyklácie markérov a génových knižníc.

Tab. 1 Porovnanie rozmerov spór huby *Sphaeropsis sapinea* vyskytujúcej sa na *Pinus nigra*

lokalita	autor/rok publikovania	veľkosť konídií (μm)
South Africa	PUNITHALINGAM, WATERSTON 1970	30–45 × 10–16
UK	SUTTON 1980	30–45 × 10–16
Hawai, USA	PETERSON 1981	35–40 × 16–18
Wageningen, Netherlands	VAN DAM, DE KAM 1983	30–45 × 10–16
USA	WANG et al. 1985	32 × 15
Jackson, central part of USA	PALMER et al. 1987	37.6 × 12.6
USA	CORDELL et al. 1989	30–45 × 10–15
Bloemfontein, South Africa	SWART et al. 1993	30–45 × 10–16
Budapest, Hungary	KOLTAY 2001	35–40 × 5–20
Morava, Slezko, Czech Republic	JANKOVSKÝ, PALOVČÍKOVÁ 2003	25–40 × 10–15
Selected sites, Slovakia	JUHÁSOVÁ et al. 2006	33.2–41.2 × 16.6
Ohio, USA	WHITEHILL et al. 2007	33.8–38.6 × 12.5–15
Firenze, Italy	LUCHI et al. 2007	37 × 13
Arboretum Kostelec nad Černými lesy, Czech Republic	PŘIKRYL, ČÍŽKOVÁ 2007	25–45 × 10–16
Jämselja, Estonia	HANSO, DRENKHAN 2009	30.6–44.7(47.1) × (11.8)14.1–16.8
Pädaste, Estonia	HANSO, DRENKHAN 2009	28.5–38.4 × 12.2–14.8
Nitra, Slovakia	IVANOVÁ, BERNADOVIČOVÁ 2010	30–42 × 14–16
Uppsala, Sweden	OLIVA et al. 2013	30–37 × 12–15
Isparta, Turkey	ÜNAL et al. 2018	30–45 × 10–16
Arborétum Mlyňany, Slovakia	IVANOVÁ 2018	30–41(42) × 14–15.5–16.5

V našich experimentoch sa pri kultivácii ihlíc *Pinus nigra* na PDA médiu tvorilo biele vzdušné rýchlorastúce mycélium huby *Sordaria macrospora* Auersw. (Sordariales, Sordariomycetes, Ascomycota). Po 2 týždňoch sa na jeho povrchu tvorili čierne hruškovité plodničky veľkosti 350–420(480) × 230–300 μm pokryté hnedými alebo hyalínymi vláskami s veľkosťou 2 × 50(65) μm a s centrálnym otvorom – ostiolom. Vegetatívne hýfy boli hyalíne, 4–5 μm široké, delené, rozkonárené. Chlamydospóry a konídiá neboli pozorované. Druhý rodu *Sordaria* majú charakteristické čierne okrúhle alebo fľaškovité plodničky peritéciového typu s otvorom na vrchole pokryté na povrchu jemnými vláskami (ALEXOPOULOS et al. 1996, GARCÍA et al. 2004). Tieto znaky odlišujú nami získanú hubu od *Coniochaeta malacotricha*, ktorá má plodničky vajcovitého alebo kónického tvaru (CHLEBICKI 1991), prípadne ich má nezrelé bez vreciek a spór (WEBER 2002). Podobné výsledky pozoroval aj CROUS et al. (2009) pri kultivácii ihlíc odoberaných z *Pinus* sp. a PETRINI, FISHER (1988) spolu s ENGH et al. (2007, 2010) pri kultivácii ihlíc z *P. sylvestris*.

Huba *S. macrospora* tvorila rýchlorastúcu bielu vzdušnú kultúru. Vrecká s tupým vrcholom a malým apikálnym prstencom boli jednovrstvové, nedelené, cylindrické, 8 spórové, 150–170 × 20 μm veľké, usporiadané do ružíc. Vo vreckách sa nachádzali v jednom rade zozatiaťku bledozelené, neskôr tmavohnedé askospóry veľké 20(25)–30 × 13–14(18) μm, široko elipsoidného tvaru, hrubostenné so zrnitým obsahom, bez kvapiek, uložené v želatínovom obale (obr. 1a-h). Tieto výsledky naznačujú rozdiely jednak vo veľkosti askospór,

ktoré boli namerané pri *C. malacotricha*, jednak v tvare askospór, pričom askospóry sú okrúhle až elipsoidné a pri *C. ligniaria* miskovité. Dôležitým taxonomickým kritériom rozlišovania druhov je veľkosť a tvar askospór. Askospóry *S. macrospora* sú najväčšie, merajú $17 \times 31 \mu\text{m}$, *S. fimicola* sú veľké $12 \times 20 \mu\text{m}$, a *S. brevicollis* $10 \times 18 \mu\text{m}$ (FIELDS 1970). Askospóry *S. macrospora* izolované z *P. nigra* rastúcich v mestskej zeleni mesta Nitra merajú $20(22)–28 \times 13–14 \mu\text{m}$ (IVANOVÁ et al. 2016) alebo vo všeobecnosti $25–35 \times 17–22 \mu\text{m}$ (CROUS et al. 2009), askospóry *S. fimicola* izolované z *P. coulteri* majú veľkosť $21(23)27 \times 12–15 \mu\text{m}$ (IVANOVÁ et al. 2018).

Obr. 1



Rizikové abiotické faktory, predovšetkým klimatické sú predispozičnými stresormi borovíc. Borovica čierna je drevina pochádzajúca z južnej Európy. Hoci dobre znáša vysoké letné teploty, veľmi zle znáša sucho počas jari ako aj prudké výkyvy teplôt a rôzne teplotné extrémny počas zimy, najmä náhle zmeny teplôt na konci zimy a začiatkom jari. Tieto výkyvy teplôt sme zaznamenali aj počas sledovaného obdobia a dokumentujeme ich v priloženej tabuľke, udávajúcej minimálne a maximálne teploty a atmosférické zrážky počas vybraných mesiacov na lokalite Arborétum Mlyňany v sledovaných rokoch 2016-2017 a na porovnanie aj rok 2018 (Tab. 2). Významným predpokladom infekcie je predispozícia drevín, kedy huba preniká do pletív poškodených v dôsledku zvýšenej transpirácie, pôsobenia mrazov a náhlých teplotných výkyvov. Pozorované prejavy chradnutia borovice čiernej možno čiastočne pripísať vplyvu klimatických extrémov, prípadne klimatických zmien. Aj dreviny z južných oblastí Európy reagujú na zmenu podmienok prostredia podobne ako dreviny domáce, a sú aj rovnako náchylné na choroby. Zmena klimatických podmienok predstavuje pre viaceré

patogénne organizmy odstránenie alebo posunutie klimatickej bariéry, ktorá zabraňuje ich ďalšiemu postupu. Príkladom je aj masový výskyt huby *Sphaeropsis sapinea* (JANKOVSKÝ, PALOVČÍKOVÁ 2003), ktorá môže spôsobiť rôzne poškodenia borovíc vystavených stresu zvlášť počas obdobia sucha (STANOSZ et al. 2001). Výskyt huby *Sordaria macrospora* je v sledovaných vzorkách relatívne nízky. Dôležité je zistenie, že táto huba vyskytujúca sa na ihliciach *Pinus nigra* bola potvrdená na Slovensku po prvýkrát.

Tab. 2 Teplota (Tmin. a Tmax.) a atmosférické zrážky na lokalite AM (vybrané mesiace 2014 - 2018)
Zdroj údajov <http://www.arboretum.sav.sk/sk/navstevnici/pocasia/historia-pocasia/?year=2016&month=12>, FREEMETEO.sk

Roky / teplota (° C) zrážky (mm)	Teplota		Teplota		Teplota		Teplota		Teplota		Teplota	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
2014-2015	december		január		február		marec		apríl		máj	
Teplota	-14	14	-10	14	-12.3	11.6	-4.9	16.4	-2.4	26.6	2.9	27.7
Zrážky	26.0		45		19.2		41.3		25.8		83.5	
2015-2016	december		január		február		marec		apríl		máj	
Teplota	-7	11	-15	8	-4	18.3	-4.2	21.6	-3	24.9	4.3	29.1
Zrážky	7.9		29.5		95.3		13.4		20.7		89.0	
2016-2017	december		január		február		marec		apríl		máj	
Teplota	-9	10	-19	3	-6.3	14.3	-3.1	22.7	-1.3	25.7	-0.2	30.9
Zrážky	6.4		17.5		17.6		18.3		43.5		12.6	
2017-2018	december		január		február		marec		apríl		máj	
Teplota	-8	14	-5	13	-13	6	-14	15	2	28	8	29
Zrážky	2.6		3.8		6.0		11.0		7.0		28.0	

ZÁVER

V rámci štúdia druhej diverzity mikroskopických patogénov, ako pôvodcov poškodenia asimilačných orgánov *Pinus nigra* rastúcich ako súčasť vŕdzeleného parku Arborétum Mlyňany SAV v priebehu vegetačného obdobia 2015-2017 boli zo vzoriek symptomatických borovíc čiernych izolované a mikroskopicky identifikované aj huby *Sordaria macrospora* a *Sphaeropsis sapinea*. Huba *S. sapinea* bola identifikovaná ako patogén s najvyššou frekvenciou. Ako oportúnny patogén sa šíri v poškodených pletivách letorastov a urýchľuje ich odumieranie a ako saprofyt na borke vetvičiek a kmeňov. *S. macrospora* bola nájdená sporadicky. Na základe štúdia morfológických vlastností jej kultúr popisujeme rozlišujúce morfológické znaky huby, jej anamorfné a teleomorfné štádiá a rastové charakteristiky na živnom médiu. Výsledky vo všeobecnosti poukazujú na možnosť oslabenia zdravotného stavu borovíc čiernych pôsobením mikroskopických húb podieľajúcich sa rozličnou mierou na poškodení hostiteľa, prítomnosť ktorých môže predstavovať zvýšené riziko hlavne v kompaktných borovicových výsadbách.

POĎAKOVANIE

Práca vznikla s finančnou podporou projektu VEGA č. 2/0077/18.

LITERATÚRA

- ALEXOPOULOS, C.J., MIMS, C.W., BLACKWELL, M. 1996. Introductory mycology. 4th edition. John Wiley & Sons, INC., 869 p.
- BLASCHKE, M., CECI, T.L. 2007. Absterbende Weißkiefen – eine langfristige Folge des Trockenjahres 2003? [Declining Scots pines: A consequence of the drought in 2003?]. In: Forstsch. Aktuell vol. 40, 2007, p. 32–34.
- CORDELL, C.E., ANDERSON, R.L., HOFFARD, W.H., LANDIS, T.D., SMITH, R.S. JR., TOKO, H.V. 1989. Forest Nursery Pests. U. S. Department of Agriculture, Forest Service. Agriculture Handbook No. 680, 1989, 184 p.
- CROUS, P.W., VERKLEY, G.J.M., GROENEWALD, J.Z., SAMSON, R.A. 2009. Fungal biodiversity. CBS-KNAW. Fungal biodiversity. Centre Utrecht, Netherlands, 269 p.
- DOVERI, F. 2004. Fungi Fimiali Italici. Associazione Mycologica Bresadola, Trento, Italy.
- ENGH, I., NOWROUSIAN, M., KÜCK, U. 2007. Regulation of melanin biosynthesis via the dihydroxynaphthalene pathway in dependent on sexual development in the ascomycete *Sordaria macrospora*. In: FEMS Microbiology Letters vol. 275, 2007, p. 62–70.
- ENGH, I., NOWROUSIAN, M., KÜCK, U. 2010. *Sordaria macrospora*, a model organism to study fungal cellular development. In: European Journal of Cell Biology vol. 89, no.12, 2010, p. 864–872.
- CHECA, J., BARRASA, J.M., MORENO, G., FORT, F., GUARRO, J. 1988. The genus *Coniochaeta* (Sacc.) Cooke (Coniochaetaceae, Ascomycotina) in Spain. In: Cryptogamie, Mycologie vol. 9, no. 1, 1988, p. 1–34.
- CHLEBICKI, A. 1991. Notes on Pyrenomycetes and Coelomycetes from Poland I. In: Acta Societatis Botanicorum Poloniae vol. 60, no. 3-4, 1991, p. 339–350.
- FAKIROVA, V.I. 2004. New records of Bulgarian ascomycetes. In: Mycologia Balcanica vol. 1, 2004, p. 41–43.
- FIELDS, W.G. 1970. An introduction to the genus *Sordaria*. In: Neurospora Newsletter vol. 16, 1970, p. 14–17.
- GARCÍA, D., STCHIGEL, A., CANO, J., GUARRO, J., HAWKSWORTH, P.L. 2004. A synopsis and re-circumscription of *Neurospora* (syn. *Gelatinospora*) based on ultrastructural and 28S rDNA sequence data. In: Mycological Research vol. 108, no. 10, 2004, p. 1119–1142.
- GORDON, T.R. 2006. Pitch canker disease of pines. In: Phytopathology vol. 96, 2006, p. 657–659.
- GREGOROVÁ, B., ČERNÝ, K., HOLUB, V., STRNADOVÁ, V., ROM, J., ŠUMPICH, J., KLOUDOVÁ, K. 2006. Poškození dřevin a jeho příčiny [Woody plants damage and its cause]. Praha: 43. ZO ČSOP, 504 p.
- GUARRO, J., VON ARX, J.A. 1987. The ascomycete genus *Sordaria*. In: Persoonia vol. 13, 1987, p. 301–313.
- HANSO, M., DRENKHAN, R. 2009. *Diplodia pinea* is a new pathogen on Austrian pine (*Pinus nigra*) in Estonia. In: Plant Pathology vol. 58, no. 4, 2009, p. 797.
- HARTMAN, J. 2009. *Diplodia* tip blight is causing dead shoots on Pines. http://www.uky.edu/Ag/kpn/kpn_09/pn_090825.html
- IVANOVÁ, H., BERNADOVIČOVÁ, S. 2010. Species diversity of microscopic fungi on Austrian pines growing in urban greenery of Nitra town. In: Folia oecologica vol. 37, no. 2, 2010, 168–180.
- IVANOVÁ, H., PRISTAŠ, P., ONDRUŠKOVÁ, E. 2016. Comparison of Two *Coniochaeta* Species (*C. ligniaria* and *C. malacotricha*) with a New Pathogen of Black Pine Needles – *Sordaria macrospora*. In: Plant Protection Science vol. 52, no. 1, 2016, p. 18–25.
- IVANOVÁ, H., ONDERKOVÁ, A., PRISTAŠ, P. 2018. *Sordaria fimicola*-like ascomycete isolated from *Pinus coulteri* needles in Slovakia. In: Biologia vol. 73, no. 6, 2018, p. 553–559.
- JANKOVSKÝ, L., PALOVČIKOVÁ, D. 2003. Chřadnutí borovice černé na Moravě a ve Slezsku. In: Lesnická práce vol. 82, no. 3, 2003, p. 24–26.
- JUHÁSOVÁ, G., ADAMČIKOVÁ, K., KOBZA, M. 2006. *Sphaeropsis* tip blight disease of Austrian pine in urban greenery. In: Horticultural Science (Prague) vol. 33, no. 1, 2006, p. 11–15.
- KIRCHNER, R. 1998. Diversität mit Borkenkäfern assoziierter filamentöser Mikropilze. Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Tübingen, 573 p.
- KOBAYASHI, T., KATSU, Z. 1970. Notes on new or little-known fungi inhabiting woody plants in Japan I. In: Transactions of the Mycological Society of Japan vol. 10, 1970, p. 127–130.
- KOLTAY, A. 2001. Az erdei- és a feketefenyő gombabetegségei. (Fungal disease of Scots pine and Austrian pine.). Budapest, Agroinform Kiadó, 75–84.
- KUNCA, A., LEONTOVÝČ, R., ZÚBRIK, M. 2005. The most important reasons of dieback of coniferous trees. Dreviny vo verejnej zeleni. Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou. Bratislava, ÚEL SAV Zvolen, Pobočka biológie drevín Nitra: p. 47–51.
- KRUY, A., HUHDORF, S.M., MILLER, A.N. 2014. Coprophilous contributions to the phylogeny of *Lasiosphaeriaceae* and allied taxa within *Sordariales* (Ascomycota, Fungi). In: Fungal Diversity vol. 70, no. 1, 2014, p. 101–113.

- LUCHI, N., CAPRETTI, P., BONELLO, P. 2007. Production of *Diplodia scrobiculata* and *Diplodia pinea* pycnidia on ground Austrian pine needle agar medium. In: *Phytopathologia Mediterr.* vol. 46, no. 2, 2007, p. 230–235.
- LUNDQVIST, N. 1972. Nordic *Sordariaceae* s. lat. Symbolae. In: *Botanicae Upsalliensis* vol. 20, 1972, p. 1–374.
- MILIJAJEVIĆ, T. 2002. Bioecology of the pathogenic fungus *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton—agents of *Pinus* species decline. In: *Bulletin of the Faculty of Forestry* vol. 86, 2002, p. 7–29.
- OLIVA, J., BOBERG, J., STENLID, J. 2013. First report of *Sphaeropsis sapinea* on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Austrian pine (*P. nigra*) in Sweden. In: *New Disease Reports* vol. 27, 2013, no. 23. [<http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2013.027.023>]
- PALMER, M. A., STEWART, E. L., WINGFIELD, M. J. 1987. Variation among isolates of *Sphaeropsis sapinea* in the north central United States. In: *Phytopathology* vol. 77, 1987, p. 944–948.
- PAOLETTI, E., DANTI, R., STRATI, S. 2001. Pre- and postinoculation water stress affects *Sphaeropsis sapinea* canker length in *Pinus halepensis* seedlings. In: *Forest Pathology* vol. 31, 2001, p. 209–218.
- PETERSON, G.W. 1981. *Diplodia* blight of pines. In: *For. Insect & Dis. Leaflet* 161. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. Forest Service 7 p.
- PETRINI, O., FISHER, P.J. 1988. Occurrence of fungal endophytes in xylem and whole stem of *Pinus sylvestris* and *Fagus sylvatica*. In: *Transactions of the British Mycological Society* vol. 91, 1988, p. 233–238.
- PŘÍKRÝL, Z., ČÍŽKOVÁ, D. 2007. Analýza druhového spektra hub v arboretu Kostelec nad Černými lesy. In: *Zprávy lesnického výzkumu* vol. 52, 2007, p. 1–10.
- PUNITHALINGAM, E., WATERSTON, J.M. 1970. *Diplodia pinea*. In: *CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria* no. 273. Kluwer Academic Press, Kew, Surrey.
- RÅBERG, U., BRISCHKE, CH., RAPP, A.O., HÖGBERG, N.O.S., LAND, J.C. 2007. External and internal fungal flora of pine sapwood (*Pinus sylvestris* L.) specimens in above-ground field tests at six different sites in south-west Germany. In: *Holzforschung* vol. 61, no.1, 2007, p. 104–111.
- RICHARDSON, M.J. 2008. Records of coprophilous fungi from the Lesser Antilles and Puerto Rico. In: *Caribbean Journal of Science* vol. 44, 2008, p. 206–214.
- TÁBOR, I., PAVLAČKA, R. 1992. Arborétum Mlyňany. Sprievodca po Arboréte. Veda vydavateľstvo SAV, 64 p.
- SUTTON, B.C. 1980. The Coelomycetes. Kew: Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata Commonwealth Mycological Institute, 696 p.
- STANOSZ, G.R., BLODGETT, J.T., SMITH, D.R., KRUGER, E.L. 2001. Water stress and *Sphaeropsis sapinea* as a latent pathogen of red pine seedlings. In: *New Phytologist* vol. 149, 2001, p. 531–538.
- SWART, W.J., WINGFIELD, M.J., GRANT, W.S. 1993. Comparison of *Sphaeropsis sapinea* and *Sphaeropsis sapinea* f.sp. cupressi. In: *Mycological Research* vol. 97, no. 10, 1993, p. 1253–1260.
- ÜNAL, F., KOCA, E., ASKIN, A., KURBETLI, I., SARP KAYA, K. 2018. Identification and virules of *Sphaeropsis* tip blight (*Sphaeropsis sapinea*) on *Pinus* spp. in Istanbul and Bursa parks. In: *Acta Biologica Turcica* vol. 30, no. 1, 2018, p. 18–21.
- VAN DAM, B.C., DE KAM, M. 1983. *Sphaeropsis sapinea* (*Diplodia pinea*), cause of dieback of top shoots with *Pinus* in the Netherlands. In: *Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp"*, Wageningen, 1983, 177 p.
- WANG, C.G., BLANCHETTE, R.A., JACKSON, W.A., PALMER, M.A. 1985. Differences in conidial morphology among isolates of *Sphaeropsis sapinea*. In: *Plant Disease* vol. 69, 1985, p. 838–841.
- WEBER, E. 2002. The *Lecythophora-Coniochaeta* complex. I. Morphological studies on *Lecythophora species* isolated from *Picea abies*. In: *Nova Hedwigia* vol. 74, no. 1-2, 2002, p. 159–185.
- WHITEHILL, J.G.A., LEHMAN, J.S., BONELLO, P. 2007. *Ips pini* (Curculionidae: Scolytinae) Is a Vector of the Fungal Pathogen, *Sphaeropsis sapinea* (Coelomycetes), to Austrian Pines, *Pinus nigra* (Pinaceae). In: *Environmental Entomology* vol. 36, no.1, 2007, p. 114–120.
- WOODWARD, J.W. 2001. Simplified fungi identification key. Special Bulletin, 37. <http://plantpath.caes.uga.edu/extension/documents/fungikey.pdf>

Adresa autora

RNDr. Helena Ivanová, CSc., Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, Oddelenie fytopatológie a mykológie Nitra, Akademická 2, 949 01 Nitra, SR.

VÝSKYT A VYUŽITIE ČAROVNÍKOV

OCCURRENCE AND EXPLOITATION OF WITCHES' BROOM

PATRIK KOMÁR

KOMÁR, P. 2018. Výskyt a využitie čarovníkov. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 88-93. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

The Witches' Broom is an interesting natural phenomenon growing on deciduous and coniferous woods, which has developed due to a mutation. It can also be described as shriveled wood in garden compositions or garden stores deriving from this mutation. Mostly, it has a concave shape that can resemble a nest. To find and collect these interesting objects in landscape is a very demanding task, as they can be found only in certain localities and they often grow on the top of woods. The most appropriate method for reproduction of the Witches' Broom is grafting. In order to include the Witches' Broom in the school production, it must be observed for a long time to see whether the propagated wood does not return back to its original growth. If a Witches' Broom is unchanging, /remains of the same shape/ it receives its name, either after the most common places of discovery or after the discoverer, and it can be included in horticulture production. The Witches' Broom can be most often found on the spruce of common and pine trees.

Key words: Witches' Broom, reproduction, gametic and somatic mutation

ÚVOD

V dnešnej zaľudnenej dobe, kde sa v mestách, okolo nich, ale aj na vidieku stále budujú nové príbytky a vytvárajú nové štvrte a veľké firmy, má zeleň opodstatnený význam. Potláčaním veľkých plôch budovaním, nám zostáva pre výsadbu veľmi málo miesta, tu môže mať vysoké uplatnenie myšlienka čarovníkov, zakrpatených foriem okrasných drevín, ktoré sú unikátne a jedinečné svojimi morfológickými znakmi a rozmermi sa zmestia do každej záhrady.

Vyhľadávanie, zber a rozmnožovanie čarovníkov je veľmi náročný proces. No, ak sme trpezliví a dodržíme určité pravidlá, môžeme obohatiť svoju záhradu o nový čarovník. Každý jeden je jedinečný, preto ich možno nazvať zaujímavými názvami. Na pestovanie nie sú náročné, možno ich vysádzať v záhradách, predzáhradkách, skalkách, mobilných nádobách alebo využiť vo floristike. Doposiaľ je na Slovensku práca s čarovníkmi málo rozšírená, pre zdĺhavé vyhľadávanie a náročnosť zberu.

Zaujímavým prírodným úkazom vyskytujúcim sa vo vetvách stromov sú záhadne rastúce „hniezda“ pomenované čarovníky. Čarovník je zhuk znetvorených vetví, vyrastajúcich na stromoch, či kríkoch bez obvyklej pravidelnosti. Vetvy vyrastajú z jedného miesta z normálne rastúcich konárov a vytvárajú sa na nich veľké množstvá púčikov. Čarovníky môžu byť rôznych veľkostí a tvarov (metlovité, hniezdovité a pod.), s rôznou hustotou vetvičiek a ich usporiadaním. Tieto zvláštne útvary sa v odbornej praxi nazývajú „čarovné metliny“ alebo „čarovníky“. Ich pomenovanie je odvodené od nemeckého názvu „Hexenbesen“ (hexe – čarodejnica, bosorka) (besen – metla), alebo z anglického názvu Witches broom (WB). V minulosti mnohí ľudia verili, že majú mystický charakter dokonca

vraveli, že do korún stromov ich umiestnili čarodejnice, ktorým na dlhých cestách slúžili ako miesto pre odpočinok.

Z hľadiska vzniku môžeme čarovníky rozdeliť do 2 skupín. Prvú skupinu tvoria čarovníky, ktorých pôvodcom sú vírusy, fytoplazmy, živočíchy alebo huby. Čarovníky hubového ochorenia spôsobujú mikroskopické huby rodu *Taphrina*, a hrdzí rodu *Exobasidium* a *Melampsorella*. Rastové anomálie a metlovitý rast konárikov spôsobujú aj iní pôvodcovia nákazy, ako napríklad roztoče a fytoomykoplazmy. Vo všetkých týchto prípadoch sa jedná o rastové anomálie, spôsobené životnou činnosťou iných organizmov, ktoré na rastline parazitujú (BACIGÁLOVÁ, 2008). Tieto objekty však nie sú vhodné pre ďalšie rozmnožovanie, pretože sa po preliečení vracajú späť k pôvodnému rastu a nezachovávajú si požadované vlastnosti zakrpateného rastu. Druhá skupina zahŕňa čarovníky, ktoré sú výsledkom somatickej púčikovej mutácie či gametickej mutácie. Pri tejto skupine dochádza ku genetickej zmene. Tieto nájdené objekty si zachovávajú vlastnosti, tým sú vhodné na ďalšie rozmnožovanie.

Vznikajú v dôsledku 2 rôznych typov mutácií. V prípadoch, kedy sa čarovníky na drevinách objavujú vo forme jednotlivých „hniezd“ (inak normálne rastúceho stromu) sa najčastejšie jedná o typické somatické púčikové mutácie. Pokiaľ má čarovníkový charakter celá rastlina, ide pravdepodobne o gametickú mutáciu. Tieto mutácie sú obvykle stabilné a vegetatívnym množením, sa udržia v nezmenenom stave. Ide teda o geneticky fixované formy, ktoré v žiadnom prípade nemôžeme považovať za chorobné v pravom slova zmysle. Vylúčené sú ochorenia rastlín v dôsledku napadnutia škodlivými organizmami a tiež aj fyziologické choroby a poruchy majúce pôvod v zmenených hladinách rastových faktorov (voda, svetlo, teplo, živiny, atď.). Somatické mutácie vznikajú v telesných bunkách pletív a tkanív, v ktoromkoľvek období ich vývinu. Jedným z typu somatických mutácií u rastlín sú tzv. púčikové mutácie, vznikajúce v púčikoch na normálne rastúcom konári. Ku gametickým (generatívnym) mutáciám dochádza v pohlavných bunkách, vznikajú tak celé rastliny – mutanti (KOSTELNÍČEK, 2005).

Mutácie sú prejavom nestálosti génovej hmoty. Vznikajú náhle a sú naďalej dedične stále. Snaha zachovať a rozmnožiť mutácie rastlín a živočíchov nie je ničím novým a neobvyklým, ale sprevádza a charakterizuje rozvoj ľudstva. Mutácie predstavujú zmenu génovej hmoty a môže sa javiť predovšetkým ako zmena vlastností morfológických, fyziologických alebo biochemických.

Vyhľadávanie je veľmi náročné a zdĺhavé, v západných štátoch a najmä v USA sa vyhľadávaním a zberom čarovníkov viac zaoberajú veľké okrasné škôlky než jednotlivci, snažiaci sa takto získať stále nové a nové formy drevín do svojho sortimentu. Niektorí si dokonca platia svojich „zberačov“, ktorí pre nich zbierajú až stovky čarovníkov ročne. Z nich sa potom vyberajú len tie najzaujímavejšie typy. Získavanie nových kultivarov drevín zberom čarovníkov je tak populárne nielen vďaka množstvu tvarov, farieb, veľkostí a foriem, ale tiež vďaka nezrovnateľnej cenovej dostupnosti. Medzi ďalšie spôsoby získavania nových kultivarov drevín patria výbery v semenáčoch botanických druhov, prípadne plodiach kultivarov, či čarovníkov alebo zámerné križenie druhov. Pri všetkých týchto spôsoboch je nutné pracovať s veľkým počtom rastlín, z ktorých sa vyberajú zaujímavé tvarovo a farebne atypické formy.

Ich výskyt je pre mnoho ľudí záhadou tak, ako sám čarovník. Sú lokality, na ktorých sa na desiatkach hektároch nevyskytuje žiadny čarovník a naopak existujú miesta, kde na ploche jedného hektára nájdeme desiatky. Príkladom je pohorie Šumava, ktoré je na výskyt čarovníkov „chudobné“ ale naopak na severnej Morave ich na ploche jedného hektára rastie

aj 50. Veľmi zaujímavý výskyt čarovníkov je na rašeliniskách. V miestach, kde je silnejšie magnetické pole je výskyt čarovníkov zvyčajnejší. Tento jav je častý vo Švédsku, kde sa čarovníky vyskytujú aj v okolí elektrických vedení. Dá sa povedať, že čarovníky sa najviac vyskytujú v lokalitách s extrémnymi podmienkami. Vplyvom extrémnych podmienok je pravdepodobnosť vzniku mutácií pri rastlinách väčšia, než v oblastiach s optimálnymi podmienkami (KOSTELNÍČEK, 2005).

Zber čarovníkov je na rozdiel od ich vyhľadávania bohužiaľ časovo obmedzenou záležitosťou. Termín zberu je nutné voliť v závislosti od druhu dreveniny a spôsobu rozmnožovania. Vlastný zber čarovníkov je najmä v zimných mesiacoch pomerne náročnou a nebezpečnou záležitosťou. Čarovníky nerastú len na spodných vetvách, ale veľmi často sa nachádzajú vysoko v korunách stromov. Niektorí ľudia považujú čarovník za unikátny prírodný výtvor, ktorý je nutné nechať v prírode. Z čarovníkov je preto šetrne odobratých pár vrúbľov pre rozmnožovanie. V prípade neúspešného namnoženia je tu možnosť, sa vrátiť k čarovníku a proces zopakovať. A na druhej strane sú tu ľudia, ktorí odoberajú čarovníky celé. No mali by to robiť predovšetkým odborníci.

Pri rozmnožovaní čarovníkov je dôležité dodržiavať termín množenia a vybrať vhodný podpník pre vrúbľovanie. Väčšina drevín sa dá dopestovať viacerými spôsobmi, čarovníky sa najčastejšie rozmnožujú štepením, ojedinele odrezkami. Semenom rozmnožujeme najmä podpníky pre čarovníky, alebo po odobratí semena zo šišíek z čarovníka môžeme po vysiatí a následnom vzídení vykonávať selektívny výber zmutovaných rastlín, kedy môžeme týmto spôsobom dopestovať nové jedince. Vrúbľovanie je vloženie vrúbľa rastliny, ktorú chceme rozmnožiť do podpníka. Na vrúbľovanie sú vhodné dve sezóny, neskoro v zime, keď treba vrúbľovať všetky ihličnany a neskoro v lete, kedy sa vrúbľujú predovšetkým modré smrek. Vyberanie podpníkov je dôležitý krok. Podpník je zvyčajne dva roky stará rastlina a mal by to byť druh, ktorý je kompatibilný s vrúbľom, ideálne je použiť čo najpríbuznejší druh. Prijateľné sú aj vrúbľe z rôznych rodov napríklad, ak je to nevyhnutné navzájom sa dajú vrúbľovať smrekovec (*Larix*) a duglaska (*Pseudotsuga*) (TOOGOOD, 1990). Je však dôležité aby podpník mal podobné tempo rastu ako vrúbeľ, inak vznikne pri spojení nerovnováha, čo môže zapríčiniť nekompatibilitu vrúbľa, ktorá sa môže prejaviť v rôznom štádiu. Lepšie výsledky dosiahneme, ak podpník presadíme niekoľko mesiacov pred vrúbľovaním, aby sa dobre zakorenil (ale nie prerástol). Podpníky rastlín vrúbľovaných v zime, preniesieme pod kryt v polovici zimy, aby vytvorili koreňový systém, a udržiavame ich pri teplote 10 až 15 stupňov. Jednou z metód, ktoré sa často používajú, je vrúbľovanie tenkým bočným vrúbľom. Pri každom vrúbľovaní je najlepšie, aby podpník a vrúbeľ mali podobnú veľkosť. Skrátime všetky bočné výhony a z bázy podpníka odstránime všetko ihličie, ale podpník neprerezávame, je dôležité viesť miazgu nahor a podporiť hojenie a tvorbu kalusu. Pracujeme čo najbližšie k báze, z podpníka zrežeme kúsok dreva tak, aby sa vrúbeľ prijal. Z nižšej stonky vrúbľa stiahneme listy. Urobíme rezy zhodujúce sa s tvarom vrúbľa, aby zapadol na podpník. Vrúbeľ nerezeme do hĺbky, zabrzdiť by to jeho schopnosť vytvoriť kalus. Pre úspešnosť vrúbľovania je nevyhnutné, aby sa kambíá (tenká vrstva regeneratívnych buniek, zvyčajne zelená, hneď pod kôrou) podpníka aj vrúbľa stretli. Ak je rez podpníka širší ako rez na vrúbli, kambíá zarovnáme, iba na jednej strane. Dávame pozor, aby tam nevznikol rozdiel v hrúbke kôry. Najlepšie spojenie sa často formuje na špicatom konci vrúbľa. Zavrúbľovanú rastlinu obviažeme, ale príliš ju neťahujeme. Účelom je udržať kambíá spolu, aby sa mohla vyvíjať štepená jednotka, vrúbeľ hneď nad vrcholom rezu a rameno na báze rezu sú citlivé a dajú sa ľahko rozpučiť.

Zavrúbľované rastliny treba udržiavať vlhké a v teple, kvetináč podpníkov vyplníme vlhkým kokosom alebo rašelinou, prípadne obnažené zakorenené podpníky položíme do zakoreňovačov s vlhkým kokosom, ihličie necháme voľné. Rastliny umiestnime do fóliového krytu alebo uzavretej debny pri plnom svetle, nie však na priamom slnku. Spodné zohrievanie na teplotu 18 až 20 stupňov. Po 5. až 6. týždňoch sa začne vrúbeľ s podpníkom spájať a vytvára sa kalus. Ďalší mesiac do krytu postupne vpúšťame vzduch a rastliny otužujeme. Približne po 3 mesiacoch sa môžu vybrať z vlhkého prostredia. Horný obrast podpníka začneme odstraňovať v jednom alebo dvoch štádiách, keď vrúbeľ vytvorí 1 až 2,5 cm nového porastu. Na jedliach (*Abies*) a príbuzných ihličnanov skracujeme podpník pomaly, zaštipovaním nových výhonkov, kým vrúbeľ nezačne približne o rok aktívne rásť, je to vhodnejšie než rez podpníka. Lístie podpníka je dôležité na vyživovanie koreňov a vyživovanie miazgy z koreňov do vrúbľa. Ich rýchlym odstránením by sme riskovali hynutie koreňov aj vrúbľa. Pri odobratí šišíek z čarovníka môžeme vykonať výsev semien a selektovanie zmutovaných rastlín. Vyššie uvedené skutočnosti osvetľujú možnosti zaobstarávania nových jedincov so žiaducimi vlastnosťami materských rastlín - čarovníkov.

MATERIÁL A METÓDA

Plánované výjazdy do vytypovaných lokalít umožnia získanie čarovníkov pre potreby výskumu. Vytvorí sa zbierka s charakteristikami jednotlivých jedincov. Zabezpečili sa pestovateľské podmienky pre pestovanie a následné pozorovania a výskum.

Doposiaľ bol vykonávaný zber a vrúbľovanie čarovníkov získaných z (*Pseudotsuga menzesii*) – Duglaska tisolistá, (*Picea abies*) – Smrek obyčajný a (*Pinus sylvestris*) - Borovica lesná.

Prvou časťou výskumu rozmnožovanie čarovníka dvoma spôsobmi a to odrezkami a vrúbľovaním, porovnávanie výhod a nevýhod pri rozmnožovaní čarovníka týmito spôsobmi. Po dopestovaní sadbového materiálu a vysadení budú sledované vlastnosti rastlín.

Vrúbľovanie na druhovo odlišnú skladbu podpníkov pre výsledok intenzity rastu navrúbľovanej časti, napríklad využitie podpníkov rôznych ihličnatých drevín ako (*Picea abies*) – smrek obyčajný, *Picea omorica* – Smrek omorikový, (*Picea pungens*) – smrek pichľavý na ktoré boli navrúbľované odrody drevín, skúmaním a sledovaním zisťujeme prijateľnosť vrúbľa s podpníkom a rozdiel intenzity rastu, ako je napríklad v ovocinárstve podpník pre ovocné dreviny ktorý im určuje celkový vzrast. Výroba kroniky odporučených kultivarov čarovníkov ich opis odlišností a vlastností materských rastlín.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výskum je realizovaný v pestovateľskej škôlke, Oddelenia dendrológie, systematiky rastlín a dekoratívnej flóry, Botanickej záhrady (BZ) Nitra. V spolupráci so záhradníckymi firmami, pestovateľmi okrasných drevín a ľuďmi zaoberajúcich sa touto tematikou. Po badaní v lesoch a parkoch sme zmapovali čarovníky, ktoré sú vhodné na množenie.

Miesta výskytu mapovaných jedincov:

V lesoch neďaleko rekreačného strediska Výtoky pri obci Moravany nad Váhom sa nachádza na Borovici lesnej (*Pinus sylvestris*), čarovník je umiestnený v nižšej časti dreviny a má guľovito sploštený tvar. Na sídlisku v Piešťanoch sa vyskytuje zaujímavý čarovník hniezdovitého tvaru na drevine duglaska tisolistá (*Pseudotsuga menzesii*), objekt sa nachádza v strednej časti stromu. V lesnom poraste smreku obyčajného (*Picea abies*)

neďaleko hradu Strečno sa nachádza striktné guľatý čarovník vo vrchnej časti stromu. Popri diaľnici pred mestom Považská Bystrica sa nachádza čarovník zaujímavého rozvetveného vzdušnejšieho tvaru na smreku obyčajnom (*Picea Abies*) vo vyššej časti stromu. V ťažko dostupnej oblasti v Jánošíkových dierach neďaleko obce Terchová rastie vrcholový čarovník na borovici lesnej (*Pinus sylvestris*). Neďaleko Lietavského hradu sa rastie čarovník na smreku obyčajnom (*Picea abies*), ktorý má tvar pripomínajúci špice vežíčiek, je vo vyššej časti stromu. Pri rybníku Striebornica v chatárskej oblasti neďaleko obce Moravany nad Váhom na súkromnom pozemku rastie zaujímavý guľovitý čarovník v strednej časti stromu na borovici lesnej (*Pinus sylvestris*). V Rakoviciach neďaleko Piešťan v parku na smreku obyčajnom (*Picea abies*) sa nachádza v nižšej časti stromu väčší guľovitý čarovník. Pred mestom Nováky sa nachádza jedinec guľovitého tvaru, na borovici lesnej (*Pinus sylvestris*).

V rámci výskumu boli namnožené a sledované celkovo tri čarovníky, a to na duglaske tisolistej (*Pseudotsuga menziesii*), na borovici lesnej (*Pinus sylvestris*) a smreku obyčajnom (*Picea abies*). Pri každom sú sledované rastové vlastnosti, ktoré ho vystihujú. Ak by sa vyskytla v určitom druhu spätná mutácia čo znamená, keď z čarovníka začne intenzívne vyrastať pôvodný druh, na ktorom objekt rástol je na ďalšie pestovanie nevhodný. V ojedinelých a vzácných prípadoch sa môže stať, že na čarovníku vyrastie ďalší, v takých prípadoch ho zachováme. Každý z nich sa môže po určitom čase zaradiť do sadovníckej produkcie a dostať vlastný názov.

V Piešťanoch na drevine duglaske tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*) bol odobratý a množený vegetatívnym nepriamym spôsobom čarovník v roku 2010, pri ktorom doposiaľ nebola zaznamenaná spätná mutácia. Jeho púčiky sú zaujímavej perleťovej farby, ihličie má bleдозelené, hniezdovitý tvar a prírastky v priemere okolo 2-3 cm. Výška od navrúbľovaného miesta po ôsmich rokoch je 30 cm a šírka 45 cm. Rastliny pestované v nádobách majú kompaktnejší rast, ich prírastky sú 2 cm.

Ďalším odobratým a namnoženým objektom bol čarovník rastúcim na borovici lesnej (*Pinus sylvestris*) v okolí bývalého kúpaliska Sĺňava, neďaleko mesta Piešťany, bol odobratý v roku 2015 a rozmnožený vegetatívnym nepriamym spôsobom, vrúbľovanec má guľatý zhustený tvar, je tmavozelenej farby, jeho prírastky sú v priemere 4-5cm, výška po troch rokoch 20cm, šírka 15 cm. Doposiaľ nebola zaznamenaná žiadna spätná mutácia.

Tretí množený čarovník, rástol na smreku obyčajnom (*Picea abies*) v dedine Ratkovce neďaleko Trnavy, vrúbľovaný bol v roku 2015 a doposiaľ neboli zaznamenané žiadne negatívne zmeny. Prírastky sú v priemere 1-2cm, výška po troch rokoch 10 cm, šírka 10cm.

ZÁVER

Čarovník je zaujímavým prírodným úkazom rastúcim na listnatých a ihličnatých drevinách, ktorý vznikol v dôsledku mutácie, alebo môže byť nazývaný ako zakrpatená drevina v záhradných kompozíciách alebo záhradných predajniach pochádzajúca z tejto mutácie. Väčšinou má zhustený tvar, ktorý môže pripomínať hniezdo. Vyhľadávanie týchto zaujímavých objektov v prírode je veľmi náročné, vyskytujú sa ojedinele a v niektorých lokalitách vôbec a často rastú na vrchných častiach dreviny, tak aj ich zber je veľmi náročný. Po nájdení čarovníka a následnom zbere nasleduje jeho rozmnožovanie, najvhodnejším spôsobom je vrúbľovanie. Na to, aby čarovník mohol byť zaradený do škôlkarskej výroby sa musí dlhší čas sledovať, či sa rozmnožená drevina nevracia spätne k pôvodnému rastu. Ak je čarovník stály, získa pomenovanie, najčastejšie miesta nálezu alebo objaviteľa a môže sa zaradiť do sadovníckej produkcie. Na slovenskom území možno nájsť čarovníky najčastejšie

na smrekoch obyčajných a boroviciach lesných. Výsledky budú využiteľné v praxi na množenie čarovníkov a ich využitie v okrasnom záhradníctve

LITERATÚRA

- HRUBÍK, P. – MIKLÁŠOVÁ, K. – RAČEK, M. 2005. Ihličnaté a vřdyzelené dreviny v sadovnickej tvorbe. Nitra: SPU v Nitre, 2005. ISBN 80-8069-473-7.
- KOSTELNÍČEK, M. 2005. Čarovníky v našej záhrade, Grada Publishing, a.s., Praha 2005, ISBN 80-247-1257-1
- ŠUSTROVÁ, J. - ŠUSTR, J. 2010. Miniaturné a zakrsle ihličnany, Computer Press. a.s., Brno 2010, ISBN 978-80-251-1849-8
- MÁLEK, Z. - HORÁČEK, P. - KIESENBAUER, Z. 2012. Stromy pre sídla a krajinu, vydavateľstvo Ing. Peter Baštan, Olomouc 2012, ISBN 978-80-87091-36-4
- KISS, M. - ILLYÉS, C. 2006. Ihličnany a vřdyzelené dreviny, Svojtko&Co., s.r.o., Bratislava 2008, ISBN 978-80-89246-88-5
- KAMENICKÁ, A. et al. 2004. Rozmnořovanie okrasných drevín. Bratislava : Veda, 2004. ISBN 80-224-0793-3.
- PASEČNÝ, P. 2005. Jehličnany pro záhrady a skalky. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1432-9.
- TOOGOOD, A 1990. Rozmnořovanie rastlín, vydavateľstvo SLOVART, spol s.r.o., Bratislava 2008, ISBN 978-80-8085-526-0
- VREŠTIAK, P. – OSVALD, Z. 1994. Všetko o ihličňanoch. Bratislava : Slovart, 1994. ISBN 80-7145-126-6.

Internetové zdroje:

www.equark.sk/index.php?cl=article&iid=797
<http://ekonomika.sme.sk/c/3328550/lesnici-na-horehroni-pestuju-raritne-carovniky.html>
<http://www.biokonzult.sk/na-stiahnutie/Ako%20rozmnozovat%20ihlicnany.pdf>
<https://ihlicnatestromy.webnode.sk/rozmnozovanie/>
<https://www.gartenhirner.sk/carovniky>
<https://bonsai.sk/predpestovanie-bonsai/jed> HYPERLINK "https://bonsai.sk/predpestovanie-bonsai/jedľa-abies.php"ľa-abies.php
<http://www.aquabiom.sk/rastliny/ihlicnate-dreviny/>

Adresa autora

Ing. Patrik Komár, FZKI SPU Nitra, Katedra zeleninárstva, Tr. A. Hlinku 2, Nitra, 949 01,
patrik.kom@gmail.com

VÝSKYT ČAROVNÍKOV *PICEA ABIES* L. (KARST.) V OROGRAFICKOM CELKU TATRY

OCCURRENCE OF *PICEA ABIES* L. (KARST.) WITCHES' BROOMS IN TATRY MTS.

IVAN LUKÁČIK - IVANA SARVAŠOVÁ - MICHAL ZBONČÁK

LUKÁČIK, I. – SARVAŠOVÁ, I. – ZBONČÁK, M. 2018. Výskyt čarovníkov *Picea abies* L. (karst.) v orografickom celku Tatry. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 94-100. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

The paper presents the results of *Picea abies* witches' brooms searching in orographic unit Tatry Mts. From twelve selected localities only in seven cases were witches' brooms occurrence confirmed. Together, 33 pieces of witches' brooms were found on tree individuals with 85-100% branched vital crowns. Three witches' brooms were dying in consequence light deficiency, resp. whole tree individual dying. The witches' brooms occurrences were the most frequent among individuals growing in the South East and South slope exposures. Within the tree crown was most appeared eastern or western sides.

The largest occurrence of witches' brooms was in the associated stands the witches' broom in solitary tree was present only once. The shapes of the *Picea abies* witches' brooms were very varied, the bigger number were irregular shape (9) and nesting shape (8). By witches' brooms size were evenly distributed all size categories (up to 0,5 m, 0,51-1,00 m and above 1m).

Key words: *Picea abies*, witches' brooms, Tatry Mts.

ÚVOD

Čarovníky (čarodejné metly, alebo tiež hromové metly) možno nájsť na listnatých a ihličnatých drevinách. Tieto zhľuky konárikov vyrastajúce z jedného miesta sa vyskytujú na stromoch bez obvyklej pravidelnosti a zákonitosti stavby korún a sú väčšinou hniezdovitého alebo guľovitého tvaru. Často sa prirodzene vyskytujú na nedostupných lokalitách, najmä vysoko v korunách stromov. Podnetom a príčinou vyrastania takto zoskupených výhonov a konárikov môžu byť biotické alebo abiotické faktory prostredia, v ktorom drevena rastie. Pri oboch druhoch faktorov dochádza k zmene hladiny fytohormónov, ktorá je spôsobená najmä zvýšenou hladinou cytokinínu (PROCHÁZKA et al., 2003). Cytokinín zasiahne do regulácie prerastania púčika do letorastu, čím nedochádza k prerastaniu iba jedného výhonu (čo kontroluje auxín), ale dôjde k zmnoženiu púčikov (multiplikácii) a následne k viacnásobnej proliferácii kratších nahlúčených výhonov resp. konárikov.

Medzi biotické faktory spôsobujúce rast skrátenejších nakopených výhonov patria najmä vírusy, fytoplazmy a baktérie. Svojím parazitovaním na drevinách spôsobujú nadmerné nekontrolovateľné „čarovníkové“ bujnenie (JUHÁSOVÁ, 2005), nespôsobujú však ich genetickú zmenu. Veľmi časté sú pri rodoch *Alnus*, *Betula*, *Populus*, *Prunus* a *Carpinus*, kde sú výsledkom pôsobenia polovreckatých húb: *Taphrina alni-incanae*, *Taphrina amentorum*, *Taphrina johansonii*, *Taphrina carpini*, *Taphrina pruni*, *Taphrina rhizopoda*. Pri rode *Abies*, vznik čarovníkov vyvoláva *Melampsorella caryophyllacearum* (hrdza jedľová). Takto vzniknuté čarovníky sú nestále a ťažko množiteľné. Ak sa ich podarí rozmnožiť heterovegetatívnym spôsobom, tak sa pri vzniku nového jedinca prenáša infekcia huby spolu s navrhľovaným výhonom (BACIGALOVÁ, 2008).

Pre využitie čarovníkov v záhradnej architektúre a krajinárstve sú významnejšie tie, ktoré vznikli abiotickým pôsobením na dreviny. Čarovníky vzniknuté na rodoch *Picea* a *Pinus* prirodzenou cestou bez zásahu človeka sú považované za najvzácnejšie. Líšia sa svojím vzrastom, postavením, sfarbením ihlíc a celkovým habitom jedinca. Medzi geneticky stále čarovníky patria tie, ktoré vznikli gametickou alebo somatickou mutáciou púčikov – čarovníky na konároch (KOSTELNÍČEK, 2009). Tieto mutácie sú zväčša stabilné, fixované v genóme drevín a ich vzhľad sa vegetatívnym množením nemení. Spontánne mutácie sa v prírode vyskytnú najmä tam, kde dôjde k elektromagnetickým výbojom (blesky, z toho názov hromové metly), alebo tam, kde je prirodzene narušené elektromagnetické pole, resp. sa v geologickom podloží vyskytujú rudné žily, rádioaktívne prvky a pod. Súhrnne možno povedať, že výskyt čarovníkov je možný najmä na lokalitách, ktoré sú výrazným spôsobom ovplyvňované extrémnymi podmienkami prostredia. Mutácie sú z pohľadu evolúcie veľmi dôležité, pretože sú nielen zdrojom premenlivosti (variability) druhov a tým ich schopnosti prispôbiť sa novým podmienkam, ale môžu byť aj podnetom pre vznik nových druhov. Gametické mutácie sa pri drevinách môžu prejaviť už pri raste semenáčikov, kedy je viditeľný nápadne iný vzrast (ale aj farba, tvar, veľkosť listu). Takéto mutácie pri drevinách nie sú bežné. Príležitostne sa podarí zo zakrpatených alebo inak abnormálne rastúcich semenáčikov vypestovať novú formu. Príkladom mutácií semenáčikov zavedených do kultúry je *Picea abies* 'Clanbrassiliana' (HRUBÍK et al., 2004), alebo *Picea pungens* 'Borová'.

Cieľom predkladanej práce bolo zmapovať výskyt čarovníkov smreka obyčajného v orografickom celku Tatry, vyhodnotiť ich výskyt v rámci porastu, umiestnenia na strome, kategorizovať tvar, veľkosť, rýchlosť prirastania, zdravotný stav.

MATERIÁL A METODIKA

Výber lokalít

Inventarizácia čarovníkov sa uskutočnila v Západných Tatrách, Vysokých Tatrách a Podtatranskej kotline. Pri výbere lokalít boli zohľadňované najmä:

- pôvodnosť lesných ekosystémov
- prevládajúca drevinová skladba
- vek lesných ekosystémov

Hodnotené lokality:

Kamenistá dolina, Pálenica, Podbanské, Tri studničky, Kôprová dolina, Tichá dolina, Veľká Pálenica, Žiar – Holý vrch, Žiarska dolina, Jalorec – Sivý vrch, Brestová - Salatín – Červený vrch – Sedlo Pálenica, Tatranská Lomnica – Dolina Kežmarskej Bielej vody.

Metódy práce

1. Lokalizačné údaje:

- a) Orografický celok, podcelok, resp. časť boli prevzaté z mapy geomorfologického členenia SR
- b) Názov lokality – prevzatý z turistickej mapy, v mierke 1: 50 000,
- c) Nadmorská výška – zisťovaná pomocou GPS prístroja
- d) Expozícia – zisťovaná v teréne pomocou mapy a buzoly

2. Merané a posudzované znaky a charakteristiky:

Charakteristika stromov:

- a) Sociologické postavenie: solitér, okraj porastu, zápoj.
- b) Výška stromu: merala sa výškomerným prístrojom Blume – Leiss, s presnosťou na 0,5 m.
- c) Priemer kmeňa $d_{1,3}$: meral sa lesníckou priemerkou ako dva na seba kolmé priemery vo výške 1,3m s presnosťou na 0,5 cm.
- d) Zakonárenie korún: bolo hodnotené vizuálne ako pomer dĺžky korún k výške stromov. Je uvádzané v rozpätí: $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ výšky stromu, zakonárenie po zem.

Charakteristika čarovníkov:

- a) Veľkosť bola charakterizovaná jeho najväčším rozmerom nasledovne:
 - malý (do 50 cm)
 - stredný (51 - 100 cm)
 - veľký (viac ako 100 cm)
- b) Tvar je charakterizovaný jeho rozmermi (pomer dĺžky a šírky), tiež svojím vzhľadom, usporiadaním konárov a štruktúrou. Uvažované nasledovné tvary: nepravidelný, elipsovité, guľovité, nepravidelno lúčovité, hniezdovité, poduškovité, hadovito previsnutý, kužeľovité, klobúkovité, iný, napr. široko kužeľovité, poliehavý, polguľovité.
- c) Ročné prírastky: 1. malé (do 5 cm), 2. stredné (5,1 cm - 10 cm), 3. veľké (nad 10 cm).
- d) Farba ihlíc: svetlozelená, tmavozelená, iná, napr. žltozelená, resp. sivozelená (hodnotené vizuálne).
- e) Výskyt: vzhľadom ku svetovej strane.
- f) Umiestnenie: -pri kmeni, -v strede konára, -na obvode koruny, vo vrcholovej časti stromu,
- f) Výška výskytu na strome.
- g) Zdravotný stav (zdravý, poškodený, vyschýnajúci).

VÝSLEDKY

Výskyt čarovníkov sa potvrdil na lokalitách uvedených v tabuľke 1. Na ďalších skúmaných lokalitách, resp. úsekoch (Žiar – Holý vrch, Žiarska dolina, Jalovec – Sivý vrch, Brestová - Salatín – Červený vrch – Sedlo Pálenica, Tatranská Lomnica – Dolina Kežmarskej Bielej vody) sa výskyt čarovníkov nepotvrdil, aj keď výber všetkých lokalít pozorovaného územia bol stanovený rovnakými zásadami (druhovú zloženie, veková skladba a pod.). V dvoch prípadoch, Žiarska dolina a Tatranské Matliare- Kežmarská Biela voda, sa čarovníky nevyskytovali pravdepodobne aj v dôsledku iných príčin (vetrový polom a začínajúca podkôrníková kalamita).

Tab. 1 Charakteristika miesta výskytu čarovníkov smreka obyčajného
Table 1 Locality characteristic of *Picea abies* witches' brooms occurrence

P. č. čarov.	lokalita	nadmorská výška (m n. m.)	expozícia	údaje o strome		sociologické postavenie
				priemer d _{1,3} (cm)	výška (m)	
1	Kamenistá dolina	1093	západná	34,3	23	zápoj
2	Kamenistá dolina	1054	južná	39	27	zápoj
3	Kamenistá dolina (pod Chladným žľabom)	1025	južná	59	32	zápoj
4	Kamenistá dolina (Tatranská magistrála)	1009	južná	52	29	zápoj
5	Pálenica	977	juhovýchodná	62	29	okraj porastu
6	Pálenica	977	juhovýchodná	72	27	okraj porastu
7	Pálenica	977	juhovýchodná	54	25	uvoľ. zápoj
8	Pálenica	978	južná	93	42	zápoj
9	Podbanské	936	juhovýchodná	56	26	okraj porastu
10	Podbanské	939	juhovýchodná	79	32	okraj porastu
11	Podbanské	939	juhovýchodná	58	27	zápoj
12	Podbanské	910	juhovýchodná	76	34	okraj porastu
13	Podbanské	915	južná	63	28	zápoj
14	Podbanské	941	juhovýchodná	110	38	okraj porastu
15	Podbanské	927	južná	94,5	34,5	solitér
16	Podbanské	962	západná	56	26	zápoj
17	Podbanské	962	západná	59	28	zápoj
18	Tri studničky	983	južná	64	28	zápoj
19	Tri studničky	1176	juhovýchodná	44	22	zápoj
20	Kôprová dolina (ústie, pod Veľkou Pálenicou)	1150	severná	26	15	zápoj
21	Kôprová dolina (ústie, pod Veľkou Pálenicou)	1087	juhovýchodná	29	17	okraj porastu
22	Kôprová dolina (ústie, pod Veľkou Pálenicou)	1096	juhovýchodná	66	30	zápoj
23	Kôprová dolina (ústie, pod Veľkou Pálenicou)	1204	severozápadná	48	24	zápoj
24	Kôprová dolina (pod Grúnikom)	1301	západná	37	20	zápoj
25	Kôprová dolina (Terianska dolina)	1484	západná	64	18	zápoj
26	Kôprová dolina (nad Kmeťovým vodopádom)	1368	západná	69	29	zápoj
27	Tichá dolina	1036	juhovýchodná	27	21	zápoj
28	Tichá dolina	1036	juhovýchodná	24	18	zápoj
29	Tichá dolina	1075	západná	38	23	zápoj
30	Tichá dolina	1130	západná	46	15	solitér
31	Veľká Pálenica	1187	severozápadná	61	30	zápoj
32	Veľká Pálenica	1187	severozápadná	44	22	zápoj
33	Veľká Pálenica	1020	juhozápadná	61	29	zápoj

Zdravotný stav stromov aj čarovníkov, ktoré sa na nich vyskytovali, bol vyhodnotený ako veľmi dobrý, okrem čarovníkov, č. 11 a 16 (Podbanské) a č. 32 (Veľká Pálenica), ktoré boli odumreté. Čarovníky č. 11 a 32 boli odumreté pravdepodobne kvôli veľkej hustote konárov, ktoré zamedzili prístupu svetla, čarovník 16 odumieral spolu s chradnúcim stromom. Takmer 79 % (78,8 %) čarovníkov sa vyskytovalo v zapojených porastoch, 18 % v okrajových častiach porastu a v jednom prípade (3 %) bol čarovník nájdený na soliternom smreku obyčajnom (Tichá dolina, 1130 m n. m.). Najživotaschopnejšie boli čarovníky, ktoré rástli po obvode koruny. Dve tretiny čarovníkov sa vyskytovali na juhovýchodne, resp. južne orientovaných expozíciách a len v jednom prípade na severnej expozícií. Na východnej expozícií sme čarovníky nenašli. Z hľadiska ich umiestnenia na konkrétnych stromoch sa najviac vyskytovali na východnej (36,4 %) a západnej strane (21,2). Na severnej strane stromov bolo zastúpenie čarovníkov minimálne. Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky čarovníkov sú uvedené v tabuľke 2.

Tab. 2 Charakteristika čarovníkov vyskytujúcich sa v orografickom celku Tatry

Table 2 Witches' brooms characteristics registered in orographic unit Tatry Mts.

P. č. čarov.	veľkosť	tvár	ročné prírastky	farba ihlič	svetová strana rastu	umiestnenie na konári	výška výskytu čar. na strome (m)
1	stredný	hniezdovitý	malé	bez zmeny	západná	v strede	6
2	malý	hadovitý, previsnutý	stredné	sivo zelená	južná	v strede	9
3	stredný	hniezdovitý	malé, stredné	bez zmeny	západná	pri kmeni	3,5
4	veľký	hniezdovitý	stredné	tmavo zelená	východná	na konci konára	15
5	malý	guľovitý	stredné	tmavo zelená	východná	v strede	7
6	veľký	hniezdovitý	malé	svetlo zelená	východná	pri kmeni	14
7	malý	guľovitý	stredné	tmavo zelená	severná	na konci konára	15
8	veľký	elipsovité	malé	bez zmeny	východná	v strede	9
9	malý	elipsovité	malé	tmavo zelená	východná	v strede	11
10	stredný	hniezdovitý	stredné	žltá zelená	východná	v strede	15
11	stredný	nepravidelný	-	bez zmeny	východná	pri kmeni	20
12	veľký	elipsovité	stredné	tmavo zelená	západná	pri kmeni	30
13	veľký	poduškový	malé	svetlo zelená	južná	pri kmeni	12
14	veľký	nepravidelný	veľké	tmavo zelená	južná	v strede	3
15	stredný	hniezdovitý	stredné	bez zmeny	západná	v strede	8
16	stredný	nepravidelný	-	bez zmeny	východná	pri kmeni	13
17	veľký	poduškový	malé	svetlo zelená	západná	pri kmeni	12
18	stredný	guľovitý	stredné	tmavo zelená	východná	pri kmeni	20
19	malý	nepravidelný	stredné	tmavo zelená	východná	na konci konára	17
20	malý	klobúkovitý	malé	tmavo zelená	juhovýchodná	na konci konára	3,5
21	malý	hniezdovitý	veľké	tmavo zelená	východná	na konci konára	9

22	malý	guľovitý	malé	svetlo zelená	južná	v strede	18
23	malý	hniezdovitý	malé	bez zmeny	severná	v strede	9
24	stredný	elipsovité	stredné	bez zmeny	južná	pri kmeni	8
25	veľký	kužeľovitý	malé	sivo zelená	západná	vo vrchol. časti	14
26	stredný	guľovitý	veľké	bez zmeny	severozápad.	pri kmeni	24
27	veľký	elipsovité	stredné	tmavo zelená	juhovýchodná	na konci konára	10
28	stredný	nepravidelný	stredné	tmavo zelená	juhovýchodná	na konci konára	11
29	stredný	nepravidelný	veľké	tmavo zelená	južná	v strede	13
30	veľký	nepravidelný	malé	tmavo zelená	juhozápadná	na konci konára	7,5
31	malý	elipsovité	malé	svetlo zelená	severná	na konci konára	11
32	malý	nepravidelný	-	bez zmeny	západná	pri kmeni	10
33	veľký	elipsovité	stredné	tmavo zelená	východná	na konci konára	21

Čarovníky sa najčastejšie vyskytovali na vitálnych jedincoch smreka obyčajného, najčastejšie na tých, ktoré boli zakonárené do 3/4 ich výšky (15 krát), ďalej na jedincoch zakonárených až po zem (13 krát) a v piatich prípadoch na jedincoch zakonárených do 1/2 ich výšky. sme pri Výskyt čarovníkov na smrekoch obyčajných zakonárených do 1/3 a menej sme nezaznamenali. Veľkostné skupiny čarovníkov boli zastúpené rovnomerne (11 krát každá kategória) podobne ako aj prirastavosť čarovníkov, kde prevládali stredne dlhé výhonky (od 5,1 do 10 cm). Tvar čarovníkov bol rôznorodý, najčastejší nepravidelný (9) alebo hniezdovitý (8).

DISKUSIA

Púčikové mutácie, ako jedny z druhov somatických mutácií, sú zdrojom množstva variácií tvarov a foriem vnútrodrohovej premenlivosti drevín. Rastové a tvarové vlastnosti takto vzniknutých novotvarov sú mnohonásobné, hoci pôvodcom môže byť jeden a ten istý faktor (tab. 2). Somatické mutácie púčikov môžu byť aj vratné, t. z., že po určitom období rastu a pri určitých podmienkach prostredia (napr. zatienenie) sa môže tvar listu vracieť do pôvodného tvaru (*Fagus sylvatica* 'Mercedes'). Naopak, gametické mutácie, alebo mutácie počas ontogenetickej fázy rastu mladého jedinca (semenáčika) sú stálejšie, nevratné, pretože zasahujú celého jedinca. HRUBÍK et al. (2004) uvádzajú, že vznik čarovníkov na dospelých jedincoch je pravdepodobne podmienený ich čiastočne zníženou vitalitou. Je to zrejme správny predpoklad, v našom prípade je však nutné dodať, že čarovníky v Tatrách sa vyvíjali na jedincoch s dostatočne veľkou fotosyntetickou plochou, keď až v 85 % boli jedince zakonárené do 3/4 ich výšky, resp. až po zem. Na drevinách s nedostatočnou listovou plochou sa v sledovaných územiach čarovníky nevyvíjali. PASEČNÝ (1999) uvádza, že výskyt a tvorba čarovníkov nie je typická ani pre druh, ani pre oblasť pestovania. Z našich pozorovaní môžeme potvrdiť výskyt čarovníkov v zapojených porastoch v južne orientovaných dolinách Tatier (Kamenistá, Tichá, Kôprová dolina) a v Tatranskom podhorí: Podbanské, Tri studničky, Veľká Pálenica a Pálenica. Z geologického hľadiska sú lokality nálezov tvorené väčšinou silikátovým podloží, s výnimkou lokalít Veľká Pálenica a Pálenica, kde je podložie karbonátové. Výskyt čarovníkov smreka obyčajného v orografickom celku Tatry bol

potvrdený od nadmorskej výšky 910 m až do 1484 m. Podobné výsledky z Tatier (Vysokých a Nízkych) uvádzajú aj HRUBÍK et al. (2004).

Tvar a rýchlosť rastu (prirastanie) čarovníkov v Tatrách bol veľmi variabilný. Išlo väčšinou o tvar nepravidelný, hniezdovitý, elipsovitý, guľovitý, výnimočne previsnutý (čar. č. 2, Kamenistá dolina), alebo kužeľovitý (čar. č. 25, Kôprova dolina). Veľkosť čarovníkov pravdepodobne úzko súvisí s vekom stromov, na ktorých sa vyskytujú (čo vzhľadom na ich umiestnenie na stromoch vo výškach 18 - 24 m nebolo možné presne určiť), a tiež od typu prirastania (malé, stredné resp. veľké prírastky). Jednoznačne však možno potvrdiť, že vitálnejšie boli čarovníky rastúce po obvode koruny s dostatočným osvetlením, ako tie, ktoré rástli bližšie pri kmeňoch stromov. Po obvode korún boli zastúpené aj všetky kategórie veľkostí čarovníkov a všetky typy prirastania jednoročných výhonov.

ZÁVER

Čarovníky vznikajúce v prirodzených ekosystémoch sa vyskytujú náhodne, ojedinele, v rôznych nadmorských výškach, expozíciách a pozíciách na jedincoch určitého druhu. Čarovníky smreka obyčajného (*Picea abies* L. [Karst.]) boli nájdené na siedmich lokalitách v oblasti Tatier v celkovom počte 33 kusov. Najčastejšie sa vyskytovali na južných a juhovýchodných expozíciách, na makroskopicky zdravých, dobre zakonárených jedincoch rastúcich v zapojenom poraste. Výskyt čarovníkov vo vysokohorskom prostredí Tatier bol evidovaný najmä v starších lesných spoločenstvách. Výrazne ich ovplyvňovalo geologické podložie, sociologické postavenie stromov v rámci porastu, ako aj ich konkrétna pozícia na strome.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu KEGA 06TUZ – 4/2017.

LITERATÚRA

- BACIGALOVÁ, K., 2008: Dajú sa čarovníky pohlavne, čiže semenami rozmnožovať? In: *eQuark Portál pre popularizáciu vedy* [online] 2010. [citované 31. 07. 2018]. Dostupné na internete: <http://www.equark.sk/index.php?cl=article&iid=797>.
- HRUBÍK, P., KEREKEŠOVÁ, Z., BARTOŠ, M., 2004: Rozšírenie čarovníkov smrekov (*Picea* L.) a borovic (*Pinus* L.) na vybraných lokalitách Slovenska. Distribution of withces' brooms of Spruce (*Picea* L.) and Pine (*Pinus* L.) in selected areas of the Slovak republic. *Acta horticulturae et regioculturae*. Nitra, 2/2004, 38-41.
- JUHÁSOVÁ, G., 2005: Poškodenie briez parazitickými mikroskopickými hubami. In: *Zahradníctví* [online] 2004. [citované 09. 07. 2018]. Dostupné na internete: <https://zahradaweb.cz/poskodenie-briez-parazitickymi-mikroskopickymi-hubami/>
- KOSTELNÍČEK, M., 2009: Čarovníky v naší zahradě. 2. aktualizované a rozšírené vyd. Praha. Grada Publishing, a. s., 2009, 120s. ISBN 978-80-247-3042-4.
- PASEČNÝ, P., 1999: Jehličnany pro zahrady a skalky. Praha. Grada 120 s. ISBN 80-7169-753-2
- PROCHÁZKA, S., MACHÁČKOVÁ, I., KREKULE, J., ŠEBÁNEK, J., 2003: Fysiologie rostlin. Praha. Academia. 484 s. ISBN 80-200-586-2

Adresa autorov:

doc. Ing. Ivan Lukáčik, CSc., Technická univerzita vo Zvolene, Katedra pestovania lesa, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen; Arborétum Borová hora, Borovianska cesta 66, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, e-mail: lukacik@tuzvo.sk

Ing. Ivana Sarvašová, PhD., Technická univerzita vo Zvolene, Arborétum Borová hora, Borovianska cesta 66, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, e-mail: sarvasova@tuzvo.sk

Ing. Michal Zbončák, Tluská 2238/1, 96001 Zvolen

CHECKPOINTS OF TRANSPORT PROCESSES IN PLANTS FACING ABIOTIC STRESS

KONTROLNÉ BODY TRANSPORTNÝCH PROCESOV V RASTLINÁCH ČELIACICH ABIOTICKÉMU STRESU

ALEXANDER LUX

Lux, A. 2018. Checkpoints of transport processes in plants facing abiotic stress. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 101. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Along the plant body there are several checkpoints to control the transport processes. These checkpoints may have a crucial function in regulation of water transport, movement of various ions, including toxic metals, metalloids, or excessive concentration of even essential elements. Another function of these checkpoints is the control of movement of bacteria and fungi. Checkpoints are known at the root surface starting from the protection of the root apical meristem by the root cap and interface between the rhizodermis/root hairs and the soil. Radial transport processes in the root are regulated by the exodermis and endodermis. The transfer between apoplastic and symplasmic space regulated mostly by these two layers continues by the transfer from the symplasmic space to the apoplastic space in the xylem. Xylem transport along the plant body is regulated by other checkpoints in areas of connection among lateral roots and the main roots, and in connection between the root and the stem. Leaf interconnection with the stem in the area of nodes represents another checkpoint of transport processes. The final and very important checkpoint is sporophyte/gametophyte junction and also the transport of water, solutes and nutrients between the tissues of maternal body and the embryo.

CONCLUSIONS

- The "firewall" system of plant defence in reaction to various abiotic stresses is a complex system, with participation of both symplasmic and apoplastic components
- Reactions of the cell walls and intercellular spaces (apoplasm) especially those in the root peripheral parts (epidermis, cortex) represent in many cases the key stage in defence
- Apoplastic suberin, lignin and other cell wall components occurring in peripheral root parts form barriers preventing uncontrolled transport of ions, water and gasses

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Scientific Grant Agency of Slovak Republic VEGA 1/0605/17 and by the Slovak Research and Development Agency under the projects APVV-15-0156 and APVV-17-0164.

Authors' address

prof. RNDr. Alexander Lux, CSc., Department of Plant Physiology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, e-mail: alexander.lux@uniba.sk

ZMENA BIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ PŮDY INTRODUKCIOU VEGETÁCIE V ARBORÉTE MLYŇANY

CHANGES OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOIL BY INTRODUCTION OF VEGETATION IN ARBORÉTUM MLYŇANY

JANA MAKOVÁ – NORA POLLÁKOVÁ – JURAJ MEDO – NIKOLA HRICÁKOVÁ – RENATA CINKOCKI –
SOŇA JAVOREKOVÁ

MAKOVÁ, J. – POLLÁKOVÁ, N. – MEDO, J. – HRICÁKOVÁ, N. – CINKOCKI, R. – JAVOREKOVÁ, S. 2018. Zmena biologických vlastností pôdy introdukciou vegetácie v Arboréte Mlyňany. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 102-109. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

The aim of this study was to compare the selected biological properties of the soil from the original oak-hornbeam forest in Ambrozy Park in Arboretum Mlyňany with the other introduced vegetation. The work was carried out on six localities: oak-hornbeam forest (control), *Taxus baccata*, *Thuja plicata*, *Thuja occidentalis* 'Malonyana', *Picea orientalis*, and meadow. In the soil we measured these parameters: soil microbial biomass carbon (C_{mic}), ratio of soil microbial biomass carbon to soil organic carbon (C_{mic}/C_{ox}), dehydrogenase activity (DHA), and the microbial diversity by next generation sequencing (Illumina). It was found that the introduction of vegetation influenced all measured parameters. Under all coniferous trees except *Thuja plicata*, we found a higher content of microbial biomass than under the oak-hornbeam forest. Content of C_{mic}/C_{ox} was higher only under *Taxus baccata*, and dehydrogenase activity was higher on the all localities except *Picea orientalis* compared to control locality. The diversity of bacteria under *Picea orientalis* was the most different compared to the oak-hornbeam forest. The greatest differences were in the genus *Thermomonospora*, *Roseomonas*, *Acidipila*, *Azospirillum* and *Heliobacillus*.

Key words: soil microbial biomass carbon, dehydrogenase activity, microbial diversity

ÚVOD

Pôdne mikroorganizmy sú dôležitou súčasťou suchozemských ekosystémov, pretože zohrávajú centrálnu úlohu pri rozklade organických látok a v cykle živín (BING-CHENG a DONG-XIA, 2012). Zmeny v zložení vegetácie introdukciou nových druhov vedú aj ku modifikácii pôdných vlastností, vrátane biologických. Trávne ekosystémy a rôzne druhy stromov ovplyvňujú vlastnosti pôdnej organickej hmoty, modifikujú pôdnu reakciu, dostupnosť živín a následne aj biologické vlastnosti pôdy. Lesný opad a koreňové exsudáty dodávajú organickú hmotu obsahujúcu rôzne zložky ako rozpustné sacharidy, organické kyseliny, aminokyseliny a škrob. Vo všeobecnosti, ihličnaté lesy majú na pôdu okysľujúcejšie účinky ako listnaté alebo zmiešané lesy.

Biologické indikátory ako pôdna mikrobiálna biomasa a enzymatická aktivita môžu byť introdukciou vegetácie ovplyvnené viacerými spôsobmi. Existuje však menej informácií o zložitosti vzťahov medzi druhmi vegetácie, mikrobiálnou biomasou, aktivitou enzýmov a diverzitou mikrobiálnej populácie. Pôdy s väčšou mikrobiálnou diverzitou a biochemickou aktivitou sú charakterizované vyššou odolnosťou voči zmenám v životnom prostredí (ALLISON a MARTINY, 2008).

Cieľom tejto štúdie bolo porovnať vybrané biologické vlastnosti pôdy z pôvodného dubovo-hrabového lesa v Ambrózyho parku v Arboréte Mlyňany, s pôdou s introdukovanou vegetáciou.

MATERIÁL A METÓDY

Arborétum Mlyňany (48°19's.š, 18°21'v.d.) leží na západnom Slovensku v údolí rieky Žitavy, v nadmorskej výške 165-217 m n. m, pri obciach Tesárske Mlyňany a Vieska nad Žitavou (HOŤKA a BARTA, 2012). Územie patrí k najteplejším a najsuchším oblastiam Slovenska s priemernou teplotou 9,8 °C (1971-2012) a priemerným úhrnom zrážok 575,39 mm (1971-2012). Oblasť je charakteristická dlhotrvajúcim suchým obdobím na vrchole leta, niekedy takmer bez zrážok (POLLÁKOVÁ a KONÔPKOVÁ, 2012). Z pôdných subtypov sú tu najviac zastúpené luvizeme (podzolové, pseudoglejové), hnedozeme (luvizemné pseudoglejové, kultizemné pseudoglejové) a černozeme (hnedozemné) (POLLÁKOVÁ et al., 2016).

Vplyv introdukcie vegetácie na pôdne charakteristiky sme sledovali na šiestich lokalitách v pôvodnom Ambrózyho parku založenom v roku 1892. Vzorky z humusového A horizontu sme odoberali z lokalít:

1. pod pôvodným dubovo-hrabovým lesom (lokalita slúžila ako kontrola) (0,00-0,15 m),
2. pod 80 ročnými tismi obyčajnými (*Taxus baccata*) (0,00-0,20 m),
3. pod 100 ročnými tujami riasnatými (*Thuja plicata*) (0,00-0,15 m),
4. pod 70 ročnými tujami západnými 'Malonyana' (*Thuja occidentalis* 'Malonyana') (0,00-0,20 m),
5. pod 110 ročnými smrekmi východnými (*Picea orientalis*) (0,00-0,20 m),
6. pod 100 ročnou lúkou (0,00-0,25 m).

Na základnú charakteristiku pôdy jednotlivých lokalít sme stanovili nasledovné chemické parametre, ktorých výsledky uvádzame v tabuľke 1:

- obsah organického uhlíka (C_{ox}) oxidimetricky metódou Ťurina (ORLOV a GRIŠINA, 1981),
- pH merané potenciometricky ako pH/KCl (1:2,5).

Tab. 1 Chemické parametre pôdy v sledovaných lokalitách (priemer±smerodajná odchýlka)

Lokalita	C_{ox} [g.kg ⁻¹]	pH/KCl
dubovo-hrabový les	22,15±2,47	4,21±0,23
Tisy obyčajné	22,48±2,14	3,98±0,36
Tuje riasnaté	35,54±3,04	4,31±0,29
Tuje západné 'Malonyana'	36,57±5,56	7,07±0,21
Smrekky východné	29,00±4,02	3,47±0,09
lúka	14,86±1,60	5,80±0,40

Z biologických parametrov sme sledovali:

- uhlík pôdnej mikrobiálnej biomasy (C_{mic}) fumigačnou-extrakčnou metódou podľa VANCE et al. (1987a),
- dehydrogenázovú aktivitu (DHA) metódou redukcie TTC (2,3,5 trifenylnitrazólium chlorid) podľa CASIDU et al., (1964),
- mikrobiálny kvocient (C_{mic}/C_{ox}), ktorý sme vypočítali ako percentuálny podiel uhlíka mikrobiálnej biomasy a organického uhlíka,
- genetickú diverzitu izoláciou DNA pomocou extrakčnej súpravy MOBIO PowerSoil DNA. Na amplifikáciu časti V4-V5 16S rRNA génu sme použili všeobecné bakteriálne priméry

341F a 806R (CAPORASO et al., 2011). PCR reakcia prebiehala v termocykléri Surecyclor 8800. PCR produkty boli purifikované s použitím purifikačného kitu (Jena Bioscience) a pomocou fluorimetrického merania kvantifikované v prístroji Qubit. Následne boli PCR produkty nariadené na rovnakú koncentráciu, zmiešané a podrobené PCR s inou kombináciou indexových primérov (Illumina XT index kit). Indexované produkty boli znovu kvantifikované, prečistené, nariadené a nanosené na cartridge do prístroja Illumina MiSeq.

Výsledky mikrobiálnej biomasy, mikrobiálneho kvocientu a dehydrogenázovej aktivity sme štatisticky hodnotili analýzou variance (ANOVA) na hladine významnosti $P < 0,01$ v programe Statgraphics XV a na testovanie štatisticky preukazných rozdielov priemerov sme použili Tukeyov HSD test. Na porovnanie rozdielnosti lokalít, pomocou všetkých analyzovaných chemických a biologických parametrov, sme použili analýzu hlavných komponentov (PCA), ktorú sme vypočítali v programe MVSP 3.13r (Multi-Variate Statistical Package 3.13r, Kovach Computing Services). Dáta zo sekvenátora sme spracovali v programe SEED 2 (VETROVSKY et al., 2018) a v štatistickom balíku R sme zhotovili teplotnú mapu s použitím knižnice AnnHeatmap (ZHAO et al., 2014).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Druh vegetácie ovplyvňuje pôdnu mikrobiálnu biomasu a jej aktivitu tým, že určuje množstvo a kvalitu vstupov organickej hmoty (YANG et al., 2010). Z toho dôvodu zmeny v zložení rastlinného spoločenstva môžu ovplyvniť dynamiku pôdnej organickej hmoty zmenami množstva a chemického zloženia zvyškov rastlín vrátených do pôdy, čo následne ovplyvňuje veľkosť a aktivitu pôdnej mikrobiálnej biomasy (KASEL a BENNETT, 2007). Vo všeobecnosti sa tento parameter používa na hodnotenie kvality pôdy rôznych typov vegetácie (MAKOVÁ et al., 2011),

V pôde dubovo-hrabového lesa slúžiaceho ako kontrola sme stanovili množstvo biomasy mikroorganizmov v hodnote $377,84 \mu\text{g C.g}^{-1}$. Hypotéza uvádzajúca, že listnaté dreviny môžu priaznivejšie ovplyvňovať mikrobiálnu biomasu a jej aktivitu v porovnaní s ihličnatými drevinami z dôvodu vyššieho obsahu vo vode rozpustných sacharidov, organických kyselín a aminokyselín v koreňových exsudátoch a opade, sa v našom prípade nepotvrdila. Pod dubovo-hrabovým lesom sme v porovnaní s ostatnými ihličnanmi, okrem smrekov východných, zaznamenali preukazne vyšší obsah mikrobiálnej biomasy. Nárast predstavoval hodnotu v rozsahu od 62 (tuje riasnaté) až do 93 % (tuje západné 'Malonyana'). Štatisticky rovnocennú hodnotu C_{mic} s pôdou dubovo-hrabového lesa sme stanovili pod lúkou ($356,87 \mu\text{g C.g}^{-1}$) a pod smrekmi východnými ($309,41 \mu\text{g C.g}^{-1}$).

Z hodnôt biomasy mikroorganizmov a organického uhlíka vypočítaný mikrobiálny kvocient (C_{mic}/C_{ox}) je široko využívaný ako indikátor zmien pôdnej organickej hmoty v dôsledku meniacich sa pôdnych podmienok (SPARLING, 1992). YANG et al. (2010) interpretujú C_{mic}/C_{ox} ako množstvo dostupného substrátu a časť organického uhlíka imobilizovaného v mikrobiálnych bunkách. Na lokalitách sme stanovili C_{mic}/C_{ox} v rozsahu od 1,08 do 2,92 %. Hodnoty sa zhodujú s údajmi uvádzanými autormi VANCE et al., (1987b) pre lesy mierneho pásma (1,8-2,9 %). Introdukcia vegetácie preukazne zvýšila hodnotu C_{mic}/C_{ox} iba pri tisochoch obyčajných. Ostatné lokality boli štatisticky zhodné s porovnávacou lokalitou.

WOLIŃSKA a STĘPNIEWSKA (2012), VERES et al. (2013) poukazujú na to, že „senzorom“ rozkladu pôdnej organickej hmoty je enzýmová aktivita. Dehydrogenázy sú enzýmy, ktoré sú prítomné iba v žijúcich bunkách mikróbov a ich aktivita sa považuje za indikátora mikrobiálnych oxidačných aktivít v pôde (LASOTA, 2006). Mnoho špecifických dehydrogenáz

prenáša vodík, buď na NAD^+ alebo NADP^+ (SUBHANI et al., 2001). Cez tieto koenzýmy sú atómy vodíka spojené s redukčnými biosyntetickými procesmi. Z toho dôvodu celková dehydrogenázová aktivita závisí od aktivity rôznych dehydrogenáz ako enzýmov respiračného metabolizmu, citrátového cyklu a N-metabolizmu. Dehydrogenázová aktivita bola na všetkých sledovaných lokalitách preukazne vyššia ako v pôde pod dubovo-hrabovým lesom, s výnimkou pôdy pod smrekmi východnými. Pokles DHA pod smrekmi až o 84 % môže súvisieť so znížením pH až na hodnotu 3,47. Aj keď je dehydrogenázová aktivita výrazne spojená s rozkladom organickej hmoty, z našich sledovaní vyplýva, že množstvo pôdneho organického uhlíka na lúke (tab. 1) bolo pre obsah dehydrogenázovej aktivity menej dôležité. Nižší obsah C_{ox} pod porastom lúky ($14,86 \text{ g.kg}^{-1}$) neznížil hodnotu dehydrogenázovej aktivity, naopak táto bola na lúke najvyššia zo všetkých sledovaných lokalít ($19,43 \mu\text{g TPF.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$). Toto naznačuje priaznivý vplyv hustého lúčneho porastu, schopného zadržiavať vyššie množstvo vody, na kvalitu substrátu a tým aj následné rozkladné aktivity mikroorganizmov. Podobné výsledky dokumentuje práca WALLENIIUS et al. (2011) porovnávajúca enzýmovú aktivitu medzi lúkou a poľom.

Biologické vlastnosti pôdy úzko súvisia s chemickými parametrami, z toho dôvodu sme do celkového hodnotenia zahrnuli všetky nami sledované chemické (C_{ox} , pH) a biologické (C_{mic} , $\text{C}_{\text{mic}}/\text{C}_{\text{ox}}$ a DHA) parametre. Zistili sme, že analýza hlavných komponentov vysvetľuje 99,67 % (pre PC1) a 0,17 % (pre PC2) celkovej variability. Z rozptylu hodnôt na PC1 (obr. 1) je zrejmé, že pôda dubovo-hrabového lesa je odlišná od pôdy pod tujami riasnatými, tismi obyčajnými a smrekmi východnými a z rozptylu hodnôt na PC2 nie je viditeľná významná odlišnosť pôdy dubovo-hrabového lesa od ostatných lokalít.

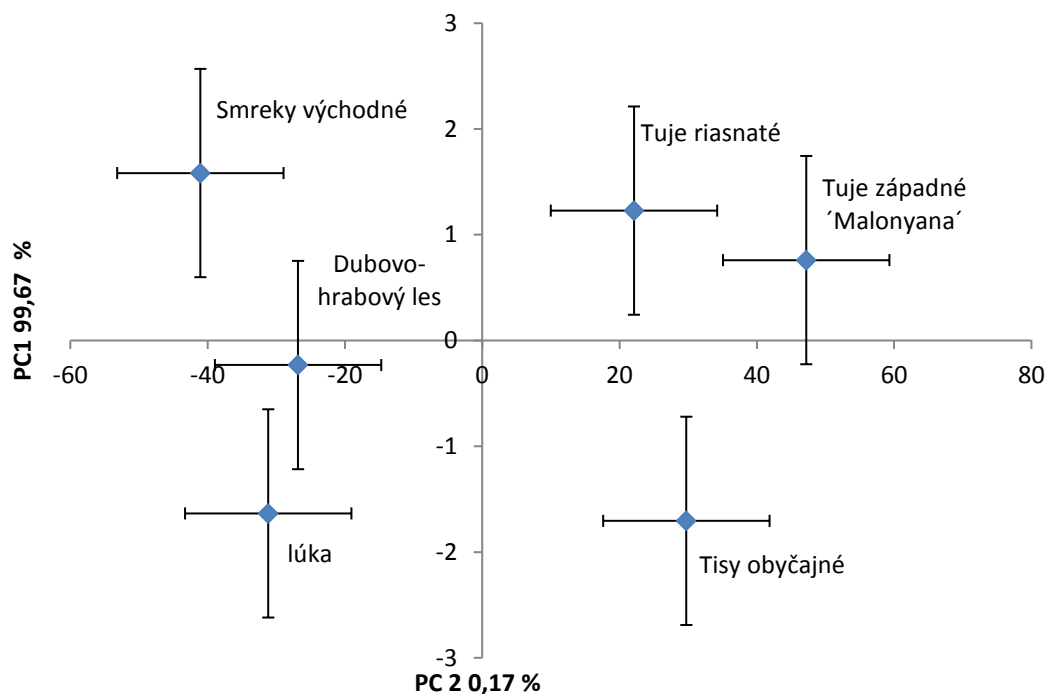
Čo sa týka diverzity mikroorganizmov, v pôde lesných ekosystémov sa najčastejšie vyskytujú baktérie patriace k piatim kmeňom *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Bacteroidetes* a *Firmicutes*. LIADÓ et al. (2017) uvádzajú, že zloženie bakteriálnej komunity v pôde je najvýznamnejšie ovplyvnené okrem pH, obsahu organických látok, dostupnosti živín, klimatických podmienok aj vegetáciou. Výsledky sekvenovania našich vzoriek sme vyhodnotili zhotovením klastrovanej teplotnej mapy (obr. 2), ktorá poukazuje na štruktúru hierarchických klastrov v dátovej matici súčasne v riadkoch aj v stĺpcoch a môžeme ňou sledovať percentuálne zastúpenie 40 najčastejšie sa vyskytujúcich baktérií na úrovni rodu. Každá hodnota je vyjadrená škálovým zafarbením, pričom podobné riadky aj stĺpce sa nachádzajú v tesnej blízkosti. Z obrázku je zrejmé, že diverzita baktérií pod smrekmi východnými je najviac odlišná v porovnaní s rodmi baktérií pod dubovo-hrabovým lesom. Najväčšie rozdiely môžeme vidieť pri rodoch *Thermomonospora*, *Roseomonas*, *Acidipila*, *Azospirillum* a *Heliobacillus*, kde výskyt týchto rodov vôbec nebol zaznamenaný na lokalitách dubovo-hrabového lesa, lúky a na ostatných bol len minimálny. Pomerne vysoké zastúpenie (1,2 až 1,6 %) vo vzorkách pod smrekmi východnými mali oproti kontrolnej skupine aj rody *Actinocorallia*, *Spirillospora*, *Acidisphaera*, *Acidicapsa*, *Polycladomyces*, *Streptoalloteichus* a *Gp 13*.

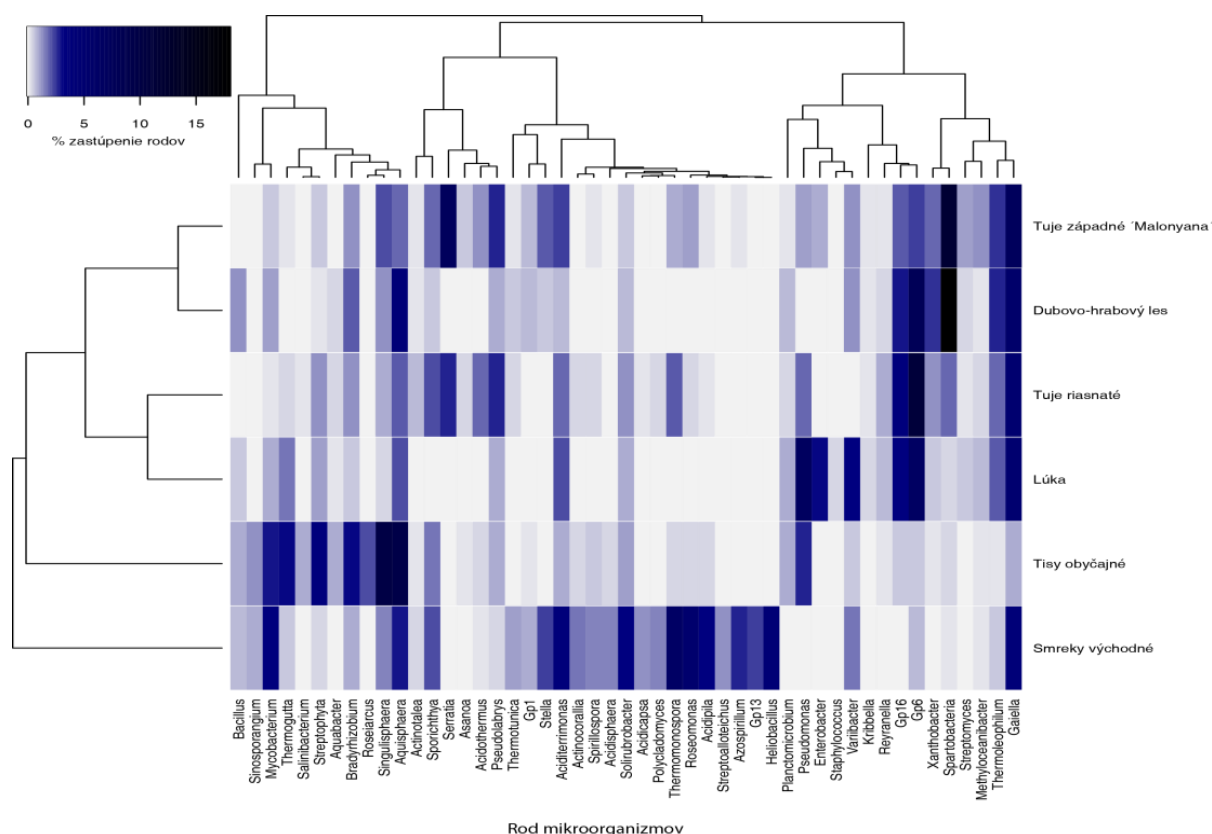
Výrazný rozdiel v zastúpení baktérií rodu *Variibacter*, *Enterobacter* a *Pseudomonas* bol pozorovaný aj medzi lúkou a dubovo-hrabovým lesom, pričom tieto rody mali na lúke percentuálne najvyššie zastúpenie (3,2 - 6,8 %). Podobná štúdia zameraná na mikrobiálnu diverzitu lúk bola uskutočnená WOLINSKOU et al. (2017), kde bola prevaha rovnakých tried do akých sa zaraďujú aj nami zistené rody (*Alphaproteobacteria* a *Gammaproteobacteria*). Pri ostatných drevinách sme rozdiely v diverzite baktérií v porovnaní s dubovo-hrabovým lesom zistili pri tisochoch obyčajných, v ktorých dominovali baktérie rodov *Pseudomonas*, *Streptophyta* a *Thermogutta*.

Tab. 2 Biologické parametre pôdy v sledovaných lokalitách (priemer $\pm$ smerodajná odchýlka)

Lokalita	C _{mic} [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$]	C _{mic} /C _{ox} [%]	DHA [$\mu\text{g TPF}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$]
dubovo-hrbový les	377,84 $\pm$ 48,45 ^a	1,72 $\pm$ 0,31 ^{ab}	2,82 $\pm$ 0,34 ^b
Tisy obyčajné	649,14 $\pm$ 45,95 ^{bc}	2,92 $\pm$ 0,47 ^c	6,99 $\pm$ 0,54 ^c
Tuje riasnaté	612,12 $\pm$ 65,36 ^b	1,73 $\pm$ 0,19 ^{ab}	10,06 $\pm$ 0,55 ^d
Tuje západné 'Malonyana'	732,29 $\pm$ 30,03 ^c	2,03 $\pm$ 0,27 ^b	19,04 $\pm$ 0,31 ^e
Smreký východné	309,41 $\pm$ 27,41 ^a	1,08 $\pm$ 0,09 ^a	0,46 $\pm$ 0,01 ^a
lúka	356,87 $\pm$ 10,78 ^a	2,42 $\pm$ 0,25 ^{bc}	19,43 $\pm$ 0,29 ^e

C_{mic} – uhlík pôdnej mikrobiálnej biomasy, C_{mic}/C_{ox} – mikrobiálny kvocient, DHA – dehydrogenázová aktivita. Rozdielne písmená uvádzajú štatisticky preukazné rozdiely na hladine významnosti $P < 0,01$, (n=18).

**Obr. 1** Analýza hlavných komponentov (PCA) zobrazujúca rozdiely medzi sledovanými lokalitami



Obr. 2 Teplotná mapa zobrazujúca zastúpenie baktérií na úrovni rodu na sledovaných lokalitách

ZÁVER

Štúdia potvrdila, že biologické vlastnosti pôdy boli ovplyvnené introdukciou vegetácie, avšak v nerovnakej miere. Pod všetkými ihličnatými stromami s výnimkou *Thuja plicata* sme zistili vyšší obsah mikrobiálnej biomasy ako pod dubovo-hrabovým lesom (kontrola). Obsah C_{mic}/C_{ox} bol vyšší iba pod *Taxus baccata* a dehydrogenázová aktivita bola vyššia na všetkých lokalitách okrem *Picea orientalis* v porovnaní s kontrolnou lokalitou. Diverzita baktérií pod *Picea orientalis* bola najviac odlišná v porovnaní s dubovo-hrabovým lesom. Najväčšie rozdiely boli v rodoch *Thermomonospora*, *Roseomonas*, *Acidipila*, *Azospirillum* a *Helicobacillus*. V ďalšej štúdii bude potrebné venovať pozornosť vzťahu biologických vlastností k ďalším chemickým vlastnostiam, ktoré introdukcia vegetácie výrazne ovplyvňuje.

POĎAKOVANIE

Autori vyjadrujú poďakovanie za finančnú podporu grantovej agentúry KEGA (projekt 014 SPU - 4/2017) a VEGA (projekt 1/0305/17).

LITERATÚRA

- ALLISON, S.D., MARTINY, J.B.H. 2008. Resistance, resilience, and redundancy in microbial communities. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105 (Supplement 1), 2008, s. 11512-11519.
- BING-CHENG, Y., DONG-XIA, Y. 2012. Soil microbial and enzymatic activities across a chronosequence of chinese pine plantation development on the loess plateau of China. In: Pedosphere, roč. 22, č. 1, 2012, s. 1-12.

- CAPORASO, J.G., LAUBER, CH.L., WALTERS, W.A., BERG-LYONS, D., LOZUPONE, C.A., TURNBAUGH, P.J., FIERER, N., KNIGHT, R. 2011. Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108 (Supplement 1), 2011, s. 4516-4522.
- CASIDA, L.E., KLEIN, D.A., SANTORO, T. 1964. Soil dehydrogenase activity. In: Soil Science, roč. 98, 1964, s. 371-376.
- HOŤKA, P., BARTA, M. 2012. Dreviny Arboréte Mlyňany SAV. Bratislava: Veda, 2012, 132 s. ISBN 978-80-224-1252-0.
- KASEL, S., BENNETT, L.T. 2007. Land-use history, forest conversion, and soil organic carbon in pine plantations and native forests of south eastern Australia. In: Geoderma, roč. 137, č. 3-4, 2007, s. 401-413.
- LASOTA, J. 2006. Enzymatic activity of soils in forest sites of the western beskid mountains. In: Polish Journal of Soils Science, roč. 39, 2006, s. 43-53.
- LIADÓ, S., LÓPEZ-MONDÉJAR, R., BALDRIAN, P. 2017. Forest soil bacteria: diversity, involvement in ecosystem processes, and response to global change. In: Microbiology and Molecular Biology Reviews, roč. 81, č. 2, 2017, DOI: 10.1128/MMBR.00063-16
- MAKOVÁ, J. - JAVOREKOVÁ, S. - MEDO, J. - MAJERČÍKOVÁ, K. 2011. Characteristics of microbial biomass carbon and respiration activities in arable soil and pasture grassland soil. In: Journal of Central European Agriculture, roč. 12, č. 4, 2011, s. 745-758.
- ORLOV, D.S., GRIŠINA, L.A. 1981. Praktikum po chimiji gumusa. Moskva: Izdatel'stvo Moskovskovo universiteta, 1981. 124 s.
- POLLÁKOVÁ, N., ŠIMANSKÝ, V., KONÔPKOVÁ, J. 2016. Pôdne subtypy v Arboréte Mlyňany In: Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2016. „Dreviny v meniacom sa prostredí“. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, 2016, s. 208. ISBN 978-80-89408-26-9.
- POLLÁKOVÁ, N., KONÔPKOVÁ, J. 2012. Vlastnosti pôdy pod vybranými domácimi a introdukovanými druhmi drevín v Arboréte Mlyňany. Nitra: SPU, 2012, 88 s. ISBN 978-80-552-0831-2.
- SPARLING, G.P. 1992. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic mater. In: Australian Journal of Soil Resesearch, roč. 30, no. 2, 1992, s. 195-207.
- SUBHANI, A., CHANGYONG, H., ZHENGMAO, Y., MIN, L., EL-GHAMRY, A. 2001. Impact of soil environment and agronomic practices on microbial/dehydrogenase activity in soil. A review. In: Pakistan Journal of Biological Sciences, roč. 4, 2001, s. 333-338.
- VANCE, E.D., BROOKES, P.C., JENKINSON, D.S. 1987a. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. In: Soil Biology and Biochemistry, roč. 19, 1987, s. 703-707.
- VANCE, E.D., BROOKES, P.C., JENKINSON, D.S. 1987b. Microbial biomass measurements in forest soil: the use of the chloroform fumigation-incubation method in strongly acid soils. In: Soil Biology and Biochemistry, roč. 19, 1987, s. 697-702.
- VERES, Z., KOTROCZÓ, Z., MAGYAROS, K., TÓTH, J.A., TÓTHMÉRÉSZ, B. 2013. Dehydrogenase activity in a litter manipulation experiment in temperate forest soil. In: Acta Silv. Lign. Hung., roč. 9, 2013, s. 25-33.
- VETROVSKY, T., BALDRIAN, P., MORAIS, D. 2018. SEED 2: a user-friendly platform for amplicon high-throughput sequencing data analyses. In: Bioinformatics, roč. 34, č. 13, 2018, s. 2292-2294.
- WALLINIUS, K., RITA, H., MIKKONEN, A., LAPPI, K., LINDSTRÖM K., HARTIKAINEN, H., RAATELAND, A., NIEMI, R.M. 2011. Effects of land use on the level, variation and spatial structure of soil enzyme activities and bacterial communities. In: Soil Biology and Biochemistry, roč. 43, č.7, 2011, s. 1464-1473.
- WOLIŃSKA, A., KUŹNIAR, A., ZIELENKIEWICZ, U., BANACH, A., IZAK, D., STĘPNIEWSKA, Z., BŁASZCZYK, M. (2017). Metagenomic Analysis of Some Potential Nitrogen-Fixing Bacteria in Arable Soils at Different Formation Processes. In: Microbial Ecology, roč. 73, č. 1, 2017, s. 162–176.
- WOLIŃSKA, A., STĘPNIEWSKA, Z. 2012. Dehydrogenase activity in the soil environment. In: CANUTO, R.A. Dehydrogenases. Intech, 2012, 354 s., ISBN 978-953-307-019-3.
- YANG, K., ZHU, J., ZHANG, M., YAN, Q., SUN, O.J. 2010. Soil microbial biomass carbon and nitrogen in forest ecosystems of Northeast China: a comparison between natural secondary forest and larch plantation. In: Journal of Plant Ecology, roč. 3, č. 3, 2010, s. 175-182.
- ZHAO, S., GUO, Y., SHENG, Q., SHYR, Y. 2014. Advanced Heat Map and Clustering Analysis Using Heatmap3, In: BioMed Research International, roč. 2014, Article ID 986048, 2014, 6 s.

Adresy autorov

doc. Ing. Jana Maková, PhD. - Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra mikrobiológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra; 037/6414434; jana.makova@uniag.sk

doc. Ing. Nora Polláková, PhD. - Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra pedológie a geológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra; 037/6414389; nora.pollakova@uniag.sk

Ing. Juraj Medo, PhD. - Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra mikrobiológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra; 037/6415810; juraj.medo@uniag.sk

Ing. Nikola Hricáková - Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra mikrobiológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra; 037/6415814; nika.hricakova@gmail.com

Ing. Renata Cinkocki - Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra mikrobiológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra; 037/6415814; xcinkocki@is.uniag.sk;

prof. Ing. Soňa Javoreková, PhD. - Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra mikrobiológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra; 037/6414431; sona.javorekova@uniag.sk

EFFECT OF MICROORGANISMS FROM THE RHIZOSPHERE OF *BLACK LOCUST* ON SEED GERMINATION AND SEEDLING GROWTH

NATALIYA MELNYKOVA – SERGII KOTS

MELNYKOVA, N. - KOTS, S. 2018. Effect Of Microorganisms From The Rhizosphere Of *Black Locust* On Seed Germination And Seedling Growth. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 110-114. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

From the beginning of seed germination, plants influence the structure and activity of soil microbial communities. At the same time, microbes affect the development of plants. A number of mechanisms is used by rhizospheric microorganisms to affect plant growth. These mechanisms include the production of biologically active substances, improving the uptake of mineral nutrients, controlling phytopathogenic microorganisms, etc. In this study, some bacteria were isolated from the root zone of black locust. Bacterial growth parameters as well as microbial effect on black locust seed germination and seedling growth were estimated. All isolates were fast-growing bacteria. They were able to grow on both yeast extract mannitol and pea media. Two bacterial isolates RP5 and RPU18 cultivated under shaking conditions was found to have a stimulatory effect on black locust seed germination and one of them (isolate RP5) improved seedling growth. Seed treatment with bacterial culture RP5 grown under stationary conditions led to the inhibition of seed germination and decrease of black locust seedling weight.

Key words: black locust, soil microorganisms, bacterial growth, seed germination, seedlings growth parameters

INTRODUCTION

Soil microorganisms are shown to play a very important role in plant growth due to primarily their ability to produce biologically active substances, such as phytohormones (SOKOLOVA et al., 2011) and improve nutrients uptake by plants (FRANCHE et al., 2009; NASSAL et al., 2018). *One of the major plant growth promoting characteristics of rhizobacteria is their ability to convert atmospheric nitrogen into compounds that can be used for plant growth* (AHMAD et al., 2008). Microorganisms are also involved in the decomposition of plant litter (HOBARA et al., 2014) as well as in transformation of biologically active compounds (WANG et al., 2013) and pollutants (AGRAWAL & DIXIT, 2015). There are many reports regarding rhizospheric microorganisms and their properties as well as the effect of rhizobacteria on the development of herbaceous plants, especially ones used in agriculture. Little is known, however, about the bacteria inhabiting the root surface of tree, in particular black locust. Microorganisms in the root zone of woody plants like other soil microbes not only can play an important role in plant growth, but they can also contribute a lot to maintaining the balance in ecosystems.

Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) is an invasive leguminous tree species in many parts of Europe. It is a fast growing and drought tolerant plant (MANTOVANI et al., 2014) that forms the nitrogen-fixing root nodule symbiosis with rhizobia (MOSHKI & LAMERSDORF, 2011) and can grow in poor soils (VÍTKOVÁ et al., 2015). These features, along with many others, allow black locust trees to occupy wide areas outside its native range displacing indigenous plant species. At the same time black locust is considered as a tree species that has

economic and ecological importance. This leguminous plant can be used for biomass production, for bioenergy, in land reclamation (BARRETT et al., 1990).

The aim of this study was to isolate bacteria from the root zone of black locust and estimate both their growth parameters and their effect on black locust seed germination and seedlings development.

MATERIAL AND METHODS

Bacteria were isolated from the soil near the root of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) growing in Kyiv (Ukraine). Yeast extract mannitol liquid medium as well as both yeast extract mannitol agar and pea agar were used to estimate bacterial growth. 250 ml Erlenmeyer flasks containing 50 ml yeast extract mannitol broth were inoculated with 3 ml bacterial suspension and incubated at 28 °C for 72 hours with shaking (200 rpm) and for 8 days in thermostat (stationary conditions). Measuring the optical density of cultures at 600 nm (OD600) with Smart Spec Plus spectrophotometer (Bio-Rad Laboratories, USA) was used to assess the growth rate of bacteria in liquid culture.

Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) seeds were placed in concentrated sulfuric acid for 1 hour. After the acid has been removed the seeds were washed thoroughly with sterile tap water (Roberts and Carpenter, 1983) and placed in 15 % hydrogen peroxide for 7 min followed by washing in sterile water. Seeds were treated with bacterial cultures (5 ml per 100 seeds) for 1 hour and were allowed to germinate at $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ in sterilized Petri dishes on filter paper moistened with sterile water. Uninoculated medium was used as a control. Germination percentage, seedling length and seedling weight were measured after 7 days of germination in the dark.

RESULTS AND DISCUSSION

Twenty-five bacterial isolates were obtained from the root zone soil of black locust. Three of them (RP5, RPU5 and RPU18) were selected during initial screening because of their colony growth pattern on agar plates similar to that of bacillus colonies. It has been shown that bacteria of the genus *Bacillus* can produce a large number of biologically active compounds affecting plant growth (ARAUJO et al., 2005).

Our experiments indicated that bacterial population RPU18 reached the late exponential growth phase after 24 hours of incubation in yeast extract mannitol liquid medium under shaking (Figure 1) whereas microbial cultures RPU5 and RP5 entered the same phase after 48 hours of incubation. Thus, all isolates can be classified as fast growing bacteria. At the same time the growth activity of bacterium RPU5 was low enough as compared to other isolates. The tested microorganisms continued to increase in numbers in yeast extract mannitol broth for the next seven days under stationary growth conditions (Figure 2).

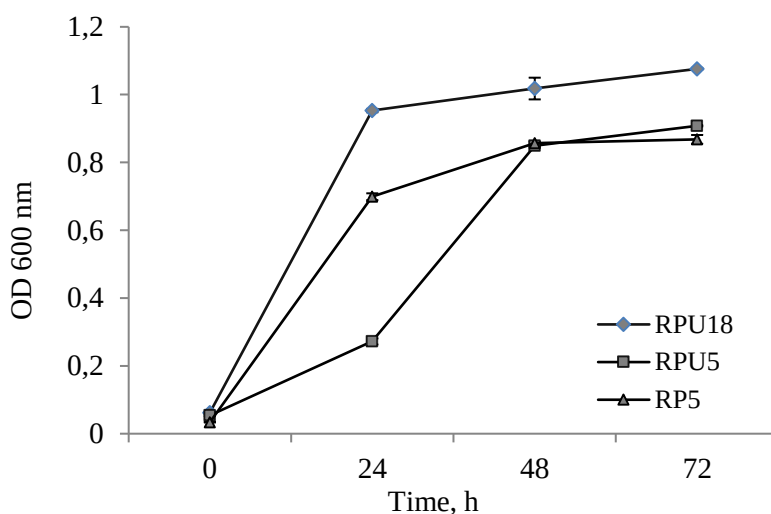


Fig.1. Growth of the bacterial isolates from the roots of black locust in the yeast extract mannitol broth under shaking conditions. Values represent the means of at least six replicates with the standard error

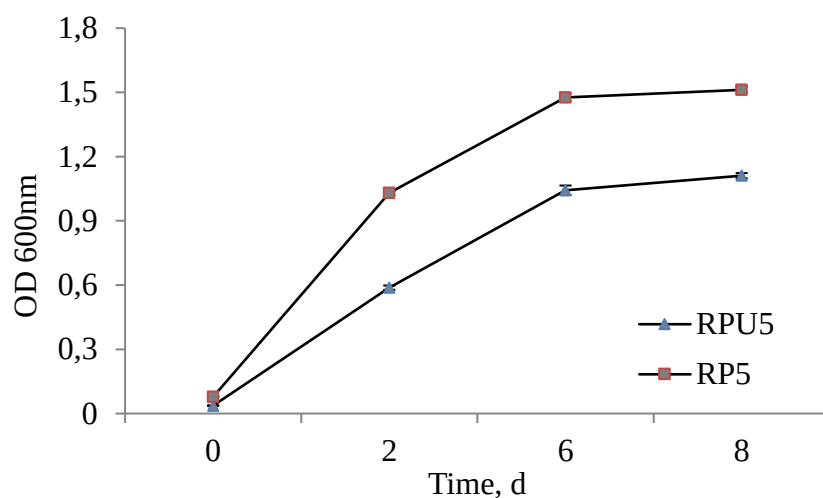


Fig. 2. Growth of the bacterial isolates from the roots of black locust in the yeast extract mannitol broth under stationary conditions. Values represent the means of at least six replicates with the standard error

All the bacteria used in the experiments can also grow on both yeast extract mannitol and pea solid media.

Some rhizobacteria were shown to affect the growth of black locust seedlings in a positive way (HAJNAL-JAFARI et al., 2014). In our study two bacterial isolates RPU18 and RP5 obtained from the rhizosphere of black locust improved black locust seed germination when microorganisms were cultivated under shaking conditions (Table 1).

The inoculation of black locust seeds with bacteria RP5 has also led to increase of seedling fresh weight. On the contrary, bacterial isolate RP5 cultivated under stationary conditions inhibited seed germination and seedling growth (Table 2).

Tab. 1 The effect of bacterial isolates cultivated under shaking conditions on black locust seed germination and seedling growth parameters

Treatments	Seedling length, cm	Seedling fresh weight, mg	Germination, %	Seedling dry weight, mg
Control	2,56 ± 0,11	34,95 ± 1,18	92,6 ± 0,7	3,22 ± 0,06
RPU18	2,72 ± 0,15	37,10 ± 1,93	98,2 ± 1,8*	3,44 ± 0,16
RPU5	2,67 ± 0,12	37,48 ± 1,47	95,2 ± 2,6	3,11 ± 0,16
RP5	2,75 ± 0,10	38,77 ± 1,56*	99,0 ± 0,5*	3,02 ± 0,10

Values represent the mean of three replicates (24 plants in each) with the standard error. * – significant difference between control and inoculation treatments as determined by Student's test ($p = 0,05$)

Tab. 2 The effect of bacterial isolates cultivated under stationary conditions on black locust seed germination and seedling growth parameters

Treatments	Seedling length, cm	Seedling fresh weight, mg	Germination, %	Seedling dry weight, mg
Control	6,15 ± 0,51	68,7 ± 4,2	91,7 ± 4,2	5,14 ± 0,08
RPU5	6,91 ± 0,44	68,4 ± 4,3	95,8 ± 4,2	5,28 ± 0,49
RP5	6,21 ± 0,46	56,9 ± 3,2*	89,2 ± 6,7	4,72 ± 0,09*

Values represent the mean of three replicates (24 plants in each) with the standard error. * – significant difference between control and inoculation treatments as determined by Student's test ($p = 0,05$)

That may be due to the changes in microbial metabolism and synthesis of secondary metabolites by microorganisms growing under different oxygen conditions (SOMERVILLE & PROCTOR, 2013).

CONCLUSIONS

The results from this study suggest that bacteria from the rhizosphere of black locust can play an important role in controlling the development of black locust at the earliest stages of its life cycle that is, at the onset of germination. The way in which bacteria can influence on black locust depends on environmental conditions affecting bacterial growth. In our experiments, bacterial isolates RPU18 and RP5, which were grown in shaking conditions (with aeration), had a positive effect on black locust seed germination and seedling growth whereas the cultivation of bacteria RP5 under stationary conditions (without aeration) led to inhibition of seed germination. The findings indicate the need for further study of black locust bacteria to evaluate their application potential.

REFERENCES

- AGRAWAL, N., DIXIT A. K. 2015. An environmental cleanup strategy – microbial transformation of xenobiotic compounds. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 4, p. 429–461.
- AHMAD, F., AHMAD, I., KHAN, M. S. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiol. Res.*, 163, p. 173–181.
- ARAUJO, F. F., HENNING, A. A., HUNGRIA, M. 2005. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 21, p. 1639–1645.
- BARRETT, R. P., MEBRAHTU, T., HANOVER, J. W. 1990. Black locust: A multi-purpose tree species for temperate climates. In Janick J., Simon J. (eds.). *Advances in new crops. Proceedings of the first national symposium new crops research, development, and economics*. Portland: Timber Press. p. 278–283.
- FRANCHE, C., LINDSTROM, K., ELMERICH, C. 2009. Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants. *Plant Soil*, 321, p. 35–39.
- HAJNAL-JAFARI, T., JARAK, M., DURIC, S., STAMENOV, D., ORLOVIC, S. 2014. The effect of microbial inocula on the growth of black locust, Siberian elm and silver maple seedlings. *Matica Srpska J. Nat.*, Novi Sad, 127, p. 15–22.
- HOBARA, S., OSONO, T., HIROSE, D., HIROSE, D., NORO, K., HIROTA, M., BENNER, R. 2014. The role of microorganisms in litter decomposition and soil formation. *Biogeochem.*, 118, p. 471–489.
- MANTOVANI, D., VESTE, M., FREESE, D. 2014. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) ecophysiological and morphological adaptations to drought and their consequence on biomass production and water-use efficiency. *New Zealand J. Forest. Sci.*, 44: 29.
- MOSHIKI, A., LAMERSDORF, N. 2011. Symbiotic nitrogen fixation in black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) seedlings from four seed sources. *J. Forest. Res.*, 22: 689.
- NASSAL, D., SPOHN, M., ELTLBANY, N., JACQUIOD, S., SMALLA, K., MARHAN, S., KANDELER, E. 2018. Effects of phosphorus-mobilizing bacteria on tomato growth and soil microbial activity. *Plant Soil*, 427, p. 17–37.
- ROBERTS, D. R., CARPENTER, S. B. 1983. The influence of seed scarification and site preparation on establishment of black locust on surface-mined sites. *Tree Planter's Notes*, 34, p. 28–30.
- SOKOLOVA, M., AKIMOVA, G., VAISHLYA, O. 2011. Effect of phytohormones synthesized by rhizosphere bacteria on plants. *Appl. Biochem. Microbiol.*, 47, p. 274–278.
- SOMERVILLE, G. A., PROCTOR, R. A. 2013. Cultivation conditions and the diffusion of oxygen into culture media: The rationale for the flask-to-medium ratio in microbiology. *BMC Microbiology*, 13: 9.
- VÍTKOVÁ, M., TONIKA, J., MÜLLEROVÁ, J. 2015. Black locust – successful invader of a wide range of soil conditions. *Sci. Total Environ.*, 505, p. 315–328.
- WANG, C. M., LI, T. C., JHAN, Y. L., WENG, J. H., CHOU, C. H. 2013. The impact of microbial biotransformation of catechin in enhancing the allelopathic effects of *Rhododendron formosanum*. *PLoS ONE*, 8(12): e85162.

Authors' addresses

Dr. Nataliya Melnykova, prof. Sergiy Kots; Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, 31/17, Vasylkivska st., 03022, Kyiv, Ukraine; kots@ifrg.kiev.ua

**FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE ZLOŽENIE KOMUNITY ENDOFYTICKÝCH BAKTÉRIÍ V LISTOCH
VŤDYZELENÉHO KRÍKA VAVRÍNOVCA LEKÁRSKEHO (*PRUNUS LAUROCERASUS* L.)**

**FACTORS INFLUENCING COMMUNITY COMPOSITION OF BACTERIAL ENDOPHYTES IN THE
LEAVES OF THE EVERGREEN SHRUB CHERRY LAUREL (*PRUNUS LAUROCERASUS* L.)**

JAROSLAV MICHALKO^{1*} - JURAJ MEDO² - MAREK BARTA³

MICHALKO, J. - MEDO, J. – BARTA, M. 2018. Faktory ovplyvňujúce zloženie komunity endofytických baktérií v listoch vťdyzeleného kríka vavrínovca lekárskeho (*Prunus laurocerasus* L.). In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 115-120. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

In this work we examined the community composition of bacterial endophytes residing in leaves of the evergreen shrub *Prunus laurocerasus* L. growing in Mlyňany Arboretum using a meta-genomic approach. We focused on two factors that could influence the composition of bacterial communities, namely the proximity of leaves to the soil and the presence of fungal disease. Significant differences have been shown for community composition of 50 most abundant endophytic bacterial genera between leaves originating from upper and lower plant parts. However the community composition differences between diseased and non-diseased leaves were not apparent. Great portion of residual variance points on additional factors that could influence the composition of endophytic bacterial assemblages within the leaves of this evergreen shrub which is also discussed.

Key words: Bacterial endophytes, meta-barcoding, community composition, *Prunus laurocerasus*

INTRODUCTION

Plants in nature are colonized by communities of microorganisms residing on their surface as well as in inner plant tissues. The latter ones termed „endophytes“ comprise fungi or bacteria which colonize the tissues of living plants but cause no symptoms of disease (Shulz and Boyle, 2006). Endophytic microbial communities were isolated from tissues of all examined plant species, however, the significance of their presence in host plant tissues is largely unknown. They may exhibit no detectable impact on their host, although several endophytes have been reported to exert beneficial effects in some instances. Some endophytic bacteria seem to positively influence plant growth through synthesis of phytohormones or by improving the nutritional status of the plant, for example, *Acetobacter diazotrophicus*, a nitrogen-fixing endophyte colonizing the tissues of sugar cane (*Saccharum officinarum* L.). Other studies have demonstrated that bacterial endophytes associated with agricultural species promote plant growth and reduce disease symptoms caused by a number of plant pathogens through direct or indirect biocontrol mechanisms (CHEN ET AL., 1995; PLEBAN ET AL., 1995; PILLAY AND NOWAK, 1997; COMPANT ET AL., 2005). Endophytic bacteria can directly antagonize pathogens through niche exclusion or by synthesis of allelochemicals (antibiotics, biocidal metabolites, lytic enzymes etc.) or indirectly by inducing systemic resistance to disease-causing agents, or by increasing plant tolerance toward biotic stress. Up to now the interactions of endophytic bacteria with the host plant and other microorganisms are poorly understood which is especially true for woody plant species. Consequently, a crucial step for improving the knowledge of those relationships is to

determine if pathogens or plant growing season influence endophytic bacterial diversity and dynamics.

In this work we study the community composition of endophytic bacteria in the leaves of symptomatic vs. asymptomatic leaves of *Prunus laurocerasus* as well as leaves originating from the upper and lower parts of the shrubs using meta-genomic approach.

MATERIAL AND METHODS

Samples collection and DNA extraction

Leaf samples were harvested in 2016, in February, March, April and May from four *Prunus laurocerasus* L. shrubs growing in the protected landscape of Mlynany Arboretum (Vieska nad Zitavou, Slovakia). Three fully developed leaves without disease symptoms from the middle part of 1-year-old branches located in the upper part of the shrubs (at least 150 cm above ground) (variant A) were harvested from each plant and kept on ice in plastic bags until processing. In addition, leaves infected with the phytopathogen *Phyllosticta* sp. causing round necrotic lesions on leaves (infection status was confirmed previously by 16S DNA sequencing of the pathogen isolated from the lesion area) (variant B) and leaves from the lower parts of the shrubs (ca. 20 cm above ground) (variant C) were also harvested. The sampling schedule for different variants was as follows; variant A: February 19th, March 7th, May 4th; variant B: February 19th; variant C: March 7th and May 4th.

To wash out mechanical impurities leaves were first thoroughly washed under tap water, then in sterile distilled water and subsequently surface sterilized in 2.5% (v/v) sodium hypochlorite solution for 5 min. followed by a final wash in sterile distilled water for 1 min. Three leaf discs of 14 mm in diameter (about 0.05 g) were cut off from the middle of the leaf blade (the middle vein and leaf margins were excluded) and transferred into a clean sterile 2 ml microcentrifuge tube. Samples were frozen and kept at -80 °C until further processed.

Samples were tissue homogenized using TissueLyser II (Qiagen) at maximum frequency for 2 mins. DNA was extracted using MOBIO Powersoil DNA extraction kit following the provided protocol with the exception that garnet particles in kit were changed for yttrium stabilized zirconium oxide beads with 2 mm diameter.

PCR conditions and library construction

General bacterial primers 515F and 799R enhanced by 8 bp identification sequence (tag) golay were used for amplification of V4-V5 part of 16S gene. Composition of PCR mixture was following: 15 µl KAPA HIFI HOTSTART MIX 2X, 4 µl each primer with concentration of 2.5 µM.ml⁻¹, 1 µl isolated DNA. Amplification was done in Stratagene thermal cycler with the following setup: initial denaturation 90 s at 98 °C followed by 35 cycles of denaturation 15 s at 98 °C, annealing 15 s at 62 °C and extension 15 s at 72°C; final extension 2 min at 72°C. PCR products were purified using PCR purification kit (Jena Bioscience). PCR products were quantified by qubit (Invitrogen), diluted to the same concentration and pooled together. Illumina adapters were attached by True seq LT PCR free kit (Illumina) with modification involving skip of the DNA fragmentation and size selection step. Library was quantified by qPC using NebNext Quantification kit (New England biolabs) and diluted to 4 nM concentration and denatured. MiSeq Reagent Kit v3 (600-cycle) was used for sequencing and 20 pmol library with 1 % PhiX spike was loaded into cartridge.

Next-generation sequencing and data analysis

Acquired data were processed in the SEED2 programme (VETROVSKY ET AL., 2018). Sequences were joined using join2fastqc(). Sequences with an overall quality lower than Q30 were removed from further analysis. Primer sequences were removed from the reads. The presence of chimeric sequences was analyzed using Vsearch and these were also removed from further analysis. Chimera free sequences were clustered to operational taxonomic unit (OTUs) using Vsearch at the similarity level 97 %. Sequences in each cluster (OTU) were aligned by MAFFT and consensus sequences were identified using RDP classifier. OTU table and identification of OTUs were processed by pivot table in MS Excel and spectral graphs were generated. Sequences of chloroplasts, mitochondria and ITS region of plants were removed from further analysis. Heatmaps were generated in R statistical environment using Heatmap3 package (ZHAO ET AL., 2014). ADONIS was derived using by package Vegan. Pair-wise comparisons of bacterial community composition between variants were tested by Permutational Multivariate Analysis of Variance Using Distance Matrices using the Adonis function within the R-package Vegan (DIXON, 2009).

RESULTS AND DISCUSSION***Richness and composition of the endophytic bacterial assemblage***

The cleaned dataset comprised 44,630 sequences, divided into 46 samples, each corresponding to a technical replicate. The mean number of sequences per sample was 970, with a range of 23 - 9876 sequences per sample. The clustering of these sequences, with a threshold of 97 % similarity, gave a total of 965 OTUs (after exclusion of the chloroplast, mitochondrial and plant sequences), including 223 singletons. OTUs were assigned into 517 bacterial genera. 226 of the taxonomically assigned genera were represented by several different OTUs (two to 40). We defined 50 most abundant bacterial genera as constituting the “core” of the assemblage, with 18 of these accounting altogether for 45 % of the total number of sequences of the dataset. The two most abundant genera were *Corynebacterium* (Flavobacteria; 10.4 % of the total number of sequences, 27 OTUs) and *Chryseobacterium* (Actinobacteria; 6.1 % of the total number of sequences, 11 OTUs).

Bacteria from the genus *Corynebacterium* are Gram-positive bacteria which have been isolated from various habitats including soil, water, animals and plants (COLLINS, 2004). They have been shown to asymptotically colonize tissues of rice (BACILIO-JIMENEZ ET AL., 2001), sugar beet (BUGBEE ET AL., 1987), citrus plants (*Citrus sinensis*; ARAÚJO ET AL., 2002) or rambutan (*Nephelium lappaceum* L.; SUHANDONO ET AL., 2016). *Corynebacterium* representatives have been shown to possess antagonistic activity towards several phytopathogens including *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas*, *Helminthosporium*, *Cercospora*, *Plasmodiophora brassicae*, and *Ralstonia solanacearum* (SUHANDONO ET AL., 2016).

The genus *Chryseobacterium* comprise Gram-negative bacteria which have been isolated from water, soil, and can be associated with plants (CHO ET AL., 2010). *Chryseobacterium* members were found as endophytic bacteria in corn (LIU ET AL., 2012), coffee bean (MIGUEL ET AL., 2013), and cucumber (*Cucumis sativus*; JEONG ET AL., 2017). *Chryseobacterium* spp. have been shown to produce plant hormone auxin, aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase, siderophore and show antifungal activity (JAYAKUMAR AND NATARAJAN, 2013).

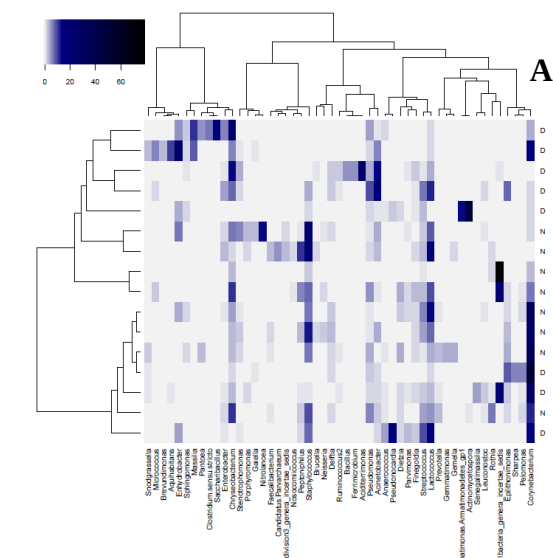
Comparison of bacterial endophytic communities between variants

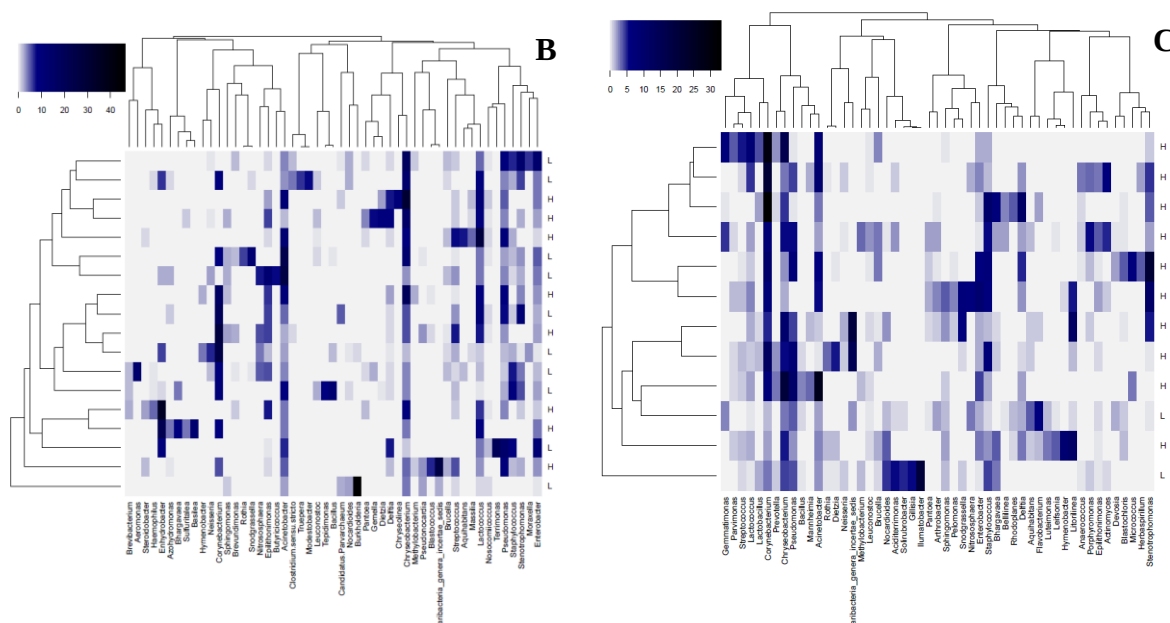
Fifty most abundant bacterial genera were selected for analysis of variance between samples to gain insights into the factors influencing the bacterial community composition. In

Table 1 Permutational Multivariate Analysis of Variance of the compositional dissimilarity between endophytic bacterial assemblages associated with cherry laurel asymptomatic upper leaves (sampled > 1.5 m above ground; n = 26), asymptomatic lower leaves (< 20 cm above ground; n = 12) and upper leaves showing symptoms of fungal infection (n = 8). The analyses are based on distance matrices and include 50 most abundant bacterial genera. Only samples from the same sampling date were compared. Significant tests are shown in bold, and * $0.01 \leq P \leq 0.05$; ** $0.001 \leq P \leq 0.01$; *** $P < 0.001$.

Data	Source	Df	Sum of Sqs	Mean Sqs	F	R^2	P
AC (7.3.)	Variant	1	0.3302	0.33025	1.424	0.08173	0.042*
AC (7.3.)	Residuals	16	3.7105	0.23191		0.91827	
AC (7.3.)	Total	17	4.0408			1	
AC (4.5.)	Variant	1	0.34352	0.34352	1.5543	0.13453	0.045*
AC (4.5.)	Residuals	10	2.21007	0.22101		0.86547	
AC (4.5.)	Total	11	2.5536			1	
AB (19.2.)	Variant	1	0.3466	0.34662	1.3745	0.0894	0.119
AB (19.2.)	Residuals	14	3.5305	0.25218		0.9106	
AB (19.2.)	Total	15	3.8771			1	

Figure 1 Heatmap with the sequence abundance distribution of the 50 most abundant endophytic bacterial genera identified by 16S rDNA metabarcoding for (A) leaves showing symptoms of fungal disease (“D”) vs. asymptomatic leaves (“N”), and (B, C) leaves sampled in close proximity to the soil (< 20 cm; “L”) vs. leaves from the upper plant parts (> 150 cm; “H”) sampled on two different dates (March 7th and May 4th, respectively). The similarity of community composition for individual samples is shown in the rows while the abundance of individual bacterial genera among samples is in the columns.





No statistically significant differences were found between leaves showing symptoms of fungal infection and asymptomatic leaves (Table 1, Figure 1A). These results, however, should be taken cautiously, because we cannot exclude a latent infection by the phytopathogen in healthy-looking leaves since no control of phytopathogen was made. Furthermore, frequent isolation of the *Phyllosticta* sp. fungus from the healthy looking leaves of *Prunus laurocerasus* on agar plates (data not shown) support this hypothesis, therefore, any effect of the phytopathogen is likely to be exerted also in healthy-looking leaves. More targeted research is needed to examine the influence of fungal infection on the composition of bacterial communities inside leaves of cherry laurel or to test whether a longer-term co-existence of biotrophic fungal pathogens with bacterial community inside leaves leads to establishment of some equilibrium in the overall microbial composition. Another question is to which degree plant itself can influence composition of its endophytic microbiome and whether this composition is stable or it has some dynamics over time. Better understanding of the plant-endophyte and microbe-microbe interactions could lead to more efficient development and utilization of microbial bio-preparates in forestry and agriculture.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the national grant VEGA2/0100/18.

REFERENCES

- ARAÚJO, W. L., MARCON, J., MACCHERONI, W., VAN ELSAS, J. D., VAN VUURDE, J. W., & AZEVEDO, J. L. 2002. Diversity of endophytic bacterial populations and their interaction with *Xylella fastidiosa* in citrus plants. *Applied and environmental microbiology*, 68(10), 4906-4914.
- BACILIO-JIMÉNEZ, M.; AGUILAR-FLORES, S.; DEL VALLE, M.V.; PÉREZ, A.; ZEPEDA, A.; ZENTENO, E. 2001. Endophytic bacteria in rice seeds inhibit early colonization of roots by *Azospirillum brasilense*. *Soil Biol. Biochem.* 2001, 33, 167–172.
- BUGBEE, W. M., GUDMESTAD, N. C., SECOR, G. A., & NOLTE, P. 1987. Sugar beet as a symptomless host for *Corynebacterium sepedonicum*. *Phytopathology*, 77(5), 765-770.

- CAPORASO, J. G., LAUBER, C. L., WALTERS, W. A. 2011. Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(Supplement 1), 4516-4522.
- COLLINS MD, LESLEY H, GEOFFREY F, ENEVOLD F. 2004. *Corynebacterium caspium* sp. nov., from a Caspian seal (*Phoca caspica*). *Int J Syst Evol Microbiol* 54:925e8.
- COMPANT, S., DUFFY, B., NOWAK, J., CLEMENT, C., BARKA, E.A. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl Environ Microbiol* 2005, 71:4951–4959.
- DIXON, P. 2003. VEGAN, a package of R functions for community ecology. *Journal of Vegetation Science*, 14(6), 927-930.
- CHEN, C., BAUSKE, G., MUSSON, R., RODRÉGUEZ-KRBANA, J.W. 1995. Kloepper, Biological control of Fusarium wilt on cotton by use of endophytic bacteria, *Biol. Control* 5 (1995) 83–91
- CHO SH, LEE KS, SHIN DS, HAN JH, PARK KS, LEE CH, PARK KA, KIMAN SB. 2010. Four new species of *Chryseobacterium* from the rhizosphere of coastal sand dune plants, *Chryseobacterium elymi* sp. nov., *Chryseobacterium hagamenae* sp. nov., *Chryseobacterium lathyri* sp. nov. and *Chryseobacterium rhizosphaerae* sp. *Syst Appl Microbiol* 33(3):122e7
- JAYAKUMAR P, NATARAJAN S. 2013. Molecular and functional characterization of bacteria isolated from straw and goat manure based vermicompost. *Appl Soil Ecol* 70:33e47
- JEONG, J. J., LEE, D. W., PARK, B., SANG, M. K., CHOI, I. G., & KIM, K. D. 2017. *Chryseobacterium cucumeris* sp. nov., an endophyte isolated from cucumber (*Cucumis sativus* L.) root, and emended description of *Chryseobacterium arthrosphaerae*. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 67(3), 610-616.
- LIU, Y., ZUO, S., XU, L., ZOU, Y., & SONG, W. 2012. Study on diversity of endophytic bacterial communities in seeds of hybrid maize and their parental lines. *Archives of microbiology*, 194(12), 1001-1012.
- MIGUEL PSB, JULIO CD, MARCELO NV, LARISSA CPM, FERNANDA SF, MAURÍCIO DC, MARCOS RT, CELIA AM, ARNALDO CB. 2013. Diversity of endophytic bacteria in the fruits of *Coffea canephora*. *Afr J Microbiol Res* 7:586e94.
- PILLAY, VK, NOWAK, J. 1997. Inoculum density, temperature, and genotype effects on in vitro growth promotion and epiphytic and endophytic colonization of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings inoculated with a pseudomonad bacterium, *Can. J. Microbiol.* 43 (1997) 354–361.
- PLEBAN, S., INGEL, F., CHET, I. 1995. Control of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* in the greenhouse using endophytic *Bacillus* spp., *Eur. J. Plant Pathol.* 101 (1995) 665–672.
- SUHANDONO, S., KUSUMAWARDHANI, M. K., & ADITIAWATI, P. 2016. Isolation and molecular identification of endophytic bacteria from Rambutan fruits (*Nephelium lappaceum* L.) cultivar Binjai. *HAYATI Journal of Biosciences*, 23(1), 39-44.
- VETROVSKÝ, T., BALDRIAN, P., MORAIS, D., & BERGER, B. 2018. SEED 2: a user-friendly platform for amplicon high-throughput sequencing data analyses. *Bioinformatics*, 1, 3.
- ZHAO, S., GUO, Y., SHENG, Q., & SHYR, Y. 2014. Advanced heat map and clustering analysis using heatmap3. *BioMed research international*, 2014.

Authors' addresses

Ing. Jaroslav Michalko, PhD., Department of Dendrology, Mlyňany Arboretum, Institute of Forest Ecology, Slovak Academy of Sciences, Vieska nad Zitavou 178, 951 52 Slepčany, Slovakia

E-mail: michalko.jaroslav@savba.sk

Ing. Juraj Medo, PhD., Department of Microbiology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak Agricultural University in Nitra, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia

E-mail: juraj.medo@uniag.sk

Ing. Marek Barta, PhD., Institute of Forest Ecology, Slovak Academy of Sciences, Akademická 2, 949 01 Nitra, Slovakia, E-mail: marek.barta@savba.sk

SEQUOIA SEMPERVIRENS (D. DON.) ENDL. A JEJ KULTÚRNE ROZŠÍRENIE NA SLOVENSKU

SEQUOIA SEMPERVIRENS (D. DON.) ENDL AND ITS CULTURAL EXTENSION IN SLOVAKIA

ERIKA MŇAHONČÁKOVÁ - PAVEL HRUBÍK

MŇAHONČÁKOVÁ, E. – HRUBÍK, P. 2018. *Sequoia sempervirens* (D. Don.) Endl. a jej kultúrne rozšírenie na Slovensku. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 121-123. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Sequoia is a tall and fast-growing evergreen tree with attractive, reddish-brown fibrous bark, and yew-like foliage arranged in two ranks on the shoots; cones are small, reddish-brown when mature. The relatively fast growth, good form and useful timber of this species indicate that the potential of this species needs further attention. In Slovakia is located only 5 locations. Their health status is in a good coding state. It is a perspective on planting in our climate.

Key words: evergreen tree, *Sequoia*, introduction

ÚVOD

Patrí do čeľade *Taxodiaceae* – tisovcovité. V minulých geologických dobách (krieda) mala oveľa väčšie rozšírenie (väčší počet druhov tohto rodu). Z tohto veľkého množstva sa do dnešnej doby zachoval len tento jediný druh. *Sequoia sempervirens* /D.Don./ Endl. (syn. *Taxodium sempervirens* Lamb., *T. nutkaense* Lamb.) (MAREČEK et al., 2001; HIEKE, 2008).

Zaraduje sa medzi najväčšie stromy sveta, na pôvodných stanovištiach dosahuje výšky až 110 m a priemer koruny 22 m. Rastú rýchlejšie ako sekvojovec obrovský. Vek najväčších exemplárov sa odhaduje na 800 – 1500 rokov (HIEKE, 2008). Drevina, má prakticky len zbierkový význam (MAREČEK et al., 2001). Uplatní sa vo väčších sadovníckych úpravách teplejších oblastí Európy, hlavne ako zaujímavý solitér, ktorý vyniká hlavne na voľnom priestranstve. V drsnejších podmienkach musí prezimovať v kvetináčoch v studenom skleníku, zimnej záhrade alebo svetlých halách. V oblasti západnej Ameriky patrí medzi dôležité úžitkové dreviny (HIEKE, 2008). V Európe sa jej darí v regiónoch s dostatočnou vlhkosťou a s miernymi zimami (KREMER, 1995). Najvyšší doteraz známy existujúci zástupca tohto druhu dosiahol výšku takmer 120 m a obvod kmeňa takmer 20 m. Sekvoja vždyzelená sa v Amerike nazýva „Redwood“ (červené drevo). Toto označenie je odvodené od červekastohnedého sfarbenia jadra. Drevo sa v minulosti využívalo najmä na stavebné účely, dnes sa však pre svoju pružnosť kresbu uplatňuje aj v nábytkárskom priemysle. Obľúbené sú najmä jedálenské stoly zhotovené z prierezu kmeňa jedného stromu (KREMER, 1995).

Drevo je veľmi trvanlivé, odolné a ťažko horľavé. Používa sa na obklady, výrobu okien, na vybavenie krytých kúpalísk, do kúpeľní, v leteckom priemysle a pre svoje rezonančné vlastnosti na výrobu klavírov (HIEKE, 2008).

Genomický výskum druhov *Sequoia sempervirens* má svoje významné postavenie z hľadiska lepšieho porozumenia genomickej štruktúry týchto druhov, funkcie a adaptívnej genetickej rozmanitosti. Sekvoja je hexaploid ($2n = 6x = 66$), pričom má počet chromozómov $x = 11$ (RAJ, 2009). Veľkosť genómu hexaploidnej sekvoje patrí k jedným z najväčších genómov (31 500 MB) pri ihličnatých druhoch. Polyploidia je pri nahosemenných druhoch zriedkavá a sekvoja je jedným z dvoch polyploidných druhov ihličnatých drevín a zároveň jediný

hexaploid. Existuje viacero hypotéz týkajúcich sa mechanizmu polyploidie genómu sekvoja. Tieto sú primárne založené na morfológických a cytologických údajoch. Súčasné vedecké prístupy umožňujú nachádzať odpovede. Sekvenácia transkriptómu sekvoje a následná fylogenetická analýza umožnila definovať vzťahy medzi kópiami génov hexaploidného genómu sekvoje a jej príbuznými druhmi (SCOTT et al. 2016). Získané údaje ukázali, že hexaploidia pri sekvoji je s najväčšou pravdepodobnosťou výsledkom autoploidie (jednoduchého znásobenia počtu chromozómov daného druhu). Ak by hexaploidia bola výsledkom aloploidie, ktorá vzniká krížením jedincov rôznych druhov alebo rodov s následným zdvojnásobením počtu chromozómov (Bežo et al., 2013), udialo by sa to v rámci vetvy kalifornských sekvojí.

MATERIÁL A METÓDY

Pri našom výskume sme použili osvedčené metodické pracovné postupy a dostupné prístroje a iné pomôcky: výškomer SUUNTO, textilné pásmo s prepočtom cm obvodu kmeňa na jednej strane, na cm priemeru kmeňa na opačnej strane; ďalej sme merali šírku koruny stromu, ako priemet koruny na zem v dvoch smeroch; výška stromu v m; iné biologické údaje: plodenie stromu, zdravotný stav a sadovnícka hodnota; vek stromu – výpočtom podľa matematického vzorca; podľa roku introdukcie dreviny na Slovensko, prípadne do Európy; odhadom podľa celkových rozmerov stromu.

VÝSLEDKY

Kultúrne rozšírenie sekvoje na Slovensku je veľmi zriedkavé. Zastúpená je len v 5-tich lokalitách (Tabuľka 1). Prieskum sa uskutočnil osobnou účasťou autorov, preto môžeme zodpovedne konštatovať znižujúcu sa úroveň údržby a starostlivosti o naše historické parky a štátom chránené stromy (označenie stromov je však viac rešpektované).

Tab. 1 Taxačno-dendrometrické charakteristiky stromov *Sequoia sempervirens* (MŇAHOČNÁKOVÁ et al., 2017)

Lokalita	Obvod kmeňa (cm)	Priemer kmeňa (cm)	Výška stromu (m)	Šírka koruny (m)	Plodenie (+/-)	Vek
Arborétum Mlyňany SAV	50	15,9	16	4 x 4	-	45
	27	8,6	10	3 x 3	-	45
Arborétum Mlyňany SAV, S7	44; 21;45	14,0; 6,8; 14,4	8	4 x 4	-	20
Bratislava, BZ PF UK	102	32,4	16	6 x 6	+	60
	68	21,7	12	3 x 3	-	30
Nitra, BZ SPU	44	14,1	7	3 x 2	-	25
	17	5,4	2,5	2 x 2	-	15
Trnava, BZ MFF UK	42	13,3	10	3 x 3	-	20

Najmohutnejšie a plodiace stromy *Sequoia sempervirens*, rastú v Bratislave, BZ PF UK a v Arboréte Mlyňany SAV (50 - 102 cm obvod kmeňa; výška 16 m; vek 45 – 65 rokov). V Arboréte Mlyňany pod borovicami raste jeden strom s dvojitém kmeňom. Zaznamenali

sme aj nové výsadby sekvoje vždyzelenej aj na ploche severoamerickej dendroflóry. Najkrajší exemplár rastie v botanickej záhrade PF UK, ktorý sa nachádza neďaleko údolia pri jazerách, vpravo od chodníka pod *Abies pinsapo*, je vysoký 16 m, kde jeho obvod kmeňa dosahuje 102 cm, v jesenných mesiacoch bol krásne plodiaci. Druhý exemplár rastie na svahu alpínia v novej časti Botanickej záhrady nad vrátnicou, smerom k oploteniu, pri hlavnej ceste do Karlovej Vsi.

Mladé exempláre *Sequoia sempervirens* (2 ks) rastú v parku Botanickej záhrady SPU v Nitre na ľavom brehu jazierka. Rastú v blízkosti *Pinus sylvestris*, ktorého konáre zasahujú do jeho rastu.

Sequoia sempervirens rastie ako solitér v botanickej záhrade v Trnave. Botanická záhrada bola obnovená v r. 1997.

DISKUSIA

Pri našom terénnom výskume sme zisťovali potrebné taxačno-dendrometrické charakteristiky priamym meraním a pri hodnotení veku jednotlivých stromov sme použili viaceré spôsoby a metódy: výpočet podľa matematického vzorca (KOLAŘÍK a kol., 2010): $V = (5/\pi \times R_L) \times d$, kde d – je priemer kmeňa (v cm); R_L – je hrúbka letokruhov (v cm), podľa tabuľky; alebo podľa www.beagleproject.org - vek stromu = obvod kmeňa (v cm) $\times$ 4/10; Keďže ani jeden z uvedených spôsobov sa neosvedčil a odhad veku podľa obvodu kmeňa v d 1.3 m (v cm), sme považovali za približný, využili sme presnejšie údaje o roku výsadby príslušnej dreviny; obdobie vzniku dendrologického objektu (arborétum, botanická záhrada, iného dendrologického objektu): Arborétum Mlyňany SAV – 1892 (124 rokov); Lesnícke arborétum Kysihýbel – 1900 (118 rokov); Botanická záhrada UPJŠ Košice – 1950 (68 rokov); Arborétum Borová hora, TU Zvolen – 1965 (53 rokov); Botanická záhrada SPU Nitra – 1982 (36 rokov), jednotlivých stromov vo významnej miere ovplyvňujú rastové, najmä ekologické (najviac pôdne) podmienky. Iné rozmery môžu dosiahnuť solitérne rastúce stromy, ako tie rastúce v poraste, alebo hustejšom spone v radovej alebo alejovej výsadbe. Najpresnejšie údaje sa môžu získať spočítaním letokruhov na vývrte z Presslerovho vrtáka, alebo na základe písomných záznamov o roku výsadby stromov.

LITERATÚRA

- BEŽO, M. - ŽIAROVSKÁ, J. - RAŽNÁ, K. - ŠTEFÚNOVÁ, V. 2015: Metódy genetických technológií. Praktikum. Nitra: VES SPU Nitra, 2015. 111 s. ISBN 978-80-552-1293-7
- HIEKE, K., 2008: Encyklopedie jehličnatých stromů a keřů. Computer Press a. s.. 246 s. ISBN 978-80-251-1901-3.
- MAREČEK, F. et al. (2001) Záhradnícky slovník naučný 5. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací. 685 s. ISBN 80-7271-075-3
- MŇAHONČÁKOVÁ, E., RAŽNÁ, K., HRUBÍK, P. 2017: Kultúrne rozšírenie vzácnych a zriedkavo pestovaných cudzokrajných drevín na Slovensku. SPU Nitra. 90 s. ISBN 978-80-552-1705-5
- KREMER, P. B., 1995: Stromy. Vydavateľstvo IKAR, Bratislava. 287 s. ISBN 80-7118-177-3.
- RAJ, A.M. 2009: genetic constitution and diversity in four narrow endemic redwoods from the family Cupressaceae. In Euphytica, vol. 165, no. 1, pp. 5–19.
- SCOTT, A. D. - STENZ, N. W.M. - INGVARSSON, P. K. et al. 2016: Whole genome duplication in coast redwood (*Sequoia sempervirens*) and its implications for explaining the rarity of polyploidy in conifers. In new Phytologist, vol. 211, no. 1, pp. 186–193.

Adresa autora

Ing. Erika Mňahončáková, PhD., Botanická záhrada SPU v Nitre, Tr.A.Hlinku 2, 949 76 Nitra, +421 37 641 4735, erika.mnahoncakova@gmail.com

JUJUBA ČÍNSKA (*ZIPHUS JUJUBA* MILL.) DREVINA S POTENCIÁLOM OBOHATIŤ SORTIMENT OVOCNÝCH PLODÍN V PODMIENKACH STREDNEJ EURÓPY

CHINESE JUJUBE (*ZIPHUS JUJUBA* MILL.) A WOOD WITH POTENTIAL TO ENRICH FRUIT CROP ASSORTMENT IN CONDITIONS OF CENTRAL EUROPE

OLEG PAULEN

PAULEN, O. 2018. Jujuba čínska (*Ziphus jujuba* Mill.) drevina s potenciálom obohatiť sortiment ovocných plodín v podmienkach Strednej Európy. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018“, 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 124-130. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Chinese jujube (*Ziphus jujuba* Mill.) is a fruit wood with long history of growing in country of its Origin – China, where its fruits have been used for thousands of years fresh or processed, as food but also in traditional oriental medicine. Its environmental requirements make growing in regions of Central Europe with frostfree period at least 150 days possible. It is adapted to wide range of soils, even those with low fertility, it is not prone to pest and disease damages, and may be grown without use of pesticides. Jujube is among most drought resistant fruit crops which makes it promising crop under conditions of climate change. Due to absence of tradition of consumption and use there is anticipated its spreading in non-commercial plantings at first.

Key words: chinese jujube, fruit crop, growing, use

ÚVOD

Sortiment ovocných druhov pestovaných v Strednej Európe v komerčných výsadbách reprezentuje približne dve desiatky druhov, z ktorých v podmienkach Slovenska rozsah pestovania väčší ako 5 % celkových produkčných plôch ovocných druhov zaberá jablň domáca, orech kráľovský, slivkoviny a broskyňa obyčajná, 1 – 5 % plôch ríbezľa čierna, maruľa obyčajná, čerešňa vtáčia a hruška obyčajná. Plocha ostatných ovocných druhov zaberá jednotlivo menej ako 1 % celkovej plochy produkčných výsadiel (Meravá, 2017). V malovýrobných výsadbách nekomerčného charakteru sú zastúpené aj druhy, ktoré sa v komerčných výsadbách vyskytujú v minimálnej miere, sú menej produktívne avšak často zaujímavé z hľadiska nutričnej hodnoty svojich plodov. Okrem druhov pestovaných v Strednej Európe niekoľko storočí, sa v ostatných desaťročiach objavujú v sortimente ovocných plodín druhy zavedené do pestovateľskej praxe pomerne nedávno (napr. aktinídie, rakytník rešetliakovitý), ale aj druhy s dlhou históriou pestovania napr. hruška hruškolistá, figovník obyčajný, často pochádzajúce i z klimaticky odlišných podmienok. K takýmto druhom patrí aj jujuba čínska. Obohacovanie sortimentu podporuje nielen globalizácia a ľahšia dostupnosť rastlinného materiálu, ale aj meniace sa klimatické podmienky.

MATERIÁL A METÓDY

Príspevok je rešeršou informácií týkajúcich sa druhu jujuba čínska (*Ziphus jujuba* Mill.), ktoré sú doplnené o praktické mnohoročné skúsenosti autora s pestovaním tohto druhu dreviny.

VÝSLEDKY

Ako uvádza Liu et al. (2016) *Ziziphus jujuba* Mill. pochádza z Číny, kde sa pestuje viac ako 4000 rokov. Jujubu čínsku reprezentuje viac ako 700 odrôd. GUO A CHAN (2010) in Yao et al. (2015) uvádzajú, že v Číne je známych viac ako 800 odrôd.

Fosilné nálezy kôstok plodov jujuby nájdené v Číne dokazujú pestovanie jujuby už pred viac ako 8000 rokmi (Liu et al., 2016), čím sa zaraďuje medzi najstaršie kultúrne ovocné plodiny. Nálezy tiež naznačujú že plody sa využívajú pre medicínske účely viac ako 3000 rokov.

Sušené plody sa uvádzajú pod názvom čínske alebo červené datle (*Tsao*). Vo veľkom rozsahu sa jujuba čínska pestuje v severnej Číne, v iných oblastiach sveta sa pestuje v Rusku, severnej Afrike, južnej Európe, južnej a východnej Ázii, na Strednom Východe, v juhozápadnej časti USA, Austrálii (Liu et al., 2016), zasahuje aj do teplejších oblastí mierneho pásma (VALÍČEK et al., 1989).

Jujuba čínska (*Ziziphus jujuba* Mill.) je opadavý nízky strom, zriedkavo kerpatriaci do čeľade rešetliakovitých (*Rhamnaceae*). Obvykle dosahuje výšku 6,0 – 7,5 m, ale v niektorých oblastiach môže dorásť do výšky 28 m (ASHTON, 2006). Rod *Ziziphus* zahrnuje je pomerne početný, podľa VORONCOVA A ŠTEJMANA (1982) zahŕňa takmer 400 taxónov, ktoré sa vyskytujú na rôznych kontinentoch v oblastiach s teplým podnebím. Mnohé z nich majú jedlé plody. Jujuba čínska je najviac rozšíreným druhom rodu.

Zvláštnosťou jujuby čínskej je tvorba dvoch typov výhonkov – opadavých, ktoré sú krátke, tenké, vyrastajú z púčikov v zhlukoch, na jeseň zasychajú a opadávajú a trvácich, ktoré sú hrubé, môžu sa v priebehu vegetácie niekoľkokrát rozkonárovať, na jeseň neopadávajú a vďaka tomu zabezpečujú zväčšovanie nadzemnej časti rastliny. Divé formy jujuby čínskej tvoria veľké množstvo trňov, kultúrne formy majú spravidla málo trňov, hoci existujú aj odrody, ktoré trne netvoria (ASHTON, 2006). Trne sa vyskytujú na trvácich výhonkoch. Na trvácich výhonkoch sa tvoria púčiky šištícovitého vzhľadu, z ktorých môžu vyrastať opadavé alebo trvácé výhonky. V prípade, že produkujú opadavé výhonky, púčiky každoročne prirastajú o niekoľko milimetrov. Vzhľadom na každoročnú stratu časti zásobných látok opadom dočasných výhonkov trvácé konáriky hrubnú pomalšie ako pri bežných ovocných drevinách a pri veľkej úrode plodov sa ohýbajú, v dôsledku čoho mávajú staršie stromy pomerne rozložitý rast.

Kvety jujuby čínskej sú drobné (5 - 7 mm v priemere), nenápadné, päťpočetné, belavej až zelenkastožltej farby, spravidla v chudobných súkvetiach v pazuchách listov. Tvoria sa na trvácich i opadavých výhonkoch. Nektár produkovaný kvetmi robí kvety veľmi atraktívnymi pre opeľujúci hmyz, ktorý ich navštevuje v širokom spektre druhov. Obdobie kvitnutia je pomerne dlhé napr. v roku 2018 na lokalite Nitra bol výskyt kvetov zaznamenaný od poslednej dekády mája do prvej polovice augusta. Odrody môžu byť cudzoopelivé alebo samoopelivé, pri hodnotení opeľovacích pomerov širšieho sortimentu odrôd (YAO et al., 2015) mala väčšina odrôd lepšiu násadu plodov po cudzoopelení a všetky odrody reagovali na cudzoopelenie väčšou veľkosťou plodov. Optimálna teplota pre nasadzovanie plodov je v rozmedzí 24 až 26 °C (ASHTON, 2006).

Plod jujuby čínskej je kôstkovec, ktorej tvar môže byť rôzny, od guľovitého po oválny a veľkosť je v závislosti od odrody premenlivá, od menšej čerešne po väčšiu slivku resp. ich hmotnosť sa pohybuje od 1 - 2 g pri drobnoplodých genotypoch do 20 – 25 g (VORONCOV A ŠTEJMAN, 1982) pri veľkoplodých odrodách. Kôstka obsahuje obvykle 2 semená a uložená v belavej dužine sladkej chuti. Mnoho odrôd netvorí úplne vyvinuté kôstky so semenami, cudzoopelenie ich podiel spravidla zvyšuje (YAO et al., 2015). Pokožka plodu je tenká, jedlá,

pri dozrievaní hrubne. Nezrelé plody sú svetlo zelené, pri dozrievaní sa ich farba mení cez belavú až žltozelenú s mahagónovými škvrnami na pokožke, neskôr sa škvrny rozširujú a v plnej zrelosti sú celé červenohnedé až červené. Po niekoľkých dňoch trvania štádia úplne zrelého červeného plodu dužina začína mäknúť a pokožka sa zvrášťuje.

Plody, ktoré sa konzumujú v čerstvom stave sú vhodné na predaj od termínu, keď sa sfarbia na belavo do termínu červeno sfarbeného plodu. Plody na strome dozrievajú postupne, vo vhodných podmienkach sa oberajú v priebehu niekoľkých týždňov. (LIU et al., 2016). Plody v čerstvom stave je možné skladovať bez straty kvality pri teplote 5 °C dva aj viac týždňov, v uzavretých kontajneroch alebo plastových vreckách ich možno skladovať v chladničke po dobu 6 až 8 týždňov. Sušené plody možno skladovať v suchom priestore až 1 rok (ASHTON, 2006).

Tmavo červené plody sa konzumujú predovšetkým ako ovocie, no používajú sa aj v tradičnej čínskej medicíne ako zdroj energie a na zlepšenie trávenia. Plody sú bohaté na výživné látky, obsahujú viac vitamínu C ako broskyne. Majú vysoký obsah cukru – približne 20 – 30 % v čerstvých zreloch plodoch a 55 – 80 % v sušených plodoch. (LIU et al., 2016).

Tab. 1 Obsah látok v 100 g plodov jujuby čínskej podľa databázy USDA

Zložka	Obsah
Voda	77,86 g
Proteíny	1,2 g
Tuky	0,2 g
Cukry	20,23
Vápnik	21 mg
Železo	0,48 mg
Horčík	10 mg
Draslík	250 mg
Sodík	3 mg
Vitamín C	69 mg
Vitamín A ekv.	40 µg
Tiamín (vitamín B1)	0,02 mg
Riboflavín (vitamín B2)	0,04
Niacín (vitamín B3)	0,9 mg
energetická hodnota	331 kJ

V Ázii sa tisícky rokov používajú sa bežne ako tradičná potravina vo forme pasty, pyrú, sirupu, cukríkov, prídavku do potravín a ochucovadlo, ktoré sa konzumujú na zlepšenie trávenia a všeobecnú podporu dobrého zdravotného stavu pre ich vysokú nutričnú hodnotu. V tradičnej orientálnej medicíne sa plody jujuby používajú na liečenie anorexie, vyčerpanosti, riedkej stolice, podráždenosti, hystérie (LIU et al., 2016). V tradičnej orientálnej medicíne sa plody jujuby používajú na liečenie anorexie, vyčerpanosti, riedkej stolice, podráždenosti, hystérie (LIU et al., 2016).

TAHERGORABI et al. (2015) uvádza, že plody jujuby vďaka obsahu bioaktívnych látok priaznivé účinky na zdravie – protirakovinové, protizápalové, proti obezite, antioxidačné, chránia pečeň a gastrointestinálny trakt. Významný protirakovinový účinok niektorých látok izolovaných z plodov uvádza aj Bai et al. (2016). Liečivé sú aj iné časti rastliny. AL-REZA et al.

(2010) uvádzajú protizápalový účinok oleja extrahovaného zo semien jujuby a YOON et al. (2010) jeho podporný účinok na rast vlasov.

V súčasnosti sú na trhu dostupné aj nové typy produktov na báze plodov jujuby čínskej ako kapsuly, výluhy, prášok a rôzne potravinové doplnky (LIU et al., 2016). Okrem plodov jujuba poskytuje aj zdroj potravy pre včely a pevné drevo (OUTLAW et al., 2002).

Nároky na prostredie

Jujuba čínska rastie v kopcovitých polohách, na slnečných suchých svahoch a na rovinách v mnohých provinciách Číny (Anhui, Fujian, Gansu, Guangdong, Guangxi, Guizhou, Hebei, Henan, Hubei, Hunan, Jiangsu, Jiangxi, Jilin, Liaoning, Nei Mongol, Ningxia, Shaanxi, Shandong, Shanxi, Sichuan, Xinjiang, Yunnan, Zhejiang) v nadmorských výškach do 1700 m (Flora of China). Hoci sa jujuba čínska zaraďuje medzi subtropické ovocné dreviny, v období dormancie znesie bez poškodenia krátkodobé poklesy teploty do -24°C , podľa niektorých prameňov až do -30°C (VORONCOV A ŠTEJMAN, 1982). Vegetovať začína pri priemernej dennej teplote približne 10°C a kvitne koncom jari až začiatkom leta, takže netrpí neskorými jarnými mrazmi. Na vyzrievanie dreva a dozretie plodov potrebuje dostatočne dlhé obdobie bez mrazov (aspoň 150 dní, ideálne 180 až 200 (ASHTON, 2006) a vyššie letné teploty. Pri použití vhodných odrôd je možné komerčné pestovanie jujuby čínskej v oblastiach s priemernou ročnou teplotou $5,5 - 22^{\circ}\text{C}$, ročnými zrážkami 87 až 2000 mm a pôdnou reakciou 4,5 – 8,4 (LIU, 2006). V podmienkach Strednej Európy sa ako najvhodnejšie javia vinohradnícke oblasti. Na vodu je veľmi nenáročná, v miestach pestovania rastie aj v oblastiach s malým úhrnom zrážok, Dokáže prežiť v oblastiach s ročným úhrnom zrážok iba 200 mm (ASHTON, 2006), takže zakorenené rastliny v našich podmienkach netrpia suchom ani v rokoch chudobných na zrážky. Znesie krátkodobé zamokrenie pôdy, ale dlhšie trvajúce prílišné vlhko môže predĺžiť obdobie rastu a zhoršiť vyzrievanie letorastov. Prebytok zrážok v období dozrievania spôsobuje praskanie pokožky plodov a ich napadnutie plesňami, predovšetkým pri veľkoplodých odrodách. Dôležité je zabezpečiť rastline dostatok priameho slnečného svetla a tepla, preto sa neodporúča vysádzať jujubu na zatienené miesta. Príliš otvorené stanovišťa nebývajú v našich podmienkach veľmi teplé, preto sa im treba vyhnúť. V chladnejších oblastiach sa odporúča využiť lokality, kde sú rastliny chránené pred studenými vetrami budovami alebo inými prekážkami.

Jujuba čínska má malé nároky na pôdu, rastie a prináša úrodu v rôznych druhoch pôd, od piesočnatých po ťažšie, hlinito ílovité, musia byť však priepustné, aby nehrozilo dlhodobé zamokrenie. Postačí jej stredná alebo aj nižšia zásoba živín, ale na menej úrodných pôdach treba počítať s pomalším rastom. Rozpätie vhodnej pôdnej reakcie je široké, môže rásť na kyslých až silnejšie alkalických pôdach. Znáša aj zasolené pôdy. Hladina podpovrchovej vody má byť v hĺbke aspoň 1,5 m.

Pestovanie

V tradičných výsadbách jujuby sa používa spon $5 - 6 \times 4 - 5 \text{ m}$, v zahustených výsadbách $2 - 3 - 4 \times 2 - 3 \text{ m}$. Možné je použitie medziplodín, čo je v Číne možné vidieť aj pri iných drevinách. Rast stromov jujuby sa dá pomerne ľahko regulovať a tak sa v Číne rozširujú aj intenzívne výsadby so sponom $4 \times 1 - 2 \text{ m}$ a super intenzívne výsadby so sponom $1 - 2 \times 0,5 - 0,7 \text{ m}$ pri pestovaní v krytých priestoroch (LIU et al., 2016).

V podmienkach mierneho podnebia sa odporúča sa jarný termín výsadby, podobne ako pri ostatných teplomilných druhoch, prípadne vrúbľovanie na mieste do zakorenených podpníkov.

Pôda sa pred výsadbou pripravuje spôsobom bežným pri menej náročných ovocných drevinách. Dôležité je prevzdušnenie pôdy, ak je uľahnutá alebo utlačená, buď plošnou rigoláciou (prevrstvenie do 0,5 – 0,6 m) alebo prevrstvením pôdy v jame s priemerom 0,8 – 1,0 m a hĺbkou 0,5 – 0,6 m. Počas predvýsadbovej prípravy je vhodné použiť vyzretý maštaľný hnoj alebo kompost v dávke 4 – 6 kg na m². Vzhľadom na menšiu náročnosť jujuby stačí doplniť základné živiny na úroveň strednej až dobrej zásobenosti, pri výsadbe do záhradnícky ošetrovanej a pravidelne hnojenej pôdy sa možno zaobiť bez zásobného hnojenia.

Mladé rastliny jujuby tvoria menej rozkonárený koreňový systém zložený z dlhých koreňov, preto je najlepšie na výsadbu použiť mladé rastliny z kontajnerov. V podmienkach mierneho podnebia sa odporúča sa jarný termín výsadby, podobne ako pri ostatných teplomilných druhoch, prípadne vrúbľovanie na mieste do zakorenených podpníkov. Pri použití rastlín z kontajnerov možno vysádzať do začiatku leta. Rastliny sa sadia rovnako hlboko alebo len o málo hlbšie ako bola rastlina v kontajneri, čo znižuje tvorbu koreňových výmladkov. K rastlinám je vhodné dať kolík, ku ktorému sa mladá rastlina bude v prvých rokoch vyvážovať, lebo mladé konáre sa ľahko ohýbajú a kolík pomôže aj pri formovaní želaného tvaru stromčeka. Rastliny z kontajnerov spravidla sa pri výsadbe spravidla nerežú, s výnimkou odstránenia polámaných konárikov. Počas prvej zimy možno pôdu okolo rastliny nastlať vrstvou organickej hmoty na ochranu proti hlbšiemu premrznutiu pôdy, ale nie je to nevyhnutné (PAULEN, 2014).

Pôdu po vysadení až do zakorenenia treba udržiavať mierne vlhkú a bez burín. Neskôr možno zálievku obmedziť, čo podporuje hlbšie zakorenenie jujuby. Pôda sa nemá kypriť veľmi hlboko, aby sa poranením koreňov nepodporovala tvorba výmladkov. Pôda pod korunami stromčekov sa v našich podmienkach spravidla nezatravnúje, aby sa lepšie prehrievala.

Živiny sa dopĺňajú hnojením organickými hnojivami v 3 až 4 ročnom cykle v dávke 3 – 4 kg na m², na chudobnejších pôdach možno rast podporiť aplikáciou NPK hnojív s pomerom živín 8 : 8 : 8 skoro na jar. Odhaduje sa, že na produkciu 100 kg plodov je potrebné 1,5 kg N, 1,0 kg P₂O₅ a 1,3 kg K₂O (LIU, 2006).

Rast môže byť v prvých 2 až 3 rokoch po vysadení slabší, rastlina nedosahuje veľké rozmery a rastie viac vzpriamene. Prispieva k tomu i každoročný opad časti výhonkov na jeseň, ktoré sa tak nezúčastňujú ďalšieho budovania koruny. Prázdny priestor medzi rastlinami možno využiť na pestovanie plytšie zakoreňujúcich rastlín. Výhodné je, že jujuba čínska v našich podmienkach netrpí chorobami a škodcami a tak nie je dôvod obávať sa reziduí ochranných prípravkov v plodoch.

Rez sa realizuje predovšetkým v prvých 2 až 5 rokoch po vysadení pri formovaní stromčeka, neskôr sa obmedzuje na odstraňovanie prebytočných alebo nevhodne rastúcich silných výhonkov alebo konárikov. Jujuba sa spravidla pestuje v tvare zákrpka alebo štvrtkmeňa s voľne usporiadanými konármi. Odporúča sa stredný konár počas budovania koruny, predovšetkým na veternom stanovišti vyvážovať k opornému kolíku, aby sa zachovala jeho zvislá orientácia. Stromy majú po vstupe do plodnosti sklon k vytvoreniu rozložitej koruny. Úspešne sa skúšali aj tvary pre intenzívne výsadby, a to vreteno, pyramídálny zákrpok, pillar systém, pásová výsadba atď. (LIU, 2006).

Rodivosť sa môže objaviť už na druhý rok po výsadbe, no častejšie v treťom alebo štvrtom roku, plnú rodivosť možno očakávať 8 až 10 rokov po vysadení.

LIU (2004, 2006) in LIU et al. (2016) rozlišuje tri kategórie zrelosti plodov jujuby vychádzajúce zo sfarbenia plodov, pevnosti dužiny a látkového zloženia.

1. Biela zrelosť – ovocie dosahuje takmer konečnú veľkosť a tvar, pokožka (exokarp) je tenká, bielo zelenej farby, dužina nadobúda mliečno bielu farbu a kyprú konzistenciu, je málo šťavnatá a sladká, pričom cítiť prítomnosť škrobu. Optimálna zrelosť pre kandizovanie plodov.

2. Krehká zrelosť – plod je spolovice až úplne červeno sfarbený, pokožka je hrubšia, pevnejšia a ľahko sa šúpe po blanšírovaní. Dužina nadobúda krehkú konzistenciu, je šťavnatá, sladká, obsahuje viac cukru a kyselín. Optimálna zrelosť pre konzum v čerstvom stave. Na skladovanie sa zberajú plody spolovice červené.

3. Plná zrelosť – Obsah cukru v dužine rýchlo narastá, začína sa znižovať obsah vody, dužina v okolí kôstky a stopky plodu žltne a mäkne. Optimálna zrelosť na sušenie.

V malých výsadbách pripadá do úvahy ručný zber realizovaný v optimálnom stupni zrelosti. Prezreté plody ľahko opadávajú a v prípade vlhšej jesene hrozí praskanie plodov a ich apadnutie plesňami. V komerčných výsadbách v Číne sa používa sa aj mechanizovaný zber Liu et al. (2016).

Odrody jujuby čínskej sa podobne ako pri iných ovocných drevinách rozmnožujú vegetatívne. Ako vhodný spôsob uvádza ASHTON (2006) vrúbľovanie dormantnými vrúbľami s 2 alebo 3 púčikmi na pučiace podpníky spôsobom „na štučí pysk“ alebo anglickou kopuláciou. Podpníky sa množia odkopkami alebo koreňovými odrezkami. Semenné rozmnožovanie podpníkov je problematické vzhľadom na nízku klíčivosť semien. Rozmnožovanie stonkovými odrezkami býva málo úspešné.

ZÁVER

Jujuba čínska (*Ziziphus jujuba* Mill.) je ovocná drevina s dlhou históriou pestovania, ktorej plody majú mnoho priaznivých účinkov na ľudské zdravie. Nároky na klimatické podmienky umožňujú jej pestovanie v suchších oblastiach Strednej Európy s obdobím bez mrazov dlhým aspoň 150 dní. Je adaptabilná aj na menej úrodné pôdy a netrpí chorobami a škodcami, takže môže byť zdrojom ovocia v kategórii bio. Ovocie jujuby čínskej je vhodné na priamy konzum, sušenie a na výrobu rôznych produktov vrátane potravinových doplnkov so zdravotnoochrannými účinkami. Keďže sa v podmienkach Strednej Európy jedná o pomerne nový druh bez tradície spotreby a použitia, možno predpokladať jeho uplatnenie spočiatku iba v malovýrobných podmienkach.

LITERATÚRA

- AL-REZA, S. M., YOON, J. I., KIM, H. J., KIM, J. S., KANG, S. C. 2010. Anti-inflammatory activity of seed essential oil from *Zizyphus jujuba*. *Food Chem Toxicol.* 48(2): pp 639-643. doi: 10.1016/j.fct.2009.11.045
- ASHTON, R. 2006. Jujube the Chinese Date. Third Millenium Publishing, USA, ISBN 1-932657-78-9, pp 152
- BAI L, ZHANG H, LIU Q, ZHAO Y, CUI X, GUO S, ZHANG L, HO CT, BAI N. 2016. Chemical characterization of the main bioactive constituents from fruits of *Ziziphus jujuba*. *Food Funct.* 2016 Jun 15;7(6):2870-7. doi: 10.1039/c6fo00613b
- LIU, M. 2006. Chinese Jujube: Botany and Horticulture. In *Horticultural Reviews*, Vol. 32, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-73216-8, pp 229-297
- LIU, D. , YE, X. , JIANG, Y. 2016. Chinese Dates A Traditional Functional Food. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, ISBN 13: 978-1-138-03210-1
- MERAVÁ, E. 2017. Ovocie - Situačná správa k 31.12.2016 a výhľad na rok 2017. Bratislava: VÚEPP. 55s. ISSN 1338-8002.

- OUTLAW, W.H. JR., SHUQIU ZHANG, S., RIDDLE, K.A., WOMBLE, A. K., ANDERSON, L. C., WILLIAM M. OUTLAW, W. M., OUTLAW, N. N., OUTLAW, E.C., THISTLE, A.B. 2002. The jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.), a multipurpose plant. Economic Botany: Vol. 56, Issue 2, pp 198- 200 [https://doi.org/10.1663/0013-001\(2002\)056\[0198:TJZJMA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-001(2002)056[0198:TJZJMA]2.0.CO;2)
- PAULEN, O. 2014 Jujuba čínska. Sady a vinice. ISSN 1336-7684. roč. 9, č. 5-6 (2014), pp 14-15.
- TAHERGORABI, Z., ABEDINI, M. R., MITRA, M., FARD, M. H., & BEYDOKHTI, H. 2015. "*Ziziphus jujuba*": A red fruit with promising anticancer activities. Pharmacognosy Reviews, 9 (18), pp 99–106. <http://doi.org/10.4103/0973-7847.162108>
- VALÍČEK, P. a kol. 1989. Užité rostliny tropů a subtropů, Akademia, Praha, ISBN 80-200-0000-3, pp 420
- VORONCOV, V.V., ŠTEJMAN, U.G. 1982. Возделывание субтропических культур. Kolos, Moskva, IBN 2700, pp 272
- YAO, S., HUANG, J, HEYDUCK R. 2015. Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) Flowering and Fruiting in the Southwestern United States. HortScience , June 2015, vol. 50, no. 6, pp 839-846
- YOON, J. I., AL-REZA, S. M., KANG, S. C. 2010. Hair growth promoting effect of Zizyphus jujuba essential oil. Food Chem Toxicol. 48(5): pp1350-1354. doi: 10.1016/j.fct.2010.02.036.

INTERNET

- Flora of China Vol. 12, pp 115, 120, 122,
http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200013464[cit.2018-09-02]
https://www.nutritionvalue.org/Jujube%2C_raw_nutritional_value.html. [cit. 2018-08-28]

Adresa autora

doc. Ing. Oleg Paulen, PhD., Katedra ovocinárstva, vinohradníctva a vinárstva, FZKI SPU v Nitre, A. Hlinku 2, 94976 Nitra, e-mail: oleg.paulen@uniag.sk

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI PÔDY VO VZŤAHU K VYBRANÝM PORASTOM CUDZOKRAJNÝCH DREVÍN V ARBORÉTE MLYŇANY

SOIL PHYSICAL PROPERTIES IN RELATION TO SELECTED EXOTIC TREES IN THE ARBORETUM MLYŇANY

NORA POLLÁKOVÁ - VLADIMÍR ŠIMANSKÝ - JURAJ CHLPÍK - MARTIN JURIGA

POLLÁKOVÁ, N. – ŠIMANSKÝ, V. – CHLPÍK, J. – JURIGA, M. 2018. Checkpoints of transport processes in plants facing abiotic stress. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s.131. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Soil properties significantly affect the acclimatization, growth, health and naturalization of introduced trees. Therefore, the aim of our study was to find out which important physical and hydro-physical soil characteristics improve or restrict the welfare of selected exotic trees in the Arboretum Mlyňany. We examined soil characteristics for each of 10 cm layer in soil profiles under growths of Japanese cedars, Chinese junipers, Himalayan pines, white firs, western redcedars, sugar maples and cherry laurels. We revealed that soil was texturally medium-grained, so it fit to all studied trees. By clay enriched horizons were compacted and had increased values of bulk density and reduced porosity, mainly macroporosity and air-filled porosity. Beside Japanese cedars which were endangered by long-term dry conditions in the summer, other tree species found soil characteristics suitable, even though that severely reduced macroporosity in the profile under Chinese junipers does not allow rapid drainage of water and may cause rot the roots of these trees.

Key words: exotic trees, wilting point, porosity, aeration, available water supply

PodĎakovanie

Práca vznikla s podporou projektu KEGA 014SPU-4/2016

Adresa autorov

Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra pedológie a geológie, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: nora.pollakova@uniag.sk, vladimir.simansky@uniag.sk, juraj.chlpik@uniag.sk, xjuriga@is.uniag.sk

SUBTYPY PÔD ZISTENÉ V LOKALITE ARBORÉTA MLYŇANY

SOIL SUBTYPES DETERMINED IN THE LOCALITY OF ARBORETUM MLYŇANY

NORA POLLÁKOVÁ

POLLÁKOVÁ, N. 2018. Subtypy pôd zistené v lokalite Arboréta Mlyňany. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany ÚEL SAV, s. 132-141. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Thorough understanding of local soil and environmental conditions is particularly important for the successful introduction of exotic tree species. Therefore, the aim of this work was the investigation and classification of soil in the Arboretum Mlyňany. In the Arboretum were dug seventeen soil pits, in which have been particularly characterized soil morphological, physical and chemical properties. We revealed that on most area of Arboretum, the soil-forming substrates were decalcified loess and silt. The most spread soil subtype was Stagni-Haplic Luvisol and on the North American and East Asian area Cultivated Stagni-Haplic Luvisol. Less spread soil subtypes were: Haplic Glossisol, Stagnic Glossisol, Albi-Haplic Luvisol and Luvi-Haplic Chernozem.

Key words: exotic trees, soil morphological properties, soil subtypes

ÚVOD

Arborétum bolo založené v roku 1892, ako súkromná zbierka grófa Ambrózyho. Postupne boli do pôvodného 40 ha dubovo-hrabového lesa dosádzané dovážané dreviny, ktoré sa časom novým prírodným podmienkam prispôbali, a niektoré z nich dokonca prenikajú do okolia Arboréta (TOMAŠKO, 1998). V Arboréte Mlyňany sa zámernej introdukci drevín, ako i vysádzaniu domácich druhov drevín, venujú už 126 rokov. Avšak, pôdnym pomerom sa dlho nevenovala pozornosť i napriek tomu, že okrem klímy aj pôda významne rozhoduje o možnostiach pestovania a adaptácie cudzokrajných drevín. Na druhej strane, rastliny taktiež významne ovplyvňujú pôdne charakteristiky či už svojimi koreňovými výlučkami, rastlinnými zvyškami, prerastaním koreňov (TOKÁR A KUKLA, 2008; MASAROVIČOVÁ, 2011).

Gróf Ambrózy spolu so záhradníkom Jozefom Mišákom si uvedomovali, že vlastnosti pôdy, na ktorej budú zakladať Arborétum, sú nevhodné pre náročné mediteránne dreviny. Preto vykonali celý rad opatrení, ako napr. pôdne presuny, umelé svahy, terénne úpravy, terasovanie, dokonale využívali expozíciu a inklináciu terénu (TÁBOR A TOMAŠKO, 1992).

Keďže vlastnosti pôdy významne ovplyvňujú nielen rast rastlín, ale aj ich vývoj, sukcesiu a zdravotný stav, cieľom práce bola charakteristika morfológických vlastností pôd v Chránenom areáli Arborétum Mlyňany a ich klasifikácia do typov a subtypov.

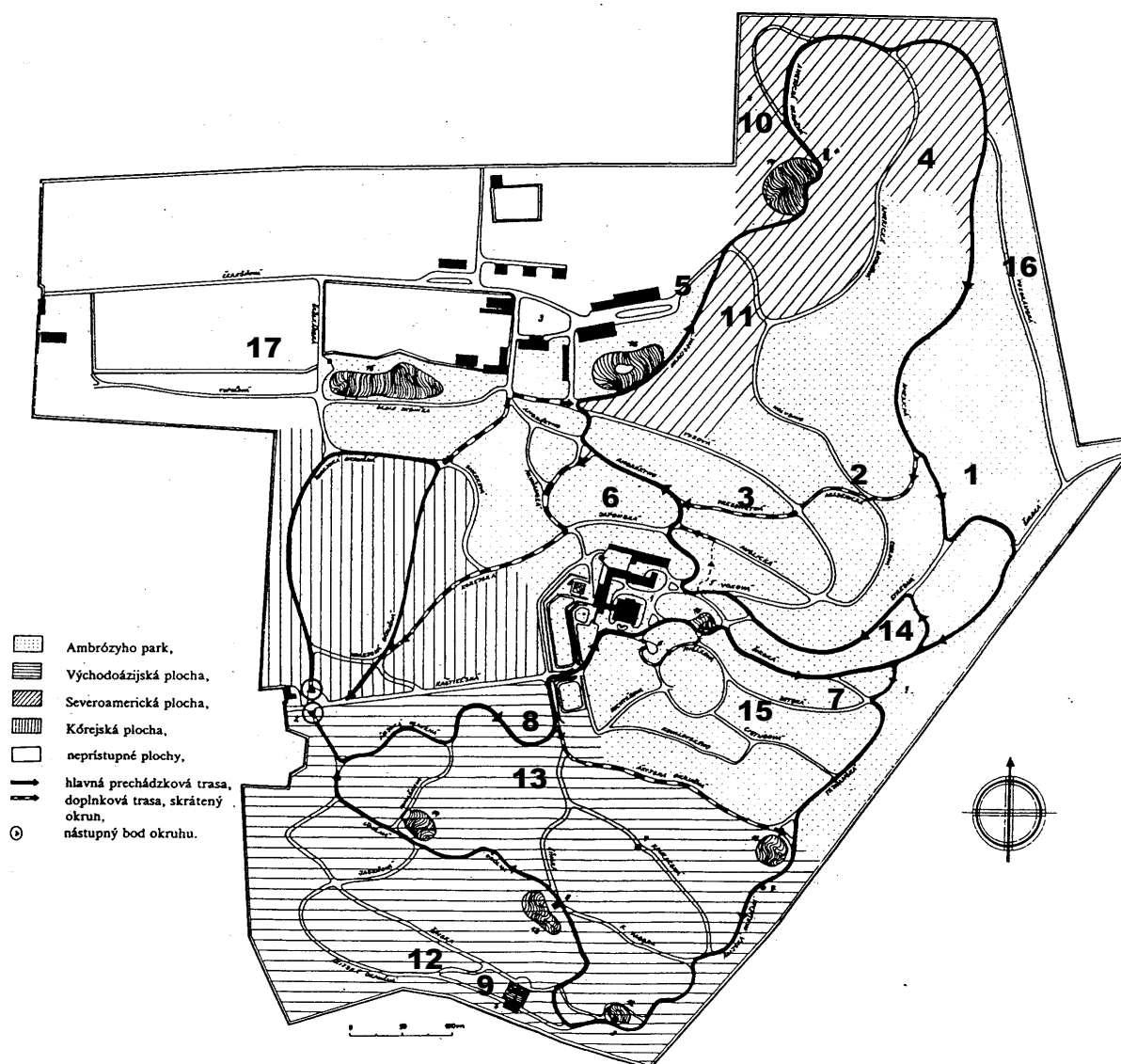
MATERIÁL A METÓDY

LOKALITA ARBORÉTA MLYŇANY

Arborétum Mlyňany (48°19' s.š.; 18°21' v.d.) sa nachádza na južnom Slovensku, v údolí rieky Žitava, v nadmorskej výške 165-217 m. n. m., v teplej, suchej klimatickej oblasti s priemernou ročnou teplotou 10,6 °C a úhrnom zrážok 541 mm (HRUBÍK A HOŤKA, 2007). Arborétum leží na mladších treťohorných sedimentoch (pont), ktoré sú prevažne piesočnaté. Zastúpené sú

neogénne íly, piesky a štrkové terasy. Štrk je väčšinou dobre opracovaný, prevláda kremeň, menej kremenec, andezit (STEINHÜBEL, 1957). Na tomto podloží je takmer na celej ploche naviaty rôzne mocný sprašový materiál, ktorý vplyvom degradačných pôdotvorných procesov prešiel na odvápnenu sprašovú hlinu. Neogénne štrky sa len miestami dostávajú bližšie k povrchu a spôsobujú zhoršenie vlastností pôdy (CIFRA, 1958).

V súčasnosti je arborétum rozdelené na: pôvodný Ambrózyho park založený v r. 1892, plochu východoázijskej dendroflóry v roku 1964, plochu severoamerickej dendroflóry v r. 1975, plochu kórejskej dendroflóry v r. 1984 a expozíciu drevín zo Slovenska v r. 1992. Kvôli ucelenému dojmu boli porasty jednotlivých druhov drevín vysádzané vo forme monokultúr (TÁBOR A PAVLAČKA, 1992).



Obr. 1. Mapa areálu Arboréta Mlyňany a rozmiestnenie skúmaných stanovísk 1–17

ODBER VZORIEK A METÓDY ANALÝZ

Pôda bola charakterizovaná v sedemnástich pôdoznaleckých sondách vykopaných pod zhustenými porastmi monokultúr introdukovaných drevín, ktorých plocha bola minimálne

200 m². V centre každého porastu bola vykopaná pôdoznalecká sonda (1–17), ktorej umiestnenie je na obr. 1.

Sondy v pôvodnom Ambrózyho parku založenom v roku 1892 v dubovo-hrabovom lese:

-pod trávny porastom (1)

-pod porastom smrekov obyčajných (*Picea abies*, (L.) Karsten) (2)

-pod zvyškom pôvod. dubovo-hrabového lesa (*Quercus Cerris*, L., *Carpinus betulus*, L.) (3)

-pod porastom jedlí srienistých (*Abies concolor*, Lindl. et Gord.) (5)

-pod porastom tisov obyčajných (*Taxus baccata*, L.) (6)

-pod porastom vavrínovcov lekárskeho (*Prunus laurocerasus*, L.) (7)

-pod porastom tují riasnatých (*Thuja plicata*, D. Don ex Lamb.) (14)

-pod porastom smrekov východných (*Picea orientalis*, L.) (15)

-pod porastom borovíc čiernych (*Pinus nigra*, J.F. Arnold) (16)

-pod porastom tují západných mlyniarskych (*Thuja occidentalis malony*, L.) (17)

Sondy na východoázijskej ploche založenej v roku 1964 na pôde ktorá bola do roku 1960 využívaná ako orná:

-pod porastom borovíc himalájskych (*Pinus wallichiana*, Jacks.) (8)

-pod porastom kryptomérií japonských (*Cryptomeria japonica*, D. Don) (9)

-pod porastom borievok čínskych (*Juniperus chinensis*, L.) (12)

-pod porastom tují východných (*Thuja orientalis*, L.) (13)

Sondy na severoamerickej ploche, ktorá bola do roku 1975 využívaná ako vinice a sady:

-pod porastom javorov cukrových (*Acer saccharinum*, L.) (4)

-pod porastom cypruštekov Lawsonových (*Chamaecyparis lawsoniana*, A.Murray, Parl) (10)

-pod porastom ľaliovníkov tulipánokvetých (*Liriodendron tulipifera*, L.) (11)

Bezprostredne po vykopaní sond boli charakterizované morfológické vlastnosti pôdných profilov a po laboratórnych stanoveniach chemických a fyzikálnych vlastností boli pôdy klasifikované podľa MKSP (2014).

Po charakteristike morfológických znakov, boli z pôdoznaleckých sond odobrané neporušené pôdne vzorky, v ktorých boli štandardnými metódami (HRIVŇÁKOVÁ et al. 2011) stanovené fyzikálne a chemické vlastnosti, textúra bola stanovená v diagnostických horizontoch pipetovacou metódou (HRIVŇÁKOVÁ et al. 2011).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Boli zistené značné rozdiely v morfológických znakoch medzi jednotlivými pôdnymi profilmi, ktoré sa odlišovali najmä v mocnosti a zastúpení horizontov, farbe, hĺbke a intenzite prekorenenia a v obsahu skeletu.

MORFOLOGICKÉ ZNAKY PÔDNYCH PROFILOV

Pôdny profil sondy 1

- rastlinný kryt: trávny porast

- pôdny subtyp: hnedozem pseudoglejová

+0,05-0,00 m Om – mačinový horizont - polorozložené zvyšky rastlinnej hmoty

0,0-0,25 m	Au-horizont - žltohnedý (10YR 5/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, súdržný, hlinitý, bez skeletu, drobnohr. štruktúra, bez novotvarov, so stredným prekorením, bez uhličitanov
0,25-0,55 m	Bt-horizont - žltohnedý (10YR 5/8) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, súdržný, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, povlaky koloidných org. látok, so slabým prekorením, bez uhličitanov
0,55-1,40 m	Btg-horizont - žltohnedý (10YR 5/8) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, súdržný, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, mangánové bročky, so slabým prekorením, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 2

- rastlinný kryt: smrek obyčajný (*Picea abies*, (L.) Karsten)
- pôdny subtyp: hnedozem pseudoglejová

+0,03-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,15 m	Au-horizont - hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, drobnivý, piesočnato-hlinitý, bez skeletu, zrnitá až drobnohrudkovitá štruktúra, bez novotvarov, silné prekorenenie, bez uhličitanov
0,15-0,48 m	Bt-horizont - žltohnedý (10YR 5/8) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, drobnivý až súdržný, piesočnato-hlinitý - hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, so stredným prekorením, bez uhličitanov
0,48-1,20 m	Btg-horizont - žltohnedý (10YR 5/8) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, súdržný, ílovito-hlinitý, s nízkym obsahom drobného štrku, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, povlaky organických koloidných látok, so slabým prekorením, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 3

- rastlinný kryt: dubovo-hrabový porast (*Quercus cerris*, L.), (*Carpinus betulus*, L.)
- pôdny subtyp: hnedozem pseudoglejová

+0,02-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,15 m	Au-horizont - hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, drobnivý, hlinitý, bez skeletu, guľovito-polyedrická štruktúra, bez novotvarov, silné prekorenenie, bez uhličitanov
0,15-0,50 m	Bt-horizont - matný žltó-hnedý (10YR 5/4) (za vlhka), redoxné škvrny, vlhký, kyprý, hlinitý, bez skeletu, polyedrická ostrohranná štruktúra, so stredným prekorením, bez uhličitanov
0,50-0,80 m	Btg-horizont - žltohnedý (10YR 5/6) (za vlhka), redoxné znaky, vlhký, uľahnutý, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, povlaky organických koloidov, so slabým prekorením, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 4

- rastlinný kryt: javor cukrový (*Acer saccharinum*, L.)
- pôdny subtyp: hnedozem kultizemná pseudoglejová

+0,02-0,00 m	Om – mačínový horizont - polorozložené zvyšky rastlinnej hmoty
0,00–0,20 m	Akp-horizont - hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), bez škvrn, ostrý prechod, vlhký, slabo plastický, hlinitý, bez skeletu, guľovito polyedrická štruktúra, bez novotvarov, s intenzívnym prekorením, bez uhličitanov
0,20–0,40 m	Bt-horizont - matný žltó-hnedý (10 YR 5/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, plastický, hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, so slabým prekorením, bez uhličitanov
0,40-1,10 m	Btg-horizont - hnedý (10 YR 4/4) (za vlhka), škvrnitý (oxidačno-redukčné znaky), mokrá, plastický a lepkavý, hlinitý, v hĺbke 0,9 – 1 m bola vrstva štrku – zaoblený skelet veľkosti cca do 2,5 cm, polyedrická štruktúra, mangánové bročky, slabé prekorenenie, bez uhličitanov
> 1,10m	Btg/C-horizont - hnedý (10 YR 5/6) (za vlhka), škvrnitý, vlhký, plastický, lepkavý, hlinitý, polyedrická štruktúra, bez koreňov, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 5

- rastlinný kryt: jedľa srienistá (*Abies concolor*, Lindl. et Gord.)

- pôdny subtyp: hnedozem pseudoglejová

+0,05-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,10 m	Au-horizont - hnedý (10YR 4/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhľý, drobivý, hlinitý, bez skeletu, guľovitá štruktúra, bez novotvarov, silné prekorenenie, bez uhličitanov
0,10-0,40 m	A/Bt-horizont - hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, drobivý, hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, slabé prekorenenie, bez uhličitanov
0,40-0,75 m	Bt-horizont - žltó-hnedý (10YR 5/8) (za vlhka), Mn bročky, vlhký, súdržný, hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, so slabým prekorením, bez uhličitanov
0,75-1,10 m	Btg-horizont - žltó-hnedý (10YR 5/6) (za vlhka), slabé redoxné znaky, Mn bročky, vlhký, súdržný, hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez prekorenia, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 6

- rastlinný kryt: tis obyčajný (*Taxus baccata*, L.)

- pôdny subtyp: hnedozem pseudoglejová

+0,02-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,20 m	Au-horizont - hnedý (10YR 4/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhľý, drobivý, hlinitý, bez skeletu, guľovito-polyedrická štruktúra, bez novotvarov, silné prekorenenie, bez uhličitanov
0,20-0,60 m	Bt-horizont - matný žltó-hnedý (10YR 5/3) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhľý, drobivý, hlinitý, bez skeletu, polyedrický, Mn bročky, silné prekorenenie, bez uhličitanov
0,60-0,90 m	Btg-horizont - hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), slabé redoxné znaky, Mn bročky, vlhký, súdržný, hlinitý, v hĺbke cca 0,7-0,8 m skelet veľkosti do 2 cm do 5%, polyedrická štruktúra až bezštruktúrna, slabé prekorenenie, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 7

- rastlinný kryt: vavrínovec lekárske (*Prunus laurocerasus*, L.)

- pôdny subtyp: hnedozem luvizemná pseudoglejová

+0,02-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,23 m	Au-horizont - tmavo hnedý (10YR 3/3) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, drobivý, hlinito-piesočnatý, skelet do 10%, guľovito-polyedrická štruktúra, bez novotvarov a povlakov, silné prekorenenie, bez uhličitanov
0,23-0,60 m	A/EI-horizont - hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, drobivý, hlinito-piesočnatý, 10-15% zaobleného skeletu, polyedrická štruktúra, stredné prekorenenie, bez uhličitanov
0,60-0,90 m	Btg-horizont - žltó-hnedý (10YR 5/8) (za vlhka), silné redoxné znaky, škvrnitosť 40%, Mn bročky, vlhký, súdržný, hlinito-piesočnatý, v hĺbke cca 0,7-0,8 m, 10-15% zaobleného skeletu veľkosti do 5 cm, polyedrická štruktúra, slabé prekorenenie, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 8

- rastlinný kryt: borovica himalájska (*Pinus wallichiana*, Jacks.)

- pôdny subtyp: černozem kultizemná hnedozemná

+0,02-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,20 m	Akp-horizont - hnedý (10YR 4/4) (za vlhka), navlhnutý, hlinitý, bez skeletu, súdržný, guľovito-polyedrická štruktúra, povlaky ílu, silné prekorenenie, bez uhličitanov
0,20-0,35 m	A/Bt-horizont - hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), navlhnutý, hlinitý, bez skeletu, súdržný, polyedrická štruktúra, povlaky ílu, stredné prekorenenie, uhličitanov 0,3-1%
0,35-0,60 m	Bt-horizont - žltó-hnedý (10YR 5/6) (za vlhka), navlhnutý, hlinitý, bez skeletu, súdržný, polyedrická štruktúra, slabšie biele uhličitanové povlaky, slabé prekorenenie, uhličitanov 1-3%
0,60-1,00 m	Bt/C-horizont - žltó-hnedý (10YR 5/8) (za vlhka), navlhnutý, bez skeletu, súdržný, polyedrická štruktúra, biele uhličitanové povlaky, slabé prekorenenie, uhličitanov > 5%

Pôdny profil sondy 9

- rastlinný kryt: kryptoméria japonská (*Cryptomeria japonica*, D. Don)

- pôdny subtyp: hnedozem kultizemná pseudoglejová

+0,02-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,20 m	Akp-horizont - hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), vlhký, hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, povlaky ílu, stredné prekorenenie, bez uhličitanov
0,20-0,80 m	Btg-horizont - žltá-hnedý (10YR 5/8) (za vlhka), vlhký, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedr. štruktúra, povlaky ílu, Mn bročky, oxidačné znaky, stredné prekorenenie, bez uhličitanov
> 1,00 m	Btg/C-horizont - tmavý žltá-oranžový (10YR 6/4) (za vlhka), vlhký, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, Mn bročky, slabé prekorenenie, v hĺbke 0,9-1,1 m bol obsah CaCO_3 0,3-1%, a v hĺbke > 1,1 m bol > 3%

Pôdny profil sondy 10

- rastlinný kryt: cyprušteľ Lawsonov (*Chamaecyparis lawsoniana*, A.Murray, Parl)
- pôdny subtyp: hnedozem kultizemná

+0,07-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,30 m	Akp-horizont - tmavý, žltá-hnedý (10YR 4/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, hlinitý, bez skeletu, guľovito-polyedrická štruktúra, bez novotvarov a povlakov, silné prekorenenie, bez uhličitanov
0,30-0,70 m	Bt-horizont - tmavý, žltá-hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, hlinitý, bez skeletu, polyedrická až masívna štruktúra, bez škvrnitosti, slabé prekorenenie, bez uhličitanov
0,70-0,80 m	Bt/C-horizont - žltá-hnedý (10YR 5/6) (za vlhka), navlhnutý, súdržný, uľahnutý, hlinitý, bez skeletu, polyedrická až masívna štruktúra, bez novotvarov, povlaky organických koloidných látok, so slabým prekorením, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 11

- rastlinný kryt: ľaliovník tulipánokvetý (*Liriodendron tulipifera*, L.)
- pôdny subtyp: hnedozem luvizemná pseudoglejová

+0,07-0,00 m	Oo, Om – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,20 m	Au-horizont - tmavý žltá-hnedý (10YR 3/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, drobivý, hlinitý, s obsahom skeletu (obliaky veľkosti 5-10 cm, 10%), guľovito-polyedrická štruktúra, bez novotvarov, so silným prekorením, bez uhličitanov
0,20-0,50 m	A/EI-horizont - tmavý žltá-hnedý (10YR 4/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, slabo plastický, hlinitý, bez skeletu, guľovito-polyedrická štruktúra, bez novotvarov, so silným prekorením, bez uhličitanov
0,50-0,70 m	Bt-horizont - žltá-hnedý (10YR 5/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, súdržný, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, so stredným prekorením
0,70-0,90 m	Btg-horizont - hnedožltý (10YR 6/6) (za vlhka), škvrnitosť 10%, vlhký, slabo plastický, hlinito piesočnatý, s obsahom skeletu (drobný štrk 10%), polyedrická štruktúra, mangánové bročky, redoxné znaky, so slabým prekorením

Pôdny profil sondy 12

- rastlinný kryt: borievka čínska (*Juniperus chinensis*, L.)
- pôdny subtyp: hnedozem kultizemná pseudoglejová

+0,02-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,20 m	Akp-horizont - tmavý žltá-hnedý (10YR 4/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, drobivý, hlinitý, bez skeletu, guľovito-polyedrická štruktúra, bez novotvarov, silné prekorenenie, bez uhličitanov
0,20-0,30 m	Bt-horizont - tmavý žltá-hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, súdržný, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, so stredným prekorením, bez uhličitanov
0,30-0,80 m	Btg-horizont - žltá-hnedý (10YR 5/6) (za vlhka), Fe^{3+} škvrny, navlhnutý, súdržný, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, so slabým prekorením, mangánové bročky, redoxné znaky, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 13

- rastlinný kryt: tuja východná (*Thuja orientalis*, L.)

- pôdny subtyp: černozem kultizemná hnedozemná

+0,05-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,20 m	Akp-horizont - tmavý žltohnedý (10YR 3/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, ostrý prechod, vlhký, drobnivý, hlinitý, bez skeletu, guľovito polyedrická štruktúra, bez novotvarov, so silným prekorenением, bez uhličitanov
0,20-0,40 m	A/Bt-horizont - tmavý žltohnedý (10 YR 4/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, súdržný, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, so stredným prekorenением, bez uhličitanov
0,40-0,80 m	Cc-horizont - žltohnedý (10 YR 5/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, súdržný, hlinitý, bez skeletu, polyedr. štruktúra, biele uhličitanové povlaky, slabé prekorenenie, uhličitany > 5%

Pôdny profil sondy 14

- rastlinný kryt: tuja riasnitá (*Thuja plicata*, D. Don ex Lamb.)

- pôdny subtyp: luvizem pseudoglejová

+0,10-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,10 m	Ao-horizont - veľmi tmavý sivohnedý (10YR 3/2) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhľý, kyprý, hlinitý, s obsahom skeletu (drobný štrk veľkosti 1-3 cm 5%), guľovito-polyedrická štruktúra, bez novotvarov a povlakov, so silným prekorenением, bez uhličitanov
0,10-0,22 m	A/EI-horizont - tmavý žltohnedý (10YR 4/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, súdržný, piesočnato-hlinitý, s obsahom skeletu (drobný štrk veľkosti 1-3 cm 5%), polyedrická štruktúra, bez novotvarov a povlakov, so silným prekorenением, bez uhličitanov
0,22-0,50 m	EI-horizont - tmavý žltohnedý (YR10 3/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, drobnivý, piesočnato-hlinitý, s obsahom skeletu (drobný štrk veľkosti 1-3 cm 5%), polyedrická štruktúra, koloidné povlaky, so silným prekorenением, bez uhličitanov
0,50-0,80 m	Btg-horizont - tmavý žltohnedý (YR10 4/6) (za vlhka), Fe ³⁺ škvrny, vlhký, uľahnutý, ílovito-hlinitý, s obsahom skeletu (drobný štrk 1%), masívna štruktúra, bez povlakov, mangánové bročky, redoxné znaky Fe, so silným prekorenением, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 15

- rastlinný kryt: smrek východný (*Picea orientalis*, L.)

- pôdny subtyp: hnedozem pseudoglejová

+0,12-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,20 m	Au-horizont - hnedý (10YR 4/3) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, kyprý, rozpadavá štruktúra, prachovito-hlinitý, bez skeletu, bez novotvarov a povlakov, so silným prekorenением, bez uhličitanov
0,20-0,40 m	Bt-horizont - tmavý žltohnedý (10YR 4/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, drobnivý, guľovito-polyedrická štruktúra, hlinitý, bez skeletu, redox znaky, so silným prekorenением, bez uhličitanov
0,40-0,62 m	Btg ₁ -horizont - tmavý žltohnedý (10YR 4/4) (za vlhka), Fe ³⁺ škvrny, vlhký, súdržný, polyedrická štruktúra, ílovito-hlinitý, s obsahom skeletu (drobný štrk veľkosti 1-4 cm 20%), redox znaky, mangánové bročky, koloidné povlaky, so stredným prekorenением, bez uhličitanov
0,62-0,80 m	Btg ₂ -horizont - veľmi tmavý sivohnedý (10YR 3/2) (za vlhka), Fe ³⁺ škvrny, vlhký, uľahnutý, masívna štruktúra, ílovito-hlinitý, s obsahom skeletu (drobný štrk veľkosti 1-2 cm 10%), bez povlakov, redox znaky, mangánové bročky, so stredným prekorenением, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 16

- rastlinný kryt: borovica čierna (*Pinus nigra*, J.F. Arnold)

- pôdny subtyp: luvizem pseudoglejová

+0,10-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,10 m	Ao-horizont - hnedý (10YR 4/3) (za vlhka), bez škvrnitosti, navlhnutý, kyprý, guľovito-polyedrická štruktúra, piesočnato-hlinitý, bez skeletu, bez novotvarov a povlakov, so silným prekorenением, bez uhličitanov

0,10-0,38 m	A/El-horizont - tmavý žltohnedý (10YR 4/4) (za vlhka), škvrnitý 10%, navlhnutý, drobivý, zrnitá štruktúra, piesočnato-hlinitá, s obsahom skeletu (drobný štrk veľkosti 2-3 cm 10%), bez novotvarov a povlakov, s intenzívnym prekorenением do 40 cm, bez uhličitanov
0,38-0,70 m	El-horizont - žltohnedý (10YR 5/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, drobivý, zrnitá štruktúra, piesočnato-hlinitý, s obsahom skeletu (drobný štrk veľkosti 2-3 cm 30%), mangánové bročky, redoxné znaky, bez uhličitanov
0,70-0,90 m	Btg-horizont - žltohnedý (10YR 5/8) (za vlhka), škvrnitý 20%, vlhký, súdržný, masívna štruktúra, ílovito-piesočnatý, s obsahom skeletu (drobný štrk veľkosti 2-3 cm 10%), mangánové bročky, redoxné znaky, bez uhličitanov

Pôdny profil sondy 17

- rastlinný kryt: tuja západná, mlynianska (*Thuja occidentalis malony*, L.)

- pôdny subtyp: černoziem hnedozemná

+0,12-0,00 m	Oo – nadložný horizont lesného opadu
0,00-0,20 m	Au-horizont - veľmi tmavý sivohnedý (10YR 3/2) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, kyprý, guľovito-polyedrická štruktúra, hlinitý, bez skeletu, bez novotvarov a povlakov, so silným prekorenением, bez uhličitanov
0,20-0,60 m	A/Bt-horizont - tmavý žltohnedý (10YR 4/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, uľahnutý, polyedrická štruktúra, ílovito-hlinitý, bez skeletu, bez novotvarov a povlakov, so stredným prekorenением, bez uhličitanov
0,60-0,70 m	Bt/C-horizont - tmavý žltohnedý (10YR 4/6) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, uľahnutý, polyedrická štruktúra, hlinitý, bez skeletu, bez novotvarov a povlakov, so stredným prekorenением, bez uhličitanov
0,70-0,90 m	Cc-horizont - žltohnedý (10YR 5/4) (za vlhka), bez škvrnitosti, vlhký, drobivý, polyedrická štruktúra, hlinitý, bez skeletu, bez novotvarov, so slabým prekorenением, uhličitaný > 5%

Vysvetlivky horizontov: Oo – horizont lesného opadu, Om – mačínový horizont, Ao – ochrický humusový, Au – umbrický humusový, Akp – kultizemný ornícový, A/El – prechodný, humusovo/eluviálny luvický, El – eluviálny luvický, A/Bt – prechodný, humusovo/iluviálny luvický, Bt – iluviálny luvický, Btg - luvický mramorovaný, Btg/C – prechodný, luvický mramorovaný/pôdotvorný substrát, Bt/C – prechodný, luvický/pôdotvorný substrát, Cc – pôdotvorný substrát karbonátový

LOKALIZÁCIA KLASIFIKOVANÝCH SUBTYPOV

Klasifikovali sme tri pôdne typy – hnedozem, černoziem, luvizem a po doplnení morfológických znakov výsledkami fyzikálnych a chemických vlastností, sme klasifikovali aj pôdne subtypy. Výsledky stanovení zrnitosti, fyzikálnych, chemických vlastností pôd sú uvedené v mnohých publikáciách (LABUDOVÁ ET AL., 2009; POLLÁKOVÁ, 2012, 2013, 2018; POLLÁKOVÁ A KONÔPKOVÁ, 2012; POLLÁKOVÁ ET AL., 2011, 2014, 2015A, 2015B, 2015C, 2015D, 2016, 2017; SZLOVÁKOVÁ ET AL., 2017). Plošné rozmiestnenie pôdnych subtypov v arboréte je evidentné na obrázku 1, kde sú číslami uvedené jednotlivé sondy pod porastmi vybraných drevín. Približnú hranicu v lokalite arboréta predstavuje poloha kaštieľa. Hnedozem pseudoglejová je najrozšírenejším subtypom a zaberá väčšinu plochy na východ od kaštieľa (Obr. 1) a takýto subtyp sme klasifikovali pod trávny porastom (1), smrekmi obyčajnými (2), dubovo-hrabovým porastom (3), jedľami srienistými (5), tismi obyčajnými (6) a smrekmi východnými (15).

Keďže pôda pod severoamerickou a východoázijskou plochou bola ešte pred štyridsiatimi a päťdesiatimi rokmi obrábaná a znaky homognizácie ornícového horizontu, najmä svetlejšia farba po kultivácii a ostrý prechod pod formujúcim sa lesným humusovým A horizontom boli stále zreteľné, pôdy na týchto plochách sme klasifikovali ako kultizemné subtypy. Teda pôdu na západnom svahu severoamerickej plochy pod javormi cukrovými (4) a

na severnom svahu východoázijskej plochy pod kryptomériami japonskými (9) a borievkami čínskymi (12) sme klasifikovali ako hnedozem kultizemná pseudoglejová.

Severne od kaštieľa, na miernom svahu severoamerickej plochy pod cypruškami Lawsonovými (10), sme klasifikovali hnedozem kultizemnú.

Najmenej kvalitný subtyp v Arboréte Mlyňany, luvizem pseudoglejový, sme určili východne od kaštieľa, v najvyššej polohe ohraničujúcej arborétum z východu pod porastom borovic čiernych (16) a tiež centrálnu časť Ambrózyho parku pod porastom tují riasnatých (14), v ktorých blízkosti sme klasifikovali taktiež málo kvalitný subtyp hnedozem luvizemnú pseudoglejový pod porastom vavrínovcov lekárskeho (7) a ľaliovníkov tulipánokvetých (11). Dôvodom takto intenzívnej illimerizácie bol okrem druhu porastu aj priepustný substrát obsahujúci až do 50% piesku, do 30% štrku (konkrétne v týchto lokalitách boli neogénne štrky prekryté tenšou vrstvou hliny ako na ostatných).

Na druhej strane, západne od kaštieľa sa terén zvažuje, prevláda tam hlbší, dokonca sprašový substrát, kde sa vyvinula černozem hnedozemná (pod tujami západnými mlynianskymi (17), ktorej kultizemný subtyp sme zistili na východoázijskej ploche pod porastmi borovic himalájskych (8) a tují východných (13).

Pôdne subtypy v Arboréte Mlyňany podľa Svetovej referenčnej bázy (WRB, 2014) sú klasifikované v POLLÁKOVÁ (2018).

POĎAKOVANIE

Práca vznikla s podporou projektu KEGA 014SPU-4/2016

LITERATÚRA

- CIFRA, J. 1958. Stručná charakteristika pôdných pomerov Arboréta Mlyňany. In *Prírodné podmienky Arboréta Mlyňany I : zborník prác*. Bratislava: SAV. s. 79-96.
- HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČÍKOVÁ, G., et al. 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. Bratislava: VÚPOP, 2011. 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1
- HRUBÍK, P. – HOŤKA, P. 2007. Charakteristika klimatických podmienok Arboréta Mlyňany SAV za obdobie 1971 – 2006 (2007). In *Aklimatizácia a introdukcia drevín v podmienkach globálneho otepľovania: zborník abstraktov z konferencie s medzin. účasťou* [CD-ROM]. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. 2007. s. 28-37. ISBN 978-80-969760-1-0.
- LABUDOVÁ, S. – SZOMBATHOVÁ, N. – MAKOVÁ, J. – LABUDA, R. 2009. Distribution of organic carbon, microbial biomass carbon and enzymatic activity in profile of luvisols under different tree species. In *Folia Oecologica*, roč 36, 2009, č. 2, s. 108-115.
- MASAROVÍČOVÁ, E. 2011. Pedológia očami rastlinného fyzilóga. *Phytopedon* (Bratislava), 10: 21–22.
- MKSP. 2014. Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bratislava, Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy: 96 s.
- POLLÁKOVÁ, N. 2012. Fyzikálne vlastnosti ornej pôdy zmenenej na lesnú s porastom introdukovaných kryptomérií japonských. In *Acta phytotechnica et zootechnica*, vol. 15, 2012, č. 2, s. 42-46.
- POLLÁKOVÁ, N. 2013. Soil subtypes classified in Nature Reserve Arboretum Mlyňany, Slovakia. In *Folia Oecologica*, vol. 40, 2013, No. 1, p. 91-96.
- POLLÁKOVÁ, N. 2018. Soil subtypes classified in the Arboretum Mlyňany, Slovakia. In *Folia Oecologica*, vol. 45, 2018, (in press)
- POLLÁKOVÁ, N. – KONÔPKOVÁ, J. 2012. *Vlastnosti pôdy pod vybranými domácimi a introdukovanými druhmi drevín v Arboréte Mlyňany*. Vedecká monografia. Nitra: SPU. 2012. 88 s. ISBN 978-80-552-0831-2.
- POLLÁKOVÁ, N. – GONET, S.S. – DEBSKA, B. – HECZKO, J. 2011. Soil organic matter under introduced and indigenous woody plants in Arboretum Mlyňany. In *Polish Journal of Soil Science*, vol. 44, 2011, 2, p133-141.
- POLLÁKOVÁ, N. – CHLPÍK, J. – MACÁK, M. – FERUS, P. 2014. Fyzikálne vlastnosti pôdy pod vybranými druhmi drevín v Arboréte Mlyňany SAV. In *Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014. "Prostredie a vitalita drevín"*. Recenz. zborník z konferencie. Arborétum Mlyňany SAV, s. 171-176. ISBN 978-80-971113-2-8

- POLLÁKOVÁ, N. – ŠIMANSKÝ, V. – MAJZLÍK, J. – KOVÁČIK, P. 2015a. The impact of introduced and indigenous woody plants on change of selected soil chemical properties in the Arboretum Mlyňany. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, vol. 18, 2015, no. 2, p. 44–48.
- POLLÁKOVÁ, N. – ŠIMANSKÝ, V. – LOŽEK, O. – HANÁČKOVÁ, E. – CANDRÁKOVÁ, E. 2015b. The changes of nutrient and risk elements of top soil layers under canopy of different tree species and grassland in Arboretum Mlyňany, Slovakia. In *Folia Oecologica*, vol. 42, 2015, no. 1, pp. 29–34.
- POLLÁKOVÁ, N. – MAKOVÁ, J. – HOŤKA, P. – FERUS, P. 2015c. Vybrané chemické vlastnosti pôdy pod introdukovanými drevinami v Arboréte Mlyňany, SAV. In *Environmentálne indexy, oblasti ekologického záujmu a ekosystémové služby v krajine. Zborník príspevkov z vedeckého seminára*, Bratislava: NPPC, VÚPOP, SAV, 2015. s. 33–37. ISBN 978-80-8163-009-5
- POLLÁKOVÁ, N. – CHLPÍK, J. – KONÔPKOVÁ, J. – MACÁK, M. 2015d. Fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti pôdy pod introdukovanými drevinami v Arboréte Mlyňany. In *Vedecké práce Výskumného ústavu pôdoznalectva a úrodnosti pôdy 2015: zborník vedeckých prác*, Bratislava: Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany rastlín, 2015, s. 69–75. ISBN: 978-80-8163-011-8.
- POLLÁKOVÁ, N. – ŠIMANSKÝ, V. – KRAVKA, M. – JONCZAK, J. 2016. Physical properties of soils under stands of introduced tree species in the Arboretum Mlyňany, Slovakia. *Zprávy lesnického výzkumu*. vol. 61, 2016 (3), p. 168–174.
- POLLÁKOVÁ, N. – ŠIMANSKÝ, V. – JONCZAK, J., 2017. Characteristics of physical properties in soil profiles under selected introduced trees in the Nature Reserve Arboretum Mlyňany, Slovakia. *Folia Oecologica*, vol. 44, 2017, no. 2, pp. 78–86.
- STEINHÜBEL, G. 1957. *Arborétum Mlyňany v minulosti a dnes*. Bratislava: SAV. 145 s.
- SZLOVÁKOVÁ, T. – HALMO, S. – POLLÁKOVÁ, N. – ŠIMANSKÝ, V. 2017. Ovplyvnenie vybraných chemických vlastností pôdy zmenou vinohradu na les. In *Acta Universitatis Prešoviensis, Folia Oecologica*, vol 9, 2017, no. 1, pp. 15–24.
- TÁBOR, I. – PAVLAČKA, R. 1992. *Arborétum Mlyňany*. VEDA: Bratislava, 1992. 62 s.
- TÁBOR, I. – TOMAŠKO, I. 1992. *Genofond a dendroexpozície Arboréta Mlyňany*. Bratislava: Polygrafia, 1992. 118 s.
- TOKÁR, F. – KUKLA, J. 2008. Development of phytocenoses and of above ground production of red oak (*Quercus rubra* L.) and black walnut (*Juglans nigra*, L.) stands on the PRP series Ivanka pri Nitre. *Folia Oecologica*, 35: 74–87.
- TOMAŠKO, I. 1998. Invázie dendrotaxonov Arboréta Mlyňany. In *Invázie a invázne organizmy 2 : zborník abstraktov z konferencie*. Nitra: Slovenský národný komitét SCOPE a SPU Nitra, 1998, s. 25.
- WRB. 2014. World reference base for soil resources. Rome, FAO.

Adresa autora

doc. Ing. Nora Polláková, PhD. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra pedológie a geológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; 037 641 4389; E-mail: Nora.Pollakova@uniag.sk

GENOMICKÁ A CHEMICKÁ ANALÝZA SEZÓNNEJ PREMENLIVOSTI GINKA DVOJLALOČNÉHO

GENOMIC AND CHEMICAL ANALYSIS OF SEASONAL RELIABILITY OF GINKGO BILOBA

KATARÍNA RAŽNÁ - JANA ŽIAROVSKÁ - PAVEL HRUBÍK - ANGELA VARGAOVÁ - MATÚŠ KYSEĽ - VERONIKA ŠTEFÚNOVÁ

RAŽNÁ, K. – ŽIAROVSKÁ, J. – HRUBÍK, P. – VARGAOVÁ, A. – KYSEĽ, M. – ŠTEFÚNOVÁ, V. 2018. Genomická a chemická analýza sezónnej premenlivosti ginka dvojlaločného. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: "Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018", 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s.142-149. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Ginkgo biloba L. is an interesting species in terms of resistance to abiotic and biotic stress factors, which contributes to its long duration. In Slovakia, we have a rich ginkgo tree genofond, a total of 103 sites with 288 individuals. We focused on the chemical analysis of macroelements and microelements from ginkgo leaf dry matter and genomic analysis of eventual genomic polymorphism of green, yellow leaves and buds in individual seasons. Most of the macroelements were nitrogen in green leaves of ginkgo and iron from microelements. The fruit and seed kernels of the ginkgo contain mainly nitrogen and potassium. For genome mapping purposes, the conserved miRNA marker gb-miR160, which is characterized by its regulatory function of plant growth, was used. DNA-miRNA profiles of green, yellow leaves, and winter buds were obtained with the identification of unique loci.

Key words: *Ginkgo biloba* L., ginko dvojlaločné, makroprvky, mikroprvky, miRNA markér, polymorfizmus

ÚVOD

Ginkgo biloba L. je to mohutný strom, ktorý sa môže dožiť až 2000 rokov. Listy sú opačne skrútené, s dlhou vejárovitou stonkou a obvykle s hlbokým lalokom v strede (*bilobus* – dvojlaločný). Mladé listy na krátkych výhonkoch sú obvykle sú bez lalokov a zárezov. Žilnatina je otvorená dychotonickou vidlicou (cievne zväzky chýbajú). Je známych niekoľko ozdobných foriem ginka dvojlaločného, najmä tvarom a farbou listov, je to atraktívna drevina našich parkov. Je to svetlomilný druh, nenáročný na pôdu, najlepšie rastie na hlbokých výživných pôdach, dobre znáša aj väčšie mrazy. Rozmnožuje sa semenom (ale aj odrezkami alebo vrúbľovaním) (HRUBÍK et al., 2011, RAŽNÁ et al., 2014).

Ginko dvojlaločné je dvojdomý strom, to znamená že na jednom strome má samčie rozmnožovacie orgány a iné stromy majú zasa samičie orgány. Stromy začínajú plodiť až po 35 rokoch. Plody stromu sú jedlé a po dozretí výrazne páchnu (kyselina maslová), sú využívané v orientálnej kuchyni. Oplodie obsahuje látky dráždiace pokožku, ktoré môžu vyvolávať kožné problémy (RAŽNÁ, HRUBÍK, 2016).

Zo sadovníckeho hľadiska sa ginko dvojlaločné stáva stále populárnejšie a jeho farebné i tvarové kultivary dostávajú čoraz väčší priestor v rodinných záhradách. Avšak, najväčšou perspektívou alejových kultivarov ginka dvojlaločného je výsadba v mestskej zeleni, hlavne v uličných stromoradiach (HRUBÍK et al., 2011).

Ginko dvojlaločné obsahuje množstvo biologicky aktívnych zložiek účinných v obrane voči hmyzu, baktériám a hubám (BOMBARDELLI et al., 2000). Hlavnými biologicky aktívnymi zlúčeninami ginka sú terpenové trilaktóny a flavonoidné glykozidy, ktoré sú zodpovedné za farmakologickú aktivitu listových extraktov (SINGH et al., 2008). Okrem toho sa z rastliny

izolovalo množstvo sekundárnych metabolitov ako terpenoidy, polyfenoly, organické kyseliny a aminokyseliny. Ginkgo má antiparazitárnu, antifungálnu, antioxidačnú, antibakteriálnu a protivírusovú aktivitu, pričom extrakty z ginka sa používajú už 5000 rokov na liečbu pľúcnych infekčných ochorení, ako je bronchitída a tiež ako liečba kardiovaskulárnych ochorení v Číne (ATZORI et al., 1993, PERRY et al., 1999). V Nemecku a Francúzsku sa listy ginka používajú od 60. rokov na liečbu aterosklerózy a cerebrovaskulárnej insuficiencie (KLEIJNEN A KNIPSCHILD, 1992, XIE et al., 2003). Ginkgo sa široko používa na liečbu depresie, straty pamäti, bolesti hlavy a vertiga, pretože má pozitívne účinky na obehový systém (DIAMOND et al., 2000).

Molekuly mikroRNA sú vysoko konzervatívne, preto môžu byť užitočné pri štúdiu medzidruhovej a vnútrodruhovej genetickej diverzity medzi (YADAV et al., 2014; GANIE A MONDAL, 2015). Molekulárne markéry založené na báze miRNA molekúl predstavujú nový typ funkčných markérov (FU et al., 2013; MONDAL A GANIE, 2014). Uvedený markerovací systém má preukázateľne vysoký polymorfizmus porovnateľný s SSR markermi. Polymorfizmus amplifikovaný prostredníctvom aplikácie miRNA markérov poukazuje na zmeny sekvencií miRNA lokusov, čo môže mať za následok zmeny regulácie cieľových génov (FU et al., 2013).

Vzhľadom k uvedenému významnému všestrannému potenciálu ginka dvojlaločného sme sa zamerali na chemickú analýzu makro- a mikroprvkov z listovej sušiny listov ginka a genomickú analýzu prípadného genomického polymorfizmu listov a púčikov v jednotlivých ročných obdobiach.

MATERIÁL A METÓDY

Stanovenie obsahu minerálnych prvkov sušiny listov a plodov vybraných jedincov ginka dvojlaločného

V spolupráci s Katedrou agrochémie a výživy rastlín, FAPZ SPU v Nitre bol realizovaný chemický rozbor vzoriek listov ginka pochádzajúcich z 50 rôznych jedincov. Vzorky boli odoberané zo zdravých solitérnych jedincov. Nakoľko nám rozsah príspevku neumožňuje detailný opis analyzovaných jedincov, je bližšia charakterizácia ich lokalizácie uvedená v monografii autorov RAŽNÁ a kol. (2014). Vzorky boli uskladnené v hlbokomraziacom boxe (-50°C). Následne boli vzorky pripravené na analýzy minerálnych prvkov podľa stanovených metodík. Obsah dusíka v rastline bol stanovený Kjeldahlovou metódou, obsah fosforu bol stanovený kolorimetricky, obsah draslíka, sodíka, vápnika bol stanovený pomocou plameňového fotometra, obsah horčíka bol stanovený metódou atómovej absorpčnej spektrofotometrie, mikroelementy boli stanovené pomocou metódy atómovej spektrofotometrie.

Genomická analýza

Biologický materiál pre genomické analýzy bol odoberaný zo šiestich strom ginka dvojlaločného pochádzajúcich z Veľkého Medera (4 vzorky), Trhovej Hrandskej (1 vzorka) a z Kravian nad Dunajom (1 vzorka). Z rovnakých bolo odoberané sezónne vzorky, t.j. zelené listy, žlté listy a zimné púčiky. Vzorky boli uskladnené v hlbokomraziacom boxe (-50°C). Celková DNA bola izolovaná z listov drvených v tekutom dusíku podľa protokolu PADMALANTHA A PRASAD (2006). Po izolácii celkovej genomickej DNA zo vzoriek listov, bola táto kvalitatívne a kvantitatívne hodnotená pomocou sprektrofotometra.

Amplifikačné reakcie prebiehali v reakčnej zmesi s objemom 20 µl, ktorá obsahovala 70 ng genomickej DNA, 10 pmol.dm⁻³ priameho prajmera, 10 pmol.dm⁻³ spätného prajmera, 2

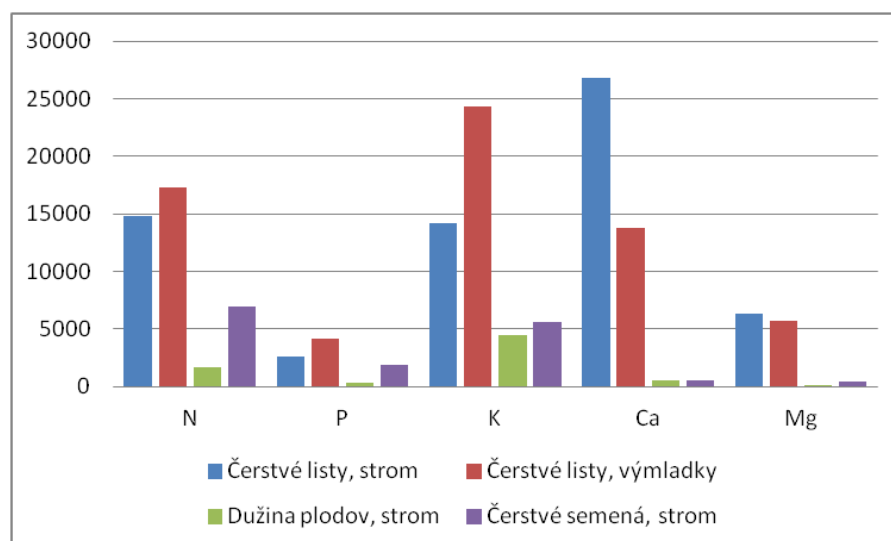
jednotky DreamTaq DNA polymerázy, 0,8 mmol.dm⁻³ dNTP (Bioline) a 1 × DreamTaq tlmivý pufo (KCl, (NH₄)₂SO₄, 20 mmol.dm⁻³ MgCl₂). PCR amplifikácia bola realizovaná „touchdown PCR“. Časový a teplotný profil bol nasledovný: počiatková denaturácia 5 min pri 94 °C; 5 cyklov: denaturácia DNA 30 s pri 94 °C, naviazanie prajmerov 45 s pri maximálnej teplote 64 °C (znižovanie teploty naviazania prajmerov o 1 °C/cyklus) a polymerizácia 60 s pri 72 °C; 30 cyklov: záverečná polymerizácia 30 s pri 94 °C, naviazanie prajmerov 45 s pri minimálnej teplote 60 °C, syntéza reťazcov 60 s pri 72 °C; a záverečná syntéza 10 min pri 72 °C.

Elektroforetická separácia produktov amplifikácie prebiehala na 15% TBE-Urea (Invitrogen) géloch. Elektroforéza prebiehala v 1 x TBE elektrolytickom roztoku pri 90 V, 25 mA počas 120 min. Pre identifikáciu veľkosti amplifikovaných fragmentov bol použitý 10bp DNA markér (Invitrogen). Polyakrylamidové gély boli vyfrabované pomocou činidla GelRed™ Nucleic Acid gel stain a následne vizualizované elektroforetickým dokumentačným zariadením G-Box Syngene. Pomocou programu GeneTools software - GeneSnap version 7.09.17 (Syngene) boli identifikované jednotlivé lokusy.

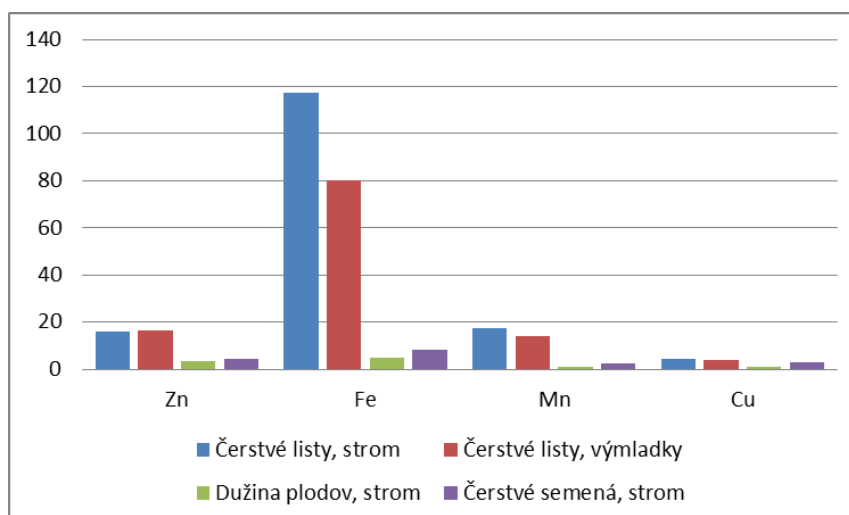
VÝSLEDKY DISKUSIA

Obsahové zastúpenie makroprvkov a mikroprvkov v sušine vzoriek listov stromov ginka z 35 lokalít Slovenska uvádza tabuľka 1. Z makroprvkov je jednoznačne najviac zastúpený dusík, nakoľko je kľúčovým stavebným prvkom syntézy nukleových kyselín - genetickej informácie pre výstavbu celého rastlinného organizmu. Z mikroprvkov sa najvyšším zastúpením vyznačovalo železo.

Zaujímalo nás aj zastúpenie analyzovaných živín, okrem listov v čerstvej forme, aj v dužinatej časti plodov a v semenách ginka. Keďže ide o finančne nákladné chemické rozbor, uvedené analýzy sme realizovali na 147-ročnom exemplári plodiaceho ginka z Trenčína (Obrázok 1 a 2).



Obr. 1 Obsah makroprvkov v mg.kg⁻¹ v 100 % čerstvej hmoty listov, dužinatej časti plodov a čerstvej hmoty semien modelového stromu ginka.



Obr. 2 Obsah mikroprvkov v mg.kg^{-1} v 100 % čerstvej hmoty listov, dužinatej časti plodov a čerstvej hmoty semien modelového stromu ginka.

V listoch v čerstvom stave, ako aj v listoch rastúcich na kmeňových výmladkoch sme zaznamenali najvyšší obsah dusíka, draslíka a vápnika. Z mikroprvkov to bolo hlavne železo. Dužina plodov ginka obsahuje najmä draslík a dusík a semenné jadrá plodov majú vysoké zastúpenie dusíka a draslíka.

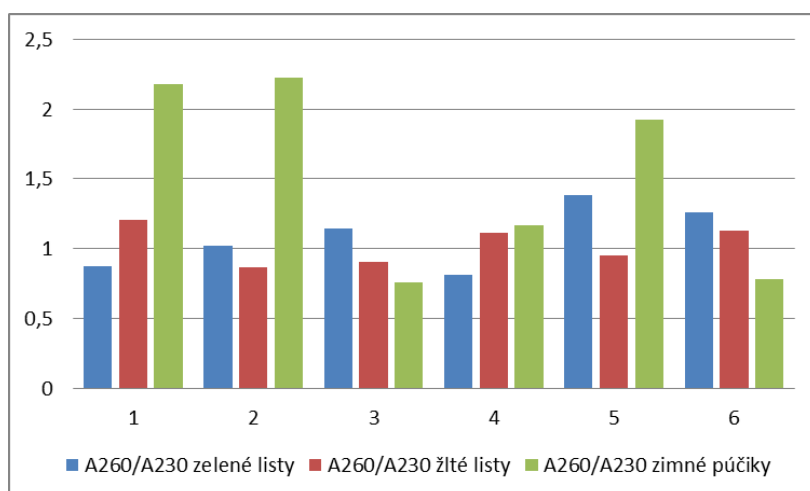
Všeobecne sa uvažuje o tom, že rôzne parametre, ako je sezóna, odroda, štádium zrelosti a klimatické podmienky, majú vplyv na fytochemické zloženie liečivých bylín (CORDENUNSI ET AL., 2002).

Ginko dvojlaločné je strom s opadavými listami, ktoré na jeseň žltnú a v našich klimatických podmienkach opadávajú v závislosti od počasia koncom októbra, resp. v novembri. V literatúre nie sú jednotné údaje o tom, či sa v žltých listoch ginka obsah flavonoidov zvyšuje alebo znižuje. TEKELOVÁ et al. (2006) overili obsah flavonoidov v listoch na jeseň v priebehu žltnutia týchto listov. Sledovali listy zo starších (30-ročných) stromov, ale aj mladších (6-9 ročných). Kolorimetrickou metódou, v listoch staršieho stromu, stanovili obsah flavonoidov v rozmedzí 0,8–1,6 %, v listoch mladých stromov v rozmedzí 1,1–2,4 %. HPLC metódou, v listoch staršieho stromu stanovil obsah glykozidov v rozmedzí 0,5–1,0 %, v listoch mladých stromov v rozmedzí 0,8–1,9 %. Suma celkových flavonoidov v priebehu žltnutia listov postupne stúpa. Vyšší obsah flavonoidov mali aj žlté opadané listy.

Zastúpenie obsahu sekundárnych metabolitov v analyzovaných sezónnych vzorkách dokladuje obrázok vzoriek dokladuje aj obrázok 3.

Tab. 1 Obsah živín v mg.kg⁻¹ v 100 % sušiny listov *Ginkgo biloba* L. na vybraných lokalitách Slovenska.

Lokalita	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu
Arborétum Mlyňany	7804	6968	9915	18759	3886	3618	3,1	151,5	15,9	3,0
	9454	4891	5842	22778	5896	3618	2,0	110,6	18,6	2,4
	9004	4288	3109	21304	5695	3618	2,9	102,6	11,8	2,2
	22445	4573	3139	23537	7600	3631	2,8	66,3	10,8	1,9
Beladice	15365	5245	17000	34969	5111	4707	8,4	336,0	23,5	4,0
	20034	3228	15693	28513	6052	4438	11,7	108,6	21,4	2,1
Bojnice	23499	3093	8500	18291	4910	3228	10,3	51,5	14,7	5,2
	12955	3497	16829	21788	5649	2555	11,0	72,3	15,8	4,9
	21541	4438	13961	22326	6389	2448	7,1	56,8	17,2	3,3
Bratislava – Sad J. Kráľa	18980	1883	10330	20981	4707	3362	12,6	69,4	18,3	5,6
Bratislava – Botanická záhrada	21390	4707	10390	16677	7196	3362	15,2	89,8	17,4	5,3
Bratislava – B2	19432	2824	14556	19905	4910	2959	28,3	120,0	15,0	5,3
	11147	3766	10877	18830	5448	2313	9,2	78,8	17,9	3,6
Bystrany	22 595	4 237	11 190	29 858	4 372	3 766	19,7	883,2	50,8	7,8
Hnúšťa	13 105	6 052	19 260	31 472	4 707	5 111	8,7	203,2	16,0	4,0
	15 817	6 994	12 589	35 238	7 128	5 783	10,6	231,7	20,4	4,4
Častkovce	13400	4573	11405	36045	5111	4304	7,5	218,8	18,1	3,7
Galanta	18076	2959	20820	13988	4641	2959	9,0	69,3	19,3	5,6
Hajná Nová Ves	19432	3228	19535	18830	5448	2152	12,4	78,3	16,8	3,6
Jaklovce	12 503	6 456	4 142	34 431	4 573	3 631	7,6	116,0	15,2	3,3
Komjatice	24252	4170	18561	18560	6549	2959	13,8	82,3	16,9	4,9
Klobušice	15967	6052	3873	37121	8742	5111	5,9	134,9	17,3	3,7
Komárno	13 557	3 497	11 836	33 624	6 994	4 842	8,4	355,1	27,8	3,4
Lučenec – Ipeľské tehelne	19583	2690	21483	23402	5649	4842	11,4	271,3	19,0	3,3
Malinovo	14009	3900	3886	40080	10357	4035	17,0	254,9	40,3	3,5
Modra	12 503	4 372	7 855	38 466	5 245	4 438	7,0	112,6	12,5	3,8
Nenince	12 653	4 304	8 500	33 624	5 111	4 842	7,8	264,6	17,0	3,9
Nitra – Mestský park	17624	2017	6331	39811	7196	3631	22,4	156,2	14,4	2,4
	16419	3228	13745	28513	7196	3228	7,6	75,1	20,5	3,0
Nová Ves nad Žitavou	15365	3766	17857	30934	6389	4035	11,0	77,6	14,7	3,7
	21240	4707	33009	18830	6389	4035	19,5	142,1	15,4	6,4
	22445	4035	18344	36314	6590	4170	6,8	86,7	18,0	2,8
	19281	3766	22294	26092	5649	3766	11,5	80,6	23,0	3,2
Palárikovo	16720	4170	13745	18560	8339	5380	16,2	75,6	15,6	3,8
	17474	3161	16180	26092	6389	4170	13,1	116,3	20,6	4,6
	24102	4035	13288	21520	6390	4439	9,6	125,3	22,3	4,1
Prievidza	14762	3161	14123	19905	5649	2152	12,7	99,5	11,8	3,1
Prievidza	14762	3161	14123	19905	5649	2152	12,7	99,5	11,8	3,1
Rimavská Sobota	15063	4273	7902	39004	9953	5783	9,2	185,2	23,0	3,4
Tomášikovo	26210	2959	19048	26361	7196	3766	8,0	73,0	26,4	3,3
Tomášov	18076	2555	10120	16408	5649	3362	4,9	42,6	16,6	3,3
Topoľčianky č. 2	19733	3900	16180	19098	5649	3631	10,9	60,6	14,7	3,8
Topoľčianky č. 3	19884	3497	17478	17215	8339	2421	13,8	119,1	19,8	5,3
Topoľčianky (pred kaštieľom)	21842	4438	19260	29589	8339	3227	10,9	239,6	31,4	4,0
Trenčín	17474	2824	18238	23671	6052	4438	14,4	141,7	18,3	4,2
	12051	2286	10173	29858	6590	4842	17,7	92,7	16,9	4,2
Trenčín - výmladky	17323	4170	24297	13719	5649	2555	16,7	80,4	14,1	3,9
Turčianska Štiavnička	13105	2690	4084	32390	4573	3093	6,8	167,5	18,1	5,6
Veľký Blh	15666	4372	12666	33355	5514	5380	6,6	131,6	20,1	3,8
Voderady	16871	2017	17100	19367	5448	2286	11,9	109,5	13,7	3,7



Obr. 3 Čistota DNA od sekundárnych metabolitov vzhľadom na sezónnosť pletiva ginka dvojlaločného.

Hodnota pomeru absorbancií pri vlnovej dĺžke 260 a 230 nm vyjadruje kvalitu DNA vo vzťahu k prítomnosti sekundárnych metabolitov, polyfenolov a polysacharidov. Tieto hodnoty dosahujú pri kvalitnej DNA rozpätie od 2,0 do 2,2. Nižšie hodnoty sú indikátorom prítomnosti znečistenia DNA týmito zložkami. Ako je z obrázku 4 zrejmé, metabolicky aktívne zelené, ale aj žlté listy mali výrazne znížené koeficienty absorbancie, čo poukazuje na prítomnosť sekundárnych metabolitov v DNA. Naopak, keďže v listových púčikoch počas zimného obdobia prebiehajú metabolické procesy v obmedzenom režime, pri týchto pletivách takéto výrazné hodnoty neboli pozorované.

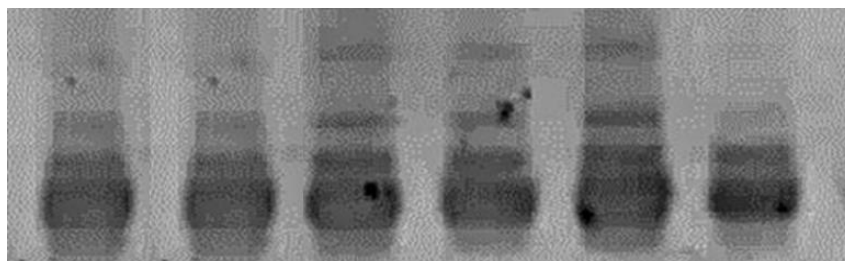
Rozdiely vo výsledkoch možno vysvetliť ekologickými a geografickými vplyvmi, ako aj vekovým štúdiom jedincov a klimatické podmienky pri zbieraní rastlinného materiálu (CORDENUNSI et al., 2002). KOBUS et al. (2009) zistili významne ($p < 0,05$) vyšší obsah flavonolových zložiek v extraktoch zo žltých listov ginka.

Pre mapovanie sezónneho polymorfizmu na genomickej úrovni sme použili molekulové markéry na báze sekvencií mikroRNA (miRNA). Tieto molekuly majú v rastlinnom organizme významnú regulačnú úlohu a podieľajú sa aj na odolnosti rastlín voči biotickým a abiotickým škodcom (BARVKAR et al., 2013; BEJ, BASAK, 2014). Z hľadiska genetickej ustálenosti v genóme, sú mikroRNA sekvencie zatriedené do tried konzervovaných sekvencií, stredne konzervovaných a druhovo špecifických (GRIFFITHS-JONES, 2004). Na analyzovanie vzoriek sme vybrali konzervovaný markér gb-miR160. Jedná sa o jednu z najviac rozšírených tried mikroRNA sekvencií v rastlinných organizmoch, ktoré sa podieľajú na regulácii biologických a vývinových procesov rastlín (NEUTELINGS et al., 2012; BOROZAI, 2012).

Pomocou uvedeného markéra sa zrealizovala amplifikácia DNA fragmentov v rozsahu uvedenom v tabuľke 2 a obrázok 4. Takmer rovnakú úroveň polymorfizmu sme zaznamenali pri metabolicky menej aktívnych pletivách, sezónne reprezentujúci jeseň a zimu. Pri uvedených fázach boli dosahované najvyššie hodnoty aj ostatných amplifikačných parametroch daného markéra. najviac jedinečných miRNA fragmentov.

Tab. 2 Amplifikačné parametre markéra gb-miR160 v sezónnych pletivách ginka dvojlaločného

Charakteristika	Zelené listy	Žlté listy	Zimné púčiky
Celkový počet lokusov	19	38	26
Počet polymorfných lokusov	1	4	5
Počet monomorfných lokusov	2	3	2
Počet jedinečných lokusov	2	2	1
Percento polymorfizmu	78,95 %	86,84 %	88,46 %

**Obr. 4** Vzor amplifikačného profilu DNA-miRNA lokusov zelených listov ginka dvojlaločného.

Chemická analýza pletív ginka dvojlaločného odoberaných v rôznych ročných obdobiach, poskytla cenné údaje o zastúpení makroprvkov a mikroprvkov stromov ginka v jednotlivých lokalitách jeho rastu. Zastúpenie jednotlivých živín s určitou korešponduje s mikroklimatickými podmienkami rastu ginka a najmä s kvalitou pôdy. Aplikovaný typ markéra umožnil získať DNA-miRNA profily zelených, žltých listov a zimných púčikov s identifikáciou jedinečných lokusov, čo potvrdzuje efektívnosť a funkčnosť tohto typu markérov (Fu et al., 2013).

POĎAKOVANIE

Vedecká publikácia vznikla s podporou Výskumného centra AgroBioTech vybudovaného v rámci projektu Vybudovanie výskumného centra "AgroBioTech" ITMS 26220220180.

LITERATÚRA

- ATZORI C, BRUNO A, CHICHINO G, BOMBARDELLI E, SCAGLIA M AND GHIONE M (1993) Activity of bilobalide, a sesquiterpene from *Ginkgo biloba*, on *Pneumocystis carinii*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 37: 1492–1496.
- BARVKAR, V. T., PARDESHI, V. C., KALE, S. M., QIU, S., ROLLINS, M., DATLA, R., KADDOO, N. Y., 2013. Genome-wide identification and characterization of microRNA genes and their targets in flax (*Linum usitatissimum*): Characterization of flax miRNA genes. In *Planta*, 237: 1149–1151.
- BEJ S. – BASAK J. 2014. MicroRNAs: The Potential Biomarkers in Plant Stress Response. In *American Journal of Plant Sciences*, vol. 5, 2014, pp. 748–759.
- BOMBARDELLI E, CRISTONI A AND MORAZZONI P (2000). Cosmetics uses of ginkgo extracts and constituents. In: van Beek TA (ed.) *Ginkgo biloba*. CRC Press, Taylor & Francis Group, pp. 475–489.
- BOROZAI, M. Z. K. 2012. *In silico* identification of microRNAs and their targets in fiber and oil producing plant flax (*Linum usitatissimum* L.). In *Pak. J. Bot.*, vol. 44, 2012, no. 4, pp. 1357–1362.
- CORDENUNSI BR, NASCIMENTO JRO, GENOVESE MI AND LAJOLO FM (2002) Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 2581–2586.

- DIAMOND BJ, SHIFLETT SC AND FEIWEL N (2000) Ginkgo biloba extract: mechanisms and clinical indications. *Archives of Physical Medical and Rehabilitation* 81: 669–678.
- FU, D., MA, B., MASON, A.S., XIAO, M., WEI, L. AND AN, Z., 2013. MicroRNA-based molecular markers: a novel PCR-based genotyping technique in *Brassica* species. *Plant Breeding* 132: 375–381.
- GANIE SA AND MONDAL TK (2015) Genome-wide development of novel miRNA-based microsatellite markers of rice (*Oryza sativa*) for genotyping applications. *Molecular Breeding* 35: 1–12.
- GRIFFITHS-JONES S. 2004. The microRNA registry. In *Nucleic Acids Res*, vol. 32, 2004, pp. 109–111.
- HRUBÍK, P., KOLLÁR, J., ROVNÁ, K., TKÁČOVÁ, S., MŇAHONČÁKOVÁ, E., 2011. Kvalitatívna inventarizácia, klasifikácia a hodnotenie zdravotného stavu drevín pre účely záhradno-architektonickej a krajinárskej tvorby. Nitra: Vydavateľstvo SPU. 99 s. ISBN 978-80-552-0651-6.
- KLEIJNEN J AND KNIPSCHILD P (1992) *Ginkgo biloba*. *The Lancet* 340: 1136–1139.
- KOBUS J, FLACZYK E, SIGER A, NOGALA-KALUCKA M, KORCZAK J AND PEGG RB (2009) Phenolic compounds and antioxidant activity of extracts of ginkgo extract. *European Journal of Lipid Science and Technology* 111: 1150–1160.
- MONDAL TK AND GANIE SA (2014) Identification and characterization of salt responsive miRNA-SSR markers in rice (*Oryza sativa*). *Gene*. 535: 204–209.
- NEUTELINGS, G. – FÉNART, S. – LUCAU-DANILA, A. – HAWKINS, S. 2012. Identification and characterization of miRNA and their potential targets in flax. In *Journal of Plant Physiology*, vol. 169, 2012, pp. 1754–1766.
- PADMALATHA K. – PRASAD M. N. V. 2006. Optimization of DNA isolation and PCR protocol for RAPD analysis of selected medicinal and aromatic plants of conservation concern from Peninsular India. In *African Journal Biotechnology*, vol. 5, 2006, no.3, pp. 230–234.
- PERRY EK, PICKERING AT, WANG WW, HOUGHTON PJ AND PERRY NS (1999) Medicinal Plants and Alzheimer's Disease: from Ethnobotany to Phytotherapy. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 51: 527–534.
- RAŽNÁ, K., HRUBÍK, P., ŽIAROVSKÁ, J., KOLLÁR, J., KULLAČOVÁ, D., PAVEL, J., ŠTEFÚNOVÁ, V., 2014. Kultúrne rozšírenie gika dvojlaločného (*Ginkgo biloba* L.) na Slovensku a hodnotenie jeho variability pomocou DNA markérov. Nitra: Vydavateľstvo SPU. 95 s. ISBN 978-80-552-1231-9.
- RAŽNÁ, K., HRUBÍK, P., 2016. *Ginkgo* dvojlaločné (*Ginkgo biloba* L.) genomická štúdia a kultúrne rozšírenie na Slovensku. Nitra: Vydavateľstvo SPU. 92 s. ISBN 978-80-552-1594-5.
- SINGH B, KAUR P, SINGH RD AND AHUJA PS (2008) Biology and chemistry of *Ginkgo biloba*. *Fitoterapia* 79: 401–418.
- TEKEĽOVÁ, D. – TÓTH, J. – MRLIANOVÁ, M. – CZIGLE, SZ. – FILIPPOVÁ, D. – GRANČAI, D. 2006. Stanovenie obsahu flavonoidov v jesenných listoch *Ginkgo biloba* L. kolorimetrickou a HPLC metódou. In *Farm. obzor*, roč. 75, s. 272–279.
- XIE L, HETTIARACHCHY NS, JANE ME AND JOHNSON MG (2003) Antimicrobial activity of *Ginkgo biloba* leaf extract on *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Science* 68: 268–270.
- YADAV CBY, MUTHAMILARASAN M, PANDEY G AND PRASAD M (2014) Development of novel microRNA-based genetic markers in foxtail millet for genotyping applications in related grass species. *Molecular Breeding* 34: 2219–2224.

Adresa autorov

doc. Ing. Katarína Ražná, PhD.; Doc. Ing. PaedDr. Jana Žiarovská, PhD.; Bc. Angela Vargaová; Ing. Matúš Kyseľ; Ing. Veronika Štefúnová, PhD. – Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra genetiky a šľachtenia rastlín. E-mail: katarina.razna@uniag.sk, jana.ziarovska@uniag.sk, xvargaova@is.uniag.sk; matus.kysel@uniag.sk, veronika.stefunova@uniag.sk

Prof. Ing. Pavel Hrubík, DrSc. - Dunajská 16, 949 11 Nitra, E-mail: ginkgo.ph@gmail.com

DREVINOVÁ SKLADBA VEGETAČNÝCH ŠTRUKTÚR V MESTSKÝCH SÍDLACH A ZÁSADY ICH VÝBERU

WOODA PLANTS COMPOSITION IN URBAN SETTLEMENT VEGETATION STRUCTURE AND PRINCIPLES OF THEIR SELECTION

JÁN SUPUKA – MONIKA BILLIKOVÁ

SUPUKA, J. – BILLIKOVÁ, M. 2018. Drevinová skladba vegetačných štruktúr v mestských sídlach a zásady ich výberu. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018“, 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 150- 157. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

City settlements in the worldwide are characterized by a high concentration of human population and deteriorating of their environment. These are caused by an emission impact, both global and local climate change. The city is characterized as a thermal island. The current environmental quality of the city also influences the selection of suitable tree species for the formation of vegetation structures. The paper presents the real environmental and ecological problems of urban settlements, as well as the main methods and approaches to assessing the quality of woody plants and their adaptability and resilience to the city conditions. It presents the main factors of the city environment that determine the selection of suitable woody plants. For assessing the quality and suitability of woody plants, the article describes the features and criteria of visual assessment and the main scientific approaches with an ecology and physiological context and approaches.

Key words: Urban environment, tree adaptability and assessment

ÚVOD

Výsadba stromov, alejí, parkov, nábreží riek, ale aj nádvorí škôl a nemocníc patrí k pozitívnym ľudským aktivitám od historickej minulosti až po súčasné obdobia. Takáto činnosť mala vždy svoj dôvod, ktorý mohol byť racionálny, úžitkový, zmyslový, kultový, zdravotný alebo estetický. Ich spoločným znakom bolo, že zlepšovali kvalitu a hodnoty prostredia. Súčasná filozofia zelenej infraštruktúry vychádza z identifikácie a pomenovaní spektra environmentálnych a ekologických problémov súčasného obytného prostredia, najmä prehustených megapolitných miest, a hľadania možných východísk na zlepšenie alebo aspoň zmiernenie negatívnych znakov ich životného prostredia. Táto teória nie je úplne nová v obsahu, ale aspoň inovatívna v metodológii a v prístupe. Rovnaký problém nastal už v období priemyselnej revolúcie na prelome 19. a 20. storočia, kedy boli novo zakladané sídelno-priemyselné aglomerácie enormne zaťažené imisiami z jednoduchých výrobných technológií a komunálneho odpadu. Východisko sa hľadalo v teórii záhradných miest podľa publikácie E. HOWARDA *Garden City of Tomorrow* (1902). Prírodné prvky a zložky boli indikátormi, ale aj nástrojmi na zlepšenie kvality prostredia nových (priemyselných) miest. Nárast svetovej populácie sa hlavne od konca druhej svetovej vojny po súčasnosť viac ako zdvojnásobil (r. 2017-7,5 mld. obyvateľov), na Slovensku takmer zdvojnásobil (r. 2017-5,442 mil. obyvateľov). Podiel obyvateľov žijúcich v mestách Európy je 75%, na Slovensku 55%. Druhým ukazovateľom populačnej explózie je veľkosť miest na svete, v ktorých následne vznikajú enormné environmentálne problémy. Spúšťačom je enormná emisia pre prostredie a organizmy škodlivých látok do ovzdušia, vodných recipientov a pôdy.

Výsledkom sú globálne aj lokálne zmeny klímy, vyvolané skleníkovým efektom a emitovaným antropogénnym teplom. Zem sa oteplila za posledných 100 rokov o +1 °C, o tú istú hodnotu aj územie Slovenska (LAPIN, 2007). Zrejme k najnebezpečnejším a najviac pocítovaným a kontinuálnymi meraniami potvrdeným negatívnym fenoménom mesta (resp. urbanizovaného prostredia) patrí fenomén tepelného ostrova (*heat island*). Mesto Bratislava má zvýšenú priemernú ročnú teplotu o 1,1°C, približne rovnaké rozdielové hodnoty boli namerané aj pre mesto Košice (LAPIN, 2007). Pre mesto Brno boli namerané priemerné rozdiely medzi mestom a priľahlou krajinou +4°C v zime, +3,6 až +3,8°C v ostatných sezónach roka, absolútne maximálne rozdiely v letných horúčavách dosahujú +8 až +15°C (DOBROVOLNÝ a kol., 2012). Prezentovaní autori zároveň udávajú rozdielnosti vo faktoroch mestskej klímy (ovzdušia) v porovnaní s vonkajšou krajinou: kondenzačných jadier je 10-krát viac, slnečného svitu o 5 – 15 % menej, oblačnosti o 5 – 10 % viac, výskytu hmiel o 100 % viac, zrážok o 5 – 15 % viac, priemerná ročná teplota je o 0,5 – 3,0°C vyššia, relatívna vlhkosť vzduchu 6 – 10 % nižšia. Čínski vedci na základe dlhodobých meraní v meste Bozhou definovali tzv. faktor UHI-Effect (*urban heat island effect*) pomocou funkčného vzťahu (YANG et al., 2016): $THI = T - (0,55 - 0,0055H) \times (T - 14,5)$, kde THI – *thermal humidity index* (teplotno-vlhkostný index), T – priemerná teplota vzduchu, H – priemerná relatívna vlhkosť vzduchu. Ak sa hodnoty faktora THI pohybujú v rozpätí od 15°C do 20°C, tieto dokumentujú prostredie ako komfortné na pohodu a zdravie človeka, obyvateľa mesta. Hodnoty THI pod 15°C sa považujú za nepohodlný chlad a nad 20°C za nepohodlné prehriatie organizmu (YANG et al., 2016). To je jasný dôvod, aby sa klíma mesta zmierňovala aj za pomoci zvýšenia podielu a kvality vegetačných prvkov v mestách, komplexne ponímaných ako „Zelená (a modrá-vodná) infraštruktúra“, ktorá je založená na teórii ekologických sietí so zameraním na ekosystémové a príbuzné služby (EUROPEAN COMMISSION, 2013; SZULCZEWSKA et al., 2017; TÓTH et al., 2015).

Zelená infraštruktúra v čo najširšom priblížení zahrňuje 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 (SUPUKA, 2018). Zvýšením podielu zelených (vegetačných) plôch na území mesta sa zníži koncentrácia CO, CO₂, ale aj O₃ v ovzduší miest a zvýši sa podiel biogénnych prchavých látok, zlepšujúcich kvalitu ovzdušia. Pôvodná definícia Warena z roku 1973 (SMITH, DOCHINGER, 1976) uvádza, že komponenty ekosystémov sú schopné odstraňovať z ovzdušia nečistoty (imísne komponenty), premieňať, zužitkovať a zabudovávať ich v procese metabolizmu. Novšie výsledky meraní v 55 mestách USA poukazujú na schopnosť asimilačných orgánov urbánnej vegetácie absorbovať látky NO₂, O₃, SO₂, PM₁₀ v množstve 2,7 – 14,5 g.m⁻² listovej plochy (NOWAK, GRANE, 2006). Naše výsledky výskumu dokumentujú absorbanciu a neutralizáciu prvkov S, F, Cl za rok v množstve 3,3 – 7,9 mg.g⁻¹ listovej sušiny podľa druhov drevín (SUPUKA, 1993).

Zmierňovanie, resp. vyrovnávanie extrémnych hodnôt klímy mesta vplyvom vegetačných formácií bol nameraný v rôznych mestách o 1,5 – 2,5°C (NORTON et al., 2015), keď vyšší ochladzovací efekt bol nameraný v letnej vegetačnej dobe (olistené stromy) a pri vyšších teplotách ovzdušia. Dokázaný je aj klimofugálny efekt veľkých mestských parkov, a to až do priľahlej vzdialenosti 100 – 150 m zastavaného územia mesta (BOWLER et al., 2010; SUPUKA, 1991). Je len logické, že čím je vyšší podiel zelených plôch v štruktúre hlavne rozsiahlych megapolitných miest, tým je zmierňovací efekt stresových faktorov, kvalita života obyvateľstva a biodiverzita mesta v komplexnom spektre ekosystémových služieb vyššia.

Z výsledkov REHÁČKOVEJ, PAUDITŠOVEJ (2006) uvedieme zastúpenie plôch zelene vo vybraných mestách Európy: Kodaň 23 %, Oslo 67 %, Ľubľana 56 %, Helsinki 30 %, Berlín 30 %, Praha 20 %, Petrohrad 32 %, Rím 50 %, Bratislava, Kyjev, Gdansk, Záhreb – každé 30 %. Vo Varšave identifikovali spolu 25 % plôch zelene, z nich 15 % bolo rekreačných lesov a fragmentov lesa a 10 % kultúrnej parkovej zelene. Vo Varšave identifikovali spolu 25 % plôch zelene, z nich 15 % bolo rekreačných lesov a fragmentov lesa a 10 % kultúrnej parkovej zelene. Obytné sídliská blokových domov majú 30 – 50 % pokryv medziblokovej zelene, čo bolo zistené pri hodnotení osemnástich sídlisk municipality Varšava (SZULCZEWSKA et al., 2014; KUCHCIK et al., 2016). Pre vybrané mestá Slovenska udávajú autori rôzny stupeň vegetačnej pokrývky v rámci širšieho územného záberu (municipality) vrátane rekreačných lesov (HUDEKOVÁ a kol. 2007): Banská Bystrica 56,08 %, Trenčín 42,22 %, Prešov 37,51 %, Žilina 33,25 %, Nitra 16,41 %, Košice 16,15 %, Bratislava 11,05 %, Trnava 2,03 %.

Urbánne pôdy sú vo všeobecnosti veľmi suché, výrazne zhutnené, vyššieho obsahu skeletu, nižšej vododržnosti a nízkeho obsahu živín. Hydrologický režim pôd je nepriaznivo ovplyvňovaný aj rýchlym odtokom zrážkovej vody zo spevnených povrchov do kanalizácie. Voda je pre rastliny dostupná obmedzene, alebo len krátky čas (SOBOCKÁ a kol., 2007; SUPUKA et al., 2009).

Okrem slabej retencie vody je problémom urbánnych pôd aj ich heterogenita vo vzťahu k fyzikálno-chemickým vlastnostiam. V porovnaní s prirodzenými pôdami nemajú zachované stabilné genetické horizonty, často tvoria navrstvené zeminy pri výstavbe, kedy dochádza k premiestneniu veľkých objemov substrátu z rôznych lokalít, ku zhutňovaniu pôdy k prímеси cudzorodých materiálov a ťažkých kovov (SZOMBATHOVÁ et al., 2009).

V miernom klimatickom pásme sa urbánne pôdy vyznačujú skôr alkalickou pôdnou reakciou, čo súvisí s využívaním posypových solí pri zimnej údržbe komunikácií (DOBSON, 1991).

Uvedený rámcový prehľad podmienok mestského prostredia je dôvodom pre výber vhodných druhov drevín, ktoré budú mať relevantný stupeň adaptability a odolnosti na vyskytujúce sa stresové faktory. Ďalším kritériom je faktor urbanistickej štruktúry a priestorových podmienok, ako aj faktor kompozično- estetických hodnôt drevín, potenciálne použiteľných pre tvorbu prvkov zelenej infraštruktúry mesta.

MATERIÁL A METODIKA

Základným predpokladom pre výber vhodných druhov drevín pre mestské prostredie sú poznatky a výsledky z dlhodobejšieho výskumu v konkrétnych podmienkach mestského prostredia, alebo v simulovaných podmienkach experimentálneho výskumu. Úroveň a kvalita dosiahnutých výsledkov výskumu je závislá od metodiky a úrovne vedeckého výskumu, ako aj od použitých hodnotených znakov drevín. Použité markéry môžu mať charakter vizuálnych, fyto- sociologických, rastovo- fenologických, fyziologických, genetických. Druhým kritériom je využitie výsledkov výskumu v iných, avšak zrovnateľných podmienkach prostredia s dôrazom na geograficko- klimatickú podobnosť, urbanistickú štruktúru, charakter antropogénnej činnosti na území mesta, z ktorej vyplýva aj environmentálna kvalita mestského prostredia. Ďalším kritériom je aplikácia podobnosti prírodných fyto geografických zón a rastovo- hodnotových znakov ich rastlinných spoločenstiev s podmienkami prostredia mestských sídelných aglomerácií. Nemenej významným je kritérium habituálnych a kompozične estetických znakov stromov (drevín), ktoré musia byť zohľadňované pri komponovaní prvkov v konkrétnych vegetačných formáciách

a v konkrétnych priestorovo-urbanistických podmienkach mesta. V príspevku prezentujeme všetky tri kategórie hodnotiacich znakov a kritérií pre výber vhodných druhov. Pre vecnú prezentáciu využívame vlastné výsledky výskumu získané v podmienkach Slovenska (SUPUKA, 1993; UHRIN, SUPUKA, 2016; UHRIN, 2017), ako aj výsledky dosiahnuté v rámci v mestskom prostredí Európskych krajín, ako súčasť riešenia spoločného projektu EU COST-12 „Urban Forests and Trees“ (SAEBO et al., 2005).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Východiskom pre rozhodovací proces v otázkach výberu vhodných druhov drevín pre mestské prostredie je pomenovanie kritérií, ktoré charakterizujú reálne podmienky urbanizovaného prostredia. Kritériá výberu možno teda rozdeliť na :

Faktory lokality a faktory sociálne ekonomického charakteru

Faktory lokality- obsahujú širšie spektrum charakteristických znakov prostredia, ktoré možno rozdeliť nasledovne:

Environmentálne podmienky a limity- akceptujú reálny stav podmienok prostredia mesta, ktoré limitujú výber drevín. Východiskovým environmentálnym kritériom je reálna klíma mesta, ktorá je reflexiou veľkosti mesta a štruktúry jeho zástavby, pomeru vegetačného pokryvu vo vzťahu k zastavaným plochám intravilánu mesta, skladba priemyslu a zaťaženosť automobilovou dopravou, ktoré emitujú tzv. antropogénne teplo, ako aj prejav hodnôt globálneho otepľovania Zeme do podmienok hodnoteného sídelného útvaru. Ďalším a s klímou súvisiacim faktorom je frekvencia a množstvo zrážok, ktoré charakterizujú mieru aridizácie mesta, ale hlavne mieru dostupnosti vody pre priaznivý rast a vývoj drevín (vegetácie) v mestskom prostredí. Súčasťou environmentálnych faktorov je skladba a koncentrácia emisií v ovzduší mesta, ktoré spôsobujú nielen skleníkový (ohrievací) efekt mesta, ale pôsobia viac či menej toxicky na vegetačné orgány drevín, vyvolávajú v nich zreteľné, alebo skryté zmeny a poškodenia na morfologickej, fyziologickej, reprodukčnej, rastovej, alebo až genetickej úrovni. K podmienkam prostredia mesta, ktoré podmieňujú rast a vývoj drevín sú aj znaky a charakteristika pôdných pomerov, ako je pôdna štruktúra, dostupnosť živín a vody v pôde, penetrácia a nasýtenosť pôdy imisnými komponentmi a inými cudzorodými látkami, vrátane rezíduí z používaných posypových solí.

Ekologické faktory a kritériá- k nim patrí výskyt chorôb a škodcov na drevinách, ktoré sa vyznačujú vysokým stupňom disponibility a zraniteľnosti pre impakt ich vegetačných orgánov chorobami a škodcami ako kategórie biotického stresového faktora. Ďalším ekologickým faktorom je alelopátia a kompetičná schopnosť drevín, ktoré sú zoskupované do rôznych kompozícií, kde dominantným faktorom je funkčnosť parkovo architektonického diela a nie fytoecologická, alebo geografická príbuznosť použitých drevín. K najvyšším stupňom negatívnej alelopatie možno zaradiť invázne rastové prejavy exotických a nepôvodných drevín (rastlín), ktoré svojou nenáročnosťou na podmienky prostredia a adaptabilitou na ich extrémne hodnoty, nadobúdajú dominantné rastové prejavy, vytláčajú iné druhy drevín z prostredia a často krát formujú monokultúry vo vegetačných kompozíciách mestských parkov a iných otvorených priestorov.

Antropogénne faktory mestského prostredia- zahrňujú urbanistickú štruktúru mesta, ako je hustota zástavby, vertikálny dosah budov a stavebných konštrukcií, šírka a architektúra ulíc, rozmiestnenie funkčných zón mesta (obytná, výrobná, rekreačná, obchodná, kombinovaná a pod.), plošno- priestorová štruktúra a rozmiestnenie vegetačných prvkov na území mesta.

Sociálne faktory- predstavujú súbor faktorov kompozične priestorového a ekonomického charakteru z aspektu vegetačných formácií v mestských sídlach.

Kompozično- priestorové znaky a podmienky- z tohto pohľadu je významná funkčná kategória plôch zelene, resp. v novšom ponímaní kategória ekosystémových služieb. V tomto kontexte je ešte významné kritérium pôvodu vegetačnej formácie, resp. stupeň parkovo-architektonickej hodnoty. Pri výbere drevín je nutné zohľadniť, či ide o prirodzené spoločenstvo (fragmenty lesa, alebo lesostepných formácií), čiastočne obsahovo a kompozične zmenené (synantropné vegetačné prvky, mestský lesný park, parkový les a pod.), alebo formácia nesie znaky parkovo-architektonickej tvorby v plnom rozsahu ako antropogénne sadovnícke dielo. Táto kategorizácia úzko súvisí aj s kategóriami ekosystémových služieb, ktoré môžu byť dominantne monofunkčné (napr. uličná aleja, vegetačné prvky v pešej zóne, rekonštruovaný formálny historický park, strešná záhrada a pod.), viac funkčné (napr. vegetačné prvky nábrežia rieky pretekajúcej mestským sídlom, zeleň nemocničného areálu, školy a pod.), alebo multifunkčné (napr. mestský park, lesný park a pod.). Uvediem aspoň základné charakteristiky ekosystémových služieb: a) Podporné- podporujú udržanie kvality prostredia a procesy súvisiace s existenciou živých organizmov, napr. fotosyntéza, kvalita pôdy, kolobeh vody, biodiverzita organizmov v sídlach; b) Regulačné- regulujú hlavne znaky a hodnoty klimatických faktorov mesta, ktoré vystupuje ako špecifický tepelný ostrov; c) Produkčné- produkujú biomasu v najširšom slova zmysle, či už ako potraviny rastlinného pôvodu, alebo biomasa pre technické využitie; d) Kultúrne- využitím estetických znakov jednotlivých drevín a ich priemet do kompozičných formácií, vytvárajú vegetačné prvky zmysluplné kultúrne a estetické prostredie vnímané človekom v procese oddychu, rekreácie a vzdelávania.

Ďalším faktorom kompozično- priestorových znakov, ktoré podmieňujú výber vhodných druhov drevín je disponibilná plocha a jej tvar, vrátane znakov šírky uličných priestorov pre uplatnenie hlavne stromových alejí, ktoré určujú uplatnenie jednoduchého vegetačného prvku, alebo zložitého (komponovaného) charakteru. Pri tomto faktore sa prioritne zohľadňujú habituálne a morfometrické znaky stromu resp. dreviny, ktoré sú pri jednotlivých druhoch a kultivaroch rastovo dosiahnuteľné vo vekovom štádiu optima, resp. dospelosti stromu. Voľba stromového prvku a kompozičnej formácie určuje aj potrebnosť následnej starostlivosti a udržania dendrometrických parametrov koruny stromu v priestorovo limitovaných uličných, alebo iných typoch otvorených priestorov mesta. Výber druhov drevín má taktiež vychádzať zo znakov a biologických charakteristík drevín, a zohľadňovať potenciál ich negatívneho vplyvu na priľahlé prostredie, alebo obyvateľov mesta, napr. potenciál alergenity, znečisťovanie prostredia plodmi, potenciál ťažko kontrolovateľnej diseminácie dreviny s preukázateľne inváznym rastovo- biologickým prejavom.

Kritérium estetiky a manažmentu priestorov zelene- na škôlkarskom trhu, ale aj v záhradných centrách existuje široké spektrum drevín vo variabilnej druhovej a kultivarovej skladbe, ktoré je bohatou ponukou pre projektanta- krajinného architekta. Závisí od jeho vkusu, požiadaviek verejnosti, tradícií mesta, ktoré nesie znaky až konzervatívneho používania určitej skladby drevín, čím sa stávajú špecifické, taktiež od podmienok prostredia mesta. Mnohé mestá majú tendenciu vytvárať monotypové ulice s reprezentatívnymi stromovými alejami. K takýmto patrí, napr. aleja sakúr (*Cerasus sp.*), známe a frekventované sú napr.: slivka (*Prunus sp.*), hruška (*Pyrus sp.*), jablňoň (*Malus sp.*), lipa (*Tilia sp.*), javor (*Acer sp.*), jaseň (*Fraxinus sp.*), hloh (*Crataegus sp.*), lieska turecká (*Corylus colurna L.*), katalpa (*Catalpa sp.*), brestovec (*Celtis sp.*), sofora (*Sophora sp.*), ambrovník (*Liquidambar sp.*),

jaseňovec (*Koelreuteria* sp.), gledíčia (*Gleditsia* sp.), agát (*Robinia* sp.) a pod. Je len logické, že každý z nich môže byť variabilný tvarom koruny, farbou a veľkosťou kvetov, tvarom a farebnosťou listov. Mnohé z nich majú dominantný prejav v jarnom období s vysokou hodnotou oživenia priestoru po dlhšej zime, vzbudenia záujmu a estetického zážitku u obyvateľov mesta. Jaseňovec a katalpa prezentujú svoj kvitnúcí efekt v začiatku leta, ambrovník vytvára estetický efekt farebným spektrom listov v jesennom období. V meste Nitra bolo identifikovaných v hlavných uličných priestoroch spolu 25 druhov alejových stromov, čo je pomerne široké a variabilné druhové spektrum, ktoré dáva uliciam charakteristický obraz (SUPUKA, 2013). Takýchto príkladov je možné uviesť niekoľko.

Kritérium manažmentu spočíva v zaradení priestoru zelene do kategórie údržby, ktorá je charakteristická stupňom kvality, estetiky a reprezentatívnosti verejného, alebo vyhradeného priestoru mesta v rámci jeho urbanistickej štruktúry. Určujúcim je predpokladaná úroveň návštevnosti a využívania priestoru obyvateľmi mesta, vrátane predpokladanými účastníkmi turistického ruchu v meste. Osobitný prístup k výberu drevín si žiada zohľadnenie historických a architektonických fenoménov daného verejného priestoru, historického námestia, uličného traktu, alebo hradbového či palácového súboru, s uplatňovaním regulatív ochrany a prezentácie pamiatkového fondu, pamiatkovej rezervácie, alebo celého komplexu pamiatkovej zóny. Estetický fenomén použitých a vysadených drevín v priestore je ovplyvnený aj kvalitou vysadených stromov (symetria a veľkosť dendrometrických znakov), miera požitia a kvalita prevedenia podporných, stabilizujúcich a ochranných konštrukcií, ktoré navodzujú celkový kvalitatívny charakter uličnej aleje, alebo iného verejného priestoru.

V podmienkach meniacej sa klímy, čo obzvlášť platí pre mestské prostredie so znakmi všeobecného a výrazného oteplenia a aridizácie prostredia, uplatňujú sa čoraz častejšie trávno- bylinné kompozície stepného a lesostepného charakteru, ale aj blízko prírodných kvetinových lúk, so špecifickým režimom kosby, resp. údržby. V oblasti aplikovanej dendrológie známe sú trendy používania teplomilnejších mediteránnych druhov so zaujímavým a atraktívnym kvitnutím, hlavne v letnom období. Tieto okrem toho majú na druhej strane vyšší stupeň adaptability na mestskú klímu, vykazujú uspokojivé znaky rastu a vývinu pri pomerne nižšom stupni starostlivosti a údržby, vrátane nevyhnutnej dodatkovej závlahy a výživy, v porovnaní s tradičnou druhovou skladbou drevín.

Uvedená klasifikácia a podrobnejší popis výberových kritérií sú základnými znakmi pre vytvorenie kvalitného krajinného- architektonického diela, ktoré nesie znaky multifunkčných ekosystémových služieb a uspokojenie požiadaviek obyvateľov a návštevníkov mesta na estetickú a kultúrnu kvalitu priestoru. Pre konkrétnu druhovú skladbu a variabilné kultivary drevín je dostatok dostupnej literatúry, ale aj prirodzene dobrý teoretický základ v oblasti aplikovanej dendrológie v profesii krajinného architekta.

Indikátory hodnotenia drevín a ich aplikácia v podmienkach mestských sídiel

Pre praktické používanie a získanie relevantných kvalifikovaných podkladov pre následné rozhodovacie procesy v oblasti tvorby plôch mestskej zelene, používa sa široké spektrum hodnotiacich prístupov a metód. V nadväznosti na tematické zameranie príspevku, uvedieme základné indikátory pre hodnotenie drevín z hľadiska ich adaptability, resp. resiliencie na podmienky prostredia sídiel, ktoré sú pomerne vecne charakterizované v prehľade literatúry v úvode príspevku. V oblasti nášho výskumu sme použili nasledovné indikátory vizuálneho hodnotenia kvalitatívneho stavu drevín (UHRIN, SUPUKA, 2016; UHRIN, 2017):

Kvalita asimilačných orgánov a deštrukcia koruny – v tejto skupine indikátorov boli hodnotené prejavy výskytu nekróz na listoch resp. ihliciach drevín, ďalšiu kategóriu tvoria znaky defoliácie, tretiu skupinu tvoria znaky odumierania koruny drevín. Všetky tri kategórie znakov boli hodnotené v piatich kvalitatívnych stupňoch od nulového výskytu až po najťažší stupeň poškodenia, resp. výskytu znaku (75-100% výskytu hodnoteného znaku). Dlhodobé obdobie letného sucha s vysokými teplotami ovzdušia a deficitom zrážok v mestách spôsobili viditeľné rastové a biologické zmeny na drevinách v priestoroch zelene (LEUZINGER et al., 2010).

Mykodeštrukčné prvky a mechanické poškodenia – v tejto kategórii bolo hodnotené mechanické poškodenie kmeňa stromu spôsobené abiotickými škodlivými činiteľmi, ďalej výskyt chorôb a škodcov, a stupeň regenerácie (kalusovania) prvkov a znakov poškodenia kmeňa, resp. konárov hodnotených drevín.

Výsledky vizuálneho hodnotenia drevín pomocou uvedených znakov je možné dopĺňať ďalšími indikátormi na ekologicko- fyziologickej úrovni, napr. kvalita chlorofylu, výkonnosť fotosyntézy, produkcia a fluktuácia vybraných metabolitov, priebeh, znaky a poruchy tvorby generačných orgánov, ale aj genetické markéry poškodenia, resp. resiliencie drevín v danom prostredí. Spektrum potenciálne použiteľných metód je pomerne široké, v závislosti na podmienkach prostredia, predpokladanej úrovne vedeckého výskumu a jeho zameraní, rovnako tiež od dostupnej exaktnej meracej techniky pre získanie čo preukazných výsledkov pre vedecké poznanie ako aj pre reálnu prax.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol spracovaný vďaka finančnej podpore riešeného grantového projektu VEGA č. 1/0044/17, Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR.

LITERATÚRA

- BOWLER, D. E., BUYUNG-ALI, L., KNIGHT, T. M., PULLIN, A. S. 2010. Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of the Empirical Evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97, 3, p. 147 – 155.
- DOBROVOLNÝ, P., ŘEZNÍČKOVÁ, L., BRÁZDIL, R., KRAHULA, L., ZAHRADNÍČEK, P., HRADIL, M., DOLEŽELOVÁ, M., ŠÁLEK, M., ŠTEPÁNEK, P., ROŽNOVSKÝ, J., VALÁŠEK, H., KIRCHNER, K., KOLEJKA, J. 2012. *Klima Brna. Víceúrovňová analýza městského klimatu*. Brno: Masarykova Univerzita, 200 p.
- DOBSON, M. C. 1991. De-icing salt damage to trees and shrubs. *Forestry Commission Bulletin* 101. London: HMSO, 64 p.
- EUROPEAN COMMISSION, 2013. Enhancing Europe's Natural Capital. Brussels: European Commission, 11 p. (www.eur-lex.europa.eu/legal_content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0249).
- HUDEKOVÁ, Z., KRAJCSOVICS, L., MARTIN, P., PAUDITŠOVÁ, E., REHÁČKOVÁ, T. 2007. *Ekologická stopa, klimatické zmeny a mestá*. Bratislava: Areco, s. r. o., 52 p.
- KUCHCIK, M., DUDEK, W., BLAZEJCZYK, K., MILEWSKI, P., BLAZEJCZYK, A. 2016. Two Faces to the Greenery on Housing Estates – Mitigating Climate but Aggravating Allergy. A Warsaw Case Study. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2016, 16, p. 170 – 181.
- LAPIN, M. 2007. Klimatické zmeny a ich možné dôsledky v mestách. *Životné prostredie*, 41, 5, p. 240 – 244.
- LEUZINGER, S., VOGT, R., KORNER C. 2010. Tree surface temperature in an urban environment. *Agric. For. Meteorol.*, 150, 56-62. DOI: 10.1016/j.agrformet.2009.08.006.
- NORTON, B. A., COUTTS, A. M., LIVESLY, S. J., HARRIS, R. J., HUNTER, A. M., WILLIAMS, N. S. G. 2015. Planning for Cooler Cities: A Framework to Prioritise Green Infrastructure to Mitigate High Temperatures in Urban Landscape. *Landscape and Urban Planning*, 134, p. 127 – 138.
- NOWAK, D. J., GRANE, D. E. 2006. Air Pollution Removal by Urban Trees and Shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4, 3 – 4, p. 115 – 123.
- REHÁČKOVÁ, T., PAUDITŠOVÁ, E. 2006. *Vegetácia v urbánnom prostredí*. Bratislava: Cicero, s. r. o., 132 p.

- SAEBO, A., BORZAN, Z., DUCATILLION, K., HATZISTATHIS, A., LAGERSTROM, T., SUPUKA, J., GARCIA-VALDECATHOS, J. L., REGO, F., VAN SLKEN, J. 2005. The selection of plant materials for street trees, park trees and Urban Woodlands. In: Konijndendijk, C. C. et al. (eds.): Urban Foreste and Trees. Berlin, Heidelberg:Spring Verlag, p. 257-280.
- SMITH, V. H., DOCHINGER, S. L. 1976. Capability of Metropolitan Trees to Reduce Atmospheric Contaminants. In: Santamour, F. S., Gerhold, H. D., Little, S. (eds.): Better Trees for Metropolitan Landscapes. Symposium Proceedings. Washington D.C.: USDA Forest Service, p. 49 – 59.
- SOBOCKÁ, J. et al., 2007. Urban soils (case study Bratislava). Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 174p.
- SUPUKA, J. 1991. Funkcie a význam zelene v sídlach. In: Supuka, J. a kol.: Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene. Bratislava: Veda, vydavateľstvo SAV, 1991, s. 163 – 214.
- SUPUKA, J. 1993. Ekologické aspekty sídelnej dendroflóry a kvantifikácia jej hygienických a ochranných funkcií. Doktorská dizertačná práca. Mlyňany: Ústav dendrobiológie SAV, 245 p.
- SUPUKA, J., BAJLA, J., SZOMBATHOVÁ, N. 2009. Soil compaction in urban parks and green spaces of the Nitra City as a favourable growth criterion for woody plants . Ekológia = Ecology. – Bratislava : SAP - Slovak Academic Press, 28, 3, p. 269-276.
- SUPUKA, J. 2013. Development, changes and assessment of tree alleys in town streets. Folia oecol., 40: 266–271.
- SUPUKA, J. 2018. Aktuálne problémy mestských sídiel a potenciál ich riešenia prostredníctvom zelenej infraštruktúry. Životné prostredie, 52, 1, p. 11-18.
- SZOMBATHOVÁ, N., SUPUKA, J., ŠIMANSKÝ, V., TOBIAŠOVÁ, E. 2009. Ecological conditions of selected woody plants in the urban area Nitra. Ekológia = Ecology. - Bratislava : SAP – Slovak Academic Press, 28, 1, p. 82-93.
- SZULCZEWSKA, B., GIEDYCH, R., BOROWSKI, J., KUCHCIK, M., SIKORSKI, P., MAZURKIEWICZ, A., STANCZYK, T. 2014. How Much Green is Need for Vital Neighborhood? In Search for Empirical Evidence. Land Use Policy, 38, p. 330 – 345.
- SZULCZEWSKA, B., GIEDYCH, R., MAKSYMIOUK, G. 2017. Can We Face the Challenge: How to Implement a Theoretical Concept of Green Infrastructure into Planning Practice? Warszaw. Case Study. Landscape Research, 42, 2, p. 176 – 194.
- TÓTH, A., HALAJOVÁ, D., HALAJ, P. 2015. Green Infrastructure: A Strategic Tool for Climate Change Mitigation in Urban Environments. Ecology and Safety, 9, p. 132 – 138.
- UHRIN, P., SUPUKA, J. 2016. Quality assessment of urban trees using growth visual and chlorophyll fluorescence indicators. Ekológia = Ecology. - Bratislava : SAP – Slovak Academic Press, 35, 2, p. 160-172.
- UHRIN, P. 2017. Kvalitatívne hodnotenie vývoja stromov v uličných alejách a prvkoch historickej zelene. Dizertačná práca Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 137 p.
- YANG, L., QIAN, F., SONG, D. X., ZHENG, K. J. 2016. Research on Urban Heat – Island Effect. Science Direct, Procedia Engineering, 169, p. 11 – 18.

Adresa autorov

prof. Ing. Ján Supuka, DrSc., Katedra záhradnej a krajinej architektúry, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, E-mail: jan.supuka@uniag.sk

Ing. Monika Billiková, Katedra záhradnej a krajinej architektúry, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, E-mail: billikova.monika@gmail.com

ANGLICKÁ KRAJINA 18.STOROČIA

ENGLISH COUNTRY 18TH CENTURY

RICHARD VREŠŤIAK

VREŠŤIAK, R. 2018. Anglická krajina 18. storočia. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018“, 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 158- 161. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

The English School of Landscape Architecture naturally originated in the British Isles. It has grown on the basis of a relationship to nature. The natural landscape has always been hidden and hidden, but now it has emerged under the modern blankets of Italian and French Classicism. The new movement characterized literality and spontaneity, and at first it seemed to take the physical form of the Chinese school. The man did not rape nature anymore, but approached her friendly as an equal partner. The natural country could offer inexhaustible sources of interest, provide refreshment and moral encouragement. Irregularity has begun to prevail over regularity and has gradually become a landmark idea. A new concept of space was created and a new relationship of man to the environment was born.

Key words: English landscape architecture, park, natural country

Krajinný dizajn 18. storočia formovali tri názorové školy. Kombinovali v sebe filozofiu i umelecký výraz.

- (a) škola západného klasicizmu
- (b) čínska škola
- (c) anglická škola

Západný klasicizmus sa niesol v znamení talianskeho baroka a veľkolepých diel Francúzskej monarchie. Väčšina európskych štátov tieto diela len kopírovali, imponovala im totiž geometrická pravidelnosť a racionálnosť dizajnu. Čínska škola vychádzala z tradičných hodnôt starovekej čínskej filozofie, ktoré sa takmer nezmenili. Vtedajšie Francúzsko bolo slepo nadšené jej originalnosťou a neexistujúcou frivolnosťou. Kráľovský dvor upúťali jej zvlnené línie a odmietanie formálnosti, avšak skutočná hodnota vychádzajúca zo symbolizmu ostala nepochopená a i naďalej skrytá. Anglicko akceptovalo klasicizmus v architektúre, avšak v krajine ho úplne odmietalo. Stalo sa zástancom nového liberálneho veku. Korene anglickej školy estetiky možno vystopovať v maliarstve, ale hnutie bolo predovšetkým literárne a domáce. Do polovice storočia tento vplyv pocítila celá Európa.

Anglická škola celkom prirodzene vznikla práve na Britských ostrovoch. Vyrástla na základoch vzťahu k prírode. Prirodzená krajina bola vždy skrytá a utajená, avšak teraz sa vynorila spod modernej prikrývky talianskeho a francúzskeho klasicizmu. Nové hnutie charakterizovala literárnosť a spontánnosť a na začiatku sa skutočne zdalo, že preberie i fyzickú formu čínskej školy. Človek už prírodu neznásilňoval, ale pristupoval k nej priateľsky ako k rovnocennému partnerovi. Prirodzená krajina totiž mohla ponúknuť nevyčerpatelné zdroje záujmov, poskytnúť osvieženie a morálne povzbudenie. Nepravidelnosť začala

prevládať nad pravidelnosťou a postupne sa stala zmyslom krajinných návrhov. Vznikla nová koncepcia priestoru a zrodil sa nový vzťah človeka k prostrediu.

Mnohé aspekty nového umenia sa odkrývali postupne už v prvej polovici storočia. Vyznačovali sa nostalgickým vzkriesením minulosti, pozoruhodnými interpretáciami krás divjej prírody a mnohotvárnosťou novo objaveného významu priestoru. Politik a spisovateľ Horace Walpone v rámci anglickej školy identifikoval tri rôzne smery:

- (1) *Ferme ornée* alebo „okrasnú farmu“, v ktorej záhradník amatér vyzdvihol utilitárnu scénu do sféry umenia.
- (2) *Picturesques* alebo „les a divokú (prírodnú) záhradu“, v ktorej dominoval maliar, učenec a amatér.
- (3) *Landscape Park* alebo „záhradu spojenú s parkom“, v ktorej sa architekt zaoberal s priestorovým dizajnom.

Koncepcia známa ako okrasná farma (*ferme ornée*) bola síce uznávanou, ale málo perspektívnou súčasťou anglickej školy, sotva prežila. Básnik William Shenstone rozvinul na svojom panstve ideu The Leasowes. Bez akejkolvek praxe a hospodárskeho úžitku čiže utility premenil svoje pozemky na impozantnú krajinu s romantickými chodníkmi, výhľadmi, urnami, obeliskami, trofejami, kataraktom, grotou a množstvom lavičiek, ktoré ponúkali ideálne miesta na pozorovanie a rozjímanie krajiny.

Koncepcie *picturesques* a *landscape park* existovali samostatne až v druhej polovici storočia. Dovtedy ich William Kent prezentoval ako jednotnú a treba zdôrazniť veľmi hodnotnú ideu dizajnu. Básnik Alexander Pope jeho štýl charakterizoval: „Vyhráva ten, kto vie príjemne ohromiť, prekvapiť, meniť sa a zakrývať hranice“. Kent vymyslel priekopu *ha-ha*, „preskočil plot a uvidel, že okolitá príroda je veľký park“. William Kent vynikal umeleckou všestrannosťou, bol maliarom, nábytkovým dizajnérom a architektom a podľa opisu Horace Walpone aj „otcom moderného záhradníctva“. Zameral sa na všetky tri disciplíny, pretože v ich prieniku sa rodilo nové umenie - umenie transformovať koncepciu humánnej krajiny vtedajších maliarov do reality. Usadiť Palladiovu architektúru do voľnej imaginatívnej krajiny na maliarskom plátne nebolo veľmi náročné, pretože maľba prezentovala pohľad len z jedného bodu, avšak vytvoriť takýto zložitý obraz v trojrozmernom priestore už vyžadovalo vysoko vyvinutý zmysel pre kreativitu.

Koncepciu Rousham opísal Horace Walpone ako „najtypickejšie a najočarujúcejšie“ Kentove záhrady. Prvé plány síce vyzerajú akoby ich kreslil Bridgeman, ale realizácia je už bezpochyby dielom vyzretého Williama Kenta. Vzájomný vzťah sídla a riečnej krajiny je nápadne podobný ako v Chiswicku, avšak v Rousham už tok meandruje podľa vlastných pravidiel.

Park Stowe takmer celé storočie nemal v bohatstve rozmanitosti seberovného rivala. Pôvodný plán navrhol Charles Bridgeman v spolupráci s Vanbrughom. Vnútorň park lemovali pravidelné stromoradia a prvé priekopy *ha-ha*, alebo utopené múry, ktoré nijak neprekážali v pohľadoch na okolitú krajinu. Na neskoršej litografii bol už vnútorň park zmenený podľa anglických princípov Bridgemana a Kenta. Zoskupené prvky tu už dômyselne absorbovali formálnu centrálnu líniu *avenue* a vytvorili malebné priestory. Takéto scenérie zjavne inšpirovali aj Capability Browna, ktorý tu ako chlapec pomáhal záhradníkovi.

V druhej polovici storočia sa Kentova koncepcia rozdelila na dva ideovo znepriatelené tábory. Obe filozofie charakterizoval Richard Payne Knight ako nahú a oblečenú krajinu.

Nahá krajina čiže *picturesque*, je malebná a poetická, pretože zahŕňa zložité formy prírody, zároveň je osobná a podľa všetkého aj iracionálna, človek ju vníma intuitívne. Ale predovšetkým je to umelecká koncepcia maliara, veľké 3D maliarske plátno.

William Gilpin, pôvodca idei *picturesques* píše: Pre „skutočnú *picturesque* scénu“ je dôležitá textúra i kompozícia. Textúra by mala byť „hrubá“, „zložitá“, „rozmanitá“, alebo „rozbitá“ bez nápadných priamych línií. Kompozícia by mala pôsobiť celistvo a zahŕňať niekoľko princípov: „tmavé pozadie“, „scénu v popredí“, alebo „po stranách“, jasnejšiu strednú časť a ešte aspoň jedno menej výrazné zobrazenie „vzdialenosti“. Hodnotu obrazu zvýšia napríklad ruiny opátstva, alebo hradu. Podhľad z nižšie položeného pozorovacieho bodu zdôrazňuje tretiu dimenziu priestoru (výšku) a všeobecne zlepšuje celkovú perspektívu. Gilpin pripúšťa, že príroda poskytuje zaujímavé textúry a pekné farby, avšak len vzácné vytvára perfektné kompozície. Vo väčšine prípadov preto musí pomôcť umelec, ktorý stromy starostlivo poukladá. Termín *picturesque* je potrebné chápať v súvislosti s dvoma inými estetickými ideálmi: *beautiful* (krása) a *sublime* (niečo úžasné, obdivuhodné, veľkolepé, nepokojujúce a vzrušujúce).

Koncept parku Stourhead si majiteľ panstva, bankár Henry Hoare navrhol prakticky sám. Inšpiráciu čerpal pravdepodobne z opisu Clitumnus (od Plínia mladšieho) a takmer určite z eposu *Eneida* (od Vergília). Pôvodnú koncepciu parku ovplyvnili najmä vtedajší súčasníci Kent a Bridgeman, avšak významnú úlohu zohrali aj plátna Claude Lorraina. Jeho poetické znovuzrodenie antických legiend v diele *Aineias na pobreží ostrova Dilos* silno zapôsobilo na anglických aristokratov na ich životnej *Grand Tour*. Krajinu začali viac vnímať očami maliara. Park tvorí uzavretý okruh (chodník) okolo umelého jazera. Alegória začína narodením v Chráme bohyně Flóry, prechádza cez jaskyne podsvetia a vynára sa pri Panteóne pozemskej slávy. Potom pokračuje cez kamenný oblúk pripomínajúci smrteľnosť a nakoniec stúpa k nebu, k Apolónovmu chrámu.

Krajinu Painshill si Charles Hamilton (majiteľ panstva) vytvoril sám ako záhradník amatér. Filozofia koncepcie Painshill, rovnako ako Stourhead vychádzala z krajinomalieb talianskej školy francúzskych umelcov. Tak ako Lorrainovo dielo zapôsobilo na Hoara v Stourheade, tak plátna Nicolasa Poussin zasa silno ovplyvnili Hamiltona v Painshille. V maľbe *Svätý Ján na Patmose* nachádza Hamilton poriadok, systém a význam na pozadí zdanlivého chaosu. Téma Painshill je rovnako poetická ako alegória v Stourheade. Na rozdiel od Stourhead však túto ideu interpretoval lineárne a nie v uzavretom kruhu. Symbolické objekty ako gotický chrám, čínsky most, grotá, most piatich oblúkov, alebo turecký stan sa odhaľujú postupne pozdĺž širokej, zvlnenej a ostrovmi posiatej rieky, ktorá akoby nemala začiatok ani koniec.

Druhá škola romantizmu – *landscape park*, vzišla podobne ako *picturesques* z jednotnej koncepcie Williama Kenta. Spor oboch názorových škôl spočíval v konflikte obsahu a formy. *Picturesques* vychádzala z intuície maliara, idea *landscape park* z intelektu architekta. Richard Payne Knight charakterizoval *landscape park* ako oblečenú krajinu. Oblečená krajina je zaodetá do šiat novej architektonickej formy, do garderóby moderného štýlu, ktorá síce rešpektuje prirodzené línie divokej krajiny, ale len v modifikovanej podobe.

Koncepcia *Landscape Park* sa koncentrovala pri Brownovi, predovšetkým okolo jeho architektonického zmýšľania a záľuby vo forme, ktorá hraničila až s posadnutosťou. Jeho diela boli obrovské, mierka heroická a neosobná. Štandardný systém dizajnu dokázal prispôbiť a použiť na každom pozemku, stačilo mať len zvlnený reliéf a vodu, ktorú mohol upraviť na nekonečnú rieku. Stromy, podobne ako Kent, vysádzal v rôznych skupinách

a zhlukoch. Hlavné sídlo z ktorého nesmeli byť vidieť žiadne utilitárne scény, vkladal do obrovskej, idyllickej krajiny so slnkom a oblakmi.

V Blenheim Palace Brown transformoval noblesnú klasickú krajinu na romantickú. Je to pravdepodobne jeho najdokonalejšie dielo. Pôvodný návrh Henry Wiseho a Johna Vanbrugha ešte ovládli ploché a klasicky symetrické dominanty. Nový Brownov návrh geometriu ešte akceptoval, ale len v prerobenej podobe. V dizajne už kládol dôraz na zvýraznenie prírodnej formy. Nová scéna vytvorila ilúziu nekonečnej rieky a dala zmysel aj existujúcemu mostu Johna Vanbrugha, ktorý teraz vizuálne zjednotil vodu i palác. Brown neopomenul ani komerčnú stránku veľkých úprav. Stotožnenie privátnej estetiky a národnej potreby totiž stimulovalo celé krajinárske hnutie. Brown založil prvé škôlky na pestovanie stromov a stal sa jedným z najbohatších osobností vtedajšieho Anglicka. Predpokladá sa, že spolu s Reptonom vysadili až dvadsať miliónov stromov.

Humphry Repton nadviazal na princípy Capability Browna, stal sa obhajcom jeho práce. Rozsah Brownovho dizajnu však Repton rozšíril a humanizoval a musel prijať aj kompromis týkajúci sa čistoty umenia. Historické uznanie si získal svojimi analytickými prácami, prvýkrát v dejinách totiž zahŕňali aj poznatky z optiky a psychológie - informácie zo serióznych vedných disciplín, ktoré boli základom umenia. Repton prezentoval klientom svoje návrhy v *Red Book* (červenej knihe). Obsahovala pohľadové skice pôvodného stavu ("pred" úpravami) a po nadvihnutí chlopne aj výsledné návrhové obrazy ("po" realizácii diela), navyše zahŕňala i písomnou správu s podrobným opisom dizajnu. Napísal: "...návrh sídla by mal zvýrazňovať jeho veľkosť a dôležitosť, silu a odolnosť. Park by mal byť ako les, pozemok ako veľké panstvo a dom ako palác".

Anglicko ponúklo ešte množstvo ďalších, nesporne kvalitných dizajnov, ktoré viac či menej ovplyvnili tvár svetovej krajinnej architektúry. V svojom snažení pokračovalo aj v nasledujúcom storočí či už v hnutí „*Arts and crafts*“ alebo v koncepcii „*Gardensque*“. Avšak revolučná zmena krajinnej architektúry, ktorú rozpútala práve anglická škola 18.storočia sa už nikdy neopakovala.

LITERATÚRA

- COX, M. 2014. *The Gardener's Garden*, Phaidon, London 2014, p472, ISBN 978-0-7148-7415-9
- PHILLIPS, R., FOY, N. 1995. *A Photographic Garden History*, Macmillan, London 1995, 320 pp. ISBN 0-333-63826-3
- JELLICOE, G., JELLICOE, S. 1991. *The Oxford Companion to Gardens*, Oxford University Press, Oxford 1991, 635pp. ISBN 0-19-286138-7
- MAYER, L. 2015. *Capability Brown and the English Landscape Garden*, Shire Publications, Oxford 2015, 64 pp. ISBN 978-0-74781-049-0
- MOSSER, M., TEYSOT, G. 1990. *The History of Garden Design, The Western Tradition from the Renaissance to the Present Day*, Thames and Hudson, London 1990, 544 pp.
- VREŠŤIAK, R. 2002. *Vývoj krajiny v rokoch 1900-1945 (Záhradná a krajinná architektúra)* Doktorandská dizertačná práca, Nitra 2002, 148 pp.

Adresa autora

Ing. Richard Vreštiak, PhD., ARBOR – okrasné a ovocné škôlky, s. r. o., Poľná 6, P.O.BOX 33, 903 01 Senec, info@vrestiak.sk

VARIABILITA POLYMORFIZMU DNA V EURÓPSKYCH POPULÁCIÁCH BREČTANU

VARIABILITY OF DNA POLYMORPHISM IN EUROPEAN POPULATIONS OF IVY

JANA ŽIAROVSKÁ – KATARÍNA RAŽNÁ – MATÚŠ KYSEL – DANKA BOŠELOVÁ

ŽIAROVSKÁ, J. – RAŽNÁ, K. – KYSEL, M. – BOŠELOVÁ, D. 2018. Variabilita polymorfizmu DNA v európskych populáciách brečtanu. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018“, 11.10.2018. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, s. 162-168. ISBN 978-80-89408-33-7

Abstract

Ivy is a plant with a long history of use for medical and ornamental purpose. Genomically, ivy belongs to only a bit known species and information about its genome is quite limited. In the work, iPBS analysis of polymorphism was performed in the genome of 25 populations of ivy originated in different regions of Europe with the primer 5'AATGAAAGCACCA 3'. Diversity index value of the analysed populations is 0,67 and the value of polymorphic information index is 0,66. The part of individual polymorphic loci at the whole was in the range of 0,49 % up to the 11,22 %.

Key words: *Hedera helix*, L.; iPBS markers; polymorphism

ÚVOD

Brečtan popínavý, *Hedera helix*, L., patrí do čeľade aralkovité *Araliaceae*. Je to vždyzelená lianovitá drevina, ktorá nachádza svoje využitie či už v medicíne, v poľnohospodárstve alebo v okrasnom sadovníctve. Vyskytuje sa takmer na celom svete, avšak jeho výskyt je obmedzený priemernou teplotou v najchladnejšom mesiaci ($\leq 2^{\circ}\text{C}$). Vyskytuje sa vo väčšine typov lesa a predstavuje stály prvok v niektorých čiastkových spoločenstvách jaseňa, javora, duba a buka. V minulosti sa brečtan využíval najmä na liečbu dýchacieho systému a na zastavenie krvácania. V súčasnosti sa využíva na liečbu chronických chorôb respiračného systému, ako analgetikum a pri reumatizme. Významnú úlohu zohráva aj v poľnohospodárstve ako prostriedok v boji proti rôznym škodcom, ako je *Biomphalaria Alexandrina*, *Melanotus communis* alebo proti *Mythimna unipuncta* (GREEN et al. 2013, 2011; OBERMAYER 2000).

Brečtan je známy tým, že obsahuje významné látky, ako napr. saponíny, flavonoidy, fenolové kyseliny, vitamíny, aminokyseliny a proteíny. V súčasnosti sú opísané triterpenoidné saponíny, ako α -hederín, β -hederín a δ -hederín. Brečtan popínavý je typický plasticitou veľkosti genómu, ktorá sa počas charakteristických vývojových štádií mení. Analýzami sa potvrdilo, že kultivovaný írsky brečtan a niektoré iné kultivary sú tetraploidné. Vo voľnej prírode sa tetraploidy nachádzajú v západnej Európe. Diploid a tetraploidy boli spoločne nájdené pozdĺž východnej hranice tetraploidov. Ďalej na východ boli nájdené len diploidy. Vzhľadom k tomu, že diploidy a tetraploidy majú odlišné, ťažko prekryvateľné geografické rozloženie, správajú sa ako odlišné „biologické“ druhy s rozdielnymi klimatickými preferenciami a pravdepodobne medzi nimi dochádza pri prekryve populácií ku konkurencii. Doteraz neboli nájdené žiadne hybridy triploidného charakteru (METCALFE 2005).

Brečtan je v súčasnosti rozšírený po celom svete a existuje mnoho jeho kultivarov, ktoré sa používajú ako významná okrasná rastlina v záhradách. Aj naďalej však predstavuje nezastupiteľný článok v oblasti medicíny. Napriek tomu, v súčasnosti nie je dostatočné množstvo informácií o jeho genóme, génoch, či genomickej variabilite analyzovanej DNA markérmami.

Cieľom tejto štúdie bola analýza polymorfizmu populácií brečtanu európskej proveniencie iPBS markérom s kódovým označím 2279 a zostavenie dendrogramu vzťahov analyzovaných populácií.

MATERIÁL A METÓDY

Biologický materiál na izoláciu celkovej DNA, pre účely analýzy polymorfizmu bol získaný z rastlín, ktoré boli zozbierané v rôznych oblastiach Európy (5 x SVK; 2 x AUT; 2 x GBR; 8 x CZE; 1 x DEU; 5 x HVR). Oblasť zberu boli vo výškovom rozpätí od 11 m n.m. po 1005 m n.m., s priemernou ročnou teplotou od 5,8 až 16,3 °C a priemerným ročným úhrnom zrážok 526,3 – 1500 mm. Extrakcia celkovej genomickej DNA bola uskutočnená analytickou súpravou GeneJET™ plant genomic DNA purification kit. iPBS analýza bola uskutočnená pomocou priméru 5'AATGAAAGCACCA 3' s nasledovným časovo-teplotným režimom:

Tab. 1 Teplotný a časový režim uskutočnenej iPBS reakcie

	Teplota	Čas	Počet cyklov
Úvodná denaturácia	95°C	3 min	1
Denaturácia	95°C	30 s.	35
Naviazanie prajmera	55°C	40 s.	
Polymerizácia	72°C	120 s.	
Záverečná polymerizácia	72°C	5 min.	1

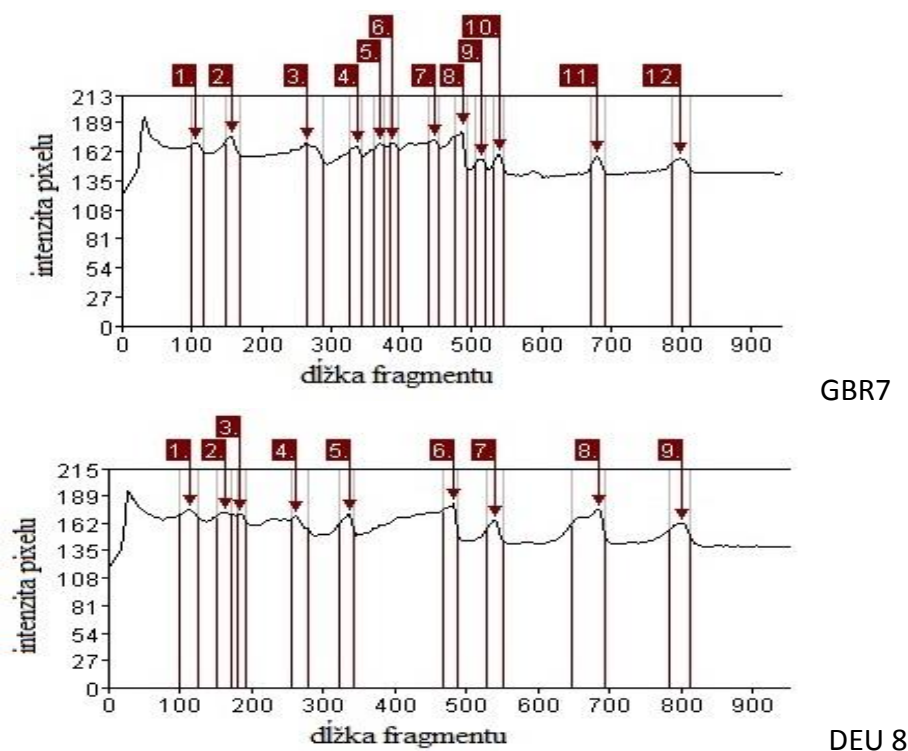
V analýzach bola použitá *Dream Taq* polymeráza (ThermoScientific). Delenie amplifikovaných iPBS produktov bolo uskutočnené v 4 %-nom nedenaturovanom polyakrylamidovom géle.

VÝSLEDKY

Použitý iPBS markér dal vznik 264 fragmentom rozdelených do 26 úrovní. Priemerný počet fragmentov na jeden genotyp predstavuje 10. Maximálny počet fragmentov bol zaznamenaný pri genotype 22 v počte 17 a minimálny počet fragmentov pri genotypoch 2 a 3 v počte 2. Najdlhší fragment, 3356 bp, bol získaný pri genotype 23 (HRV) a najkratší fragment, 217 bp, bol získaný pri genotypoch 19 (HRV), 20 (HRV), 21 (HRV), 22 (HRV), 23 (HRV), 24 (HRV) a 25 (POL). Pri genotype 22 bol zaznamenaný aj unikátny fragment na úrovni 1200 a 1000. Pri danom prajmeri sa dosiahol 100 % polymorfizmus. Ako identické boli označené vzorky GBR 7 a DEU 8 s konkrétnymi hodnotami zobrazenými v tabuľke 2 a profilmi elektroforetických záznamov hodnotených softvérom GelAnalyzer zobrazených na obr 1.

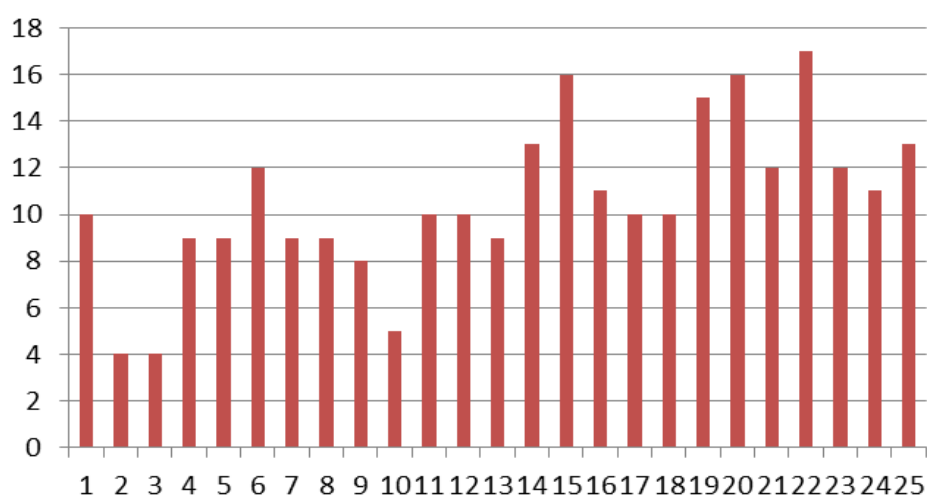
Tab. 2 Porovnania amplifikovaných fragmentov genotypov GBR 7, DEU 8

Vzorka	Dĺžka amplifikovaných fragmentov
GBR 7	2361, 1550, 767, 524, 460, 436, 372, 343, 330, 320, 293, 286
DEU 8	2165, 1480, 1293, 774, 524, 346, 320, 292, 286



Obr. 1 Hodnotenie profilov syntetizovaných fragmentov u vzoriek GBR 7 a DEU 8.

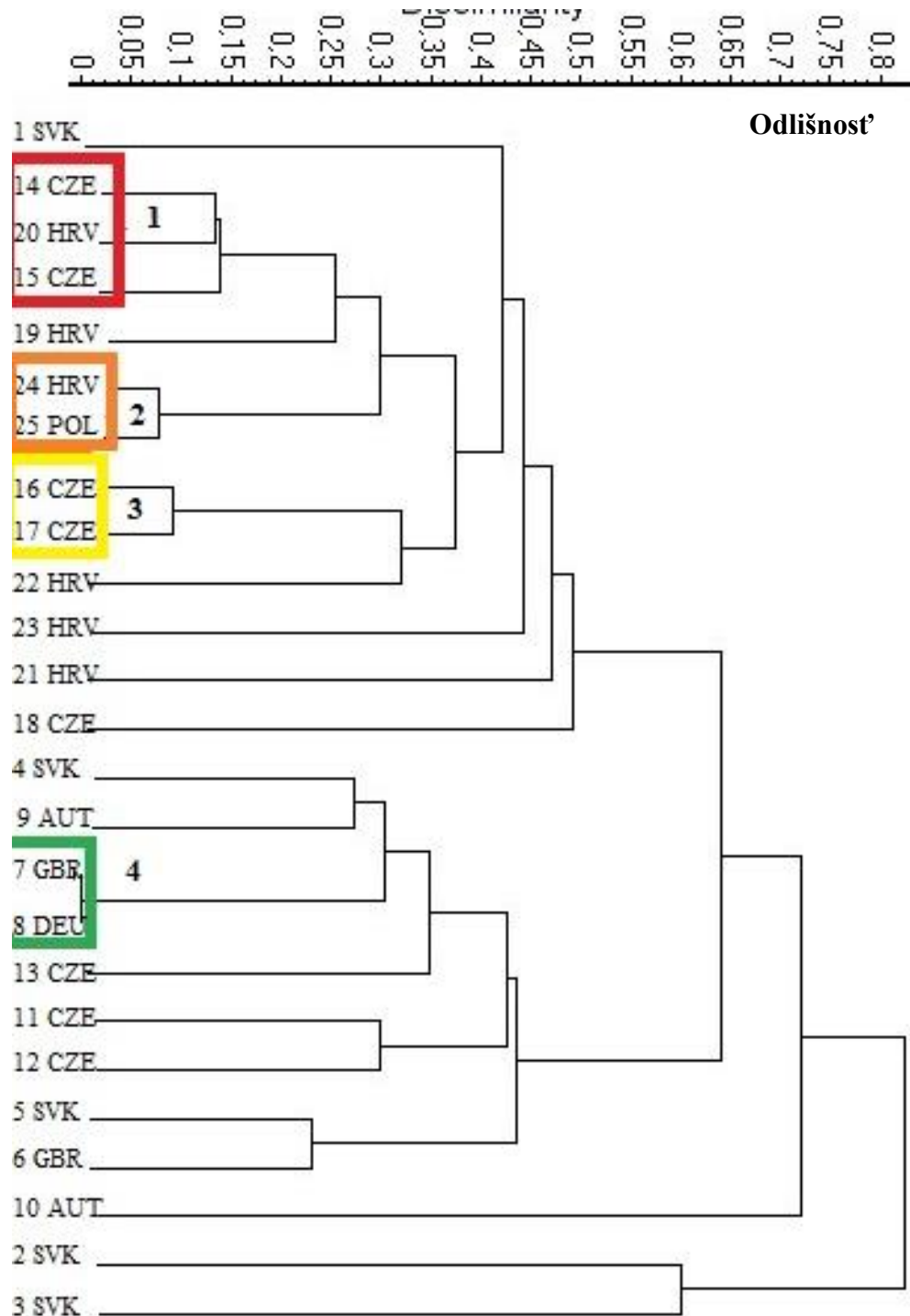
Obrázok 2 zobrazuje počet nasyntetizovaných fragmentov získaných použitím prajmera 2279. Najviac fragmentov bolo získaných pri vzorkách CZE 15, HRV 20 a HRV 22. Najmenej fragmentov bolo získaných pri vzorkách SVK 2 a SVK 3. Vzorky SVK 4, SVK 5, GBR 7, DEU 8 a CZE 13 dosiahli rovnaký počet fragmentov. Taktiež pri vzorkách SVK 1, CZE 11, CZE 12, CZE 17 a CZE 18 bol získaný rovnaký počet fragmentov.



Obr. 2 Počet syntetizovaných fragmentov na základe hodnotenia v programe GelAnalyzer.

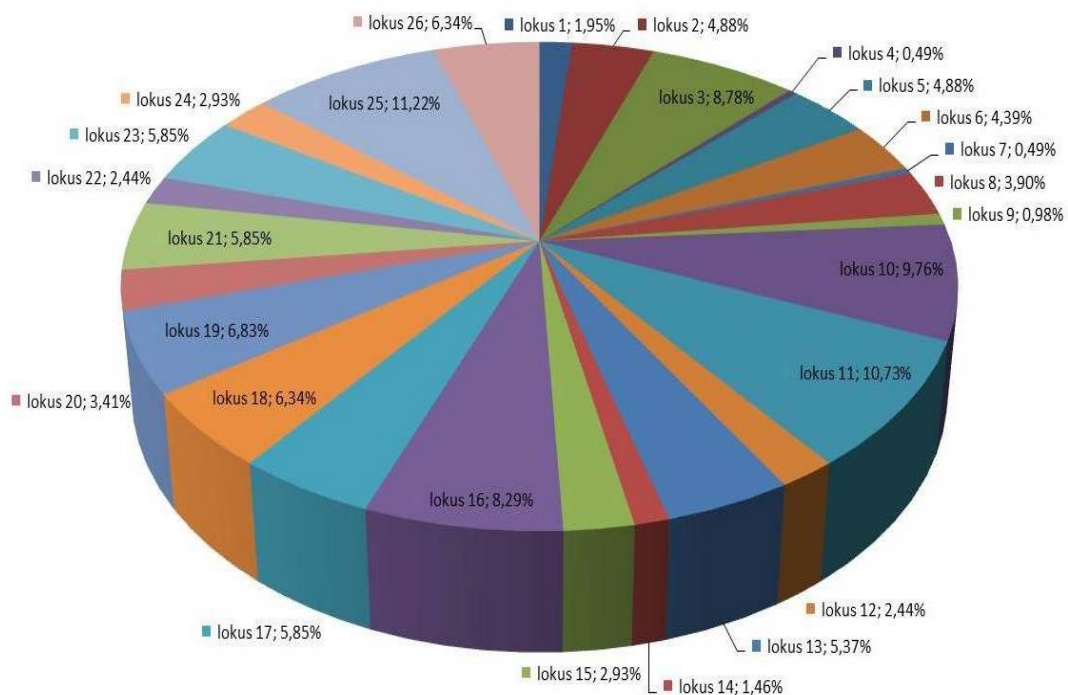
V programe SYNTAX prebehla analýza a bol zostrojený dendrogram. iPBS markér dal vznik 4 výrazným zhlukom (obrázok 3), ktorých delenie prebehlo na úrovniach od 0,000 po 0,143. Do prvého zhluku zaradil vzorky z Českej republiky CZE 14, 15 a z Chorvátska 20.

Rozloženie prebehlo na úrovniach 0,133 a 0,143. Na úrovni 0,077 prebehlo delenie vzoriek druhého zhluku so vzorkami z Chorvátska HRV 24 a Poľska Pol 25. Do tretieho zhluku boli zaradené vzorky z Českej republiky CZE 16 a 17 rozdelené na úrovni 0,091. Do posledného zhluku boli, ako identické, zaradené vzorky z Veľkej Británie GBR 7 a Nemecka DEU 8 na úrovni 0,000. Zhluky obsahujú vzorky z rôznych krajín.



Obr. 3 Dendrogram analyzovaných populácií brečtanu zostrojený na základe získaného polymorfného profilu amplikónov.

Kofenetický koeficient dosiahol hodnotu 0,9244 a pomocou prajmera 2279 výrazne oddelil jednotlivé analyzované genotypy brečtanu. Hodnota indexu diverzity bola na úrovni 0,67 a hodnota polymorfického informačného indexu na úrovni 0,66. Podiel polymorfizmu jednotlivých amplifikovaných lokusov na celkovom dosiahol rozpätie od 0,49 % po 11,22 % (obrázok 4).



Obr. 4 Podiel polymorfizmu jednotlivých lokusov na celku profilu iPBS amplikónov.

DISKUSIA

Pomocou iPBS markerov je možné skúmať vzájomné vzťahy rastlín a ich genetickú diverzitu. Tieto markery sú použiteľné v celej rastlinnej ríši (Guo, 2014). Pre analýzy s iPBS markermi nie je potrebná predchádzajúca znalosť sekvencie DNA. V PCR reakcii sa prostredníctvom iPBS primerov amplifikujú úseky DNA, nachádzajúce sa medzi PBS úsekmi retrotranspozónov. Vizualizácia amplifikovaných fragmentov v PCR prebieha na agarózových (AGE) alebo polyakrylamidových (PAGE) géloch v elektroforéze (KALENDAR, 2010).

Autori (DUAN et al., 2015) skúmali genetickú diverzitu 65 odrôd pivonky krovitej za pomoci iPBS markerov. Z týchto 65 odrôd bolo 10 voľne rastúcich a 55 kultúrnych odrôd. Autori (GUO et al., 2014) pomocou iPBS markerov určovali genetickú diverzitu hrozna. PAUX a kolektív v roku 2010 pomocou iPBS markerov určovali polymorfizmus u hexaploidnej pšenice (PAUX et al., 2010). Genetickú diverzitu 66 odrôd u zeleniny okra (Ibištek jedlý) skúmali pomocou iPBS markerov (YILDIZ et al., 2015). Autori (MEHMOOD et al., 2013) použitím 6 iPBS primerov skúmali genetickú diverzitu u okrasnej rastliny guanava. V roku 2016 autori CÖMERTPAY a kolektív skúmali pomocou iPBS markerov genetickú diverzitu 81 odrôd komerčne pestovanej ryže. V práci používali 9 iPBS primerov a 17 SSR markerov. NAKATSUKA et al. (2012) pomocou rôznych metód vrátane iPBS vytvárali genetické mapy horca japonského. Autori (BALOCH et al., 2015) použitím 10 iPBS primerov sledovali genetickú diverzitu v 6 voľne rastúcich a jednom kultúrnom druhu šošovice. Rugis a kolektív v štúdiu použili techniky AFLP a iPBS pre posúdenie genetickej variability v líniiach obilnín jačmeňa,

pšenice a tritikale (RUGIS et al., 2012). Autori (Guo et al., 2014) vo svojej práci hodnotili molekulárnu diverzitu u 35 odrôd hrozna pomocou iPBS primerov. V analýzach použili 15 iPBS primerov vykazujúcich polymorfizmus genómu. Zistili že účinnosť iPBS primerov je porovnateľná alebo účinnejšia pri genóme hrozna ako iné markery. Pomocou analýz UPGMA a PCoA zistili, že čínske odrody hrozna sú odlišné od voľne rastúcich odrôd. Štúdiou potvrdili že iPBS primery sú vhodnou metódou pre analýzy genetickej diverzity hrozna. Autori (Yildiz et al., 2015) študovali genetickú diverzitu 66 odrôd okri pomocou iPBS primerov a SSR primerov. V analýzach zistili že SSR primery sú viac vhodné na analýzy genómu okri ako iPBS primery. Autori (MEHMOOD et al., 2013) zisťovali genetickú diverzitu guajavy (*Psidium guajava* Linn.) pomocou 6 iPBS primerov. Genóm guajavy je málo preskúmaný a preto sú na analýzy vhodné metódy pri ktorých nie je potrebné poznať sekvenciu genómu. Fragmenty amplifikované iPBS primermi boli veľké 150 až 3 000 bp. Na základe analýz s iPBS primermi autori vytvorili fylogenetický dendrogram guajavy. Autori (CÖMERTPAY et al., 2016) študovali genetickú diverzitu 81 odrôd ryže (*Oryza sativa* L.) pomocou 9 iPBS primerov a 17 SSR markerov. Pri oboch metódach bolo možné jednoznačne identifikovať odrodu ryže. Podľa výsledkov analýz použitím STRUCTURE softvéru identifikovali medzi všetkými odrodami tri populácie, to znamená že rôznorodosť ryže je nízka. Autori odporúčajú metódu iPBS pre ďalšie analýzy s genómom ryže *Oryza sativa* L..

Autori (NAKATSUKA et al., 2012) vo svojej práci konštruovali genetické mapy rastliny horca japonského *Gentiana triflora* a *Gentiana scabra*. Na tieto štúdie používali veľké množstvo rôznych techník. Používali SSR, iPBS, REMAP, ISSR, AFLP a RAPD techniky a pomocou nich vytvorili 263 markerov slúžiacich na štúdium genetickej diverzity rastliny horca (97 SSR, 97 AFLP, 39 RAPD a 30 REMAP). Objavili aj 10 funkčných markerov určujúcich farbu kvetu, čas kvitnutia a odolnosť voči chladu. Baloch et al. (2015) vykonávali vo svojej štúdii molekulárnu charakterizáciu 6 voľne rastúcich a jedného kultúrneho druhu šošovice (*Lens spp.*) rastúcej na území Turecka. Pri tejto štúdii autori použili 10 iPBS primerov a 10 ISSR primerov. Analýzami zistili že druh *Lens orientalis* má najväčšiu diverzitu a je možné, že došlo ku kríženiu s príbuzným druhom *Lens culinaris*. Ako najmenej polymorfné druhy boli autormi označené druhy *Lens lamottei* a *Lens tomentosus*. Autori navrhujú iPBS primery ako univerzálnu metódu pre molekulárnu charakterizáciu voľne rastúcich a kultúrnych druhov šošovice. Autori (RUGIS et al., 2012) vo svojej štúdii hľadali vhodné markery pre určenie genetickej diverzity u obilnín (tritikale, jačmeň a pšenica). Pri svojej štúdii používali AFLP a iPBS primery na posúdenie genetickej variability jedincov a odstránenie nevyhovujúcich jedincov rastlín zo súboru. Posledným porovnávaným autorom bol BARÁNEK a kolektív (2012). Autori vo svojej štúdii využívali iPBS primery a SSAP markery na odlíšenie klonov rastlín marhule odrody Veľkopavlovická. Pre porovnanie používali iné metódy (SSR a AFLP) na rovnaké analýzy. V dôsledku podobnosti výsledkov získaných SSAP a iPBS metódou k AFLP metóde, autori zhodnotili používanie SSAP a iPBS metód ako menej vhodné pre takéto analýzy marhúľ. Ďalším cieľom práce BARÁNEK a kolektív (2012) bolo zmapovať genetickú diverzitu rastlín marhúľ odrody Veľkopavlovická zo Slovenskej republiky a porovnať ju s genetickou diverzitou rastlín z iných krajín Európy. Výsledky ukázali že rastliny marhúľ pestované v iných krajinách Európy majú spoločné korene.

POĎAKOVANIE

Vedecká práca vznikla s podporou Výskumného centra AgroBioTech vybudovaného v rámci projektu Vybudovanie výskumného centra „AgroBioTech“ ITMS 26220220180 a projektu VEGA 2/0041/16 Molekulárne metódy v šľachtení prirodzene bezlepkového amarantu.

LITERATÚRA

- BALOCH, F.S – DERYA, M – ANDEDEN, E.E – ALSALEH, A – CÖMERTPAY, G – KILIAN, B – ÖZKAN, H. 2015. Inter-primer binding site retrotransposon and inter-simple sequence repeat diversity among wild Lens species. In *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 58, pp. 162-168.
- BARÁNEK, M – MESZÁROS, M – SOCHOROVÁ, J – ČECHOVÁ, J – RADDOVÁ, J. 2012. Utility of retrotransposon-derived marker systems for differentiation of presumed clones of the apricot cultivar Velkopavlovická. In *Scientia Horticulturae*, vol. 143, pp. 1-6.
- CÖMERTPAY, G – BALOCH, F.S – DERYA, M – ANDEDEN, E.E – ALSALEH, A – SÜREK, H – ÖZKAN, H. 2016. Population structure of rice varieties used in Turkish rice breeding programs determined using simple-sequence repeat and inter-primer binding site-retrotransposon data. In *Genet Mol Res*, vol. 15.
- DUAN, Y.B – GUO, D.L – GUO, L.L – WEI, D.F – HOU, X.G. 2015. Genetic diversity analysis of tree peony germplasm using iPBS markers. In *Genet Mol Res*, vol.14, pp. 7556-66.
- GREEN, A. F. – RAMSEY, T. S. – RAMSEY, J. 2011. Phylogeny and Biogeography of Ivies (*Hedera* spp., *Araliaceae*), a Polyploid Complex of Woody Vines. In *Systematic Botany*, vol. 36, no. 4, pp. 1114-1127.
- GREEN, A. F. - RAMSEY, T. S - RAMSEY, J. 2013. Polyploidy and invasion of English ivy (*Hedera* spp., *Araliaceae*) in North American forests. In *Biological Invasion*, vol. 15, no. 10, pp. 2219-2241.
- GUO, D. – DUO, M, - HOU, X. – THANG, G. 2014. Molecular diversity analysis of grape varieties based on iPBS markers. In *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 52, pp. 27-32.
- KALENDAR, R - ANTONIUS, K - SMÝKAL, P - SCHULMAN, A.H. 2010. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation. In *Theoretical and Applied Genetics*, Vol. 121, no. 8, pp. 1419-1430.
- MEHMOOD, a – JASKANI, M.J – AHMAD, S – AHMAD, R. 2013. Evaluation of genetic diversity in open pollinated guava by iPBS primers. In *Pak. J. Agri. Sci*, vol. 50, pp. 591-597.
- METCALFE, D. J. 2005: *Hedera helix*. In *Journal of Ecology: BIOLOGICAL FLORA OF THE BRITISH ISLES.*, vol. 93, no. 240, pp. 632–648.
- NAKATSUKA, T – YAMADA, E – SAITO, M – HIKAGE, T – USHIKU, Y – NISHIHARA, M. 2012. Construction of the first genetic linkage map of Japanese gentian (*Gentianaceae*). In *BCM Genomics*, vol. 13.
- OBERMAYER, R. - GREILHUBER, J. 2000: Genome size in *Hedera helix* L.- a clarification. In *Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics*, vol. 53, no. 1 DOI: 10.1080/00087114.2000.10589175.
- PAUX, E – FAURE, S – CHOLET, F – ROGER, D – GAUTHIER, V – MARTINANT, J.P – SOURDILLE, P – BALFOURIER, F – LE PASLIER, M.C – CHAUVEAU, A – CAKIR, M – GANDON, B – FEUILLET, C. 2010. Insertion site-based polymorphism markers open new perspectives for genome saturation and marker-assisted selection in wheat. In *Plant Biotechnol J*, vol. 8, pp. 196-210.
- RUNGIS, D – GAILE, I – VEINBERGA, I – ZUTE, S – STRAZDINA, V – BLEIDERE, M – KRONBERGA, A. 2012. Use of DNA markers for cereal line uniformity assessment. In *The Journal of Latvian Academy of Sciences*, vol. 66.
- YILDIZ, M – KOCAK, M – BALOCH, F.S. 2015. Genetic bottlenecks in Turkish okra germplasm and utility of iPBS retrotransposon markers for genetic diversity assessment. In *Genet Mol Res*, vol. 14, pp. 10588-602.

Adresa autora

doc. Ing. PaedDr. Jana Žiarovská, PhD., Katedra genetiky a šľachtenia, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, E-mail: jana.ziarovskaniag.sk

ZOZNAM AUTOROV

BARANEC Tibor, prof. RNDr. CSc.	5
BARTA Marek, Ing. PhD.	114
BILLIKOVÁ Monika, Ing.	13, 149
BÖSZÖRMÉNYI Andrea, Dr.	45
BOŠEĽOVÁ Danka, Ing.	161
BOŠIAKOVÁ Dominika, RNDr.	39
CINKOCKI Renata, Ing.	101
CZIGLE Szilvia, PharmDr. PhD..	45
ČAŇOVÁ Ingrid, Ing. PhD..	22
ĎURKOVIČ Jaroslav, doc. Ing. PhD..	22
FERIANCOVÁ Ľubica, prof. Ing. PhD.	23
FERUS Peter, Ing. PhD.	32
FILOVÁ Angelika, Ing. PhD.	39
FORMAN Vladimír, PharmDr. PhD.	45
GALUŠČÁKOVÁ Ľudmila , Ing. PhD.	5
GÁPER Ján, prof. RNDr. CSc.	46
GÁPEROVÁ Svetlana, doc. RNDr. PhD.	46
GAŠPARCOVÁ Terézia, RNDr.	46
HALAJOVÁ Denisa, Ing. PhD.	56
HOLEČKOVÁ Daniela, Ing.	68
HRICÁKOVÁ Nikola, Ing.	101
HRUBÍK Pavel, prof. Ing. DrSc.	68, 120, 141
CHLPÍK Juraj, doc. Ing. PhD.	130
IKRÉNY Ivan, RNDr. PhD.	5
IVANOVÁ Helana, RNDr. CSc.	79
JAVOREKOVÁ Soňa, prof. Ing. PhD.	101
JURIGA Martin, Ing.	130
KAČÍK František, prof. RNDr. PhD.	22
KOMÁR Patrik, Ing.	87
KONÔPKOVÁ Jana, Ing. PhD.	39
KOTS Sergii, prof.	109
KRAJŇÁKOVÁ Jana, assoc.prof. PhD.	22
KYSEL' Matúš, Ing.	141, 161
LAGAŇA Rastislav, doc. Ing. PhD.	22
LUKÁČIK Ivan, doc. Ing. CSc.	93
LUX Alexander , prof. RNDr. CSc.	100
MAKOVÁ Jana, doc. Ing. PhD.	101
MASNÝ Matej, RNDr. PhD.	46
MEDO Juraj, Ing. PhD.	101, 114
MELNYKOVA Nataliya, Dr.	109
MICHALKO Jaroslav, Ing. PhD.	114
MŇAHONČÁKOVÁ Erika, Ing. PhD.	120
PAULEN Oleg, doc. Ing. PhD.	123

POLLÁKOVÁ Nora, doc. Ing. PhD.	101, 130, 131
PRISTAŠ Peter, doc. RNDr. CSc.	46
RAŽNÁ Katarína, doc. Ing. PhD.	141, 161
SARVEŠOVÁ Ivana, Ing. PhD.	93
SOTÁK Ján, Ing.	5
SUPUKA Ján, prof. Ing. DrSc.	13, 149
ŠEBESTA Martin, Mgr.	46
ŠIMANSKÝ Vladimír, doc. Ing. PhD.	130
ŠTEFÚNOVÁ Veronika, Ing. PhD.	141
VARGAOVÁ Angela, Bc.	141
VREŠTIAK, Richard, Ing. PhD.	157
ZBONČÁK Michal, Ing.	93
ŽIAROVSKÁ Jana, doc. Ing. PeaDr.PhD.	141, 161

Zostavili: **Angelika Filová, Peter Ferus**

Názov: **Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany 2018**

Recenzovaný zborník príspevkov z vedeckej konferencie

Vydavateľ: **Arborétum Mlyňany SAV**

Vydanie: **Prvé**

Náklad: **55 ks**

Počet strán: **172**

Obálka a grafická úprava: **Angelika Filová**



Materiál neprešiel jazykovou úpravou.

ISBN 978-80-89408-33-7



9788089408337

ISBN 978-80-89408-33-7