

VETROVÁ KALAMITA ŽOFIA Z 15.5.2014 V LESOCH SLOVENSKA A NÁVRH OPATRENÍ OCHRANY LESA

WINDTHROW ŽOFIA FROM MAY 15, 2014 IN SLOVAK FORESTS AND SUGGESTED CONTROL MEASURES

Kunca, A., Leontovych, R., Galko, J., Zúbrik, M., Vakula, J., Gubka, A., Nikolov, Ch., Rell, S., Longauerová, V., Maľová, M., Konôpka, B.

KUNCA, A. – LEONTOVYČ, R. – GALKO, J. a kol. 2014. Vetrová kalamita Žofia z 15.5.2014 v lesoch Slovenska a návrh opatrení ochrany lesa. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 105-112. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: There are several windthrow calamities which have severely affected Slovak forests within the last 20 years. The second biggest windthrow calamity occurred on May 15, 2014 and it got name Žofia. It damaged 5,23 mil. m³, only 33 % of it were concentrated. Coniferous forests were affected less than broadleaved forests (2,08 mil. m³ : 3,15 mil. m³) and this was one of the major factor determining suggested control measures. As it was supposed that bark beetles on coniferous trees will be the most important pest agent, the management of the calamity areas were aimed mostly to protect the rest of the standing coniferous trees.

KEY WORDS: Windthrow • calamity • bark beetles • control measures • forest health

ÚVOD

Väčšie alebo menšie vetrové kalamity sa na našom území objavujú pomerne pravidelne (KUNCA a kol. 2014). Napríklad v roku 1996 pri veternej kalamite Ivan padlo 1,5 mil. m³ drevnej hmoty. O tri roky neskôr v roku 1999 kalamita Paulína poškodila 1 mil. m³ a o ďalšie tri roky na jeseň roku 2002 dve veterné kalamity poškodili 1,5 mil. m³. Najväčšou zaznamenanou vetrovou kalamitou u nás bola kalamita Alžbeta z 19.11.2004, ktorá poškodila 5,3 mil. m³ prevažne smrekových porastov. Po tejto kalamite nastala významná kalamita podkôrneho hmyzu, kedy bolo v nasledujúcich 10 rokoch spracovaných až 19,14 mil. m³ drevnej hmoty napadnutej podkôrnym hmyzom, s maximom v roku 2009 s 3,2 mil. m³ a s minimom v roku 2013 s 1,5 mil. m³.

Vetrová kalamita Žofia, ktorá sa prehnala Slovenskom v dňoch 14. a 15. mája 2014, je podľa predbežných odhadov druhou najväčšou kalamitou za posledných 20 rokov (GUBKA a kol. 2014). Vážnou komplikáciou je hlavne termín jej vzniku. Ten prináša so sebou nielen riziko znehodnotenia bukovej drevnej hmoty, ale aj nebezpečenstvo opätovného zvýšenia populačnej hustoty podkôrneho hmyzu v smrečinách.

Rozbor vetrovej kalamity Žofia

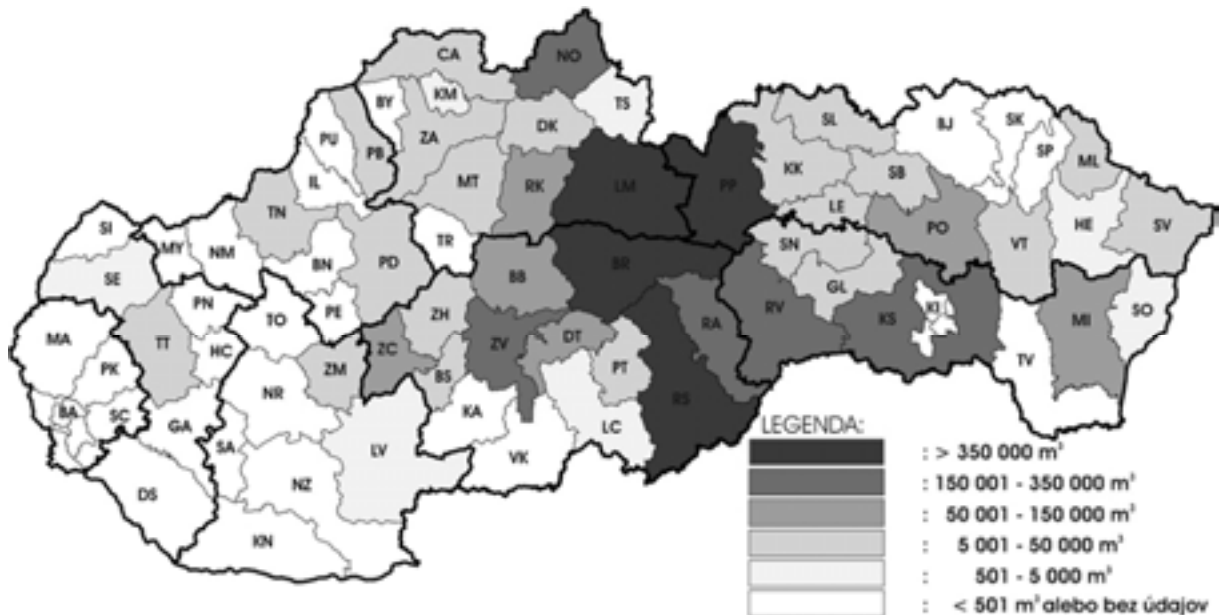
Klimatická situácia pred vetrovou kalamitou

V dňoch 14. a 15. mája 2014 bola na území celého Slovenska intenzívna zrážková činnosť, kde napr. v Tatranskej Javorine bol zaznamenaný rekordný denný úhrn zrážok 141,3 mm, pričom aj v predchádzajúcich dvoch týždňoch prevládalo chladné a daždivé počasie. Kvôli vysokým rozdielom tlaku vzduchu v Európe došlo k mimoriadnej situácii, keď rýchlosť vetra dosahovala v nárazoch až 100 km/hod. Pre porovnanie, pri víchrici Alžbeta z 19.11.2004 rýchlosť vetra dosiahla 140 km/hod., v nárazoch do 240 km/hod. (KUNCA a ZÚBRİK 2006). Faktory ako pôda a koruny stromov nasýtené zrážkovou vodou spolu s mimoriadnou silou vetra spôsobili poškodenie stromov a rozvrátenie porastov na rozsiahlom území.

Štruktúra kalamitnej hmoty

Podľa analýzy NLC-ÚLZI Zvolen bol k 15.7.2014 odhadnutý objem kalamity až na 5,23 mil. m³, z toho 67 % roztrúsenej a 33 % sústredenej hmoty. Z pohľadu vlastníctva v neštátnych subjektoch bolo poškodených 2,78 mil. m³, v štátnych 2,45 mil. m³. Väčší objem poškodeného dreva bolo v listnatých porastoch 3,15 mil. m³, menší v ihličnatých lesoch 2,08 mil. m³.

Regionálne boli najviac poškodené porasty v okresoch Rimavská Sobota (497 tis. m³), Poprad (481 tis. m³), Brezno (398 tis. m³) a Liptovský Mikuláš (383 tis. m³).



© Lesnícka ochranná služba Banská Štiavnica, <http://www.los.sk>

Obr. 1. Distribúcia objemu poškodenej drevnej hmoty vetrovou kalamitou Žofia z 15.5.2014.

Riziká

Listnatá drevná hmota v súčasnosti nemá významných sekundárnych škodcov, ktorí by sa mohli na kalamitnej hmote premnožiť a neskôr napadnúť zdravé okolité porasty. Hrozbou je kvalitatívne znehodnotenie bukového dreva zaparením. Rizikom pre listnatú hmotu je aj jej napadnutie technickými (drevokaznými) škodcami.

Veľkým rizikom pre rozvoj ďalšej kalamity podkôrneho hmyzu je ihličnatá hmota, najmä smreková (ZÚBRIK a NOVOTNÝ 2004, ZÚBRIK a kol. 2013). Je predpoklad, že hmyz z jarného rojenia 2014 a z následného letného rojenia 2014 napadne najatraktívnejšiu ležiacu kalamitnú hmotu. Na jar 2015 bude väčšina nespracovanej kalamitnej hmoty už neatraktívna pre podkôrny hmyz a populácia vyrojená v polovici apríla 2015 s vysokou pravdepodobnosťou naletí na porastové steny a okolité nepoškodené porasty (VAKULA a kol. 2011).

V záujme vyhnutia sa nárastu škôd v pokalamitnom období, k čomu došlo napr. po kalamite z roku 2004 (KUNCA a kol. 2011), je nevyhnutné všetku kalamitnú hmotu spracovať do apríla 2015. V opačnom prípade bude časová a finančná náročnosť potrebných opatrení narastať, dôjde k poškodeniu ďalších porastov a k nárastu nepriaznivých vplyvov na životné prostredie. Včasným nespracovaním kalamity nebude možné zabezpečiť obnovu lesa a tým ani ostatné celospoločenské funkcie lesov – najmä pôdoochrannú, vodoochrannú a klimatickú funkciu (ZÚBRIK a kol. 2005).

Opatrenia ochrany lesa

Sprístupniť kalamitu

Prvým opatrením je sprístupnenie porastov. Nevyhnutné je v čo najkratšej dobe vyčistiť lesné cesty a prístupové linky a pod. Toto opatrenie je nevyhnutné hneď z niekoľkých dôvodov. Odhad

objemu a spracovanie kalamitnej hmoty je v sprístupnených lokalitách jednoduchšie a lacnejšie. Sprístupnenie je dôležité aj z dôvodu ochrany zdravia ľudí pracujúcich v lese. Mimoriadne dôležitým dôvodom sprístupnenia kalamit je protipožiarna ochrana. Množstvo kalamitnej hmoty nachádzajúcej sa v lese počas suchých letných mesiacov významne zvyšuje riziko vzniku požiarov.

Spracovať kalamitnú hmotu

Spracovaniu kalamitnej hmoty by mala predchádzať analýza výskytu podkôrneho hmyzu a zistenému stavu prispôbiť činnosti.

Prioritne začať so spracovávaním roztrúsenej kalamity v porastoch, ktoré sú intenzívne napádané podkôrnym hmyzom. Následne pokračovať v spracúvaní roztrúsenej kalamity v ostatných oblastiach. V ideálnom prípade by mala byť roztrúsená kalamitná hmota spracovaná do konca júna 2014. Týka sa to najmä kalamitnej hmoty, ktorá je obsadená podkôrnym hmyzom. Roztrúsenú hmotu, ktorú podkôrny hmyz do tohto termínu nenapadol odporúčame spracovať do druhej polovice resp. do konca augusta 2014.

Dôvodom pre takýto postup je dostupnosť potravinovej ponuky pre podkôrny hmyz. Keď podkôrniky napadnú roztrúsenú kalamitu a namnožia sa na nej, generácia, ktorá túto hmotu opustí v polovici, resp. koncom júla 2014, môže napadnúť stojace porasty, pretože vo svojom okolí už nemusí mať ležiacu hmotu vhodnú na obsadenie. Taktó môžu byť porasty, v ktorých je roztrúsená kalamita, napadnuté ešte v tomto roku 2014. Z toho dôvodu odporúčame, aby bola roztrúsená kalamita spracovaná v čo najkratšom možnom čase.

Sústredenú kalamitu odporúčame spracovávať až po spracovaní roztrúsenej kalamity. Pokiaľ budú využité technológie a pracovné sily, ktoré nie je možné nasadiť na spracovanie roztrúsenej kalamity napr. harvesterová technológia, môže sa sústredená kalamita spracovávať takýmto spôsobom paralelne s roztrúsenou kalamitnou hmotou. Sústredenú kalamitnú hmotu odporúčame spracovať do konca marca 2015. V prípade, že hmota v tomto termíne nebude ešte napadnutá a bude stále atraktívna, môže byť spracovaná najneskôr do konca mája 2015.

Jedince podkôrneho hmyzu, ktoré sa namnožia na sústredenej kalamite po jarnom rojení 2014 napadnú prevažne znova sústredenú kalamitnú hmotu, pretože poskytuje v malej vzdialenosti dostatočnú zásobu substrátu vhodného na založenie novej generácie. Predpokladáme, že vyvrátené stromy, ktorých korene sú stále spojené so zemou a v obmedzenom množstve sú stále schopné prijímať živiny z pôdy, budú atraktívne v priebehu celého tohto roka 2014.

Je možné, že vývraty s koreňovým koláčom, ktoré nebudú napadnuté podkôrnym hmyzom v roku 2014, budú atraktívne ešte aj na jar 2015. Zlomy budú uschýňať rýchlejšie a v jari 2015 budú už neatraktívne, lebo budú uschnuté alebo už budú so spotrebovanou lykovou hmotou.

Ďalej odporúčame pri spracovávaní kalamitnej hmoty v čo najväčšej miere využívať metódu celých stromov, ktoré sa odvetvia až na lesnom sklade, prípadne na mieste na to určenom. Odvetvená hmota a korunové časti, ktoré sú vysoko atraktívne najmä pre lykožrúta lesklého, tak neostávajú v poraste a môžu byť po naletení okamžite štiepkované alebo spálené.

Ochrana okolitých porastov

Porastová hygiena

Porastová hygiena je základným predpokladom pre ochranu lesa pred podkôrnym hmyzom. Všetky ostatné opatrenia sú doplnkom k porastovej hygiene a mali by slúžiť hlavne na zníženie tlaku podkôrneho hmyzu na oslabené porasty.

Primárnou úlohou je včasné spracovanie atraktívnej ležiacej hmoty. Pri spracúvaní vetrovej kalamitnej hmoty je však potrebné neprestávať v súčasnom spracúvaní kalamity podkôrneho hmyzu a to predovšetkým v oblastiach s rozptýlenou kalamitnou hmotou.

Po spracovaní kalamitnej hmoty odporúčame sústrediť vrcholce stromov a konáre na väčšie hromady a tie vhodným spôsobom asanovať aby sa predišlo namnoženiu lykožrúta lesklého na takejto hmote.

Po spracovaní všetkej atraktívnej hmoty je potrebné pravidelne kontrolovať porastové steny. Mal by to vykonávať skúsený podkôrníkový pozorovateľ, ktorý vie včas identifikovať aktívny chrobačiar (GUBKA a kol. 2010). Takýto strom je potrebné včas a vhodným spôsobom asanovať.

Vnadenie kmeňov v kalamitisku

Realizovanie tejto metódy je v praxi závislé od viacerých okolností a naráža aj na niekoľko problémov (ťažká priechodnosť kalamitiska, presné načasovanie a organizovanie spracovania a odvozu hmoty a pod.). To je dôvod, prečo je v praxi realizovaná len v malej miere. Najdôležitejšie je, aby bola navnadená a naletená hmota spracovaná ešte pred vyletením imág, najlepšie v štádiu larvy.

Metóda A: Vnadenie kmeňov v kalamitisku

Postup spracovávanía kalamitnej hmoty navnadenej feromónovými odparníkmi

1. Poverený pracovník vyloží feromónové odparníky do kalamitiska tak, že ich umiestni na zatižené miesta vyššie uložených kmeňov (spodná, resp. severná strana kmeňov) v rozstupe cca 20 m a to do takej vzdialenosti od východiska spracovania, aby pracovná čata spracovala kmene, na ktorých budú odparníky vyložené, do vývojového štádia kukly (do cca 30 dní od aktivácie odparníkov - zastrihnutia, vyloženia). Týchto 30 dní je orientačných a bude závisieť od priebehu počasia, rýchlosti vývoja podkôrneho hmyzu, atď.

2. Navnadené kmene vhodným spôsobom viditeľne označiť napr. farebným sprejom a očíslovať.

3. Odparníky je potrebné pevne uchytiť o kmeň, aby nedošlo k ich zničeniu alebo poškodeniu poveternostnými vplyvmi.

Odparník sa aktivuje spôsobom, ktorý je pre daný typ určený t.j. zastrihnutím alebo rozbalením

Navnadené kmene budú vo zvýšenej miere napádané a obsadzované podkôrnym hmyzom. Preto takto navnadené kmene musia byť z porastu v termíne do cca 30 dní od aktivácie spracované. Po ich umiestnení na sklad, resp. odvozné miesto je potrebná ich asanovať a to buď odkôrním alebo chemicky. Pracovník bude o navnadených kmeňoch viesť evidenciu (číslo porastu, číslo navnadeného kmeňa, termín navnadenia, termín spracovania). Podľa použitého druhu odparníka bude možné niektoré odparníky využiť viackrát.

S veľkou pravdepodobnosťou budú napádané nielen odparníkom navnadené kmene, ale aj kmene v ich okolí do cca 6 metrov. Tieto kmene je rovnako potrebné z porastu resp. z kalamitiska odstrániť a vhodným spôsobom asanovať. Pracovník odparníky odstráni z kmeňov pred spracovaním a môže ich posunúť ďalej do vetrovej kalamity (v smere postupu spracovania).



Obr. 2. Systém vnadenia v kalamitisku - Variant 1 – Jedno východisko spracovania.

			
Východisko spracovanie hmoty v pásoch.	Inštalácia odparníkov na kmene stromov v kalamitisku v okolí pásov.	Postup spracovania kalamity	V termíne do cca 30 dní po navnadení je potrebné spracovať navnadené kmene ako aj kmene v okolí (do 6 m). Asanovať ich vhodným spôsobom.

Obr. 3. Systém vnadenia v kalamitisku - Variant 2 – Spracovanie kalamity v pásoch.

Metóda B: Vnadenie hromád nenaleteného dreva uloženého na skladoch

Pokiaľ sa jedná o novú kalamitu, potom je vhodné hneď od konca apríla na vnadenie využívať aj hromady dreva uskladneného pozdĺž ciest, na okrajoch porastov a pri odvozných miestach. Hromady nesmú byť bližšie ako 6 m od najbližšieho iného atraktívneho dreva (napr. okraja zdravého stojaceho porastu).

Zodpovedný pracovník vhodnú hromadu označí a inštaluje na zatienené miesto hromady feromónový odparník na lykožrúta smrekového resp. lesklého. Vývoj podkôrneho hmyzu na kmeňoch v hromade pravidelne kontrolovať a v čase pred ukončením vývoja, najlepšie v štádiu larvy, asanovať a odviezť z lesa.

V prípade, že bude drevo na sklade dlhšiu dobu uložené môže sa využiť ako otrávené lapáky tak, že sa ošetrí insekticídnom a navnadí odparníkom. Postrek je potrebné po určitom čase (cca 2 mesiace) opakovať v závislosti od dĺžky účinnosti chemického prípravku.

Použitie feromónových lapačov

Feromónové lapače odporúčame používať na monitorovanie stavu podkôrneho hmyzu, prípadne na redukovanie počtu jedincov napádajúcich porastové steny. Lapače odporúčame stavať hlavne pozdĺž porastových stien, kde bola už spracovaná vetrová kalamita. Lapače priebežne dopĺňať s postupom spracúvania kalamitnej hmoty. Ťažiskovým rokom pre inštaláciu lapačov bude rok 2015, do letného rojenia roku 2014 bude len malá časť porastov po vetrovej kalamite vhodná na inštaláciu feromónových lapačov.

Lapače je možné využiť aj v okolí skladov dreva, na zachytenie podkôrneho hmyzu vyletujúceho zo skladu.

Pri inštalácii lapačov je nevyhnutné dodržiavať odporúčania v STN 48 2711, hlavne čo sa týka spôsobu inštalácie. Absolútne nevyhnutné je dodržiavať minimálnu bezpečnostnú vzdialenosť od najbližšieho živého smreka vhodného na napadnutie. Táto vzdialenosť nesmie byť menšia ako 10 metrov. Pokiaľ sa nedá toto pravidlo dodržať, tak na takomto mieste lapač stavať neodporúčame. Taktiež je nevyhnutné pravidelne dohliadať na dobrý technický stav lapačov, kontrolovať najmä poškodenie zberných nádob a sítiok na odtok vody. Poškodený lapač je nevyhnutné okamžite opraviť alebo ho z porastu odstrániť. Feromónové lapače trpia takzvaným pozičným efektom, to znamená, že ich efektívnosť je závislá na ich umiestnení. Preto pre maximalizáciu odchytu je potrebné stavať lapače tak, aby neboli zakryté burinou, kríkmi, stromami alebo terénnymi nerovnosťami. Lapače

umiestňovať na vyvýšené miesto, pokiaľ je možné vyhýbať sa terénnym depresiám, kde je chladnejšie ako v okolí. Lapače kontrolovať a odchyty chrobákov vyberať minimálne raz za dva týždne.

Druh feromónových odparníkov vyberať podľa jednotlivých porastov. V porastoch, kde je dominantný lykožrút smrekový, odporúčame používať hlavne odparníky na tohto škodcu. Avšak je vhodné, aspoň pre potreby monitorovania, používať aj lapače navnadené na lykožrúta lesklého. Odporúčame pomer 4:1 t.j. 4 lapače na lykožrúta smrekového a 1 lapač na lykožrúta lesklého. V porastoch s prevahou lykožrúta lesklého používať primárne odparníky určené na jeho odchyt. V oboch prípadoch by sme sa však mali vyvarovať výhradnému odchytu len jedného druhu. Do každého lapača používať len jeden druh odparníka (neumiestňovať do jedného lapača zároveň odparník na lykožrúta smrekového a aj na lykožrúta lesklého). V prípade nevyhnutnosti je možné využívať kombinované odparníky určené na odchyt oboch druhov. V takomto prípade však strácame možnosť presnejšej evidencie množstva odchytených jedincov určitého druhu a taktiež ich účinnosť na oba druhy je nižšia v porovnaní so odparníkom na lákanie iba jedného druhu. LOS v tomto usmernení neodporúča kombinované odparníky.

Príprava lapákov

Vzhľadom na prítomnosť veľkého množstva atraktívnej drevnej hmoty po vetrovej kalamite nie je roku 2014 potrebné pripravovať klasické lapáky, resp. by sa mohli pripraviť na miestach so spracovanou roztrúsenou kalamitou, kde hrozí napadnutie okolostojacich smrekov. Tie bude vhodné umiestniť v nasledujúcom roku na lokalitách, kde zaznamenávame intenzívnu aktivitu podkôrneho hmyzu a nie je možné tam umiestniť feromónové lapače prípadne na lokality, ktoré sú vystavené pôsobeniu viacerých druhov podkôrneho hmyzu. Na niektoré druhy doteraz nepoznáme účinný feromónový odparník a preto je použitie klasických lapákov zatiaľ jediná možnosť ich kontroly. Lapáky je nevyhnutné asanovať ešte pred vyletením novej generácie podkôrneho hmyzu.

Ostatné spôsoby ochrany porastov pred podkôrnym hmyzom

Po vetrovej kalamite a jej spracovaní ostávajú často silno preriedené porastové steny prípadne jednotlivito stojace stromy. Jedná sa často o stromy, ktoré sú stresované prudkým oslnením a zároveň je predpoklad, že sú do určitej miery poškodené vetrom. Na takéto stromy môžeme umiestniť v roku 2015 feromónové odparníky a iniciovať tak ich napadnutie podkôrnym hmyzom. Výhodou je sústredenie náletu na stromy, o ktorých predpokladáme, že by došlo k ich vyvráteniu alebo napadnutiu v nasledujúcich rokoch. Takto je možné sústrediť časť populácie podkôrneho hmyzu na jedno miesto. Podmienkou tejto metódy je včasná asanácia takejto hmoty. Táto metóda je označovaná ako Švédska metóda.

Otrávené lapáky sú kombináciou výhod a nevýhod feromónových lapačov a klasických lapákov. Výhodou je vysoká účinnosť a prakticky neobmedzená kapacita odchytu. Je vhodné ich inštalovať na odľahlejších lokalitách, kde sa často nechodí a nie je tam preto vhodné umiestnenie feromónových lapačov. Otrávený lapák nie je nutné pravidelne kontrolovať. Nevýhodou je potreba navnadiť ho feromónovým odparníkom a tým pádom nemožnosť jeho umiestnenia priamo v poraste. Ďalšou nevýhodou je nutnosť použitia insekticídnych prípravkov, ošetrovanie lapáku 2-3-krát za sezónu, podľa druhu prípravku.

Na boj s lykožrútom lesklým je veľmi efektívne využívanie zvyškov po ťažbe. Je potrebné sústrediť konáre a vrcholce na menšie kopy, ktoré navnadíme odparníkom na lykožrúta lesklého. Keď dôjde k obsadeniu takejto kopy, odparník preložíme na inú kopy a pôvodnú asanujeme vhodným spôsobom (pálenie, štiepkovanie,). Chemická asanácia kôp sa neodporúča.

Asanácia vyťaženej drevnej hmoty

S ohľadom na termín spracovávania vetrovej kalamity je vysoko pravdepodobné, že kalamitná hmota sústredovaná na lesných skladoch bude obsadená podkôrnym hmyzom. Z toho dôvodu je nevyhnutné venovať dostatočnú pozornosť aj drevnej hmote sústredenej na skladoch.

Odkôrňovanie

Najúčinnjšou a definitívnou formou asanácie je odkôrňovanie. To môžeme vykonávať buď preventívne (odkôrnením ešte nenapadnutej hmoty) alebo asanačne (odkôrnením už napadnutej hmoty). Asanačné odkôrnenie je potrebné vykonať najneskôr čase, kedy sa pod kôrou nachádza

hmyz v štádiu larvy. V čase, kedy sa pod kôrou nachádza podkôrný hmyz v kuklovom štádiu alebo v štádiu žltého chrobáka, účinnosť odkôrňovania výrazne klesá. Odkôrnenie môžeme vykonávať ručne (sekerou, lupákmi a pod.) alebo pomocou adaptérov na motorovú pílu. S tými sa pracuje rýchlo a efektívne. Pri harvesterovej technológii je možné používať aj hlavice, ktoré spracovávané stromy priamo v poraste odkôrnia.

Štiepkovanie

Účinnou formou asanácie zvyškov po ťažbe je ich štiepkovanie. Pri štiepkovaní sa nielen zmenší plocha kôry potrebná pre vývoj lariev, ale zároveň sa kôra mechanicky podrví a larvy pod kôrou sa zničia. Drevnú hmotu je tak výhodné sústrediť na jedno miesto, kde sa bude štiepkovanie vykonávať. V prípade, že hmota sústredená na väčšie kopy nebude môcť byť včas zoštiepkovaná, odporúčame takúto kopy zakryť aspoň z vrchnej časti pevnejšou plachtou, ktorá odoláva nepriazňam počasia. Zníži sa tým riziko napadnutia takejto kopy zvyškov po ťažbe lykožrútom lesklým.

Použitie insekticídov

Ďalšou možnosťou je použitie insekticídnych prípravkov. Použitie môžu byť len autorizované insekticidy zapísané v zozname autorizovaných prípravkov na ochranu rastlín platného v daný rok. Pri používaní insekticídov je nevyhnutné dodržiavať všetky bezpečnostné opatrenia na ochranu zdravia. Na asanáciu pomocou insekticídov odporúčame využívať postrekovače, s ktorými dosiahneme čo najdokonalejšie pokrytie kmeňa. Aby bolo možné skontrolovať pokrytie odporúčame do roztokov pridávať farbivo. Tak budú ošetrené miesta dostatočne identifikovateľné. Pokiaľ je ošetrená drevná hmota stále atraktívna a je predpoklad, že môže byť vzhľadom na daný termín ešte napadnutá, je nevyhnutné vykonať opakované ošetrenie. Opakované ošetrenie odporúčame vykonávať po 6. - 8. týždňoch od prvého ošetrenia.

Novinkou pri ochrane lesa pred podkôrnym hmyzom je možnosť použitia ochranných sietí **WoodNet**, pre ktoré platí v roku 2014 výnimka na ich používanie. Siete sú dostatočne veľké na to, aby sa nimi zakrylo vyťažené drevo. Napustené sú insekticídny prípravkom takže okrem mechanickej ochrany spôsobí aj uhynutie hmyzu, s ktorým sa dostane do kontaktu. Je pritom jedno, či chráni drevnú hmotu pred napadnutím, alebo zabraňuje šíreniu podkôrnikov z napadnutých a zakrytých aktívnych chrobačiarov do okolia. Ich využitie je efektívne napríklad na skladoch dreva.

Pálenie

Pálenie je vysoko účinnou metódou asanácie zvyškov po ťažbe. Pálenie však býva v letných mesiacoch problematické, pretože je potrebné povolenie na takúto činnosť v lese. Pri pálení je potrebné dodržiavať bezpečnostné opatrenia, aby sa oheň nerozšíril do okolitých porastov. Spáleniská je vhodné kontrolovať aj v nasledujúce dni, aby sa predišlo opätovnému a nekontrolovanému rozhoreniu. V prípade, že to okolnosti dovoľia, je možné pálenie zvyškov po ťažbe vykonávať v jesenných alebo jarných mesiacoch, kedy už nie je také riziko požiaru ako počas leta a je väčšia pravdepodobnosť získania povolenia.

ZÁVER

Vetrová kalamita Žofia z 15.5.2014 poškodila 5,23 mil. m³ drevnej hmoty a patrí k najvýznamnejším kalamitám na Slovensku. Opatrenia ochrany lesa sú navrhnuté tak, aby sa zabránilo napadnutiu stojacich stromov podkôrnym hmyzom v nasledujúcich rokoch. Len úplné a včasné realizovanie navrhnutých opatrení môže minimalizovať následné škody na lesných porastoch.

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla vďaka výskumnému projektu „Výskum efektívneho využívania environmentálneho, ekonomického a sociálneho potenciálu lesov na Slovensku II“, financovaného z prostriedkov štátneho rozpočtu cez kontrakt medzi MPRV SR a NLC z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok 08V0301) a spolufinancovaného podnikom Lesy SR š.p. (50 %), vďaka finančnej podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja pre projekt „Progresívne technológie ochrany lesných drevín juvenilných rastových štádií“ (ITMS: 26220220120) (20 %), pre projekt „Centrum excelentnosti biologických metód ochrany lesa“ (ITMS: 26220120008)

(20 %) a pre projekt „Prognosticko-informačné systémy pre zvýšenie efektívnosti manažmentu lesa (ITMS: 26220220109) (10 %).

LITERATÚRA

- GUBKA, A., KUNCA, A., LONGAUEROVÁ, V., MAĽOVÁ, M., VAKULA, J., GALKO, J., NIKOLOV, CH., RELL, S., ZÚBRIK, M., LEONTOVYČ, R., 2014: Vetrová kalamita Žofia z 15.5.2014. Usmernenie Lesníckej ochrannárskej služby Banská Štiavnica č. 8/2014, Národné lesnícke centrum, Zvolen, 8 str.
- KUNCA, A., GALKO, J., ZÚBRIK, M. 2014: Významné kalamity v lesoch Slovenska za posledných 50 rokov. In: Kunca, A. (Ed.), Aktuálne problémy v ochrane lesa 2014, Zborník referátov z 23. medzinárodnej konferencie konanej 23.-24.4.2014 v Kongresovom centre Kúpeľov Nový Smokovec, a.s., Národné lesnícke centrum, Zvolen, s. 25-31.
- KUNCA, A., NIKOLOV, CH., VAKULA, J., LEONTOVYČ, R., GALKO, J., ZÚBRIK, M. 2011: Vplyv aktívnej a pasívnej ochrany na šírenie kalamity sekundárnych škodlivých činiteľov. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 42 s.
- KUNCA, A., ZÚBRIK, M. 2006: Vetrová kalamita z 19. novembra 2004. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 40 s.
- STN 48 2711 Ochrana lesa proti hlavným druhom podkôrneho hmyzu na smreku, Slovenská technická norma
- VAKULA, J., GUBKA, A., ZÚBRIK, M., KUNCA, A., 2011: Nové metódy ochrany lesa proti lykožrútovi severskému a iným inváznym druhom. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 123 s.
- ZÚBRIK, M. a kol., 2005: Projekt ochrany lesa na území ŠL TANAP-u po vetrovej kalamite zo dňa 19. 11. 2004 - realizačný projekt. LVÚ Zvolen. 85 s.
- ZÚBRIK, M., KUNCA, A., CSÓKA, G., (EDS), 2013: Insects and diseases damaging trees and shrubs of Europe. N.A.P. Editions, Paris, 535 s.
- ZÚBRIK, M., NOVOTNÝ, J. (EDS.), 2004: Kalendár ochrany lesa. Polnochem a.s., 94 s.

Adresa autorov

Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochrannárska služba,
Lesnícka 11, 969 01 Banská Štiavnica, tel: 045/6781 144, e-mail: kunca@nlcsk.org

VÝVOJ ZDRAVOTNÉHO STAVU JASEŇOV NA SLOVENSKU

THE HEALTH STATUS OF ASH FORESTS IN SLOVAKIA

Roman Leontovyč, Andrej Kunca, Valéria Longauerová, Mirka Mal'ová, Katarína Adamčíková

LEONTOVYČ, R. – KUNCA, A. – LONGAUEROVÁ, V. – MAL'OVÁ, M. – ADAMČÍKOVÁ, K. 2014. Vývoj zdravotného stavu jaseňov na Slovensku. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 113-118. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: Ash dieback has been gradually observed on transplants in forest nurseries and in young plantations since middle of 90s of 20. century. We noticed symptoms of Ash dieback for the first time in Slovakia in 2004. The affected locality was situated in the eastern Slovakia near Košice, later in northern Slovakia near Žilina. By laboratory expertise we found several fungal pests on diseased ash trees such as *Chalara fraxinea* Kowalski teleomorph *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, *Phomopsis* sp., *Cytospora* sp., *Valsa* sp. and *Nectria* sp. Later by the end of 2009 symptoms of ash dieback were gradually visible throughout Slovakia. Stressed trees either died or were infested by bark beetles *Leperisinus fraxini* Panzer. In the paper we show some major fungal and insect pests of ash trees, symptoms of Ash dieback, its distribution in Slovakia as well as some control methods.

KEY WORDS: Ash • Ash dieback • *Chalara fraxinea* • *Hymenoscyphus pseudoalbidus*

Úvod

Areál výskytu jaseňa štíhleho zaberá takmer celú Európu. Na Slovensku jeho zastúpenie v lesoch dosahuje 1,5 % (MORAVČÍK a kol. 2010). Doposiaľ bol jaseň považovaný skôr za vitálnu a odolnú drevinu, bez zaznamenaného významnejšieho výskytu hubových ochorení a hmyzích škodcov. Pokiaľ dochádzalo k jeho poškodzovaniu tak to bolo najmä v dôsledku pôsobenia zveri. Ochorenie postihuje predovšetkým druh *Fraxinus excelsior* a jeho variety. Čiastočnú odolnosť vykazujú druhy *Fraxinus americana* L., *Fraxinus mandshurica* Ruprich.

Poškodzovanie jaseňa sa začalo v Európe prejavovať od polovice 90. rokov dvadsiateho storočia. Prvé príznaky sa zaznamenali v oblasti Poľska a Litvy, neskôr v Lotyšsku a Estónsku. Začiatkom tohto milénia sa príznaky objavili v Dánsku, Švédsku Nemecku, Rakúsku, Maďarsku a pod (Leontovyč a kol. 2010). Až v roku 2006 bola ako pôvodca popísaná huba *Chalara fraxinea* a v roku 2011 jej teleomorfne štádium *Hymenoscyphus pseudoalbidus* V.Queloz, C.R.Grünig, R.Berndt, T.Kowalski, T.N.Sieber & O.Holdenrieder. Do roku 2008 sa choroba prejavila v Škandinávii, Nemecku, Rakúsku, Švajčiarsku, Slovinsku, Slovensku, Čechách, Rusku, Maďarsku, Rumunsku, Belgicku, Holandsku, Francúzsku, Taliansku. V roku 2012 sa rozšírila do Veľkej Británie a Írska. V súčasnosti je rozšírená v 22 krajinách Európy (LONGAUEROVÁ a kol. 2013).

Na Slovensku sa začali prvé príznaky chradnutia a odumierania jaseňa objavovať v oblasti východného a neskôr aj severného Slovenska od začiatku 21. storočia.

Príznaky poškodenia jaseňa v dôsledku napadnutia hubovými patogénmi

Najčastejšie dochádza k viditeľným príznakom poškodenia v oblasti terminálu, prípadne jednoročných výhonov.

Na sadenicích jaseňa zaznamenávame postupné odumieranie terminálov, ktoré sa prejavuje najmä výraznou zmenou sfarbenia kôry. Napadnuté časti sadenic majú výrazne tmavú, tmavohnedú až čiernu farbu kôry. Taktiež je viditeľný výrazný prechod medzi nenapadnutou

a napadnutou časťou sadenice. V mieste poškodenia sadenice neskôr dochádza k postupnej deformácii výhonu. Príznaky poškodenia koreňového systému sme nezaznamenali.

Podobné príznaky sa zaznamenali aj v jaseňových mladinách z prirodzeného zmladenia. Poškodenie sa začína prejavovať v terminálnych častiach, postupne dochádza k usychaniu jednotlivých terminálov, pri intenzívnejšom napadnutí odumierajú aj bočné vetve. V miestach poškodenia dochádza k deformácii napadnutých kmeňov a výhonov, neskôr sa vytvárajú výrazné pozdĺžne nekrotické rany, pomiestne až 60-80 cm dlhé. Pod ranami dochádza k vytváraniu náhradných výhonov. Pri silnom poškodení dochádza k odumieraniam celých sadeníc.

Stromy sú napádané bez ohľadu na vek. Typickým príznakom je odumieranie jednoročných letorastov, terminálnych výhonov a tenších konárov. Jednoročné a dvojročné letorasty odumierajú ešte pred napučaním, alebo doumierajú počas suchého leta. Pri starších stromoch dochádza k zasychaniu korunových konárov, ale stromy prežívajú a snažia sa regenerovať. Charakteristická je aj tvorba lézií v okolí púčikov a nasadenia tohoročných letorastov. Lézie sú najprv okrúhle, postupne nadobúdajú eliptický, prepadnutý tvar. Nekrózy sú sprevádzané sivohnedým sfarbením dreva. Nápadný je ostrý prechod dreva medzi odumretou a živou časťou dreva. Nekrotické tvary sa môžu vytvárať aj na listových stopkách a vrchná strana listov sa sfarbuje do hneda, zelené listy predčasne opadávajú od konca augusta do septembra. Množstvo a variabilita príznakov robí *H. pseudoalbidus* veľmi zaujímavým, pretože žiadna iná huba nespôsobuje tak širokú škálu príznakov v rastlinných tkanivách v takom širokom spektre zmien od fyziologických cez biochemické až po fyzické.

Vzhľadom na závažnosť ochorenia, ktoré spôsobuje, ju EPPO zaradilo na zoznam nebezpečných organizmov (http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm).

Rozširovanie ochorenia

Huba prerastá svojim mycéliom do dreva hostiteľa, kde dochádza k odumieraniam kambia, ďalej prerastá drevnou časťou, ktorá tiež odumiera a na dreve sú viditeľné nekrózy. Tieto sa rozširujú v smere transpiračnom aj asimilačnom svojim mycéliom do dreva. Konídie *Chalara fraxinea* boli v teréne pozorované len veľmi výnimočne. Apotécia teleomorfy *H. albidus* sa vyskytujú hlavne na stopkách opadaných listov z predchádzajúceho roku, ale občas aj na 1 až 3 ročných výhonoch odumretých jaseňových sadeníc. Askospóry sú prenášané vetrom a sú pravdepodobne pre šírenie choroby dôležitejšie ako konídie. Ochorenie má chronický charakter najmä u starších jedincov, ale smrteľné je pre mladé jedince. Plodnice *H. pseudoalbidus* produkujú množstvo spór v čase od júna do októbra, najintenzívnejšie v júli až auguste (KIRISITS a ČECH 2009, KOWALSKI a HOLDENREIDER 2009). Veľké množstvo produkovaných askospór sa pomocou vetra šíri v priemere 20 – 30 km za rok. Napadnutie sa prejavuje najprv na stonkách listov, tmavé lézie a odumieranie výhonov, vetiev a kmeňov pribúdajú postupne v ďalšom vegetačnom období. Infekcia sa dá detekovať do dvoch mesiacov po napadnutí. V prípade infikovaného stromu sú infikované aj semená. Vplyv infekcie na zdravotný stav a prežitie stromu ovplyvňuje viacero faktorov, najmä vek, stanovištné podmienky, poveternostné podmienky, prítomnosť patogénnych organizmov, hmyzu. Stromy do 10 rokov veku, odumierajú v dôsledku infekcie do 2 – 10 rokov po napadnutí. Stromy do 40 rokov sú schopné regenerovať, ale odumierajú do 3 – 5 rokov po infekcii, ak sú súčasne infikované podpňovkou, alebo napadnuté hmyzom. Pri jedincoch nad 40 rokov je odolnosť pomerne vysoká. Všeobecne pre hubové choroby ako *H. pseudoalbidus* nie je ľahké preniknúť bariérou, ktorou je nepoškodená kôra. Preto sa ponúkajú teórie o spolupôsobení ďalších patogénov, napríklad cicavého hmyzu a patogénnych húb. Vzhľadom na veľkosť spór sa však nedá predpokladať, že by hmyz bol ich vektorom. Miesta cicania, kde dôjde k porušeniu kôry, by však mohli byť vstupom pre infekciu. Na miestach postihnutých chradnutím jaseňov bol často pozorovaný výskyt vošiek, červcov a dutinárkov *Prociophilus bumeliae* Schrank a *Prociophilus fraxini* Fabricius. Častým patogénom pri napadnutí *H. pseudoalbidus* je aj *Armillaria cepistipes* alebo *Armillaria gallica*. Oba sa považujú za saprofytické druhy, ktoré ale prechádzajú do parazitizmu najmä na oslabených drevinách. Podľa doterajších poznatkov je podpňovka považovaná za sekundárneho škodcu. Tento predpoklad je podporovaný pozorovaniami vyššieho percentuálneho zastúpenia zdravých koreňov v prípade jedincov s odumretou korunou v dôsledku napadnutia *H.*

pseudoalbidus. Stres stromov vyvolaný defoliáciou, môže spustiť hromadenie zásob cukru v koreňových systémoch a môže preto znížiť chemickú ochranu stromu, čím sa vytvoria vhodnejšie podmienky pre infekcie spôsobené *Armillaria* spp.

Výskyt ochorenia na Slovensku

Problém hynutia sadeníc a výhonkov jaseňov sa na Slovensku začal objavovať ešte koncom roku 2004. Výraznejšie sa však tieto príznaky prejavili až v roku 2005. Keďže ide o rozsiahle hnutie jaseňov, je možné, že významným predispozičným faktorom bolo sucho a extrémne teploty v rokoch 2001 a 2002, v dôsledku čoho došlo k fyziologickému oslabeniu jaseňov, a následnej aktivizácii biotických škodlivých činiteľov, v tomto prípade patogénnych húb (KUNCA a LEONTOVÝČ 2011).

Zhoršovanie zdravotného stavu jaseňových mladín sme na Slovensku zaznamenali na jeseň roku 2004 v oblasti LS Malá Lodina na mestských lesoch Košice (LEONTOVÝČ a KUNCA 2009). Chradnutie postihlo najmä mladiny z prirodzeného zmladenia vo veku 10 až 15 rokov. V porastoch sa začalo objavovať presychanie jednotlivých výhonov od koncov, lokálne sa zaznamenalo aj odumieranie celých jaseňov. Následne na jar roku 2005 sa zaznamenalo aj odumieranie sadeníc jaseňa v lesnej škôlke Bujanov (Mestské lesy Košice). Koncom vegetačného obdobia sa podobné príznaky zaznamenali aj v škôlkárskom stredisku Čermošná (okres Rožňava) ako aj v iných oblastiach Slovenska.

Výraznejší výskyt chradnutia jaseňa bol zaznamenaný už v roku 2005 v niektorých oblastiach Slovenska (Čadca, Rajec, Spišská Magura, Košice). Najčastejšie boli postihnuté práve mladé porasty jaseňa. V roku 2006 sa intenzita ochorenia zvyšovala a pribúdali nové lokality, v roku 2008 sa ochorenie objavilo v Slánskych vrchoch (LS Kokošovce), Súľove, Dubnici nad Váhom, LS Ihráč (OZ Žarnovica), atď.

V rokoch 2009 a 2010 sa chradnutie zaznamenalo takmer na celom území Slovenska. Napadnuté boli sadenice v lesných škôlkach, jaseňové výsadby, prirodzené zmedlenia, ako aj strednoveké a rubné porasty (LEONTOVÝČ a KUNCA 2010).

V roku 2011 sme zaznamenali intenzívne napadnutie najmä v lesných škôlkach a kultúrach, predpokladáme, že tento stav bol podmienený vhodnými klimatickými podmienkami počas roku 2010, najmä vlhký priebeh počasia ktorý vytvoril vhodné podmienka pre rozvoj ochorenia. V dôsledku záplav v roku 2010 došlo v nasledujúcich rokoch k odumieraniu jaseňa najmä v nížinných oblastiach, kde došlo k dlhodobějšímu zaplaveniu porastov, najme v oblasti Podunajskej a Východoslovenskej nížiny (LEONTOVÝČ a KUNCA 2011).

Doposiaľ známe lokality s výskytom poškodzovania jaseňa v lesných škôlkach a mladinách sú zobrazené na obrázku 1. Zhoršovanie zdravotného stavu porastov so zastúpením jaseňa sa prejavilo aj na monitorovacích plochách prvej úrovne v rámci Monitoringu lesov Slovenska, Forest Focus, ČMS Lesy. Od roku 2006 dochádza k nárastu poškodzovania o čom svedčí aj priebeh priemernej defoliácie (obr. 2). Pokiaľ na začiatku milénia bola priemerná hodnota defoliácie jaseňov na Slovenku 22,9 % v roku 2012 dosiahla hodnotu 38,2%. Sekundárnymi škodcami sú v jaseňových porastoch najmä lykokaz jaseňový *Leperisinus fraxini* (resp. lykokaz zrnitý *Leperisinus crenatus* v starších porastoch) a podpňovky *Armillaria*. Uvedené škodlivé činitele spôsobujú zrýchlené hnutie jaseňov napadnutých hubou *Chalara fraxinea*.

Navrhované ochranné a obranné opatrenia

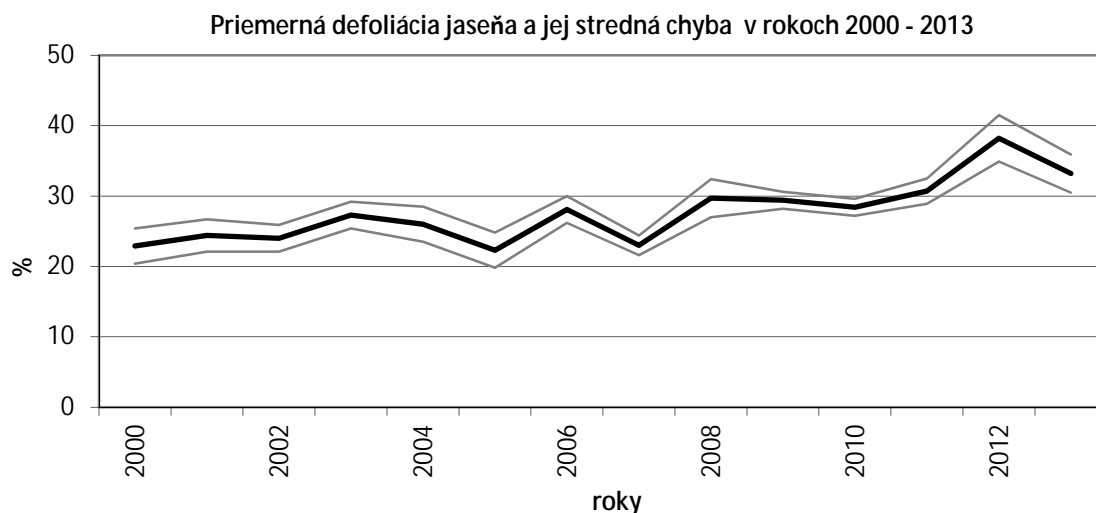
Aj keď presná príčina hynutia jaseňov nie je v súčasnosti období celkom objasnená, v lesných škôlkach niektorých štátov sadenice ošetrované fungicídmi boli menej poškodzované ako sadenice neošetrované. Na základe doteraz známych informácií odporúčame v **lesných škôlkach** vykonávať nasledovné opatrenia:

- Vykonať jarnú kontrolu zdravotného stavu jaseňových sadeníc.
- Sadenice s príznakmi poškodenia (tmavé sfarbenie terminálnych častí výhonov, deformácie a vytváranie nekróz v oblasti poškodenia sadeníc) je potrebné zo záhonov odstrániť a následne spáliť.

- Jaseňové sadenice začať ošetrovať od konca zimy (prelom februára a marca) až do vypučania listov kontaktnými fungicídmi. K ošetreniu je možné použiť DITHANE M 45 (0,3 %), NOVOZIR MN 80 (0,3 %), KUPRIKOL 50 (0,5 %). Ošetrovanie opakovať v 10 – 14 dňových intervaloch.
- Po vypučaní listov pokračovať v ošetrovaní semenáčikov a sadeníc postrekom na listy systémovými fungicídmi, napr. SWITCH 62,5 WG (0,1 %), ALIETTE 80 WP (0,3 %), najmä v období sporulácie (jún až september).



Obr. 1. Rozšírenie hynutia jaseňa štíhleho na Slovensku v období rokov 2004 – 2013.



Obr. 2. Vývoj priemernej defoliácie jaseňov na trvalých monitorovacích plochách na Slovensku v rokoch 200 až 2010 (Monitoring lesov Slovenska, Forest Focus, ČMS Lesy).

Jaseňové mladiny a porasty so zastúpením jaseňa

- Vykonať monitoring výskytu príznakov chradnutia jaseňových mladín v porastoch so zastúpením jaseňa.
- Vzhľadom na charakter a rozsah poškodenia a obmedzenie možnosti rozširovania hubových patogénov na ostatné jasene je potrebné odumreté a napadnuté jedince vyrúbať a následne spáliť.
- Venovať pozornosť prítomnosti podkôrneho hmyzu, najmä druhu lykokaz jaseňový (*Leperisinus fraxini* Panzer), pri zistení jeho prítomnosti vykonávať obranné opatrenie – kladenie klasických lapákov.
- Na následné zalesňovanie použiť iné listnaté dreviny (javor, buk), prípadne ihličnaté dreviny (smrekovec, borovica a jedľa).

Vzhľadom na každoročne narastajúci počet oblastí s výskytom odumierania jaseňa vydala Lesnícka ochranná služba Slovenskej republiky odporúčania na vykonávanie ochranných a obranných opatrení prostredníctvom „Usmernenia Lesníckej ochrannárskej služby k chronickému hynutiu jaseňov“ z roku 2013, ktorý je uverejnený na stránke www.los.sk.

Záver

Prvé príznaky poškodzovania jaseňa v lesných škôlkach a mladinách sme zaznamenali ešte v 90. rokoch minulého storočia, k samotnej identifikácii pôvodcu ochorenia došlo až v roku 2006. Nakoľko jednotlivých rokoch sa príznaky chradnutia a odumierania neprejavujú s rovnakou intenzitou, možno predpokladať že významnú úlohu pri odumieraní zohrávajú predispozičné faktory, najmä klimatické podmienky v danom roku, čo sa výrazne prejavilo aj v roku 2014, kedy sme po predchádzajúcich dvoch nadpriemerne teplých a suchých rokoch zaznamenali nárast ochorenia najmä vo výsadbách a mladých lesných porastoch.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0045-10 pre projekt Biologické metódy regulácie populačnej dynamiky hmyzu premnožujúceho sa na smreku a duboch (50%).

„Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja v rámci zmluvy č. APVV-0707-12 pre projekt Výskum vplyvu disturbančných faktorov na dlhodobý vývoj zdravotného stavu lesov Slovenska“ (30%).

„Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0111-10 pre projekt Ekofyziologické a priestorové aspekty vplyvu sucha na lesné porasty v podmienkach zmeny klímy“ (20 %).

LITERATÚRA

KIRISITS, T., CECH, T., L., 2009: Zurücksterben der Esche in Österreich: Ursachen, Verlauf, Auswirkungen und mögliche Forstschutz- und Erhaltungsmaßnahmen

KOWALSKI, T., 2006: *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. Forest pathology, 36, 4, p. 264 -270.

KOWALSKI, T., HOLDENRIEDER, O., 2009: Pathogenicity of *Chalara fraxinea*. Forest Pathology, 39, p 1-7.

KUNCA, A., LEONTOVYČ, R., 2011: Occurrence of Ash Dieback in Slovakia since 2004. In: DELB, H., PONTUALI, S. (eds): *Biotic risks and Climate Change in Forests*, Proceedings from the 10th IUFRO Workshop of WP 7.03.10 „Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe“, September 20 – 23, 2010, Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg and Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg, p. 170-171.

LEONTOVYČ, R., KUNCA, A., 2009: Nárast odumierania niektorých listnatých drevín (jaseň, gaštan jedlý, topole) v dôsledku aktivizácie hubových patogénov. In: Kunca, A. (Ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2009 : Zborník referátov z medzinárodnej seminára, ktorý sa konal 23. a 24. apríla 2009 v Novom Smokovci, Zvolen : Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 2009, s. 105-109. ISBN 987-80-8093-081-3

LEONTOVÝČ, R., KUNCA, A., VAKULA, J., GUBKA, A., 2010.: Nebezpečenstvo ohrozenia jaseňov hubovými ochoreniami a hmyzími škodcami. In: Juhásová, G., Adamčíková, K., Kobza, M., Ondrušková, E. (Eds.), Dreviny vo verejnej zelene 2010, Recenzovaný zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou, 22. - 23. 6. 2010 Banská Bystrica. Nitra, Ústav ekológie lesa SAV, Pobočka biológie drevín Nitra. 2010, s. 157-162. ISBN 978-80-89408-08-5.

LEONTOVÝČ, R., KUNCA, A., 2011: Zdravotný stav jaseňových kultúr na Slovensku. In: Reinprecht L., Bobeková J. (eds.): Drevoznehodnocujúce huby 2011. Zborník recenzovaných vedeckých prác a odborných referátov. Technická univerzita, 2011, s. 47-52. ISBN 978-80-228-2269-5.

LONGAUEROVÁ, V., MALOVÁ, M., KUNCA, A., LEONTOVÝČ, R., 2013: Poznatky z hynutia jaseňov spôsobovaného hubou *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (ana. *Chalara fraxinea*) In: KUNCA, A. (Ed.), Aktuálne problémy v ochrane lesa 2013, Zborník referátov z 22. medzinárodnej konferencie konanej 25.-26.4.2013 v Novom Smokovci, NLC, Zvolen, p. 77-83.

MORAVČÍK, M, a kol. 2010: Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2010 ZELENÁ SPRÁVA. Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej Republiky. Národné lesnícke centrum Zvolen, 102p. ISBN 978 – 80 – 8043 -122 -3.

Adresa autorov

Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochrannárska služba,
Lesnícka 11, 969 01 Banská Štiavnica, tel: 045/6781 144, e-mail: leontovyc@nlcsk.org

POROVNANIE BIOCHEMICKEJ REAKCIE DVOCH VYBRANÝCH PROVENIENCIÍ SMREKA OBYČAJNÉHO V PROCESE RIADENEJ DEHYDRATÁCIE

COMPARISON OF BIOCHEMICAL REACTION OF TWO SELECTED NORWAY SPRUCE PROVENANCES IN THE PROCESS OF MANAGED DEHYDRATION

Jana Majerová, Lubica Ditmarová, Eva Pšidová

MAJEROVÁ, J. – DITMAROVÁ, Ľ. – PŠIDOVÁ, E. 2014. Porovnanie biochemickej reakcie dvoch vybraných proveniencií smreka obyčajného v procese riadenej dehydratácie. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 119-123. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: Pot experiment with 8-months Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] seedlings was conducted during July 2013. The experiment was implemented in controlled laboratory conditions. We used spruce seedlings originated from two climatic regions of Slovakia, signed as PV1 (410 a s. l.) and PV2 (931 a s. l.). Seedlings were grown for 8 days without watering with the purpose to record influence of drought stress on formation free proline and abscisic acid (ABA) in needles. Deepening dehydration induced significant increase in the accumulation of proline in needles in both provenances. We recorded significantly increased values of ABA concentration in needles at the end of the experiment. Provenance PV1 originated from wetter climate region responded more sensitive to water deficit than provenance originated from dryer region (PV2). The provenance PV2 was confirmed by a higher level of osmotic adjustment.

KEY WORDS: Spruce • provenance • drought • proline • abscisic acid

ÚVOD

Globálne otepľovanie spôsobuje čoraz častejší výskyt extrémnych javov počasia, čo vyvoláva biologickú odozvu u rastlín (PARMESAN 2009). Pre drevinu akou je smrek predstavujú zmeny klímy, hlavne výskyt intenzívnych suchých období, zníženie tolerancie voči nepriaznivým podmienkam prostredia (LAPIN 2009).

Mnohé rastlinné druhy reagujú na stres suchom tvorbou a hromadením organických látok (prolín, kyselina abscisová) (ASHRAF a FOOLAND 2007). Hromadenie prolínu má za následok zvýšenie bunkovej osmolarity, ktorá môže spôsobovať buď prísun vody do organizmu alebo znížiť únik vody. Zároveň vo vysokých koncentráciách poskytuje ochranu proti následkom sucha a zabezpečuje ochranu fotosyntetickej aktivity (YANCEY 2001). Zdá sa, že akumulácia prolínu v rastlinách je sprostredkovaná pomocou ABA-závislých a ABA-nezávislých signálnych dráh. Je všeobecne známe, že ABA sprostredkúva signály v rastlinných bunkách vystavených stresorom. Tieto signály zabezpečujú syntézu stresových génov s následnou tvorbou kompatibilných osmolitov akým je aj prolín (XIONG a kol. 2001).

MATERIÁL A METÓDY

V mesiaci júl 2013 prebehol nádobový experiment s 8-mesačnými semenáčikmi smreka obyčajného [*Picea abies* (L.) Karst.]. Experiment bol realizovaný v kontrolovaných laboratórnych podmienkach (80% vlhkosť, 18 °C teplota). Režim deň (12 hod)/noc (12 hod) sme zabezpečili pomocou 4 vysokotlakových sodíkových výbojok LU400PSL/T/E40.

Ako rastlinný materiál boli použité semenáčiky smreka pochádzajúce z 2 klimatických oblastí Slovenska. Semenáčiky boli označené ako proveniencie PV1 a PV2. Podrobnejšie charakteristiky oboch proveniencií sú znázornené v tabuľke 1.

Tab. 1. Charakteristiky sledovaných proveniencií smreka obyčajného [*Picea abies* (L.) Karst.].

	PV1	PV2
Lokalita	Dubeň	Čierny Váh
Nadmorská výška	410 m n. m.	931 m n. m.
Klimatická oblasť	vlhšia klíma	suchšia klíma
Priemerný ročný úhrn zrážok	778 mm	620 mm
Zemepisná šírka	49° 12'	49° 00'
Zemepisná dĺžka	18° 41'	19° 58'

Semenáčky boli pestované v kontajneroch, pričom jeden kontajner obsahoval 35 jedincov. V experimente sme použili 32 kontajnerov (560 jedincov). Každá proveniencia bola z hľadiska sledovania odozvy na vodný deficit zastúpená 16 kontajnermi v dvoch variantách: sucho (8 kontajnerov) a kontrola (8 kontajnerov). V úvode experimentu sme semenáčky oboch variantov zavlažili. V nasledujúcich 8 dňoch bola u semenáčikov variantu sucho vyradená zálievka za účelom sledovania postupujúcej dehydratácie.

Reakcie proveniencií na vodný deficit boli detegované prostredníctvom vodného potenciálu ihlič (Ψ_w) zaznamenávaného v dvojdňových intervaloch vždy 1 hodinu pred začatím režimu „deň“ pomocou prístroja PSYPRO (Wescor, USA). U úvode, v strede a v závere experimentu boli odobraté vzorky pre stanovenie koncentrácie voľného prolínu a kyseliny abscisovej v ihliciach. Hodnoty voľného prolínu boli stanovené spektrofotometricky metodikou podľa práce BATES a kol. (1973). Koncentráciu kyseliny abscisovej v ihliciach sme určili pomocou dvojdimenzionálnej kvapalinovej chromatografie 2D-HPLC, metodikou podľa práce DOBREV a VANKOVA (2012).

Získané údaje sme štatisticky vyhodnotili pomocou analýzy variancie ANOVA, post-hoc Duncan testom.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

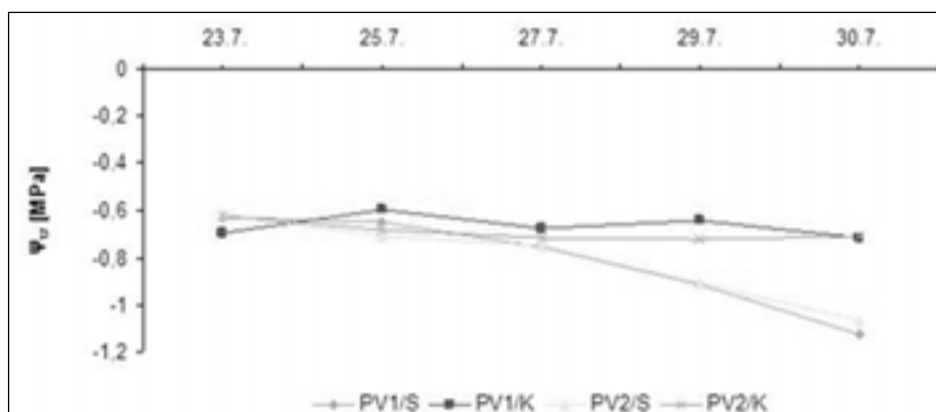
Vodný potenciál

Hodnoty Ψ_w zostávali počas prvých 5 dní experimentu (23. 7. – 27. 7. 2013) relatívne nezmenené. Postupujúca dehydratácia spôsobila pokles hodnôt Ψ_w ihlič semenáčikov vo variante sucho u oboch proveniencií (Obr. 1). Pričom u proveniencie PV1 pochádzajúcej z dolnej hranice rozšírenia smreka sme zaznamenali rýchlejší pokles. Na 8. deň bez zavlažovania (30. 7. 2013) dosahovali hodnoty Ψ_w u PV1 -1,14 MPa, u PV2 -1,07 MPa čo indikuje pôsobenie mierneho stresu (HSIAO a XU 2000). Podobne SEILER a CAZELL (1990) sledovali vplyv postupujúcej dehydratácie na 2-ročné semenáčky smreka červeného (*Picea rubens* Sarg.). Na 8. deň dehydratácie boli u nezalievajúcich jedincov sledované hodnoty Ψ_w na úrovni -1,78 MPa. LU a kol. (1995) zaznamenali v závere experimentu u 3-ročných sadeníc smreka obyčajného [*Picea abies* (L.) Karst.] vystavených dehydratácii pokles hodnôt Ψ_w na úroveň -1,02 MPa. SLUGEŇOVÁ a kol. (2011) pozorovali vplyv sucha a kombinácie sucha a hliníka, a samotného hliníka na zmeny fyziologických reakcií 4-ročných sadeníc smreka obyčajného [*Picea abies* (L.) Karst.]. Postupujúca dehydratácia zapríčinila pokles hodnôt Ψ_w nezalievajúcich sadeníc na -2,24 MPa. U sadeníc vystavených kombinovanému vplyvu sucha a aplikácie hliníka nemerali hodnoty Ψ_w na úrovni -2,21 MPa. Samotné pôsobenie hliníka znížovanie hodnôt Ψ_w nespôsobilo.

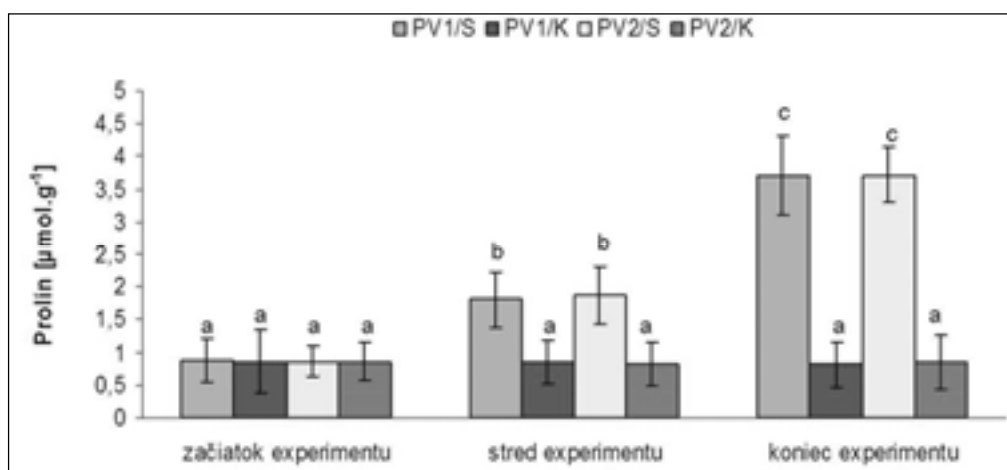
Koncentrácia voľného prolínu

V rámci experimentu sme sa zamerali aj na hodnotenie zmien koncentrácie voľného prolínu v ihliciach. Počiatočná koncentrácia prolínu bola u oboch proveniencií vyrovnaná, pričom hodnoty nepresiahli 1 μmol.g⁻¹ čerstvej hmotnosti. S prehĺbujúcou sa dehydratáciou došlo vo variante sucho u oboch proveniencií k lineárnemu zvýšeniu akumulácie prolínu v ihliciach. Vo vzorkách odobratých v posledný deň experimentu (30. 7. 2013) sme zaznamenali u variantu sucho proveniencie PV1 4,52-násobný nárast koncentrácie prolínu v ihliciach v porovnaní s kontrolnými jedincami, u proveniencie PV2 to bol 4,42-násobný nárast (Obr. 2). Na základe výsledkov analýzy variancie

môžeme konštatovať, že preukazný vplyv sucha ako stresora sa prejavil v strede experimentu (27. 7. 2013) a pretrvával aj v záverečných meraniach. Rozdiely medzi provenienciami neboli potvrdené. Rovnako YIN a kol. (2005) sledovali so znižujúcimi sa hodnotami Ψ_w preukazný koncentrácie prolínu v listoch *Populus kangdingensis*. Podobne YANG a kol. (2007) sledovali reakcie 2-ročných sadeníc *Picea asperata* na dehydratáciu a rozdielnu intenzitu slnečného žiarenia. U suchom stresovaných jedincov zaznamenali štatisticky významný nárast akumulácie prolínu v ihliciach, a to až 4-násobný v porovnaní s kontrolnými jedincami. YANG a MIAO (2010) pozorovali u proveniencie topoľa čierneho (*Populus nigra*) pochádzajúcej z vlhkej klimatickej oblasti (3500 m n. m.) signifikantne vyššiu mieru akumulácie voľného prolínu v listoch ako u proveniencie pochádzajúcej z oblasti s nižším úhrnom zrážok (1500 m n. m.).



Obr. 1. Priebeh hodnôt vodného potenciálu asimilačných orgánov smreka obyčajného [*Picea abies* (L.) Karst.] v procese riadenej dehydratácie. S označuje jedince variantu sucho, nezalievané v priebehu experimentu, K označuje kontrolné jedince.



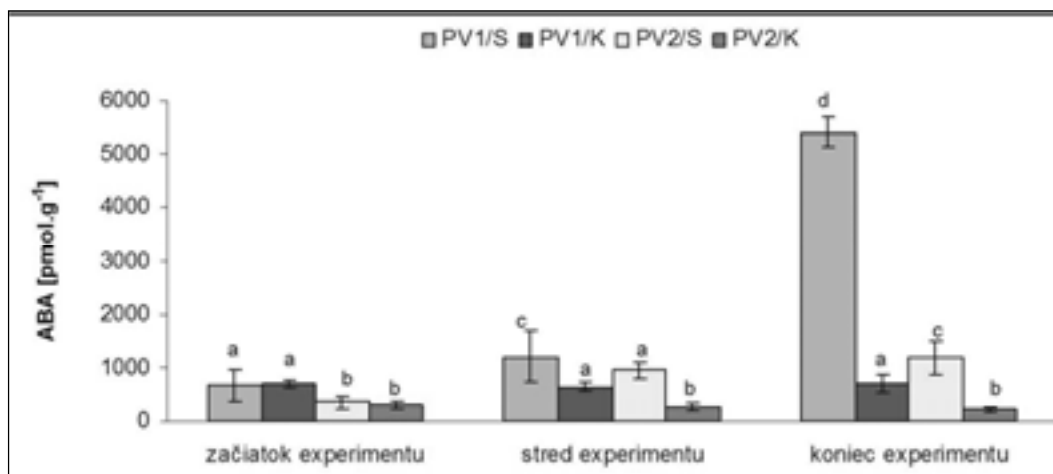
Obr. 2. Hodnoty koncentrácie voľného prolínu v asimilačných orgánoch smreka obyčajného [*Picea abies* (L.) Karst.]. S označuje jedince variantu sucho, nezalievané v priebehu experimentu, K označuje kontrolné jedince. Písmená a, b, c indukujú hladinu štatistickej významnosti na úrovni $p < 0,005$.

Napriek tomu, že proveniencia PV2 pochádzala zo suchšej klimatickej oblasti, vyznačovala sa rovnakou mierou akumulácie prolínu ako PV1 pochádzajúca z vlhšej klimatickej oblasti. Predpokladáme, že k sledovanej reakcii došlo vďaka vyššej miere osmotickej adjustácie u spomínanej proveniencie.

Koncentrácia kyseliny abscisovej

Priebeh hodnôt koncentrácie ABA v ihliciach bol podobný u oboch proveniencií. Na začiatku experimentu boli u oboch proveniencií hodnoty koncentrácie ABA namerané u nezalievajúcich

a kontrolných jedincov vyrovnané. Avšak v tomto termíne (23. 7. 2013) sme už zaznamenali rozdiely medzi provenienciami pričom koncentrácia ABA u PV1 pochádzajúcej z dolnej hranice rozšírenia smreka obyčajného dosahovala $665,01 \text{ pmol.g}^{-1}$, zatiaľ čo u PV2 to bolo len $349,72 \text{ pmol.g}^{-1}$. So znižujúcimi sa hodnotami vodného potenciálu došlo k nárastu koncentrácie ABA v ihliciach oboch proveniencií. Môžeme však konštatovať, že hodnoty namerané u PV1 pochádzajúcej z dolnej hranice rozšírenia smreka obyčajného, v závere fázy bez zavlažovania (30. 7. 2013) boli až 4,6-násobne vyššie v porovnaní s hodnotami nameranými v tomto termíne u PV2 (Obr. 3). Pripisujeme to osmotickej adjustácii, vďaka ktorej sa PV2 nepotrebovala chrániť pred suchom až takou mierou tvorby ABA ako PV1. Koncentrácia ABA v ihliciach u oboch proveniencií korešpondovala počas celého experimentu s hodnotami vodného potenciálu. Rovnako GROSSNICKLE (1988) zaznamenal u 1,5-ročných semenáčikov borovice banksovej (*Pinus banksiana* Lamb.) s prehľbujúcou sa dehydratáciou postupný nárast koncentrácie ABA v ihliciach. BRODRRIB a MCADAM (2013) pozorovali odozvu *Pinus radiata* na stres spôsobený postupujúcou dehydratáciou. Na 33. deň bez zavlažovania zaznamenali nárast akumulácie ABA v ihliciach na úroveň 2000 pmol.g^{-1} . PEUKE a kol. (2002) sledovali u semenáčikov buka lesného vystavených dehydratácii preukazné zmeny v koncentrácii ABA v listoch, a zároveň aj na úrovni proveniencií. Najnižšie hodnoty koncentrácie ABA potvrdili u proveniencií pochádzajúcich zo suchších oblastí (200 pmol.g^{-1} čerstvej hmotnosti). Naopak u proveniencií pochádzajúcich z oblastí s vyšším priemerným úhrnom zrážok sledovali hodnoty koncentrácie ABA v listoch na úrovni 2190 pmol.g^{-1} čerstvej hmotnosti.



Obr. 3. Hodnoty koncentrácie kyseliny abscisovej v asimilačných orgánoch smreka obyčajného [*Picea abies* (L.) Karst.]. S označuje jedince variantu sucho, nezalievané v priebehu experimentu, K označuje kontrolné jedince. Písmená a, b, c, d indukujú hladinu štatistickej významnosti na úrovni $p < 0,005$.

ZÁVER

Postupujúca dehydratácia mala preukazný vplyv na všetky sledované parametre. Proveniencia PV1 pochádzajúca z dolnej hranice rozšírenia smreka obyčajného sa vyznačovala v priebehu celého experimentu citlivejšou reakciou. U proveniencie PV2 pochádzajúcej zo smrekového optima sme v závere experimentu sledovali vyššie hodnoty Ψ_w . Avšak v miere akumulácie voľného prolínu sa v tomto termíne neodlišovala od PV1. Domnievame sa, že k danej reakcii došlo na základe vyššej miery osmotickej adjustácie u tejto proveniencie (PV2). Zároveň sme u nej zaznamenali preukazne nižšie hodnoty koncentrácie ABA v ihliciovitých listoch nezavlažovaných jedincov.

POĎAKOVANIE

Uvedená práca vznikla za finančnej podpory projektov APVV-0436-10, APVV-0135-12, APVV-0480-12, VEGA-2/0034/14 a VEGA-1/0218/12.

LITERATÚRA

- ASHRAF, M., FOOLAD, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. In: Environmental Experimental Botany, roč. 59, 2007, s. 206-216.
- BATES, L.S., WALDREN, R.P., TEARE, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. In: Plant and Soil, roč. 39, 1973, s. 205-207.
- BRODRIBB, T.J., MCADAM, S.A.M. 2013. ABA mediates a divergence in the drought response of two conifers. In: Plant Physiology, 2013, pp.113.217877 in press.
- DOBREV, P.I., VANKOVA, P. 2012. Quantification of Abscisic acid, Cytokinin and Auxin Content in Salt-Stressed Plant Tissues. In: Plant Salt Tolerance: Methods and Protocols. New York: Springer Science+Business Media LLC. 2012, 432 s. ISBN 978-1-61779-985-3
- GROSSNICKLE, S.C. 1988. Planting stress in newly planted jack pine and white spruce. 2 Changes in tissue water potential components. In: Tree Physiology, roč. 4, 1988, s. 85-97.
- HSIAO, T.C., XU, L.K. 2000. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. In: Journal of Experimental Botany, roč. 51, 2000, s. 363-381.
- LAPIN, M., GERA, M., HRVOL, J., MELO, M., TOMLAIN, J. 2009. Possible impacts of climate change on hydrologic cycle in Slovakia and result of observations in 1951-2007. In: Biologia, roč. 64, 2009, s. 454-459.
- LU, P., BIRON, P., BRÉDA, N., GRANIER, A. 1995. Water relations of adult Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) under soil drought in the Vosges mountains: water potential, stomatal conductance and transpiration. In: Annals of Forest Research, roč. 52, 1995, s. 117-129.
- PARMESAN, C. 2009. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. In: Annual Review of Ecology and Systematics, roč. 37, 2006, s. 637-669.
- PEUKE, A.D., SCHRAML, C., HARTUNG, W., RENNENBERG, H. 2002. Identification of drought-sensitive beech ecotypes by physiological parameters. In: New Phytologist, roč. 154, 2002, s. 373-387.
- SEILER, J.R., CAZELL, B.H. 1990. Influence of water stress on the physiology and growth of red spruce seedlings. In: Tree Physiology, roč. 6, 1990, s. 69-77.
- SLUGEŇOVÁ, K., DITMAROVÁ, L., KURJAK, D., VÁLKA, J. 2011. Drought and aluminium as stress factors in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) seedlings. In: Journal of Forest Science, roč. 57, 2011, s. 547-554.
- XIONG, L., ISHITANI, M., LEE, H., ZHU, J.K. 2001. The Arabidopsis LOS5/ABA3 locus encodes a molybdenum cofactor sulfurase and modulates cold stress and osmotic stress responsive gene expression. In: Plant Cell, roč. 12, 2001, s. 2063-2083.
- YANCEY, P.H. 2001. Compatible and counteracting solutes. In: Cellular and Molecular Physiology of Cell Volume Regulation, roč. 20, 2001, s. 81-109.
- YANG, Y., LIU, Q., HAN, Q., QIAO, Y.Z., YAO, X.Q., YIN, H.J. 2007. Influence of water stress and low irradiance on morphological and biochemical characteristics of *Picea asperata* seedling. In: Photosynthetica, roč. 45, 2007, s. 613-619.
- YANG, F., MIAO, L-F. 2010. Adaptive Responses to Progressive Drought Stress in Two Poplar Species Originating from Different Altitudes. In: Silva Fennica, roč. 44, 2010, s. 23-37.
- YIN, CH., PENG, Y., ZANG, R., ZHU, Y., LI, CH. 2005. Adaptive responses of *Populus kangdingensis* to drought stress. In: Physiologia Plantarum, roč. 123, 2005, s. 445-451.

Adresa autorov

Ing. Jana Majerová – Ústav ekológie lesa SAV, Slovenská akadémia vied, Štúrova 2, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, 045/5241105 kl.105, majerova@savzv.sk,
 RNDr. Ľubica Ditmarová, PhD. – Ústav ekológie lesa SAV, Slovenská akadémia vied, Štúrova 2, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, 045/5241107 kl.107, ditmarova@savzv.sk,
 Ing. Eva Pšidová, PhD. – Ústav ekológie lesa SAV, Slovenská akadémia vied, Štúrova 2, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, 045/5320313 kl.121, psidova@savzv.sk.

GENETICKÁ PREMENLIVOSŤ V HYBRIDNÝCH ROJOCH BOROVICE HORSKEJ (*PINUS MUGO* TURRA) A BOROVICE LESNEJ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) A KONTROLNÝCH POPULÁCIÁCH TÝCHTO DRUHOV

GENETIC VARIABILITY IN DWARF MOUNTAIN PINE (*PINUS MUGO* TURRA) AND SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) HYBRID SWARMS AND IN CONTROL POPULATIONS OF THESE SPECIES

Peter Maňka, Martin Galgóci, Andrej Kormuťák

MAŇKA, P. – GALGÓCI, M. – KORMUŤÁK, A. 2014. Genetická premenlivosť v hybridných rojoch borovice horskej (*Pinus mugo* Turra) a borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) a kontrolných populáciách týchto druhov. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 124-130. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: Genetic variation of two *Pinus mugo* Turra populations (Roháče, Vrátna), one *Pinus sylvestris* population (Hruštín) and four putative hybrid swarms (Tisovnica, Habovka, Suchá Hora, Terchová) of these species was studied using 12 polymorphic allozyme loci (IDH A, SkDH A, SkDH B, MDH A, MDH B, MDH C, 6PGDH, LAP A, LAP B, F-EST A, F-EST B, F-EST C). Higher values of observed and expected heterozygosity in *Pinus sylvestris* populations than in *P. mugo* populations were detected for locus MDH A. Lower value was detected for SKDH A. Similar patterns were observed for hybrid swarm populations. In all populations studied the relatively high values of fixation indices were found. The causes of this phenomenon vary from population to population. The population of *P. sylvestris* from Hruštín is characterized by a small population size. We assume that this is the reason for such a high values of the fixation indices of the population. The specific growth and reproductive biology (pollination occurs primarily between the nearest neighbours) of *Pinus mugo* is probably the cause of high values of fixation indices in population of Roháče. Putative hybrid swarms is difficult to compare. They have different population sizes and different proportions of the individuals of parent species and their hybrids. Fixation indices in the various putative hybrid swarms vary significantly. We assume that a larger portion of hybrids in hybrid swarm means a lower fixation indices. Our results indicate that the highest proportion of hybrids should occur at site Habovka.

KEY WORDS: *Pinus mugo* • *Pinus sylvestris* • hybrid swarms • isoenzyme • heterozygosity • fixation index

ÚVOD

Hybridizácia a introgresia sú v ríši rastlín dôležitými evolučnými silami (STEBBINS 1950, GRANT 1981). Tok génov medzi druhmi môže viesť k jednosmernému alebo obojsmernému prenosu génov, môže eliminovať hranice medzi druhmi alebo naopak môže viesť k speciácii (RIESEBERG 1997). Vznik nových druhov rastlín hybridizáciou a následnou polyploidizáciou je však oveľa častejší ako vznik nových druhov rastlín hybridizáciou bez následnej polyploidizácie. Znásobenie počtu chromozómových sád totiž vedie k vytvoreniu účinných reprodukčných bariér medzi rodičovskými druhmi prakticky okamžite. Naproti tomu pri druhom type speciácie hybridizáciou musí dôjsť k vytvoreniu takých typov izolačných mechanizmov ako sú ekologická a priestorová izolácia a inkompatibilita na úrovni chromozómov (RIESEBERG a CARNEY 1998).

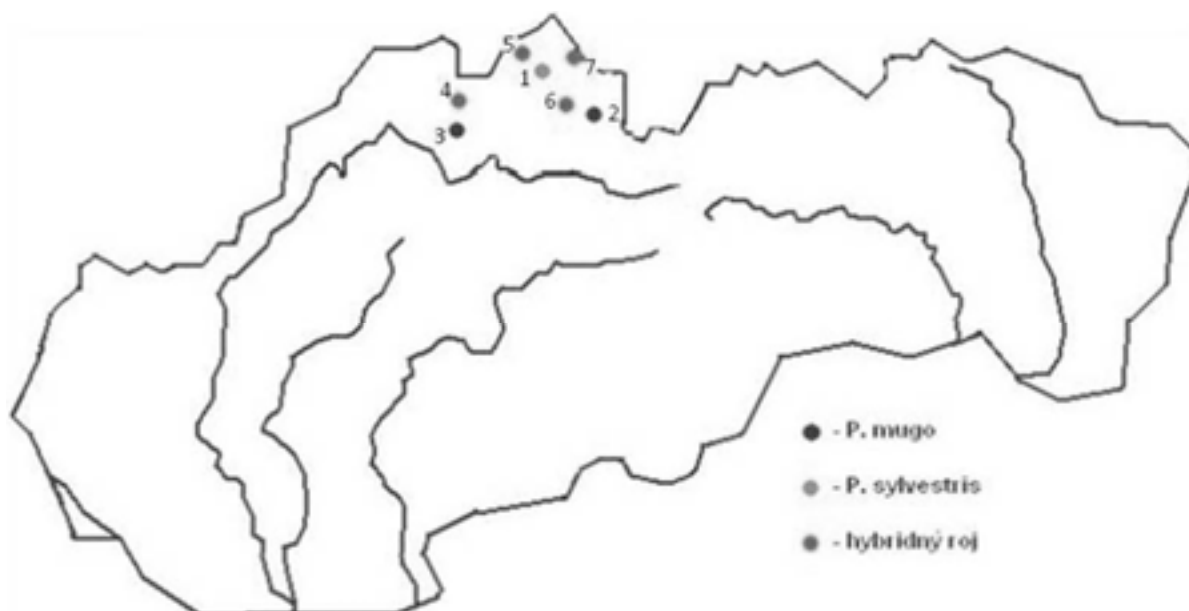
Borovica lesná (*Pinus sylvestris* L.) a borovica horská (*Pinus mugo* Turra) sú taxonomicky príbuzné druhy z podrodu *Pinus*, sekcie *Pinus* a podsekcie *Pinus* (GERNANDT a kol. 2005). Jedince s prechodnými fenotypovými charakteristikami sa vyskytujú na miestach sympatrického výskytu týchto druhov (STASZKIEWICZ a TYSZKIEWICZ 1969, BOBOWICZ 1990, CHRISTENSEN a DAR 1997). Ide predovšetkým o rašeliniskové stanovištia, zriedkavejšie o inverzné polohy (BUSINSKÝ 1999). Tieto lokality sú charakteristické vysokou variabilitou vzrastových foriem (LUKÁČIK 1993), foriem šišíek (LUKÁČIK 1993, KORMUŤÁK a kol. 2007, 2011) či charakteristik ihlič (VIEWEGH 1981). BUSINSKÝ (1999) ich

považuje za miesto výskytu hybridných rojov. Prebiehajúcu medzidruhovú hybridizáciu na týchto lokalitách na základe analýzy chloroplastovej DNA (cpDNA) a pozorovania abortívnej embryogenézy potvrdzujú i KORMUŤÁK a kol. (2008a, 2008b). Na niektorých izoenzymových lokusoch (MDH B, MDHC, 6PGDH) sa tiež udáva prítomnosť seminidiagnostických alel (MAŇKA a kol. 2008, 2010).

STEBBINS (1950) uvádza, že jedným z dôsledkov introgresívnej hybridizácie je zmena charakteru variability hybridogénnych populácií. Hybridy sa v porovnaní s rodičovskými druhmi vyznačujú nárastom variability. V príspevku sa z týchto dôvodov pokúšame porovnať pozorovanú heterozygotnosť, očakávanú heterozygotnosť a fixačný index vo vybraných populáciách borovice lesnej, borovice horskej a štyroch hybridných rojoch pomocou analýzy vybraných izoenzymových lokusov.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál pre účely tejto práce sme zozbierali z jednej populácie borovice lesnej (Hruštín), dvoch populácií borovice horskej (Roháče, Vrátna) a štyroch hybridných rojov (Terchová, Tisovnica, Habovka, Suchá Hora) (Obr. 1). V závislosti od veľkosti populácie sme pre analýzu použili púčiky v populácii Hruštín zo 42 jedincov, v populácii Roháče zo 62 jedincov, v populácii Vrátna zo 60 jedincov, v hybridnom roji Terchová zo 60 jedincov, v hybridnom roji Tisovnica zo 70 jedincov, v hybridnom roji Habovka z 53 jedincov a v hybridnom roji Suchá Hora zo 60 jedincov.



Obr. 1. Lokalizácia použitých populácií a hybridných rojov na mape Slovenska: 1 – Hruštín, 2 – Roháče, 3 – Vrátna, 4 – Terchová, 5 – Tisovnica, 6 – Habovka, 7 – Suchá Hora.

Pri vlastnej analýze izoenzymového polymorfizmu sme na separáciu použili metódu horizontálnej elektroforézy v 12 % škrobovom géle (CONKLE a kol. 1982). Pre analýzy sme zvolili šesť enzýmových systémov (12 lokusov): šikimat dehydrogenázu (SKDH; E. C. 1.1.1.25), izocitrát dehydrogenázu (IDH; E. C. 1.1.1.42), 6-fosfogluco dehydrogenázu (6PGDH; E. C. 1.1.1.44), malát dehydrogenázu (MDH; E. C. 1.1.1.37), fluorescenčnú esterázu (F-EST; E. C. 3.1.1.1.) a leucín aminopeptidázu (LAP; E.C. 3.4.1.1.1.). F-EST a LAP boli separované pomocou Ashtonovho elektroforetického systému, pH 8,1 a SKDH, IDH, 6PGDH, MDH pomocou histidínového elektroforetického systému, pH 7,0. Detekčné zmesi boli pripravené na základe receptúry autorov CHELIAK a PITEL (1984). Hodnoty očakávanej a pozorovanej heterozygotnosti a fixačného indexu boli vypočítané pomocou programu BIOSYS-1 (SWOFFORD a SELANDER 1981). Štatistická významnosť indexu fixácie (F_{IS}) bola testovaná podľa vzťahu (GURIES a LEDIG 1982): $\chi^2 = F_{IS}^2 N(k-1)$, kde k je počet alel a N počet analyzovaných jedincov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Dosiahnuté výsledky sú uvedené v tabuľkách 1-3. Ich porovnanie s poznatkami z literatúry sťažuje fakt, že sa v týchto často uvádzajú iba priemerné výsledky za všetky lokusy spoločne (napr. HERTEL a KOHLSTOCK 1994). Pri použití odlišných enzýmových systémov je takéto hodnoty prakticky nemožné porovnať s našimi výsledkami. Taktiež pre populácie *P. sylvestris* je k dispozícii relatívne veľké množstvo údajov, zatiaľ čo pre populácie *P. mugo* ich je oveľa menej. Táto skutočnosť je spôsobená jednak oveľa väčším celkovým areálom *P. sylvestris* a jej väčšou hospodárskou významnosťou. Kým porovnanie hodnôt očakávanej heterozygotnosti s údajmi v literatúre je možné uskutočniť takmer na všetkých analyzovaných lokusoch, tak porovnanie pozorovanej heterozygotnosti bolo uskutočnené iba na lokusoch LAP A, LAP B, MDH A, MDH B a MDH C. Podobne fixačné indexy mohli byť porovnané iba na lokusoch MDH A, MDH C, F-EST B, LAP A, LAP B, SKDH A a SKDH B.

Hodnoty očakávanej heterozygotnosti (Tab. 1) na väčšine lokusov spadajú do rozpätia uvádzaného v literárnych zdrojoch (KINLOCH a kol. 1986, KORMUŤÁK a LANÁKOVÁ 1988, PAULE a MRÁZIKOVÁ 1990, NEET-SARQUEDA 1994, PRUS-GLOWACKI a BERNARD 1994, PRUS-GLOWACKI a STEPHAN 1994, LEWANDOWSKI a kol. 2000, DVORNYK 2001, KORSHIKOV a PIRKO 2002, EŠNEROVÁ a MÁNEK 2005, PRUS-GLOWACKI a kol. 2005, BILGEN a KAYA 2007, KORSHIKOV a kol. 2007, MAŇKA a kol. 2011a, 2011b). Výnimkou v populáciách *P. sylvestris* sú iba lokusy SKDH A a F-EST C. Kým na lokuse SKDH A ide je nami zistená hodnota nižšia (o 0,022) tak na lokuse F-EST C je naopak vyššia (o 0,132) ako krajné hodnoty uvádzané v literárnych zdrojoch (porovnaj PRUS-GLOWACKI a BERNARD 1994, DVORNYK 2001). Výnimku v populáciách *P. mugo* predstavujú lokusy IDH A a F-EST B. V obidvoch prípadoch bola nami zistená hodnota o niečo vyššia ako uvádzajú iní autori (o 0,081 a o 0,094) (LEWANDOWSKI a kol. 2000, NEET-SARQUEDA 1994). Uvedené rozdiely však nie sú veľké a je možné povedať, že spadajú do predstáv o variabilite v populáciách *P. mugo* a *P. sylvestris*.

Tab. 1. Porovnanie očakávanej heterozygotnosti (H_e) (hodnoty zistené z analýzy púčikov) podľa populácií a lokusov (podčiarknuté + tučné – populácie *P. sylvestris*, nezvýraznené - populácie *P. mugo* a tučné - predpokladané hybridné roje).

lokus	Suchá						
	<u>Hruštín</u>	Roháče	Vrátna	Tisovnica	Habovka	Hora	Terchová
IDH A	0,024	0,016	0,081	0,091	0,000	0,017	0,000
SkDH A	0,134	0,439	0,486	0,490	0,411	0,487	0,382
SkDH B	0,174	0,167	0,127	0,147	0,126	0,112	0,116
MDH A	0,158	0,000	0,017	0,031	0,056	0,172	0,097
MDH B	0,327	0,370	0,410	0,454	0,490	0,468	0,451
MDH C	0,341	0,361	0,430	0,466	0,493	0,459	0,446
6 PGDH	0,589	0,577	0,377	0,646	0,396	0,582	0,633
LAP A	0,092	0,294	0,208	0,464	0,157	0,111	0,328
LAP B	0,251	0,227	0,140	0,547	0,108	0,049	0,304
EST A	0,114	0,518	0,531	0,502	0,284	0,378	0,518
EST B	0,454	0,458	0,595	0,398	0,428	0,452	0,489
EST C	0,437	0,371	0,472	0,432	0,285	0,459	0,512

Podobne väčšina hodnôt pozorovanej heterozygotnosti (Tab. 2) na lokusoch, na ktorých je možné porovnanie s literatúrou, spadajú do uvádzaného rámca (KORSHIKOV a PIRKO 2002, KORSHIKOV a kol. 2002, KORSHIKOV a kol. 2007). Výnimkou v populáciách *P. sylvestris* tvoria lokusy MDH B a LAP A. Na obidvoch lokusoch je nami zistená hodnota nižšia (o 0,048 a o 0,036) ako krajné hodnoty uvádzané v literárnych zdrojoch (KORSHIKOV a kol. 2002, KORSHIKOV a kol. 2007). Keďže KORSHIKOV a PIRKO (2002) pre populácie *P. mugo* neuvádzajú rozpätie, ale priemernú hodnotu, môžeme iba predpokladať, že výnimku v populáciách v tomto smere môžu predstavovať lokusy LAP A a LAP B.

Rozdiely však nie sú veľké a navyše počet študovaných populácií je v uvedených štúdiách malý, teda rámcovo nie je možné predpokladať, že nami zistené údaje vybočujú z rámca.

Porovnaním hodnôt očakávanej a pozorovanej heterozygotnosti navzájom v populáciách *P. mugo*, *P. sylvestris* a ich hybridných rojoch (uvedená literatúra a naše výsledky) nie je možné pozorovať významný a jednoznačný rozdiel v zmieňovaných parametroch.

Tab. 2. Porovnanie pozorovanej heterozygotnosti (H_o) pri analýze pučikov podľa populácií a lokusov (podčiarknuté + tučné - populácie *P. sylvestris*, nezvýraznené - populácie *P. mugo* a tučné - predpokladané hybridné roje).

lokus	Suchá						
	<u>Hruštín</u>	Roháče	Vrátna	Tisovnica	Habovka	Hora	Terchová
IDH A	0,024	0,016	0,083	0,094	0,000	0,017	0,000
SKDH A	0,095	0,290	0,400	0,448	0,358	0,383	0,322
SkDH B	0,190	0,097	0,100	0,156	0,132	0,117	0,067
MDH A	0,071	0,000	0,017	0,031	0,057	0,183	0,100
MDH B	0,262	0,194	0,367	0,375	0,453	0,400	0,367
MDH C	0,333	0,177	0,317	0,354	0,434	0,333	0,333
6 PGDH	0,429	0,452	0,467	0,542	0,245	0,583	0,722
LAP A	0,000	0,258	0,233	0,323	0,170	0,117	0,256
LAP B	0,071	0,129	0,117	0,219	0,113	0,050	0,267
EST A	0,119	0,355	0,467	0,417	0,245	0,233	0,478
EST B	0,524	0,581	0,683	0,396	0,472	0,283	0,489
EST C	0,286	0,177	0,317	0,240	0,245	0,233	0,378

Tab. 3. Fixačné indexy pre jednotlivé populácie a lokusy zistené pri analýze pučikov (podčiarknuté + tučné - populácie *P. sylvestris*, nezvýraznené - populácie *P. mugo* a tučné - predpokladané hybridné roje).

lokus	Suchá						
	<u>Hruštín</u>	Roháče	Vrátna	Tisovnica	Habovka	Hora	Terchová
IDH A	0,000	0,000	-0,024	-0,033	-	0,000	-
SKDH A	0,288	0,337**	0,175	0,085	0,128	0,212	0,155
SkDH B	-0,091	0,416**	0,211	-0,061	-0,047	-0,044	0,418**
MDH A	0,544**	-	0,000	0,000	-0,018	-0,063	-0,031
MDH B	0,196	0,472**	0,104	0,173	0,075	0,144	0,184
MDH C	0,023	0,506**	0,261*	0,239*	0,118	0,272*	0,251*
6 PGDH	0,268	0,215	-0,237	0,160	0,377**	-0,002	-0,139
LAP A	0,988**	0,121	-0,119	0,302**	-0,082	-0,054	0,217*
LAP B	0,708**	0,428**	0,163	0,595**	-0,046	-0,020	0,120
EST A	-0,043	0,312**	0,119	0,168	0,136	0,380**	0,076
EST B	-0,152	-0,266*	-0,147	0,005	-0,102	0,371**	0,000
EST C	0,341*	0,519**	0,326**	0,441**	0,139	0,488**	0,259**

Poznatzky z literatúry (PRUS-GLOWACKI a BERNARD 1994, PRUS-GLOWACKI a STEPHAN 1994, DVORNYK 2001, KORSHIKOV a PIRKO 2002, SLAVOV a ZHELEV 2004, PRUS-GLOWACKI a kol. 2005, KORSHIKOV a kol. 2007, MAŇKA a kol. 2011a, 2011b) naznačujú, že celkové hodnoty fixačných indexov sú v populáciách *P. sylvestris* prevažne nižšie ako v populáciách *P. mugo*. SLAVOV a ZHELEV (2004) uvádzajú, že hlavnou príčinou nadbytku homozygotov v populáciách *P. mugo* je vysoký podiel jedincov z príbuzenského kríženia, ktorý je zapríčinený vzrastovou formou a reprodukčnou biológiou tohto druhu. Tieto dva faktory napomáhajú opeleniu najbližšími susedmi. V našich výsledkoch (Tab. 3) sa štatisticky

významné odchýlky fixačného indexu pozorovali jednak na takmer monomorfných lokusoch (SkDH A, SkDH B, MDH A, LAP B) a jednak na polymorfnejších lokusoch (F-EST A, F-EST B, F-EST C, SkDH A, 6PGDH, MDH B, MDH C a LAP A). Príčiny tohto javu kolíšu z populácie na populáciu. Populácia Hruštín má malú populačnú veľkosť a reprodukčný proces je zabezpečovaný iba malým počtom jedincov. Dôsledkom tohto stavu je postupný nárast počtu homozygotov v populácii v ďalších generáciách. Často ju tvoria solitérne jedince. Pre populáciu *P. mugo* z Roháčov platia pravdepodobne vyššie uvedené zistenia SLAVOVA a ZHELEVA (2004). Hybridné roje majú rozličnú veľkosť populácií a rozdielny počet hybridných jedincov a jedincov rodičovských druhov, čo môže redukovať efektívnu veľkosť populácie. Z týchto dôvodov väčší podiel hybridov v hybridnom roji môže znamenať nižší fixačný index. Tento predpoklad podporujú aj zistenia KORMUŤÁKA a kol. (2008a) a DEMANKOVEJ a KORMUŤÁKA (2007), ktorý zistili vyšší podiel hybridných semien na lokalitách Terchová a Habovka.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za finančnej podpory projektov VEGA 2/0110/13 a VEGA 2/0057/13.

LITERATÚRA

- BILGEN, B.B., KAYA, N. 2007. Allozyme variations in six natural populations of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in Turkey. In: *Biologia*, Bratislava, roč. 62, 2007, s. 697-703.
- BOBOWICZ, M.A. 1990. Mieszańce *Pinus mugo* Turra × *Pinus sylvestris* L. z rezerwatu „Bór na Czerwonem“ w kotline Nowotarskiej. Poznań: Wydawnictwo naukowe Uniwersytetu IM. Adama Mickiewicza. 1990, 284 s.
- BUSINSKÝ, R. 1999. Taxonomická studie agregátu *Pinus mugo* a jeho hybridných populácií. In *Acta Průhoniana*, roč. 68, 1999, s. 123-143.
- CHRISTENSEN, K.I., DAR, G.H. 1997. A morphometric analysis of spontaneous and artificial hybrids of *Pinus mugo* × *Pinus sylvestris* (Pinaceae). In: *Nordic Journal of Botany*, roč. 17, 1997, s. 77-86.
- CONKLE, M.T., HODGSKISS, P.D., NUNNALLY, L.B., HUNTER, S.C. 1982. Starch gel electrophoresis of conifer seeds, a laboratory manual. Berkeley: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 1982, 18 s.
- DEMANKOVÁ, B., KORMUŤÁK, A. 2007. Introgression between *Pinus sylvestris* L. and *Pinus mugo* Turra on the locality Obšivanka near Terchová. In: *Dynamika, stabilita a diverzita lesných ekosystémov*. Zvolen: Vyd. TU. 2007, s. 155-159. ISBN 978-80-228-1821-6.
- DVORNYK, V. 2001. Genetic variability and differentiation of geographically marginal Scots pine populations from Ukraine. In: *Silvae Genetica*, roč. 50, 2001, s. 64-69.
- EŠNEROVÁ, J., MÁNEK, J. 2005. Studium genetické diverzity prirodzených populácií agregátu *Pinus mugo* na území NP Šumava. In: *Autochtónna dendroflóra a jej uplatnenie v krajine*. Zvolen: Vyd. TU. s. 164-170. ISBN. 80-228-1481-4.
- GERNANDT, D.S., LÓPEZ, G.G., GARCÍA, S.O., LISTON, A. 2005. Phylogeny and classification of *Pinus*. In: *Taxon*, roč. 54, 2005, s. 29-42.
- GRANT, V. 1981. *Plant speciation*. 2nd ed. New York: Columbia University Press, 1981, 563 s. ISBN 0231051131.
- GURIES, R.P., LEDIG, F.T. 1982. Genetic diversity and population structure in pitch pine (*Pinus rigida* Mill.). In: *Evolution*, roč. 36, 1982, s. 387-402.
- HERTEL, H., KOHLSTOCK, N. 1994. Different Genetic Structures of Two Morphological Types of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). In: *Silvae Genetica*, roč. 43, 1994, s. 268-272.
- CHELIAK, W.M., PITEL, J.A. 1984. Techniques for starch gel electrophoresis of enzymes from forest tree species. Petawawa: National Forestry Institute, 1984, 49 s. ISBN 0-662-13418-4.
- KINLOCH, B., WESTFALL, R.D., FORREST, G.I. 1986. Caledonian scots pine: origins and genetic structure. In: *The New Phytologist*, roč. 104, 1986, s. 703-729.
- KORMUŤÁK, A., LANÁKOVÁ, M. 1988. Biochemistry of reproductive organs and hybridological relationships of selected Pine species (*Pinus* sp.). *Acta dendrobiologica*. Bratislava: VEDA, vydavateľstvo SAV, 1988, 120 s.
- KORMUŤÁK, A., MAŇKA, P., SALAJ, J., GAJDOŠOVÁ, A., MATUŠOVÁ, R., GÓMORY, D. 2007. Variabilita dĺžky šišíek pri vybraných populáciách druhov *Pinus mugo* Turra a *P. sylvestris* L. a pri ich predpokladaných hybridných rojoch. In: *Dynamika, stabilita a diverzita lesných ekosystémov*. Zvolen: TU vo Zvolene, 2007, s. 145-148. ISBN 978-80-228-1821-6.
- KORMUŤÁK, A., DEMANKOVÁ, B., GÓMORY, D. 2008a. Spontaneous hybridization between *Pinus sylvestris* L. and *P. mugo* Turra in Slovakia. In: *Silvae Genetica*, roč. 57, 2008, s. 76-82.

- KORMUŤÁK, A., VOOKOVÁ, B., MAŇKA, P., SALAJ, J., ČAMEK, V., GÖMÖRY, D. 2008b. Abortive embryogenesis in hybrid swarm populations of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus mugo* Turra. In: *Trees*, roč. 22, 2008, s. 657-662.
- KORMUŤÁK, A., VOOKOVÁ, B., BRANÁ, M., MAŇKA, P., GÖMÖRY, D. 2011. Cone size in putative hybrid swarm populations of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus mugo* Turra in northern Slovakia. In: *Thaiszia*, roč. 21, s. 161-165.
- KORSHIKOV, I.I., PIRKO, Y.V. 2002. Genetic variation and differentiation of peat-bog and dry-meadow populations of the dwarf mountain pine *Pinus mugo* Turra in the highlands of the Ukrainian Carpathians. In: *Genetika*, roč. 38, 2002, s. 1235-1241.
- KORSHIKOV, I.I., VELIKORIDKO, T.I., BUTILSKAYA, L.A. 2002. Genetic structure and variation in *Pinus sylvestris* L. populations degrading due to pollution-induced injury. In: *Silvae Genetica*, roč. 51, 2002, s. 45-49.
- KORSHIKOV, I.I., PIRKO, N.N., MUDRIK, E.A., PIRKO, Y.A. 2007. Maintenance of genetic structure in progenies of marginal mountainous and steppe populations of three species of Pinaceae Lindl. Family in Ukraine. In: *Silvae Genetica*, roč. 56, 1, 2007, s. 1-10.
- LEWANDOWSKI, A., BORATYŃSKI, A., MEJNARTOWICZ, L. 2000. Allozyme investigations on the genetic differentiation between closely related pines – *Pinus sylvestris*, *P. mugo*, *P. uncinata*, and *P. uliginosa* (Pinaceae). In: *Plant Systematics and Evolution*, 221, 2000, s. 15-24.
- LUKÁČIK, I. 1993. Súčasný stav a premenlivosť borovice horskej – kosodreviny (*Pinus mugo* Turra) na Slovensku. In: *Vedecké a pedagogické aktuality 4*, Zvolen: TU vo Zvolene, 1993, 45 s.
- MAŇKA, P., KORMUŤÁK, A., GÖMÖRY, D. 2008. Diferenciácia populácií dvoch príbuzných druhov borovic *Pinus sylvestris* L. a *Pinus mugo* Turra (Pinaceae) pomocou izoenzýmov. In: *Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV“, 15.-16.10.2008*, Vieska nad Žitavou: AM SAV. 2008, s. 290-298. ISBN 978-80-970028-9-3.
- MAŇKA, P., KORMUŤÁK, A., GÖMÖRY, D. 2010. Problémy s interpretáciou izoenzýmového systému 6-fosfoglukó dehydrogenázy v populáciách *Pinus mugo* Turra a *Pinus sylvestris* L. In: *Dreviny vo verejnej zeleni 2010: Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou, 22. – 23. 6. 2010*, Banská Bystrica. Zvolen: ÚEL SAV, 2010, s. 255-259. ISBN 978-80-89408-08-05.
- MAŇKA, P., GALGÓCI, M., KORMUŤÁK, A., GÖMÖRY, D. 2011a. Pozorovaná heterozygotnosť na vybraných izoenzýmových lokusoch v slovenských populáciách borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.), borovice horskej (*Pinus mugo* Turra) a ich predpokladaných hybridných rojov. In: *Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2011“, 22.11.2011*. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. 2011, s. 124 – 129. ISBN 978-80-970849-8-1.
- MAŇKA, P., KORMUŤÁK, A., GÖMÖRY, D. 2011b. Deviations from the Hardy-Weinberg equilibrium in selected Slovak populations of *Pinus mugo* Turra, *Pinus sylvestris* L. and their putative hybrid swarms. In: *Thaiszia*, roč. 21, 2011, s. 167-175.
- NEET-SARQUEDA, C. 1994. Genetic differentiation of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus mugo* agr. populations in Switzerland. In: *Silvae Genetica*, roč. 43, 1994, s. 207-215.
- PAULE, L., MRÁZIKOVÁ, M. 1990. Genetická analýza potomstva borovice sosny (*Pinus sylvestris* L.) zo semenného sadu. In: *Lesníctví*, roč. 36, 1990, s. 843-853.
- PRUS-GLOWACKI, W., BERNARD, E. 1994. Allozyme variation in populations of *Pinus sylvestris* L. from a 1912 provenance trial in Pulawy (Poland). In: *Silvae Genetica*, roč. 43, 1994, s. 132-138.
- PRUS-GLOWACKI, W., STEPHAN, B.R. 1994. Genetic variation of *Pinus sylvestris* from Spain in relation to other European populations. In: *Silvae Genetica*, roč. 43, s. 7-14.
- PRUS-GLOWACKI, W., BACZKIEWICZ, A., WYSOCKA, D. 2005. Clonal structure of small isolated populations of *Pinus mugo* Turra from peatbogs in the Tatra Mts. In: *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, roč. 47, 2005, s. 53-59.
- RIESEBERG, L.H. 1997. Hybrid origins of plant species. In: *Annual Review of Ecology and Systematics*, roč. 28, 1997, s. 359-389.
- RIESEBERG, L.H., CARNEY, S.E. 1998. Plant hybridization. In: *New Phytologist*, vol. 140, roč. 4, 1998, s. 599-624.
- SLAVOV, G.T., ZHELEV, P. 2004. Allozyme variation, differentiation, and inbreeding in populations of *Pinus mugo* in Bulgaria. In: *Canadian Journal of Forest Research*, roč. 34, 2004, s. 2611-2617.
- STASZKIEWICZ, J., TYSZKIEWICZ, M. 1969. Natural hybrids of *Pinus mugo* Turra × *Pinus sylvestris* L. in Nowy Targ Valley. *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, roč. 15, 1969, s. 187-212.
- STEBBINS, G.L. 1950. *Variation and Evolution in Plants*. New York: Columbia University Press, 1950, 643 s.
- SWOFFORD, D.L., SELANDER, R.B. 1981. Biosys-1: a FORTRAN program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in population genetics and systematics. In: *Journal of Heredity*, roč. 72, 1981, s. 281-283.
- VIEWEGH, J. 1981. Variability of the hybrid swarms *Pinus mugo* × *Pinus sylvestris* on peat-bog in Zuberec, Orava. In: *Folia Dendrologica*, roč. 8, 1981, s. 41-59.

Adresa autorov

Ing. Peter Maňka, PhD. – Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, detašované pracovisko: Arborétum Mlyňany SAV, Vieska nad Žitavou 178, 951 52 Slepčany, e-mail: peter.manka@savba.sk;
RNDr. Martin Galgóci, PhD. – Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied, Katedra botaniky a genetiky, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra;
RNDr. Andrej Kormuťák, DrSc. – Ústav genetiky a biotechnológií rastlín, SAV, Akademická 2, 950 07 Nitra, e-mail: nrgrkorm@savba.sk.

PRVÉ HODNOTENIE VÝSKUMNEJ PLOCHY HYBRIDOV JEDLÍ (*ABIES* SPP.) V PLAVECKOM PETRI

THE FIRST EVALUATION OF THE RESEARCH PLOT OF HYBRID FIRS (*ABIES* SPP.) IN PLAVECKÝ PETER

Peter Maňka, Martin Galgóci, Andrej Kormuťák

MAŇKA, P. – GALGÓCI, M. – KORMUŤÁK, A. 2014. Prvé hodnotenie výskumnej plochy hybridov jedlí (*Abies* spp.) v Plaveckom Petri. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 131-137. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: During the summer of 2014 the degree of defoliation and survival of hybrid fir individuals were evaluated in permanent research plot in Plavecký Peter village. The individuals of seven combinations (*A. alba* × *A. pinsapo*, *A. pinsapo* × *A. numidica*, *A. alba* × *A. numidica*, *A. nordmanniana* × *A. alba*, *A. nordmanniana* × *A. holophylla*, *A. nordmanniana* × *A. procera*, *A. nordmanniana* × *A. numidica*) and four control variants (*A. alba* controlled pollination, *A. pinsapo* from open pollination, *A. nordmanniana* from open pollination, *A. nordmanniana* from selfing) were evaluated. We detected 266 (72,2 %) living specimens from 368 individuals included in experiment. In terms of survival and degree of defoliation, *A. pinsapo* × *A. numidica* combination is the best for this site and vice versa combinations of *A. nordmanniana* × *A. holophylla*, *A. nordmanniana* × *A. procera* a *A. nordmanniana* × *A. alba* are the worst. The combinations with *A. pinsapo* or *A. numidica* are also very suitable for this site. Based on a synthesis of foreign and our results, we believe that a fair assessment of height growth of hybrid fir combinations may be closely associated with survival. Therefore, evaluation of dead individuals is also required. This problem is discussed.

KEY WORDS: *Abies* • hybrid firs • permanent research plot • defoliation • Plavecký Peter

ÚVOD

Taxonomické štúdie uvádzajú, že rod *Abies* zahŕňa 39 druhov začlenených do 10 alebo 15 sekcií (LIU 1971). Polemika okolo počtu sekcií je z časti zapríčinená faktom, že hybridologické vzťahy, ktoré by mali reflektovať genetický status jednotlivých druhov alebo celých skupín druhov v rode *Abies*, boli v minulosti často prehlíadané. KLAEHN a WINIESKI (1962) zaznamenali 8 spontánných hybridov vyskytujúcich sa prirodzene v prírode, 11 hybridov, ktoré boli zaznamenané v arborétoch alebo na plantážach, 39 potvrdených umelých hybridov a 15 domnelých umelých hybridov vytvorených pomocou kontrolovaného kríženia. Experimenty uvedených autorov zahrňovali kontrolované opeľovanie, v ktorom testovali 12 druhov, ktoré boli akceptorom peľu a 13 druhov, ktoré boli donorom peľu. Všetky testované druhy pochádzali zo Severnej Ameriky, Ázie alebo okolia Stredozemného mora. Ich výsledky ukázali, že druhy z rovnakého geografického regiónu sa krížia oveľa ľahšie ako druhy pochádzajúce rozličných oblastí. Druhy pochádzajúce z okolia Stredozemného mora sa ukázali byť obzvlášť náchylné k medzidruhovej hybridizácii. Podobné zistenia uvádzajú vo svojich prácach aj MERGEN a kol. (1964) a HAWLEY a DEHAYES (1985). HAWLEY a DEHAYES (1985) zistili aj väčšiu genetickú diferenciáciu medzi druhmi pochádzajúcimi z rôznych geografických oblastí ako medzi druhmi v rámci nich. CRITCHFIELD (1988) dokonca uvádza, že genetické bariéry medzi druhmi z rodu *Abies* pochádzajúcimi zo západnej a východnej hemisféry sú takmer alebo úplne neprekonateľné. Z tohto pohľadu sa zistenia KORMUŤÁKA a kol. (2012), ktorí zistili kompatibilitu medzi Ázijským druhom *Abies hollophyla* a Severoamerickým druhom *A. procera*, javia ako výnimka potvrdzujúca pravidlo.

Na Slovensku a v Čechách sa hybridizácii jedlí venovalo a venuje viacero významných slovenských a českých dendrobiológov. Treba spomenúť KANTORA a CHIRU (1972), GREGUSSA (1984, 1986, 1988a, 1988b, 1992) a v neposlednom rade už vyššie spomínaného KORMUŤÁKA (1982, 1984a,

1984b, 1985, 1986, 1992). Záujem uvedených autorov o hybridizáciu v rode *Abies* pravdepodobne súvisí aj s problémom odumierania jedle bielej (*Abies alba* Mill.), ktoré spôsobuje viacero činiteľov. Ide predovšetkým o biotické činitele, imisie a zníženú genetickú variabilitu, ktorá sa pripisuje inbrídingovej depresii (MÁLEK 1972, DOBROWOLSKA 1989).

Možné riešenie pre zväčšenie genetickej variability prinášajú procesy hybridizácie. Na jednej strane môže ísť o vnútrodrohovú hybridizáciu – najmä s jedrou bielou (*Abies alba*) z južných oblastí Európy (Kalábria). Tieto populácie sú totiž geneticky dosť diverzifikované a v tomto smere prinášajú potenciál pre ich využitie v hybridizačnom procese (ARBEZ a kol. 1990). Na druhej strane však oveľa efektívnejšou môže byť hybridizácia medzidruhovú, pri ktorej poznáme celý rad známych medzidruhových hybridov (ROHMENDER a SCHÖNBACH 1959, KLAHN a WINIESKI 1962, MERGEN a kol. 1964, MERGEN a GREGOIRE 1988, KANTOR a CHIRA 1971, 1972, CRITCHFIELD 1977, GREGUSS 1984, 1986, 1988a, 1988b, 1992, KORMUŤÁK 1984a, 1984b, 1985, 1986, 1992, KOBLIHA a JANEČEK 2001, 2003, 2005, JANEČEK a KOBLIHA 2007). Významné sú najmä hybridy aridných druhov jedlí, akými sú *A. pinsapo* a *A. numidica*, ktoré vykazujú najvyšší index aridity (AUSSENAC 2002), a z tohto dôvodu môžu nachádzať uplatnenie v súvislosti s klimatickou zmenou spojenou s globálnym otepľovaním. Významnými testovacími objektmi sa preto stávajú trvalé výskumné plochy (TVP), v ktorých sa skúmajú rastové, fyziologické i reprodukčné charakteristiky vysadených medzidruhových hybridov jedlí. Jednou z takýchto plôch je aj TVP v Plaveckom Petri založenou v roku 2012. Táto výskumná plocha pri svojom založení zahrňovala 7 hybridných kombinácií s 368 jedincami jedlí (GALGÓCIHO a MAŇKA 2013). Cieľom predloženej práce je zhodnotiť jej súčasný stav a to predovšetkým z hľadiska prežívania jedincov vysadených hybridných kombinácií.

MATERIÁL A METODIKA

TVP sa nachádza v Plaveckom Petri, v časti chotára s názvom Paseky. Uvedená obec patrí do východnej časti Záhorskej nížiny. Podnebie je tam mierne vlhké s miernou zimou. Typ pôdy je černozem. Podrobnejšia charakteristika lokality je uvedená v práci GALGÓCIHO a MAŇKU (2013). Výskum na uvedenej TVP prebiehal počas leta 2014. Na základe schémy uvedenej v práci GALGÓCIHO a MAŇKU (2013) boli vyhľadane jedince príslušných 7 hybridných kombinácií (*A. alba* × *A. pinsapo*, *A. pinsapo* × *A. numidica*, *A. alba* × *A. numidica*, *A. nordmanniana* × *A. alba*, *A. nordmanniana* × *A. holophylla*, *A. nordmanniana* × *A. procera*, *A. nordmanniana* × *A. numidica*) a 4 kontrolných variantov rodičovských druhov (*A. alba* z kontrolovaného opelenia, *A. pinsapo* z voľného opelenia, *A. nordmanniana* z voľného opelenia a *A. nordmanniana* zo samoopelenia) z rodu *Abies*, následne vizuálne zhodnotené a zaradené do príslušného stupňa (0 – 4) podľa stupnice „Medzinárodného monitoringu“ pre defoliáciu: 0 (nepoškodené jedince s defoliáciou 0 – 10 %), 1 (slabo poškodené s defoliáciou 11 – 25 %), 2 (stredne poškodené s defoliáciou 26 – 60 %), 3 (silno poškodené s defoliáciou 61 – 90 %) a 4 (hynúce a uhynuté s defoliáciou 91 – 100 %). Pre potreby následných pozorovaní bola vytvorená skupina N – nenájdene, ktorá môže zahrňovať jednak jedince uhynuté dávnejšie s nenájdenným kmienkom a jednak jedince, ktoré mohli byť po vysadení odcudzené. Výsledkom je jednak tabuľka (Tab. 1) revízie rozmiestnenia jedincov výskumnej plochy (pôvodné mínus uhynuté a nenájdene – tieto údaje v budúcnosti uľahčia orientáciu na TVP) a jednak tabuľka, ktorá pre jednotlivé hybridné kombinácie uvádza počet prežitých, odumretých, nenájdenných jedincov a priemerný stupeň defoliácie (Tab. 2).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Tabuľka 1 uvádza aktuálne rozmiestnenie jedincov hybridných jedlí na trvalej výskumnej ploche v Plaveckom Petri v porovnaní s rozmiestnením uvedeným v práci GALGÓCIHO a MAŇKU (2013). Z tejto tabuľky vyplýva, že z plochy vypadlo celkovo 102 jedincov jedlí, čo predstavuje 27,7 %. Z tohto počtu bolo 53 jedincov vyhodnotených ako odumreté (jedince boli na ploche nájdené) a 49 ako nenájdene (táto skupina zahŕňa odumreté spolu s potenciálne odcudzenými). Počty prežitých, odumretých a nenájdenných jedincov po jednotlivých kombináciách sú uvedené v tabuľke 2. Z nej jednoznačne vyplýva, že z hľadiska najväčšieho podielu prežitých jedincov skončila najlepšie kombinácia *Abies*

pinsapo × *Abies numidica*, z ktorej prežilo všetkých 15 vysadených jedincov. Tento výsledok nie je prekvapujúci, keď si uvedomíme, že uvedené druhy v prirodzenom prostredí obsadzujú najaridnejšie stanovišťa, charakteristické nízkym úhrnom zrážok a plytkými pôdami (AUSENAC 2002). Jedinca tejto hybridnej kombinácie sa navyše vyznačujú aj nízkym stupňom defoliácie (Tab. 2). Tieto výsledky naznačujú, že pre dané podmienky prostredia je výsadba tejto hybridnej kombinácie najvhodnejšia. Podobne veľmi dobré výsledky z hľadiska prežívania dosiahli ďalšie kombinácie, v ktorých aspoň jeden rodič bol *A. numidica* alebo *A. pinsapo*. Naopak najhoršie výsledky v tomto smere dosiahli kombinácie *A. nordmanniana* × *A. holophylla*, *A. nordmanniana* × *A. procera*, *A. nordmanniana* × *A. alba*. Kombinácia *A. nordmanniana* × *A. holophylla* je veľmi vzácnou kombináciou. V rode *Abies* sa vo všeobecnosti postuluje nekrížiteľnosť geograficky vzdialenejších druhov (KORMUŤÁK 2004). Táto kombinácia tak predstavuje výnimku z tohto pravidla. GALGÓCI a kol. (2011) detegovali jej obrovský potenciál z hľadiska výškového rastu. Naše výsledky však naznačujú jej nevhodnosť pre lokalitu v Plaveckom Petri. Aj z týchto dôvodov by bolo potrebné pokračovať v ďalšom výskume a hľadať tejto (z hľadiska rastu) perspektívnej kombinácii lokality vhodnejšie pre jej rast. Veľmi podobné tvrdenia možno uviesť aj pre hybridnú kombináciu *A. nordmanniana* × *A. procera*, ktorú GALGÓCI a kol. (2011) tiež považujú za perspektívnu z hľadiska výškového rastu. Pre korektnosť je však potrebné uviesť, že až 30,6 % jedincov tejto kombinácie nebolo nájdených. Napriek tomu priemerný stupeň defoliácie pre túto kombináciu (2,35) umožňuje vysloviť veľmi podobné závery ako pre kombináciu *A. nordmanniana* × *A. holophylla*. Veľmi zaujímavý výsledok možno uviesť pre kombináciu *A. nordmanniana* × *A. alba*, ktorá v percente odumretých jedincov i priemernom stupni defoliácie vysoko prevyšuje kombinácie rodičovských druhov *A. alba* a *A. nordmanniana*. GREGUSS (1992) uvádza, že tento hybrid prevyšuje *A. alba* svojim rastom. Naše zistenia s GREGUSSOVÝMI (1992) môžu znamenať, že hoci tento hybrid prevyšuje v raste svoje rodičovské druhy, tak potomstvo je náchylné na väčšie odumieranie a trpí vyšším stupňom defoliácie. Naskytuje sa tu preto otázka či väčšia výška hybridov nesúvisí hlavne s odumieraním jedincov s nižšou výškou. Naopak, v kombináciách rodičovských druhov by jedince s nižšou výškou prežívali lepšie. Popisovaný heterózný efekt tak výrazne môže súvisieť s počtom prežívajúcich jedincov. Pri zohľadnení vyššie uvedeného je tak potrebné klásť dôraz na zmeranie výšky nielen živých jedincov, ale i jedincov odumretých v roku merania. Rozdielne počty prežitých tak môžu veľmi dobre vysvetľovať vysokú variabilitu výsledkov pri posudzovaní somatickej heterózy.

ZÁVER

Z hľadiska prežívania a stupňa defoliácie jedincov sa pre danú lokalitu javí ako jednoznačne najlepšia kombinácia *Abies pinsapo* × *Abies numidica*. Veľmi vhodné pre uvedenú lokalitu sa javia aj ďalšie kombinácie, v ktorých je jeden z rodičov *A. pinsapo* alebo *A. numidica*. Z hľadiska sledovaných charakteristík sa javia byť absolútne nevhodnými kombinácie *A. nordmanniana* × *A. holophylla*, *A. nordmanniana* × *A. procera* a *A. nordmanniana* × *A. alba*. Na základe syntézy výsledkov sa domnievame, že korektné posudzovanie výškového rastu hybridných kombinácií jedlí môže úzko súvisieť s prežívateľnosťou. Z tohto dôvodu je pri hodnotení potrebné klásť dôraz nielen na živé jedince, ale aj jedince odumreté.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za finančnej podpory projektov VEGA 2/0110/13 a VEGA 2/0057/13.

LITERATÚRA

- ARBEZ, M., FADY, B., FERRNANDES, P. 1990. Variabilité et amelioration genetique des sapins mediterranneens - Cas du sapin de Céphalonie (*Abies cephalonica* Loud.). In: International Workshop, Mediterranean Firs-Adaptation, Selection and Silviculture. Avignon, France. 1990, s. 43-57.
- AUSSENAC, G. 2002. Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. In: Annals of Forest Science, INRA: EDP Sciences, roč. 59, 2002, s. 823-832.
- CRITCHFIELD, W.B. 1977. Hybridization of foxtail and bristlecone pines. In: Madroño, roč. 24, p. 193-212.

- CRITCHFIELD, W.B. 1988. Hybridization of the California firs. In: Forest Science, roč. 34, 1988, s. 139-151.
- DOBROWOLSKA, D.U. 1989. Zamieranie jodly wciaz nie wyjaśnione zjawisko. In: Sylwan, roč. 6, 1989, s. 59-67.
- GALGÓCI, M., MAŇKA, P. 2013. Trvalá výskumná plocha hybridných jedlí (*Abies* sp.) v Plaveckom Petre. In: Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou: „Dreviny vo verejnej zeleni“, 18-19.6.2013. Nitra. 2013, s. 80-85.
- GALGÓCI, M., MAŇKA, P., KORMUŤÁK, A., KUNA, R., BOLEČEK, P., GÖMÖRY, D. 2011. Výškový rast sadeníc vybraných medzidruhových hybridov jedlí (*Abies* sp.). In: Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2011“, 22.11.2011. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. 2011, s. 53-59. ISBN 978-80-970849-8-1.
- GREGUSS, L. 1984. Program medzidruhovej hybridizácie jedlí a jeho realizácia. In: Zborník zo seminára: Hybridizácia a premenlivosť lesných drevín. Zvolen. 1984, s. 117-122.
- GREGUSS, L. 1986. Šľachtiteľský program zvýšenia odolnosti jedle hybridizáciou. In Zborník zo 7. celosv. sem. šl. konf. Špišská Nová Ves. 1986, s. 34-41.
- GREGUSS, L. 1988a. Medzidruhová hybridizácia - náhrada za ustupujúcu jedlu bielu. In: Lesnictví – Forestry, roč. 34, 1988, s. 797-808.
- GREGUSS, L. 1988b. Trvalá výskumná plocha hybridných jedlí Drieňová. In: Exkurzný sprievodca. Zvolen: VULH. 1988, 9 s.
- GREGUSS, L. 1992. Hodnotenie začiatočného rastu medzidruhových jedľových hybridov na príklade trvalej výskumnej plochy Drieňová. In: Lesnícky časopis – Forestry Journal, 38, 1992, s. 223-238.
- HAWLEY, G.J., DE HAYES, D.H. 1985. Hybridization among several North American firs. I. Crossability. In: Canadian Journal of Forest Research, roč. 15, 1985, s. 42-49.
- JANEČEK, V., KOBLIHA, J. 2007. Spontaneous hybrids within the genus *Abies* – growth and development. In: Journal of Forest Science, roč. 53, 2007, s. 193-203.
- KANTOR, J., CHIRA, E. 1971. On the possibility of crossing certain species of the genus *Abies*. In: Acta Universitatis agriculturae (Brno), Series C (Facultas silviculturae), roč. 40, 1971, s. 15-27.
- KANTOR, J., CHIRA, E. 1972. Výsledky niektorých vnitrodruhových a medzidruhových křížení jedinců rodu *Abies*. In: Lesnictví – Forestry, roč. 18, 1972, s. 487-499.
- KLAHN, F.U., WINIESKI, J.A. 1962. Interspecific hybridization in the genus *Abies*. In: Silvae Genetica, roč. 11, 1962, s. 130-142.
- KOBLIHA, J., JANEČEK, V. 2001. Growth of progenies from spontaneous hybrids within genus *Abies* in comparative plantation. In: Proceedings of the 9th International European Silver Fir Symposium, Macedonia, Skopje. 2001, s. 27-36.
- KOBLIHA, J., JANEČEK, V. 2003. Growth and development of hybrid clonal material. In: Ökologie und Waldbau der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) Tagungsbericht zum 10. International IUFRO –Tannensymposium am 16.-20. Sep. 2002 an der FAWT in Trippstadt. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland – Pfalz, Trippstadt. 2003, s. 68-76.
- KOBLIHA, J., JANEČEK, V. 2005. Development of hybrid fir clonal material. In: Journal of Forest Science. roč. 51, 2005, s. 3-12.
- KORMUŤÁK, A. 1982. Hybridological abilities of the European silver fir (*Abies alba* Mill.). In: Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie. Zvolen: VŠLD, 1982, s. 95-101.
- KORMUŤÁK, A. 1984a. Some cytological and biochemical aspects of interspecific incompatibility in pines (*Pinus* sp.). In: Acta Dendrologica, Bratislava: Veda. 1984, 95 s.
- KORMUŤÁK, A. 1984b. Hybridizácia ako cesta šľachtenia lesných drevín. In: Zborník zo seminára Hybridizácia a premenlivosť lesných drevín. Zvolen. 1984, s. 45-52.
- KORMUŤÁK, A. 1985. Study on species hybridization within the genus *Abies*. In: Acta Dendrologica, Bratislava: Veda. 1985, 127 s.
- KORMUŤÁK, A. 1986. Výškový rast vybraných druhov cudzokrajných jedlí a ich hybridov. In: Zborník z celosl. sem. šl. konf. Špišská Nová Ves. 1986, s. 123-131.
- KORMUŤÁK, A. 1992. Hybridizácia druhov *Abies concolor* (Gord. et Glend./ Lindl.) a *Abies grandis* (Dougl./ Lindl.) na Slovensku. In: Lesnictví – Forestry, roč. 38, 1992, s. 759-769.
- KORMUŤÁK, A. 2004. Crossability relationships between some representatives of the Mediterranean, Northamerican and Asian firs (*Abies* sp.). Bratislava: VEDA. 2004, 92 s.
- KORMUŤÁK, A., VOOKOVÁ, B., SALAJ, T., ČAMEK, V., GALGÓCI, M., MAŇKA, P., BOLEČEK, P., KUNA, R., KOBLIHA, J. 2012. Crossability relationships between Noble, Manchurian and Caucasian firs. In: Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, roč. 54, 2012, s. 1-4.
- LIU T.S. 1971. A monograph of the genus *Abies*. National Taiwan University. 1971, 608 s.
- MÁLEK, J. 1972. K problematice pěstování a ústupu jedle. In: Lesnictví, roč. 18, 1972, s. 1159-1164.

- MERGEN, F., GREGOIRE, T.G. 1988. Growth of hybrid fir trees in Connecticut. In: *Silvae Genetica*, roč. 37, 1988, s. 118-124.
- MERGEN, F., BURLEY, J., SIMPSON, B.A. 1964. Artificial hybridization in *Abies*. In: *Zeuchter*, roč. 34, 1964, s. 242-251.
- ROHMEDER, M., SCHÖNBACH, H. 1959. Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg – Berlin: P. Parey. 1959, 207 s.

Tab. 1. Schéma aktuálneho rozmiestnenia jedlí na TVP Plavecký Peter: A.No sam. – *Abies nordmanniana* zo samoopelenia; A.No (Vo) – *A. nordmanniana* z voľného opelenia; N×Nu – *A. nordmanniana* × *A. numidica*; N×P – *A. nordmanniana* × *A. procera*; N×H – *A. nordmanniana* × *A. holophylla*; N×A – *A. nordmanniana* × *A. alba*; A×Nu – *A. alba* × *A. numidica*, POP – *A. pinsapo* z voľného opelenia; P×Nu – *A. pinsapo* × *A. numidica*; A×P – *A. alba* × *A. pinsapo*; A×A – *A. alba* z kontrolovaného opelenia. Normálnym písmom sú označené vypadnuté jedince, tučným aktuálny stav.

Priečne/pozdĺžne rady	1	2	3	4
1	A.No sam	A.No sam	A.No sam	A.No sam
2	A.No sam	A.No sam	A.No sam	A.No sam
3	A.No sam	A.No sam	A.No sam	A.No sam
4	A.No sam	A.No sam		
5	A.No (Vo)	A.No (Vo)	A.No (Vo)	A.No (Vo)
6	A.No (Vo)	A.No (Vo)	A.No (Vo)	A.No (Vo)
7	A.No (Vo)	A.No (Vo)	A.No (Vo)	A.No (Vo)
8	A.No (Vo)	A.No (Vo)	A.No (Vo)	A.No (Vo)
9	A.No (Vo)	A.No (Vo)	A.No (Vo)	
10	N×Nu	N×Nu	N×Nu	N×Nu
11	N×Nu	N×Nu	N×Nu	N×Nu
12	N×Nu	N×Nu	N×Nu	N×Nu
13	N×Nu	N×Nu	N×Nu	N×Nu
14	N×Nu	N×Nu	N×Nu	N×Nu
15	N×Nu	N×Nu	N×Nu	N×Nu
16	N×Nu	N×Nu	N×Nu	N×Nu
17	N×Nu			
18	N×P	N×P	N×P	N×P
19	N×P	N×P	N×P	N×P
20	N×P	N×P	N×P	N×P
21	N×P	N×P	N×P	N×P
22	N×P	N×P	N×P	N×P
23	N×P	N×P	N×P	N×P
24	N×P	N×P	N×P	N×P
25	N×P	N×P	N×P	N×P
26	N×P	N×P	N×P	N×P
27	N×P	N×P	N×P	N×P
28	N×P	N×P	N×P	N×P
29	N×P	N×P	N×P	N×P
30	N×P			
31	N×H	N×H	N×H	N×H
32	N×H	N×H	N×H	N×H
33	N×H	N×H	N×H	N×H
34	N×H	N×H	N×H	N×H
35	N×H	N×H	N×H	N×H

36	N×H	N×H	N×H	N×H
37	N×H	N×H	N×H	N×H
38	N×H	N×H	N×H	N×H
39	N×H	N×H	N×H	N×H
40	N×H	N×H	N×H	N×H
41	N×A	N×A	N×A	N×A
42	N×A	N×A	N×A	N×A
43	N×A	N×A	N×A	N×A
44	N×A	N×A	N×A	N×A
45	N×A	N×A	N×A	N×A
46	N×A	N×A	N×A	N×A
47	N×A	N×A	N×A	N×A
48	N×A	N×A	N×A	N×A
49	N×A	N×A	N×A	N×A
50	N×A	N×A	N×A	N×A
51	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
52	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
53	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
54	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
55	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
56	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
57	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
58	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
59	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
60	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
61	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
62	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
63	A×Nu	A×Nu	A×Nu	A×Nu
64	A×Nu			
65	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
66	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
67	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
68	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
69	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
70	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
71	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
72	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
73	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
74	(POP)	(POP)	(POP)	(POP)
75	(POP)	(POP)		
76	P×Nu	P×Nu	P×Nu	P×Nu
77	P×Nu	P×Nu	P×Nu	P×Nu
78	P×Nu	P×Nu	P×Nu	P×Nu
79	P×Nu	P×Nu	P×Nu	
80	A×P	A×P	A×P	A×P
81	A×P	A×P	A×P	A×P
82	A×P	A×P	A×P	A×P
83	A×P	A×P	A×P	A×P
84	A×P	A×P	A×P	A×P

85	A×P	A×P	A×P	A×P
86	A×P	A×P	A×P	A×P
87	A×P	A×P	A×P	A×P
88	A×P	A×P	A×P	A×P
89	A×A	A×A	A×A	A×A
90	A×A	A×A	A×A	A×A
91	A×A	A×A	A×A	A×A
92	A×A	A×A	A×A	A×A
93	A×A	A×A	A×A	A×A
94	A×A	A×A	A×A	A×A
95	A×A	A×A	A×A	A×A
96	A×A	A×A	A×A	A×A

Tab. 2. Počet a percentuálne vyhodnotenie preživších, odumretých, nenájdenných jedincov jedlí a odhad stupňa defoliácie pre celú kombináciu na TVP Plavecký Peter: A.No sam. – *Abies nordmanniana* zo samoopelenia; A.No (Vo) – *A. nordmanniana* z voľného opelenia; N×Nu – *A. nordmanniana* × *A. numidica*; N×P – *A. nordmanniana* × *A. procera*; N×H – *A. nordmanniana* × *A. holophylla*; N×A – *A. nordmanniana* × *A. alba*; A×Nu – *A. alba* × *A. numidica*, POP – *A. pinsapo* z voľného opelenia; P×Nu – *A. pinsapo* × *A. numidica*; A×P – *A. alba* × *A. pinsapo*; A×A – *A. alba* z kontrolovaného opelenia.

Kombinácia	živé		odumreté		nenájdenné		spolu	Stupeň defoliácie
	ks.	%	ks.	%	ks.	%		
A.No sam	11	78,57	0	0,00	3	21,43	14	0,82
A.No (Vo)	17	89,47	2	10,53	0	0,00	19	1,53
N×Nu	23	79,31	3	10,34	3	10,34	29	1,30
N×P	27	55,10	7	14,29	15	30,61	49	2,35
N×H	26	65,00	8	20,00	6	15,00	40	2,15
N×A	24	60,00	13	32,50	3	7,50	40	2,65
A×Nu	45	84,91	6	11,32	2	3,77	53	1,59
POP	32	76,19	5	11,90	5	11,90	42	1,13
P×Nu	15	100,00	0	0,00	0	0,00	15	0,40
A×P	29	80,56	4	11,11	3	8,33	36	1,03
A×A	17	54,84	5	16,13	9	29,03	31	1,27
Spolu	266	72,28	53	14,4	49	13,32	368	1,63

Adresa autorov

Ing. Peter Maňka, PhD. – Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, detašované pracovisko: Arborétum Mlyňany SAV, Vieska nad Žitavou 178, 951 52 Slepčany, e-mail: peter.manka@savba.sk;
 RNDr. Martin Galgóci, PhD. – Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied, Katedra botaniky a genetiky, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra;
 RNDr. Andrej Kormuťák, DrSc. – Ústav genetiky a biotechnológií rastlín, SAV, Akademická 2, 950 07 Nitra, nrgkorm@savba.sk.

BEAUVERIA BASSIANA (BALS.-CRIV.) VUILL. V INTERAKCII S POPULÁCIAMI LYKOŽRÚTA SMREKOVÉHO (*IPS TYPOGRAPHUS*L.) NA SLOVENSKU A V ZAHRANIČÍ

BEAUVERIA BASSIANA (BALS.-CRIV.) VUILL. INTERACTION WITH POPULATIONS OF SPRUCE BARK BEETLE (*IPS TYPOGRAPHUS*L.) IN SLOVAKIA AND ABROAD

Silvia Mudrončeková, Ivan Šalamon, Marek Barta

MUDRONČEKOVÁ, S. – ŠALAMON, I. – BARTA, M. 2014. *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. v interakcii s populáciami lykožrúta smrekového (*Ips typographus* L.) na Slovensku a v zahraničí. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 138-144. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: Bark beetles (*Curculionidae*, *Scolytinae*) belong to the important pests of conifers such as pines, spruces or firs. As natural inhabitants of coniferous forests, they are able to be invasive and destructive element after wind storm catastrophe or during the climate change, when plenty of broken or weaken trees are the great source of their feeding and reproduction. *Ips typographus*, the most destructive species of bark beetles, has invaded the High Tatras after wind storm in 2004 and has spread to relatively uninfluenced forest environment causing huge economic losses. The most common natural pathogens of spruce bark beetle are entomopathogenic fungi belonging to the order *Hypocreales*. *Beauveria bassiana* is the most important insect pathogens with a wide host range in agroecosystems or forest ecosystems of temperate climate zones. It is considered as a suitable candidate for the use in the biological strategies of pest control.

KEY WORDS: *Beauveria bassiana* • biological control • entomopathogenic fungi • spruce bark beetle

Denne sa stretávame s problematikou ekologického poľnohospodárstva. Skupiny živočíšnych škodcov sú významnou príčinou strát na úrode, či už kultúrnych plodín, alebo hospodárskych významných rastlín. Ochrana týchto porastov je neoddeliteľnou súčasťou našej existencie. Rastúce obavy o bezpečnosti a nežiaducich účinkoch syntetických pesticídov pre celú biocenózu a narastajúci problém rezistencie škodlivého hmyzu viedlo k záujmu hľadať nové cesty ochrany.

Jedným z najvýznamnejších prirodzených regulátorov populácií škodlivého hmyzu sú entomopatogénne huby. Už vyše storočia sa množstvo vedcov zaoberá ich biológiou a ekológiou. Pozornosť vedcov sa upriamuje hlavne na huby rodu *Beauveria*. Pôvodcom kalamity lesného hospodárstva a na špecifické podmienky ochranného pásma chránených krajinných oblastí je biologická forma regulácie škodcu *Ips typographus* priamo na mieste. Ekologickým spôsobom ochrany lesného biotopu je využitie entomopatogénnych húb. Tento spôsob ochrany je ideálny pre bezzásahové územia s piatym stupňom ochrany. Pre účel obmedzenia počtu populácií škodlivého hmyzu rozhoduje schopnosť entomopatogénnych húb infikovať, usmrtiť hostiteľa, a zotrvanie v prirodzenom prostredí bez narušenia biocenózy (MUDRONČEKOVÁ a kol. 2013).

Cieľom práce je zhodnotiť aktuálnu úroveň poznatkov z výskumu interakcie entomopatogénnych húb, s dôrazom na druh *Beauveria bassiana*, a lykožrúta smrekového.

***Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill.**

Entomopatogénna huba *Beauveria bassiana* je jedným z prvých spozorovaných a popísaných pôvodcov mykotických infekcií hmyzu. Už v 16. storočí bola sledovaná nákaza na priadke morušovej. Na území Francúzska ju označovali ako „muscardine“. Na začiatku tridsiatych rokov 19. storočia Agostino Bassi popísal pôvod tohto ochorenia na húsenici priadky morušovej. V roku 1835 Giuseppe Balsamo Crivelli determinoval a zaradil pôvodcu tohto ochorenia do rodu *Botritis* (*Botritis paradoxa*), neskôr zmenil označenie *Botritis bassiana* na počesť jeho objaviteľa. Nakoniec v roku 1912 Vuillemin

revidoval systematické zaradenie do rodu *Beauveria* a druhové označenie *bassiana*, ktoré sa rešpektuje dodnes (LANDA 2008). Z hľadiska taxonomického zaradenia je *B. bassiana* nepohlavná forma (anamorfa) a začlenená je do čeľade *Moniliaceae* (rad: Moniliales, trieda: Hyphomycetes, oddelenie: Deuteromycota). Jej pohlavná forma (teleomorfa) z rodu *Cordyceps* je začlenená do čeľade *Cordycipitaceae* (rad: *Hypocreales*, trieda: *Sordariomycetes*, oddelenie: *Ascomycota*).

B. bassiana je najznámejší a najčastejšie izolovaný kozmopolitný druh spomedzi entomopatogénnych húb. Považuje sa za najdôležitejšieho patogéna hmyzu, ktorý infikuje široké spektrum hostiteľov zo skupiny článkonožcov. Jej prirodzeným prostredím je pôda, kde prebieha životný cyklus, žije tu saprofyticko na organickom substráte alebo parazituje na pôdnom hmyze.

Nedávne dôkazy naznačujú, že *B. bassiana* žije symbiotickým spôsobom s rastlinami (SAIKKONEN a kol. 1998). Chráni pletivá rastlín pred herbivorným hmyzom (ELLIOT a kol. 2000). Okrem prirodzeného výskytu v pletivách listov kukurice sa vyskytuje v kakau, maku, káve, paradajkách, žihľave, tráve, hlohu (MEYLING 2007, 2006) aj v pletivách borovice (koreň, kambium, ihličie) (REAY a kol. 2010). Najväčší podiel na pasívnom rozširovaním infekčných konidií má počasie, hlavne vietor a zrážky (HAJEK 1997).

Z morfológického hľadiska je *B. bassiana* vláknitá huba vytvárajúca biele vzdušné konídie na mycéliu. Konídie sú nepohlavné spóry globoidného až subgloboidného tvaru veľkosti 2-3,5 µm × 2-2,5 µm vytvárané terminálne na konidionosičoch (HOLDER 2005, KIRK a kol. 2001). Má haploidný genóm veľký 34-44 MB, tvorí ho 7-8 chromozómov a je geneticky variabilná v dôsledku mutácií a rekombinácií (MEDO 2009).

K infekcii hostiteľa dochádza konídiami. Prvým krokom nákazy je pripevnenie spóry na povrchu hostiteľa. Iniciácia infekcie je najčastejšie cez kutikulu, prípadne cez tráviaci trakt, tracheu alebo poranenia. Po upevnení konidií vytvárajú tzv. kľúčne vlákno, ktoré preniká do tela hostiteľa. Rastúce vlákno produkuje niekoľko exocelulárnych enzýmov vrátane proteinázy, lipázy a chitinázy, pôsobením ktorých penetruje kutikulu, aby sa dostalo do hostiteľa. Mikroprostredie na povrchu pokožky je tiež veľmi dôležitým faktorom pre iniciáciu infekcie (TALAEI-HASSANLOUI a kol. 2006, LEFEBVRE 1934, MADELIN 1963, LANDA 2008, KUČERA 1968). Akonáhle huba prenikne do hostiteľa začína produkovať sekundárny metabolit beauvericin (LANDA 2008) a ďalej nastáva rýchla multiplikácia huby a jej rast v celom tele. Smrť je spôsobená deštrukciou tkanív, vyčerpaním živín a produkovanými toxínmi (ST LEGER a kol. 1991).

Lykožrút smrekový (*Ips typographus* L.)

Asi šesťtisíc druhov podkôrníkov žijúcich vo svete je rozdelených do 220 rodov, pričom u nás žije približne 100 druhov. Prirodzeným prostredím týchto druhov škodcov sú lesné spoločenstvá od nížin až po hornú hranicu lesa (MUDRONČEKOVÁ a kol. 2013). V lesnom ekosystéme je podkôrny hmyz prirodzenou súčasťou a plní svoju funkciu pri obnove lesa likvidovaním oslabených a chorých stromov. Najvýznamnejším druhom v našich podmienkach je lykožrút smrekový *Ips typographus* (*Curculionidae*, *Coleoptera*).

Podkôrny hmyz spôsobuje problémy v lesoch, ktoré majú zlý zdravotný stav spôsobený abiotickými, biotickými faktormi vrátane antropogénnej činnosti. Premnoženie podkôrneho hmyzu býva vyvolané hlavne nespracovaným kalamitným drevom ovplyvneným hore uvedenými faktormi. Lykožrút je známy svojou vysokou natalitou a toto kalamitné drevo je vhodným útočiskom pre založenie nových generácií. Pri premnožení, keď ubúda vhodného materiálu pre zakladanie ďalších generácií, je nútený atakovať aj zdravé stromy (MUDRONČEKOVÁ 2012). V ostatných desaťročiach sa rozsah kalamít podkôrneho hmyzu zväčšuje, rýchlosť nástupu sa skracuje a kalamity trvajú dlhšie (BENTZ a kol. 2010).

I. typographus je hnedo-čierneho sfarbenia, oválneho tvaru, dorastá do dĺžky 4,2 – 5,5 mm. Jeho krovky sú zakončené zrúdom s priehlbinkou, nachádzajú sa na nich ryhy v tvare bodiek. Priestor medzi nimi, na chrbtovej časti je hladký a bez bodiek. Na okraji kroviek sú 4 páry zubov, z ktorých najväčší je tretí z hora. Tykadlá sú žltej farby s ohnutými švami. Larvy sú biele s hnedou hlavou. Sú beznohé a mierne ohnuté. Kukla je tiež bielej farby a na spodnom konci má 2 trne. V našich podmienkach má lykožrút smrekový najčastejšie dve generácie do roka. Jarné rojenie v

stredných polohách začína na prelome apríla a mája (18. týždeň v roku) a v horských oblastiach o mesiac neskôr, kedy priemerná teplota vzduchu dosahuje 16°C. Obdobie od polovice júna do konca augusta je charakteristické pre letné rojenie. Obdobie charakterizované kladením vajíčok je nazývané sesterské rojenie. To prebieha 2 – 3 týždne po príslušnom rojení. Ako prvé nalietajú na stromy samičky. Po 2-4 dňoch, keď vyhlodajú snubnú komôrku, prilietajú samičky, lákané agregacným feromónom vylučovaným samčekom, obsahujúcim ako základné látky 2-methyl-3-buten-2-ol, S-cis-verbenol a ipsdienol. Na jedného samčeka pripadnú spravidla 1-3 samičky. Po spárení hľadá každá samička svoju materskú chodbu (6 - 12 cm dlhú) a do zárezov po bokoch chodby kladie jednotlivé vajíčka. Behom svojho života samička nakladie 20-100 vajíčok, v priemere 60 vajíčok. Hľadanie materskej chodby a kladenie vajíčok trvá obyčajne 7-10 dní. Z vajíčok sa po 6-18 dňoch liahnu larvy, ktorých vývoj môže trvať v optimálnych podmienkach 7 dní, v podmienkach nepriaznivých až 50 dní. Obdobie kukly trvá obyčajne 1-2 týždne. Vyliahnuté chrobáky sú spočiatku biele, postupne žltnú a ďalej tmavnú a pohlavne dozrievajú (MUDRONČEKOVÁ 2012).

***Beauveria bassiana* a jej výskum na Slovensku a v zahraničí**

Výskytom entomopatogénnych húb v pôdnom prostredí sa na území Slovenska zaoberal vo svojej práci MEDO (2009). Odobral celkovo 901 vzoriek pôdy z lesného, lúčneho, poľného biotopu a remízok. Na izoláciu týchto húb použil metódu izolácie pomocou citlivého hmyzu – a to vijačku voštinovú, *Galleria mellonella* (L.). Zistil, že najfrekvencovanejšie druhy entomopatogénnych húb sú *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin, *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fr. a *Isaria fumosorosea* Wize. Závery jeho práce poukazujú, že *B. bassiana* preferuje lesný biotop, ale vyskytoval sa aj v ostatných biotopoch. Zistil závislosť výskytu s jednotlivými faktormi prostredia. So stúpajúcou nadmorskou výškou a klesajúcou hodnotou pH pôdy sa zvyšuje výskyt *B. bassiana* a *I. farinosa*, pričom výskyt *M. anisopliae* má opačný charakter. BARTA (2010) sa venoval výskytom entomopatogénnych húb z radu *Hypocreales* v pôdnych vzorkách rôznych lesných biotopov Slovenska. Odobral 258 vzoriek pôdy na 86 lokalitách. Najvyšší podiel pozitívnych vzoriek (94,44%) bol v lesných porastoch s prevahou hrabu obyčajného, pričom najnižší podiel bol zistený v porastoch smreka obyčajného (66,67%). Identifikoval 3 druhy entomopatogénnych húb – *B. bassiana* (71,52%), *M. anisopliae* (25,95%) a *I. fumosorosea* (19,17%). Skúmal aj ďalšie ukazovatele výskytu týchto húb. Vplyv zloženia lesného spoločenstva, vplyv pôdnej reakcie a nadmorskej výšky. V listnatých lesoch bola najčastejšie prítomná huba *B. bassiana* (77,38%), v lesoch s prevahou hrabu to bolo (94,44%) a v smrečinách (52,38%). V porastoch borovice lesnej bol najvyšší výskyt druhu *M. anisopliae* (37,50%) a v dubových lesoch dominovala huba *I. fumosorosea* (45,83%). Jeho testy preukázali významný vplyv pH na výskyt entomopatogénov. Najvyšší podiel pozitívnych vzoriek bol v intervale pH 7-7,99. Posledným ukazovateľom bola nadmorská výška. Najčastejší výskyt entomopatogénov a konkrétne *B. bassiana* a *M. anisopliae* bol v intervale 300-499 m n. m.

Genetickou diverzitou entomopatogénnej huby *B. bassiana* na Slovensku sa venoval MICHALCO (2009). Analýza genetickej variability tejto huby na 48 rôznych lokalitách Slovenska umožnila detegovať až 45 rôznych haplotypov. Jeho závery poukazujú na značnú genetickú variabilitu tohto druhu na Slovensku. Relatívne veľká genetická vzdialenosť medzi jednotlivými vetvami dendrogramu poukazuje na prítomnosť kryptických druhov, preto je vhodné pre presnejšiu klasifikáciu využiť molekulárno-genetické metódy.

Entomopatogény sú často študované v kontexte s ich využitím v systéme biologickej ochrany pestovaných kultúr. Napriek tomu sú títo prirodzení nepriatelia vynikajúcim predmetom štúdií aj pre ekologické interakcie. MEYLING a HAJEK (2010) vo svojej práci prezentujú vybrané zásady z ekológie spoločenstiev. Diskutujú o entomopatogénoch a ich interakciách v prírode, konkurencii, vnútrospoločenskej predácii, metapopulačnej ekológii a priamom a nepriamom vplyve na ich hostiteľov.

BAVERSTOCK a kol. (2010) popisujú dva procesy, ktoré majú významný vplyv na interakciu medzi hmyzom a entomopatogénnymi hubami. Prvý popisuje schopnosť cieľového hmyzu odhaliť a vyhnúť sa patogénnym hubám a druhý je zameraný na prenos medzi patogénnymi hubami a hostiteľom.

Súhrn poznatkov o abiotických a biotických faktoroch ovplyvňujúcich exploatáciu entomopatogénnych húb popísal JARONSKI (2010). Poukázal na veľké množstvo mykoinsekticídov vo svete, ktorých aplikácia je neúčinná a neekonomická. Aj napriek znalostiam o vplyve rôznych faktorov sa nekladie dôraz pri ich využití. Vo svojej práci podrobne popisuje jednotlivé abiotické (teplo, vlhkosť, UV žiarenie) a biotické faktory a ako vplyvajú na laboratórne testy, prípadne v čom spočíva neúspešný boj proti škodcom.

***Ips typographus* a jeho výskum na Slovensku a v zahraničí**

Smrek obyčajný (*Picea abies* L.) je dôležitou hospodárskou drevinou v Európskom regióne. Pestuje a vysádza sa v monokultúrach aj v oblastiach, kde by sa prirodzene nevyskytoval. Za vhodných podmienok sa dožíva aj 300 – 400 rokov. Vplyvom abiotických – biotických faktorov jeho odolnosť a životaschopnosť klesá a tu do hlavnej role nastupuje premnoženie podkôrneho hmyzu.

Premnoženie lykožrúta smrekového je často primárne vyvolané vetrovými alebo snehovými kalamitami. Súčasný poznatky zo severnej Európy ukazujú, že 5-10 m³/ha čerstvo spadnutých stromov udržuje populácie lykožrúta v smrekovom lese v latentnom stave ale pri ďalšom zvyšovaní objemu dreva sa jeho početnosť zvyšuje a prerastá do premnoženia (ZACH a kol. 2008). ZACH a kol. (2008) ďalej uvádza, že sa kalamity vyskytujú v takmer všetkých európskych krajinách, kde sa vyskytuje smrek obyčajný. Kalamity sú časté v Škandinávii, Anglicku, Francúzsku, Švajčiarsku, Nemecku, Českej republike, Slovenskej republike. Premnoženia lykožrúta smrekového vyúsťujú do kalamít veľkoplošného rozsahu.

Lykožrút smrekový je súčasťou každého lesného ekosystému. Kolonizuje mŕtve stromy a tak iniciuje rozklad drevnej hmoty. Je schopný sa za krátky čas a za vhodných poveternostných podmienok rýchlo rozmnožiť do extrémnej populačnej hustoty. V prípade, že kalamitné drevo je príliš suché, premnožené populácie lykožrútov sú nútené napádať aj zdravé stromy (WERMELINGER 2004). V tomto prípade sa lykožrút stáva vážnym epidemiologickým ohrozením lesov ako to je v súčasnosti v prípade Vysokých Tatier.

Oblasť Vysokých Tatier je dlhodobo zaťažovaná kalamitným premnožením podkôrníkovitými druhmi hmyzu. V roku 2011 dosiahla kalamita rekordné rozmery (7000 ha) v histórii lesov Tatier a približuje sa veľkosti vetrovej kalamity (12 000 ha) z roku 2004. Opakujúce sa premnoženie má degradačné dopady na pôvodný prírodný aj prirodzený les a rovnako aj na čiastočne zmenený prevažne smrekový les. Sumarizácia škôd spôsobených v dôsledku premnoženia podkôrníkovitých je sledovaná od roku 2005. Jednoznačný trend škôd v podobe predčasného úhynu stromov pokračuje aj v roku 2011. Plocha tvorená mŕtvym lesom v piatom stupni ochrany a plocha po asanačnej ťažbe v nižších stupňoch ochrany sa pomaly približuje ploche postihnutej vetrom. Premnoženie podkôrníkov postihuje celú oblasť Vysokých Tatier aj v časti, kde vetrová kalamita nemala plošný charakter ale len miestny. Dominantným zástupcom a trvalo najrozšírenejším podkôrníkovitým druhom je lykožrút smrekový (FERENČÍK 2012).

Hospodársky významné druhy lykožrútov sú ako škodcovia lesných drevín už dlhodobo predmetom intenzívneho výskumu. Významným prvkom v tomto výskume bola snaha detailne poznať aj sexuálnu štruktúru populácií a morfológické znaky obidvoch pohlaví lykožrúta smrekového pre potreby účinnej regulácie jeho populácií (FERENČÍK a kol. 2012). Úspešný „boj“ so škodcom si vyžaduje podrobné informácie o cieľovej populácii. ČÍČKOVÁ a kol. (2012) sa vo svojej štúdii zamerali na využiteľnosť geometrickej morfometrie na odlišenie populácií lykožrúta smrekového v Západných Karpatoch. Analyzovali 502 krídel a 654 kroviek. Zistili, že geometrická morfometria je vhodná na odlišovanie populácií lykožrúta smrekového. Zistili významné rozdiely v tvare krídel a kroviek v závislosti od pohlavia, generácie a lokality. S touto metódou sa im podarilo nájsť rozdiely v populáciách lykožrúta vzdialeného od seba iba 50-100 km.

***B. bassiana* v interakcii s lykožrútom smrekovým z pohľadu vedy na Slovensku a v zahraničí**

Snaha eliminovať škody spôsobené lykožrútm vyúsťila do hľadania ekologických metód účinného boja proti tomuto škodcovi (WERMELINGER 2004). Jedným z najvýznamnejších bioregulátorom lykožrúta smrekového sú entomopatogénne huby rodu *Beauveria*. *B. bassiana* je prirodzenou

súčasťou populácií lykožrúta smrekového. BARTA a kol. (2012) získal 316 *in vitro* izolátov húb z rodu *Beauveria* z infikovaných dospelých lykožrútov nazbieraných na 81 lokalitách Slovenska. Bola preukázaná virulencia týchto izolátov voči lykožrútom v laboratórnych testoch, pričom účinnosť jednotlivých izolátov významne varíovala.

KAUTMANOVÁ a kol. (2013) sledovala entomopatogénne huby rodu *Beauveria* v populáciách lykožrútov napadajúcich smreky na Slovensku. Infikované imága *Ips typographus* odoberali zo skládok dreva, stojacích stromov iz laboratórneho chovu. Z týchto vzoriek vyizolovali tri druhy entomopatogénnych húb z rodu *Beauveria* (*B. bassiana*, *B. pseudobassiana* S.A. Rehner & R.A. Humber a *B. caledonica* Bissett & Widden), ďalej *Isaria farinosa* a *Lecanicillium lecanii* R. Zare & W. Gams.

Testovaniu vplyvu huby *B. bassiana* na *Ips typographus* sa venovali JAKUŠ a BLAŽENEC (2011) v lesoch Spišskej Magury, kde na vybrané zrezané stromy napadnuté lykožrútom naniesli vodný roztok konidií huby *B. bassiana*. Koncentrácia spórovej suspenzie bola 1×10^7 konidií/ml a nanášali ju rozprašovačom priamo na kôru stromu. Obdobie výskumu bolo realizované od júla – októbra 2007. Tento spôsob aplikácie dokázal infikovať iba 28,75% lykožrútov. Autori sa domnievajú, že predpokladaná úspešnosť entomopatogénnej huby nedosiahla očakávané výsledky vplyvom nepriaznivých podmienok (teplota, relatívna vlhkosť vzduchu).

KREUTZ a kol. (2004) sa venovali testovaniu účinnosti entomopatogénnej huby *B. bassiana* proti *Ips typographus* v laboratórnych podmienkach. Testovali účinnosť rôznych koncentrácií spór (1×10^6 konidií/ml, 1×10^7 konidií/ml, 1×10^8 konidií/ml) pri rôznej relatívnej vlhkosti (40, 70, 100%). Použili štyri kmene *B. bassiana* a jeden komerčný prípravok Boverol® (Fytovita, Ostrožska Lhota, Česká republika). Lykožrúty infikovali ponorením na 3 sekundy do spórovej suspenzie a mortalitu sledovali po dobu 7 dní. Výsledky ukázali 99-100% úmrtnosť a 99% infekčnosť pri komerčnom prípravku Boverol a pri jednom izoláte lykožrúty žili o podstatne dlhšie (priemerne 6,3 dňa pri 73% mortalite, infekčnosť bola 71%). Ostatné kmene *B. bassiana* dosiahli taktiež 99-100% mortalitu a infekčnosť vzrástla na 93-97%. Pokusy infekčnosti entomopatogénnych húb pri rôznej relatívnej vlhkosti ukázali, že čím vyššia je vlhkosť vzduchu tým je vyššia mortalita lykožrútov. Pri relatívnej vlhkosti (70 a 100%) mortalita vzrástla na 100% kým pri 40% vlhkosti klesla o 2%. Infekčnosť pri 70% vzrástla na 97%, 100% vlhkosť na 96% a 40% vlhkosť vzrástla len na 86%. Aj napriek minimálnym rozdielom v infekčnosti pri vlhkosti 70 a 100%, je vlhkosť dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje rast fruktifikačných štruktúr (konídionosičov a konidií).

VAKULA a kol. (2010) testovali prípravok Boverol (s účinnou zložkou *B. bassiana*) kombinovaný s feromónovými lapačmi troch konštrukčných typov (EcoTrap, Multiwit, IT Ecolure Extra). Feromónové lapače boli upravené tak, že lykožrúty po nálete do lapača boli infikované spórmi entomopatogénnej huby a následne im bol umožnený návrat do prírody. Takto infikované lykožrúty mali šíriť infekciu ďalej v populácii. Na zistenie, či sa chytené lykožrúty infikovali, boli imága odchytené a následne boli chované v laboratóriu. Ich mortalita sa pohybovala od 48,3% do 67,5 %.

V laboratórnych podmienkach účinnosť huby *Beauveria bassiana* dosahuje 88-100% mortalitu lykožrútov ako uvádzajú rôzni autori vo svojich štúdiách (VAUPEL a ZIMMERNANN 1996, KREUTZ a kol. 2004, KUNCA a kol. 2009).

ZÁVER

Z týchto výsledkov rôznych autorov je možné konštatovať, že *B. bassiana* a *Ips typographus* sa vyznačujú vysokou životaschopnosťou a adaptabilitou v prirodzenom prostredí, ale závislé sú od rôznych faktorov prostredia. V biológii oboch sledovaných organizmov sú stále nezodpovedné otázky, na ktoré je nutné nájsť odpovede. Účinná biologická ochrana si vyžaduje znalosť ekológie, etológie a morfológie nie len cieľového hmyzu ale aj entomopatogénov.

POĎAKOVANIE

Práca vznikla vďaka finančnej podpore projektu "Akcelerácia rozvoja ľudských zdrojov vo vede a výskume, inovácia a zlepšenie kvality vzdelávacieho procesu" (ITMS 26110230069) spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

LITERATÚRA

- BARTA, M. 2010. Výskyt entomopatogénnych húb z radu Hypocreales v pôdnych vzorkách rôznych lesných biotopov Slovenska. In: VIII. Zjazd a 14. valné zhromaždenie slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV. Zborník prednášok, 16.06.2010 Nitra. s. 37-40, ISBN: 978-80-89408-10-8
- BARTA, M., FERENČÍK, J., KAUTMANOVÁ, I., KOZÁNEK, M. 2012. *Beauveria* spp. infecting *Ips typographus*, in vitro isolation and virulence bioassay – preliminary results. In: 5 th Windstorm Research, Proceedings from the Scientific International Seminar, Tatranská Lomnica 23-24.11.2012, p. 3-4 ISBN: 978-80-970332-1-7
- BAVERSTOCK, J., ROY, H.E., PELL, J.K. 2010. Entomopathogenic fungi and insect behaviour: from unsuspecting hosts to targeted vectors. In: *BioControl* (2010) Vol. 55: p. 89-102, ISBN: 978-90-481-3965-1
- BENTZ, A., BARBARA J. a kol. 2010. Climate change and bark beetles of the western United States and Canada: Direct and indirect effects. In: *BioScience* 60: p. 602–613. electronic ISSN 1525-3244
- ČIČKOVÁ, H., KOZÁNEK, M. 2012. Utilization of geometric morphometrics for discrimination of European spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) populations in Western Carpathians. In: 5 th Windstorm Research, Proceedings from the Scientific International Seminar, Tatranská Lomnica 23-24.11.2012, p. 12-13 ISBN: 978-80-970332-1-7
- ELLIOT, S.L., SABELIS, M.W., JANSSEN, A. a kol. 2000. Can plants use entomopathogens as bodyguards? In: *Ecol. Lett.* 3, 228-235 s.
- FERENČÍK, J. 2012. Dynamika šírenia podkôrníkovitých a vybraných druhov hmyzu v Tatrách. [online] http://www.scientica.sk/documents//feren%C4%8D%C3%ADk-dynamika_%C5%A1%C3%ADrenia_podk%C3%B4rnikovit%C3%BDch_a_vybran%C3%BDch_druhov_hmyzu_v_tatr%C3%A1ch.pdf
- HÁJEK, A.E. 1997. Ecology of terrestrial fungal entomopathogens. In: *Advances in Microbial Ecology*. Vol. 15, 193-249 s.
- HOLDER, D.J. 2005. Adhesion properties and cell surface characteristics of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*: a link between morphology and virulence. A dissertation presented to graduate school of the university of Florida. 2005. 2-105 s.
- JAKUŠ, R., BLAŽENEC, M. 2011. Treatment of bark beetle attacked trees with entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. In: *Folia Forestalia Polonica, series A* 2011; 53 (2): 150–155
- JARONSKI, S.T. 2010. Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. In: *BioControl* (2010) Vol. 55: p. 159-185, ISBN: 978-90-481-3965-1
- KAUTMANOVÁ, I., BARTA, M., KRASCENICZOVÁ, E., KOZÁNEK, M. 2013. Entomopatogénne huby rodu *Beauveria* v populáciách lykožrútov napadajúcich smrek na Slovensku. In: Zborník abstraktov z konferencie „3. Česko-slovenská vedecká mykologická konferencia“ 29-31.8.2013, Olomouc, p. 18
- KIRK, P. M, CANNON, P. F., DAVID, J. C. 2001. Dictionary of the fungi. In: Wallingford, UK: CAB International, 2001.
- KREUTZ, J., VAUPEL, O., ZIMMERMANN, G. 2004. Efficacy of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. against the spruce bark beetle, *Ips typographus* L., in the laboratory under various conditions. In: *JEN Berlin*. 2004; 128(6): 384–389
- KUČERA, M., SAMSINAKOVA, A. 1968. Toxins of the entomophagous fungus, *Beauveria bassiana*. In: *Journal of invertebrate pathology* 12, 213-220 s.
- KUNCA, A., VAKULA, J., GALKO, J., GUBKA, A. 2009. Výskum využitia entomopatogénnej huby *Beauveria bassiana* pri ochrane smrečín pred podkôrnými druhmi hmyzu. In: Zborník referátov z medzinárodnej konferencie konanej 8. – 19. 11. 2009 v Nitre "Tretie rastlinolekárske dni Slovenskej rastlinolekárskej spoločnosti" (eds.: K. Hudec, T. Roháčik). Nitra: Slovenská rastlinolekárska spoločnosť, ISBN 978-80-970236-5-2; 95– 99
- LANDA, Z. 2008. Regulace četnosti populací lykožrouta smrkového *Ips typographus* pomocí entomopatogenní houby *Beauveria bassiana*. Metodický postup. Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budejovicích. 2008, 31 s.
- LEFEBVRE, C. L. 1934. Penetration and development of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. In: tissues of corn borner. 48, 441 – 452 s.
- MADÉLIN, M. F. 1963. Diseases caused by hyphomycetous fungi. In: *Insect Pathology- An Advanced Treatise*. Vol. 2, 233-271 s.

- MEDO, J., 2009. Druhové spektrum entomopatogénnych húb z radu *Hypocreales* izolovaných z pôdnych vzoriek pochádzajúcich z rôznych lokalít Slovenska a genetická štruktúra populácií *Beauveria bassiana*. Dizertačná práca. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov.
- MEYLING, N.V., EILENBERG, J. 2007. Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control. In: Biological control 43, 145-155 s.
- MEYLING, N.V., EILENBERG, J. 2006. Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem. In: Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol. 113, 336-341 s.
- MEYLING, N.V., EILENBERG, J. 2006. Isolation and characterisation of *Beauveria bassiana* isolates from phylloplanes of hedgerow vegetation. In: Mycological Research. Vol. 110, 188-195 s.
- MEYLING, N.V., HAJEK, A.E. 2010. Principles from community and metapopulation ecology: application to fungal entomopathogens. In: BioControl (2010) Vol. 55: p. 39-54, ISBN: 978-90-481-3965-1
- MICHALKO, J., 2009. Genetická diverzita entomopatogénnej huby *Beauveria bassiana* na Slovensku zistená metódou ISSR. Diplomová práca. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov. Katedra ochrany rastlín. 2009. s. 76
- MUDRONČEKOVÁ, S. 2012. Možnosti využitia entomopatogénnych húb v biologickej kontrole hmyzu. Rigorózna práca. Prešovská univerzita v Prešove. Fakulta humanitných a prírodných vied; Katedra ekológie. 2012; s. 73
- MUDRONČEKOVÁ, S., MAZÁŇ, M., NEMČOVIČ, M., ŠALAMON, I. 2013. Entomopathogenic fungus species *Beauveria bassiana* (BALS.) and *Metarhizium anisopliae* (METSCH.) used as mycoinsecticide effective in biological control of *Ips typographus* (L.). In: Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 2 (6), s. 2469 – 2472. ISSN 1338-5178
- REAY, S.D., BROWNBRIDGE, M., GICQUEL, B., a kol. 2010. Isolation and characterization of endophytic *Beauveria* spp. (Ascomycota: Hypocreales) from *Pinus radiata* in New Zealand forests. In: Biological Control. 54, 52-60 s.
- SAIKKONEN, K. a kol. 1998. Fungal endophytes: a continuum of interactions with host plants. In: Ann. Rev. Ecol.Syst. 29, 319-343 s.
- ST LEGER, R. J., ROBERTS, D. W. a kol. 1991. A model to explain differentiation of appressoria by germlings of *Metarhizium anisopliae*. In: J. Invertebr. Pathol, vol. 57, 1991, p. 299-310.
- TALAEI-HASSANLOUI, R., a kol. 2006. Germination polarity of *Beauveria bassiana* conidia and its possible correlation with virulence. In: Journal of Invertebrate Pathology 94 (2007). 102-107 s.
- VAUPEL, O., ZIMMERMANN, G. 1996. Orientierende Versuche zur Kombination von Pheromonfallen mit dem insektenpathogenen Pilz *B. bassiana* (Bals.) Vuill. gegen die Borkenkäferart *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). Anzeiger Schädlingskunde 1996; (69): 175– 179
- WERMELINGER, B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. In: Forest Ecology and Management 202 (2004), 67 – 82 s.
- ZACH, P., KRŠIAK, B., KULFAN, J. 2008. Wind disturbance in Norway spruce forests and *Ips typographus* outbreaks. [online]. Zvolen: Ústav ekológie lesa SAV, 2008. (E-ekológia lesa, odborné ekologické publikácie; 2). <http://www.savzv.sk>. ISSN 1337-7655. ISBN 978-80-969525-6-4.

Adresa autorov

RNDr. Silvia Mudrončeková – Prešovská Univerzita, Fakulta humanitných a prírodných vied, Katedra ekológie, Ul. 17. novembra č. 1, 080 01 Prešov, e-mail: mudroncekova.silvia@gmail.com, tel.: 0904 224 942;

Doc. RNDr. Ivan Šalamon, CSc. – Prešovská Univerzita, Fakulta humanitných a prírodných vied, Katedra ekológie, Ul. 17. novembra č. 1, 080 01 Prešov, e-mail: salamoi@unipo.sk;

Ing. Marek Barta, PhD. – Arborétum Mlyňany SAV pobočka Ústavu ekológie lesa SAV, Vieska nad Žitavou 178, 951 52 Slepčany, e-mail: marek.barta@savba.sk

CHOROBY RODODENDRONOV SPÔSOBENÉ HUBOVÝMI PATOGÉNMI**RHODODENDRON DISEASES CAUSED BY FUNGAL PATHOGENS****Martin Pastirčák, Miroslava Majeská, Peter Ferus, Jozef Gubiš**

PASTIRČÁK, M. – MAJESKÁ, M. – FERUS, P. – GUBIŠ, J. 2014. Choroby rododendronov spôsobené hubovými patogénmi. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 145-149. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: Rhododendrons (*Rhododendron*) are shrubs whose attractiveness is determined by their multicoloured flowers and evergreen leaves. During the year 2014 rhododendron shrubs were monitored as a part of complex mycoflora in association with health state study of shrubs growing in the Mlyňany Arboretum of the Slovak Academy of Sciences. The material for analysis consisted of leaves and buds of 5 rhododendron genotypes. Seven genera of microscopic fungi: *Cercospora*, *Coleophoma*, *Guignardia*, *Mycosphaerella*, *Pestalotiopsis*, *Phomopsis* and *Seifertia* were found and identified from samples collected during spring period. Fungi of genera *Coleophoma* and *Mycosphaerella* were identified from all examined samples of rhododendron leaves with high frequency.

KEY WORDS: Rhododendron • biodiversity • fungal diseases • leaf spot • *Coleophoma* • *Mycosphaerella*

ÚVOD

Vždyzelené rododendrony vďaka svojej atraktivite pre pestovanie nielen svojim kvetom s charakteristickou farbou a vôňou, ale aj tvarovou jedinečnosťou a usporiadaním svojich listov (Cox 2005). Listové nekrózy a odumierajúce výhonky evidentne znižujú estetickú hodnotu pestovaných jedincov a predstavujú jeden z hlavných faktorov ovplyvňujúcich ich zdravotný stav. K najčastejším pôvodcom týchto symptómov na výhonkoch rododendronov patria mikroskopické parazitické huby. Hubové ochorenia sú obvyčajne spôsobované hubami, ktoré sa nachádzajú v našom prostredí, vrátane pôdy a rastlín. Symptómy hubovej infekcie závisia od rodu mikroskopickej huby a umiestnenia na infikovanom hostiteľovi. Avšak niektoré ochorenia spôsobované hubami môžu vyvolať vážne poškodenia až úplne odumretie infikovanej rastliny. V prirodzených podmienkach Slovenska sú rododendrony atakované širokým spektrom parazitických húb vrátane múčnatky *Erysiphe azaleae* (U. Braun) U. Braun & S. Takam. (BACIGÁLOVÁ a MARKOVÁ 2006) a húb rodu *Phomopsis* (ADAMČIKOVÁ a kol. 2008).

Cieľom tohto príspevku je sumárne charakterizovať spektrum parazitických húb identifikovaných na symptomatických listoch a výhonkoch rododendronov na území Arboréte Mlyňany SAV. Príspevok prináša úvodné výsledky štúdie výskytu druhového spektra mikroskopických húb na listoch a púčikoch vybraných genotypov rododendronov.

MATERIÁL A METÓDY

Na štúdium mikroskopických húb nekultivačnými metódami sme použili rastlinný materiál (listy, púčiky) z vybraných genotypov rododendronov (*Rhododendron catawbiense*, *R. decorum*, *R. fortunei*, *R. × hybridum* 'Cunningham's White', *R. × hybridum*) rastúcich v Arboréte Mlyňany SAV. Mikroskopické huby sme determinovali priamo na listoch a púčikoch týchto genotypov pomocou štandardnej svetelnej mikroskopie (OLYMPUS BX51, OLYMPUS SZ61) na základe makroskopických a mikroskopických charakteristík. Huby, ktorých fruktifikačné orgány boli už vytvorené na listoch a púčikoch boli identifikované na základe ich morfológie a biometriky s použitím manuálov pre identifikáciu mikroskopických húb – rod *Pestalotiopsis* (GUBA 1961), *Mycosphaerella* (TOMILIN 1979, SIVANESAN 1984), rod *Coleophoma*, *Phomopsis* (SUTTON 1980) a rody *Cercospora*, *Guignardia*, *Seifertia*

(MARIS MCARTHUR 1959, DAVIS 1946, GLAWE a HUMMEL 2006). Identifikované rody mikroskopických húb boli uložené do fytopatologického herbára NPPC-VÚRV pre účely ďalšieho mykologického výskumu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Existuje niekoľko ochorení spôsobovaných hubami, ktoré sa veľmi často vyskytujú na rododendronoch rastúcich voľne v krajine, v blízkosti mestských sídiel alebo v záhradníckych škôlkach. Infekcia hostiteľských druhov parazitickými hubami veľmi často vedie k tvorbe charakteristických symptómov, ktoré najčastejšie pozorujeme na vegetatívnych orgánoch hostiteľa v období, ktoré najlepšie vyhovuje atakujúcemu organizmu. Listové škvrnitosti sú charakterizované tvorbou rôzne veľkých, tvarovo odlišných škvŕn s pestrou škálou zafarbenia. Patrili k najčastejším symptómom prítomnosti parazitických húb na listoch rododendronov. Mikroskopickou analýzou na takýchto symptomatických listoch môžeme pozorovať širokú škálu morfológických štruktúr reprodukčných útvarov typických pre jednotlivé skupiny mikroskopických parazitických húb: 1. na infikovanej ploche listu sa tvoria drobné guľovité útvary, vo vnútri ktorých sa nachádzajú spóry charakteristické pre jednotlivé rody mikroskopických húb; 2. na povrchu listu v mieste tvorby škvŕn sa tvoria konidionosiče s konídiami, ktorých tvar a veľkosť je charakteristickým diagnostickým znakom pre určenie druhu.

V environmentálnych podmienkach Arboréte Mlyňany SAV sú listy a púčiky rododendronov najčastejšie atakované mikroskopickými vláknitými hubami (celomycéty, askomycéty, hyfomycéty), ktoré spôsobovali listové škvrnitosti a hnilobu púčikov a mladých výhonkov.

Listové škvrnitosti spôsobené mikroskopickými hubami (Fungal leaf spot)

Niekoľko rodov parazitických húb sme identifikovali zo symptomatických listov rododendronov: rod *Cercospora*, *Coleophoma*, *Guignardia*, *Mycosphaerella*, *Pestalotia* a *Phomopsis*. Študované druhy rododendronov boli infikované jedným alebo viacerými rodmi parazitických húb spôsobujúcich nekrózy na listoch. Symptómy infekcie na listoch boli pozorované už začiatkom vegetačného obdobia počas kvitnutia jednotlivých jedincov. Listové škvrny mali rôzny tvar a obyčajne boli sfarbené do rôznych odtieňov hnedej, čiernej alebo purpurovej farby. Škvrny na ktorých sa tvoria malé čierno sfarbené fruktifikačné útvary sú pozorovateľné ako na vrchnej, tak aj na spodnej strane listu.

Spektrum identifikovaných rodov mikroskopických húb na jednotlivých druhoch rododendronov je uvedený v tabuľke 1. Na základe výsledkov mikroskopickej analýzy sme na listoch rododendronov identifikovali nasledovné rody mikroskopických húb:

Rod *Cercospora*

Na listoch sa tvoria škvrny rôznej veľkosti, nepravidelného tvaru s okrajmi lézií sfarbenými do purpurovej farby. Na spodnej strane listu vyrastajú konidiofóry, na konci ktorých sa tvoria jemne zakrivené priehradkované konídie (1,8-3,3 × 35-150 µm).

Na listoch rododendronov bola ako pôvodca hubového ochorenia listov opísaná huba *Cercospora handellii* Bubák (MARIS MCARTHUR 1959). V roku 2010 bola v Indonézii (NAKASHIMA a kol. 2010) na *R. sinense* opísaná huba z fylogeneticky príbuzného rodu *Pseudocercospora* (*P. rhododendrigena* C. Nakash.). Keďže ide o fylogeneticky príbuznú skupinu mikroskopických húb, bude potrebné opätovne revidovať nami zberaný materiál.

Rod *Coleophoma*

Huba produkuje na infikovanom mieste pyknidy oválneho tvaru o priemere 260 µm, ktoré sú čiastočne vnorené do pletiva listu z jeho vrchnej alebo spodnej časti. Vo vnútri sa tvoria valcovité hyalínne konídie o veľkosti 20-28 × 4,5-5,5 µm.

Druhy tohto rodu spôsobujú listové škvrnitosti na viacerých rodoch drevín (*Eucalyptus*, *Protea*, *Prunus*). Na listoch rododendronov bol opísaný druh *Coleophoma fusiformis* W.P. Wu, B.

Sutton & Gange (CROUS a GROENEWALD 2012, SUTTON 1980, WU a kol. 1996) a *C. rhododendri* Syd. (SUTTON a PIROZYNSKI 1963).

Rod *Guignardia*

Na rododendrone bol opísaný druh *Guignardia rhodora* (Cooke) B.H. Davis (DAVIS 1946, BARR 1970). Zvláštnosťou tohto druhu je jeho individuálny vývoj počas jedného vegetačného obdobia, ktorý pozostáva z troch morfológicky odlišných štádií. V ekologických podmienkach Arboréty Mlyňany SAV sme zaznamenali výskyt všetkých troch štádií.

Počas vegetačného obdobia sa na listoch rododendronov tvoria škvrny hnedej farby, na ktorých pri mikroskopickej analýze identifikujeme pyknidy čiernej farby čiastočne vnorené v pokožke listu o veľkosti cca. 150 µm s vajcovitými až guľovitými spórmi. Toto štádium sa nazýva *Phyllosticta maxima* Ellis & Everh. a parazituje na zelených listoch, ktoré činnosťou tejto huby odumrú a opadávajú. Druhé spermogoniálne štádium *Asteromella saccardoi* (Thüm.) Petr. sa tvorí neskôr na infikovaných listoch a charakteristickým znakom sú typické podlhovasté spóry na oboch koncoch guľovito zakončené. V jesennom až zimnom období sa na opadaných listoch tvorí teleomorfné štádium *Guignardia rhodora*. Peritéciá guľovitého tvaru o veľkosti maximálne 200 µm sú vnorené v pletive listu. Vo vnútri sa nachádzajú kyjakovité vrecká (75-110 × 12-15 µm) s jednobunkovými široko oválnymi askospórmi (14-18 × 7-9,5 µm).

Rod *Mycosphaerella*

Na povrchu listu sa tvoria pseudotécia čiernej farby čiastočne ponorené v pokožke listu, nie väčšie ako 150 µm, vo vnútri ktorých sú uložené vrecká (44,4-37 × 7,4-5,9 µm) širokovajcovitého až elipsoidného tvaru s jednopriehradkovými hyalinnými askospórmi (14,8-11,8 × 3,4-2,9 µm).

Na listoch rododendronov bolo opísaných niekoľko druhov rodu *Mycosphaerella*: *Mycosphaerella handelii* Crous & U. Braun, *M. rhododendri* Lindau a *M. millepunctata* (Desm.) M.E. Barr (FARR a kol. 1996, SUTTON a PIROZYNSKI 1963, CROUS 2009).

Rod *Pestalotiopsis*

Na povrchu listov sa tvoria škvrny sivastej farby, ktoré sa postupne počas vegetačného obdobia menia do hneda. Na povrchu týchto škvŕn sa tvoria malé (v priemere max. 1 mm) fruktifikačné útvary - acervuly. Vo vnútri sa nachádzajú 4-priehradkované spóry (35-44 × 6,5-9,5 µm) vretenovitého tvaru s typickými hyalinnými priveskami na oboch stranách. Na listoch rododendronov je opísaných niekoľko druhov rodu *Pestalotiopsis* [*Pestalotiopsis guepinii* (Desm.) Steyaert, *P. sydowiana* (Bres.) B. Sutton]. Okrem listových škvŕnitostí huby rodu *Pestalotiopsis* sú považované za pôvodcov odumierania konárov, rakoviny kmeňov a hniloby korunných lupienkov (MORDUE 1971, GUBA 1961).

Rod *Phomopsis*

Na povrchu listov sa tvoria škvrny hnedej farby. Na povrchu týchto škvŕn sa tvoria malé (v priemere max. 1 mm) fruktifikačné útvary - pyknidy. Vo vnútri pyknid sa tvorí niekoľko typov spór: alfa konídie vretenovitého tvaru o veľkosti 4,8-5,5 × 1,4-1,9 µm, beta konídie a gamma konídie, ktoré nami neboli nájdené.

Rod *Phomopsis* pozostáva z viac ako 800 druhov, ktoré boli opísané na širokom hostiteľskom okruhu (UECKER 1988). Na listoch a konároch rododendronov bol opísaných druh *Phomopsis ericaceana* Fairm., ale aj niekoľko druhov bez konkrétneho druhového mena (FARR a kol. 1996).

Hniloba púčikov a mladých výhonkov (Rhododendron bud and twig blight)

Veľmi často je odumieranie púčikov a mladých výhonkov u rododendronov spôsobované hubou *Seifertia azaleae* (Peck) Partridge & Morgan-Jones [syn. *Pycnostysanus azaleae* (Peck) E. Mason, *Briosia azaleae* (Peck) Dearn] (GLAWE a HUMMEL 2006, CHANT a GBAJA 1984, PARTRIDGE a MORGAN-JONES 2002). Symptómy ochorenia sú zvlášť výrazné, napadnuté kvetné púčiky a mladé výhonky odumierajú a sčernejú, na ich povrchu sa tvorí množstvo korémií produkovaných hubou *S.*

azaleae. Doporučeným opatrením, ako predísť rozšíreniu inokula tejto huby je odstránenie infikovaných púčikov.

Tab. 1. Prehľad rodov identifikovaných mikroskopických húb na rododendronoch v Arboréte Mlyňany SAV.

číslo vzorky	hostiteľ	huba*						
		1	2	3	4	5	6	7
132	<i>Rhododendron</i> × <i>hybridum</i>	x	x			x		
130	<i>Rhododendron</i> × <i>hybridum</i> 'Cunningham's White'	x	x	x	x			
134	<i>Rhododendron</i> × <i>hybridum</i>	x	x					
--	<i>Rhododendron fortunei</i>	x	x					
138	<i>Rhododendron</i> × <i>hybridum</i>	x						
131	<i>Rhododendron</i> × <i>hybridum</i>	x					x	
136	<i>Rhododendron catawbiense</i>	x				x	x	x
139	<i>Rhododendron</i> × <i>hybridum</i>	x						
--	<i>Rhododendron decorum</i>		x					
133	<i>Rhododendron fortunei</i>	x	x	x				x

*Identifikované rody mikroskopických húb:

1 *Coleophoma*, 2 *Mycosphaerella*, 3 *Pestalotiopsis*, 4 *Phomopsis*, 5 *Cercospora*, 6 *Guignardia*, 7 *Seifertia*

ZÁVER

V tomto príspevku prezentujeme úvodné výsledky štúdia druhovej diverzity mikroskopických húb spôsobujúcich listové škvrnitosti rododendronov rastúcich v areáli Arboréta Mlyňany SAV. Prítomnosť nekrotických lézií na listoch ovplyvňuje estetickú hodnotu pestovaných jedincov a ich zdravotný stav. Na infekcii listov, ktorá vedie k tvorbe škvŕn hnedej až čiernej farby najmä na jeho báze a vrchole sa môže podieľať viacero hubových pôvodcov, preto je dôležité správne diagnostikovať pôvodcu ochorenia.

Na listoch a púčikoch rododendronov sme celkovo identifikovali 7 rodov parazitických mikroskopických húb s najčastejším výskytom húb rodu *Coleophoma*, *Mycosphaerella*, *Pestalotiopsis*, *Phomopsis*, *Cercospora*, *Guignardia* a *Seifertia*.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola finančne podporená z projektu VEGA 2/0183/14.

LITERATÚRA

- ADAMČIKOVÁ, K., JUHASOVÁ, G., KOBZA, M. 2008. Ohrozenosť drevín hubami rodu *Phomopsis*. In: Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV: Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie, 15.-16. 10. 2008. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, 2008, s. 353-359.
- BACIGÁLOVÁ, K., MARKOVÁ, J. 2006. *Erysiphe azaleae* (Erysiphales) – a new species of powdery mildew for Slovakia and further records from the Czech Republic. In: Czech Mycology, roč. 58, č. 3-4, 2006, s. 189-199.
- BARR, M.E. 1970. Some asexual Ascomycetes on Ericaceae and Empetraceae. In: Mycologia, roč. 62, č. 2, 1970, s. 377-394.
- COX, K. 2005. Rhododendrons and Azaleas: A colour guide. ARRS. 2005, 240 s.
- CROUS, P.W., GROENEWALD, J.Z. 2012. Fungal planet 118. *Coleophoma proteae*. In: Persoonia, roč. 28, 2012, s. 162-163.
- CROUS, P.W. 2009. Taxonomy and phylogeny of the genus *Mycosphaerella* and its anamorphs. In: Fungal Diversity, roč. 38, 2009, s. 1-24.
- DAVIS, B.H. 1946. *Guignardia rhodora*, the perfect stage of *Phyllosticta maximum* on Rhododendron. In: Mycologia, roč. 38, č. 1, 1946, s. 40-51.
- FARR, D.F., ESTEBAN, H.B., PALM, M.E. 1996. Fungi on *Rhododendron*: A world reference. Parkway Publishers Inc. 1996, 192 s.

- GLAWE, D.A., HUMMEL, R.L. 2006. New North American host records for *Seifertia azaleae*, cause of Rhododendron bud blight disease. In: Pacific Northwest Fungi, roč. 1, č. 5, 2006, s. 1-6.
- GUBA, E.F. 1961. Monograph of *Monochaetia* and *Pestalotia*. Harvard University Press, Cambridge. 1961, 342 s.
- CHANT, S.R., GBAJA, I.S. 1984. Scanning electron microscopy of colonization of Rhododendron by *Pycnostysanus azaleae*. In: Transactions of the British Mycological Society, roč. 83, 1984, s. 233-238.
- MARIS MCARTHUR, G.W.F. 1959. Cercospora leaf spot on Rhododendron (*Cercospora handelii* Bubak). In: New Zealand Journal of Agricultural Research, roč. 2, č. 1, 1959, s. 86-89.
- MORDUE, J.E.M. 1971. *Pestalotiopsis guepinii*. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria, 1971, Sheet 320.
- NAKASHIMA, C., OETARI, A., KANTI, A., SARASWATI, R., WIDYASTUTI, Y., ANDO, K. 2010. New species and newly recorded species of *Cercospora* and allied genera from Indonesia. In: Mycosphere, roč.1, č. 4, 2010, s. 315-323.
- PARTRIDGE, E.C., MORGAN-JONES, G. 2002. Notes on Hyphomycetes. LXXXVIII. New genera in which to classify *Alysidium resinae* and *Pycnostysanus azaleae*, with a consideration of *Sorocybe*. In: Mycotaxon, roč. 83, 2002, s. 335-352.
- SIVANESAN, A. 1984. The bitunicate Ascomycetes and their anamorphs. Vaduz: J. Cramer. 1984, 701 s.
- SUTTON, B.C., PIROZYNSKI, K.A. 1963. Notes on British microfungi. I. In: Transactions of the British Mycological Society, roč. 46, 1963, s. 505-522.
- SUTTON, B.C. 1980. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. Kew: Commonwealth Mycological Institute. 1980, 696 s.
- TOMILIN, B.A. 1979. Guide to the fungi of the genus *Mycosphaerella* Johans. Nauka, Leningrad. 1979, 318 s.
- UECKER, F.A. 1988. A world list of *Phomopsis* names with notes on nomenclature, morphology and biology. In: Mycologia Memoir, roč. 13, 1988, s. 1-231.
- WU, W., SUTTON B.C., GANGE, A.C. 1996. *Coleophoma fusiformis* sp. nov. from leaves of *Rhododendron*, with notes on the genus *Coleophoma*. In: Mycological Research, roč. 100, č. 8, 1996, s. 943-947.

Adresa autorov

Mgr. Martin Pastirčák, PhD., RNDr. Miroslava Majeská, PhD., Ing. Jozef Gubiš, PhD. – Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Tel.: +421-33-7722311, e-mail: pastircak@vurv.sk, majeska@vurv.sk, gubis@vurv.sk;

Ing. Peter Ferus, PhD. – Arborétum Mlyňany SAV detašované pracovisko Ústavu ekológie lesa SAV, Vieska nad Žitavou 178, 951 52 Slepčany, e-mail: peter.ferus@savba.sk.

DRUHOVÁ DIVERZITA HÚB NA BOROVICIACH (*PINUS* SPP.) V MESTSKEJ A MIMOMESTSKEJ VEGETÁCIÍ

SPECIES DIVERSITY OF FUNGI ON PINES (*PINUS* SPP.) IN URBAN AND EXTRA-URBAN VEGETATION

Katarína Pastirčáková, Helena Ivanová, Martin Pastirčák

PASTIRČÁKOVÁ, K. – IVANOVÁ, H. – PASTIRČÁK, M. 2014. Druhová diverzita húb na boroviciach (*Pinus* spp.) v mestskej a mimomestskej vegetácii. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 150-157. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: During the years 2013-2014 pine trees were monitored as a part of complex mycoflora in association with health state study of trees. Ten species of microscopic fungi were isolated and identified from samples collected from localities in urban and extra-urban vegetation during study period. In the *in vitro* conditions *Asterosporium asterospermum*, *Beltrania* sp., *Camarosporium pini*, *Cyclaneusma niveum*, *Fusarium* sp., *Lecanosticta acicola*, *Lophodermium pinastri*, *Sordaria macrospora*, *Sphaeropsis sapinea* and *Trichothecium roseum* were isolated. Disease symptoms, some important characteristics in pure culture and distinctive morphological features were described. The presence of these fungi in host tissue of symptomatic trees has been described using classic phytopathological approaches and microscopical identification by the use of morphological keys. *Sphaeropsis sapinea* was identified on pine needles and cones from all examined samples with high frequency. The occurrence of *Fusarium* sp., *Trichothecium roseum* and *Camarosporium pini* was relatively common. *Asterosporium asterospermum*, *Beltrania* sp., *Cyclaneusma niveum*, *Lecanosticta acicola* and *Sordaria macrospora* were found with sporadic incidence. This study also reports the finding of fructification bodies of *Cyclaneusma niveum*, *Dothistroma septosporum*, *Lophodermium pinastri* and *Sphaeropsis sapinea* on dead needles of European Black Pine (*Pinus nigra*) and Scots Pine (*Pinus sylvestris*).

KEY WORDS: Pine species • fungal diseases • tip blight • needle blight • needle cast

ÚVOD

V poslednom období vzhľadom na vývoj globálnych klimatických zmien dochádza v Európe k zvýšenému riziku zavlečenia mnohých chorôb a škodcov, ktorých rozšíreniu doposiaľ bránila klimatická bariéra (KOLAŘÍK a kol. 2005). Táto zmena ovplyvnila aj adaptáciu patogénov na doposiaľ rezistentné druhy drevín, akými boli aj borovice. Domáce aj cudzokrajné druhy borovíc sú tak pomerne často poškodzované hubovými patogénmi (ADAMČÍKOVÁ a JUHÁSOVÁ 2005, JUHÁSOVÁ a kol. 2006, KUNCA a kol. 2010). Cieľom tejto práce bolo zaznamenať spektrum mikroskopických húb, ktoré sa podieľajú na usychaní ihlič a preriedení konárov borovíc v spodných častiach koruny, čo poukazuje na začiatky chradnutia drevín v lesných porastoch, semenných sadoch, ako aj v mestských výsadbách.

MATERIÁL A METÓDY

Symptomatické ihlice drevín rodu *Pinus* L. boli zbierané na vybraných lokalitách v mestskej i mimomestskej vegetácii Slovenska. Následne boli vzorky preskúmané mikroskopicky (stereomikroskop Olympus SZ51, svetelný mikroskop Olympus BX41). Huby, ktorých fruktifikačné orgány boli už vytvorené na ihliciach sme identifikovali na základe ich morfológie s použitím určovacích kľúčov (ARX a MÜLLER 1954, EVANS 1984, MINTER 1981, NELSON a kol. 1983, SUTTON 1980, WOODWARD 2001). Ihlice s nekrotickými škrvnami bez prítomnosti fruktifikačných orgánov húb boli povrchovo sterilizované (70% alkohol 1 min., následne 2% roztok chlórnanu sodného 10 min., prepláchnutie v sterilnej destilovanej vode) a kultivované na živých médiách (zemiakovo-glukózový

agar, Czapek-Doxov agar). Inkubácia prebiehala v tme pri teplote 22°C v testovacej kultivačnej komore MLR-351H (Sanyo). Izolované huby boli identifikované na základe ich kultúrnych a morfológických vlastností s použitím uvedenej literatúry.

Herbárové položky húb na boroviciach archivované vo fytopatologickom herbári NR na ÚEL SAV Zvolen, Pobočka biológie drevín Nitra boli preskúmané za účelom zistenia spektra húb na jednotlivých druhoch rodu *Pinus* nájdených v minulosti na území Slovenska.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Identifikovali sme 4 druhy húb [*Cyclaneusma niveum* (Pers.) DiCosmo, Peredo & Minter, *Dothistroma septosporum* (Dorog.) M. Morelet, *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall., *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton], ktorých fruktifikačné orgány boli v čase zberu vzoriek vytvorené na ihliciach *Pinus nigra* J.F. Arnold a *Pinus sylvestris* L.

Cyclaneusma niveum na *P. nigra*

- Na odumretých ihliciach, bezfarebné štrbinovité apotécia 0,5-1 mm veľké, askospóry hyalinné, s 1-2 priehradkami, 70-90 × 2,5-3 µm veľké.

Dothistroma septosporum na *P. nigra*

- Acervuly subepidermálne, čierne, rôznej veľkosti; konídie hyalinné, podlhovasto-nitkovité, 1-5 priehradkové, 10-32 × 1,8-3 µm veľké.

Lophodermium pinastri na *P. nigra* a *P. sylvestris*

- Na odumretých ihliciach, čierne hysterothécia 300-800 × 200-500 µm veľké, elipsovité, otvárajúce sa pozdĺžnou trhlinou, ostro ohraničené priečnymi pásikmi; parafýzy nitkovité, 95-120 µm dlhé, priehradkované; vrecká 8-spórové, s rozmermi 95-140 × 10-12 µm; askospóry nitkovité, hyalinné, nepriehradkované, 80-120 × 1,5-2 µm veľké.

Sphaeropsis sapinea na *P. sylvestris*

- Čierne pyknidy na odumretých ihliciach, šiškách a kôre konárov; konídie najprv hyalinné, jednobunkové, neskôr tmavo hnedé, dvojbunkové, 25-40 × 10-15 µm.

V *in vitro* podmienkach sme izolovali nasledovné druhy húb: *Asterosporium asterospermum* (Pers.) S. Hughes, *Beltrania* sp., *Camarosporium pini* (Westend.) Sacc., *Cyclaneusma niveum*, *Fusarium* sp., *Lecanosticta acicola* (Thüm.) Syd., *Sordaria macrospora* Auersw., *Sphaeropsis sapinea* a *Trichothecium roseum* (Pers.) Link.

Asterosporium asterospermum izolované z ihlíc *P. nigra*

- Acervuly v priemere 580-750 µm, guľovito stlačené so širokým ostiolom; konídie hviezdovitité, hnedé, štvoramenné, 30,5-55(-61) µm veľké; ramená 17-28(-30) × 8-9,5(-11) µm, každé rameno je 3-5 -krát septované.

HUNT (1985) zaznamenal *A. asterospermum* v Kanade a na západe USA na poškodených ihliciach *Pinus ponderosa* P. Lawson & C. Lawson a *Pinus contorta* Douglas ex Loudon. Podobne KOWALSKI, KEHR (1992) pozorovali poškodenie ihlíc *P. sylvestris* hubou *A. asterospermum*. Huba sa najčastejšie vyskytuje na odumretých alebo na tenkých konároch, kde spôsobuje rakovinové rany. Prvé príznaky ochorenia sú farebné zmeny a praskliny. Na kôre sa neskôr vytvárajú subepidermálne acervuly, ktoré nerovnomerne praskajú a odhaľujú masu spór.

Beltrania sp. izolovaná z ihlíc *P. nigra*

- Na PDA médiu huba vytvárala červenohnedé mycélium; konidiofóry jednoduché alebo niekedy na báze delené, svetlohnedé, hladké, 36-41 × 3-5 µm; konidiogénne bunky integrované, terminálne, zúbkované, kyjakovité, 9,5 × 8 µm veľké; konídie jednotlivo usporiadané, bikónické, hladké, tmavo červenohnedé s hyalinnou priečnou priehradkou v širšej časti konídie, veľké 21-25 × 9-12 µm.

Z ihličia mnohých borovic KIM a kol. (2012) izolovali endofytickú hubu rodu *Beltrania*, ktorá bola dominantným druhom v porovnaní so zastúpením iných druhov húb na *Pinus thunbergii* Parl. Podľa RAMBELLI a kol. (2008) sa na odumretom ihličí borovic sa pomerne často vyskytuje *Beltrania rhombica* Penz., ktorá tvorí rozľahlé kolónie červenohnedej farby.

Camarosporium pini izolované z ihlíc *P. nigra*

- Huba tvorila biele vzdušné mycélium na médiu PDA, ktoré sa postupne stávalo sivým až olivovozeleným; konídie červenohnedé, oválne až elipsoidné, na oboch koncoch zaoblené, väčšinou 4-bunkové, často s jednou alebo dvoma pozdĺžnymi priehradkami, 15-18 × 7-8 μm veľké.

Huba *Camarosporium pini* parazitovaním na ihliciach borovíc vyvoláva ich usychanie pri nízkych zimných teplotách a počas sucha na jar a v lete. Symptómy poškodenia sa objavujú najprv na spodnej strane koruny, neskôr aj vo vyšších partiách. Poškodené sú hlavne periférne časti konárov. Symptómy na napadnutých ihliciach sa objavujú na vrchole alebo aj v stredných častiach, báza ihlíc zostáva zelená. Na suchých ihliciach sa lineárne, paralelne s nervatúrou tvoria malé čierne škvrny s pyknidami, ktoré vydávajú epidermu. V Srbsku sa huba *C. pini* veľmi často vyskytovala na spadnutých šiškách *P. nigra* a *P. sylvestris* (KARADŽIĆ a MILIJAŠEVIĆ 2008).

Cyclaneusma niveum izolovaná z ihlíc *P. nigra*

- Apotéciá s hyalinnými askospórmi; nitkovité askospóry s jednou až dvoma priehradkami, 70-90 × 2,5-3,0 μm veľké.

K významným vonkajším symptómom infekcie patrí náhle a predčasné zožltnutie najstarších ihlíc, ktoré pripomína mramorovanie (BULMAN a GADGIL 2001). Na odumretých ihliciach v miestach tvorby hnedých škvŕn sa tvoria plodničky. Infekcia naberá na významnosti hlavne vtedy, ak sú dreveniny vystavené stresovým faktorom, zvyčajne zlým pôdnym podmienkam - nedostatok vody a výživných látok v pôde (GANLEY a NEWCOMBE 2006). Infekcia je závislá na priebehu počasia a predispozícii hostiteľa. Dochádza k nej predovšetkým v neskorých zimných mesiacoch pri teplote okolo 5-10°C. Hostiteľom *Cyclaneusma minus* je predovšetkým *P. sylvestris* (KOWALSKI 1988). Druh *C. niveum* je bežným druhom na odumretých ihliciach *P. nigra* a od *C. minus* sa líši väčšími plodnicami a veľkosťou mikrokonídií, ktoré sa tvoria v kultúre (JANKOVSKÝ 2003). Huba je často pôvodcom predčasného opadu ihlíc aj na *P. ponderosa* a *P. jeffreyi* Balf.

Fusarium sp. izolované z ihlíc *P. nigra*

- Vzdušné, biele alebo svetlofialové mycélium s jemne zakrivenými 3-priehradkovými makrokonídiami a jednobunkovými vajcovitými mikrokonídiami na PDA a CzD.

Huby rodu *Fusarium* spôsobujú koreňové hniloby, vädnutie a oslabenie drevín, ako aj chorobné padanie semenáčikov. V Európe sa na boroviciach najčastejšie vyskytuje *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell (CARLUCI a kol. 2007, LANDERAS a kol. 2005). Je to predovšetkým ranový patogén, ktorý prostredníctvom makro- a mikrokonídií preniká do hostiteľskej dreveniny cez mechanické poškodenia alebo cez otvory po živočíšnych škodcoch. Za priaznivých podmienok, t.j. dostatok hubového inokula, vysokej vlhkosti a teplého počasia, náchylné druhy borovíc podliehajú vädnutiu od vrcholu (AFFELTRANGER 1983). CARLUCI a kol. (2007) zaznamenal *F. circinatum* ako pôvodcu usychania korún *P. halepensis* Miller a *P. pinea* L., spojené so zmenou farby ihličia a neskôr aj s jeho opadom. Podľa BRITZA a kol. (2002) huby rodu *Fusarium* spôsobujú infekciu, ktorá zasahuje konáre a kmeň borovíc rôzneho veku. ZAD a KOSHNEVICE (2001) študovali padanie semenáčikov *P. nigra* v škôlkach na juhu Iránu, na ktorých identifikovali nasledujúce druhy: *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *F. oxysporum* Schltdl. a *F. sambucinum* Fuckel. V Európe bolo ochorenie *Pinus radiata* D. Don a *Pinus pinaster* Aiton spôsobené hubou *F. circinatum* zaznamenané len v Španielsku (LANDERAS a kol. 2005). V Srbsku KARADŽIĆ a MILIJAŠEVIĆ (2008) pozorovali na opadanom ihličí *P. nigra* hubu *Fusarium* sp.

Lecanosticta acicola (teleom. *Mycosphaerella dearnessii*) izolovaná z ihlíc *P. nigra*

- Na ihliciach žlté, živicom naplnené škvrny, ktoré neskôr v centrálnej časti hnedli; okrúhle čierne plodničky pod epidermou 0,2-0,4 × 0,1-0,3 mm veľké, usporiadané paralelne s pozdĺžnou osou ihlíc, epiderma otvárajúca sa 1 až 2 pozdĺžnymi štrbinami. Huba na PDA rástla veľmi pomaly tvoriac ružovo-sivé, hnedé alebo zeleno-čierne stromatické kolónie so slizovitou masou konídií; konídie hyalinné, zakrivené, 3-priehradkové, 17-40 × 1,8-3 μm veľké.

Prvý výskyt huby na južných svahoch Álp na približne 50-ročných jedincoch *Pinus mugo* Turra zaznamenali LA PORTA a CAPRETTI (2000). Poškodené ihlice na 2- až 3-ročných internódiách mali na povrchu tmavé až fialkasto hnedé škvrny obklopujúce zelené pletivo a zvyčajne uschnutý vrchol. V Slovinsku prvé pozorovania poškodenia 1-ročných ihlíc *P. sylvestris* a *P. mugo* týmto patogénom

zaznamenali JURC a JURC (2010). V Českej republike sa toto ochorenie vyskytlo na *P. rotundata* Link (JANKOVSKÝ a kol. 2009).

Lophodermium pinastri izolované z ihlíc *P. nigra*

- Radiálny rast mycélia a tvorba pyknidií zaznamenaná na PDA; pyknidy 150-350 × 100-180 μm veľké, ostiolum centrálné; konídie tyčinkovité, hyalinné, nepriehradkované, 6-9 × 1 μm veľké (identifikované ako *Leptostroma* – anamorfné štádium huby *Lophodermium pinastri*).

Sypavka borovice je jedna z najrozšírenejších chorôb borovíc, ktorá napáda ihlice. Je to ochorenie asimilačných orgánov, pri ktorom dochádza k predčasnemu a nadmernému opadu ihlíc. Najviac sú ohrozené semenáčky a sadenice, kde choroba môže viesť k spomaleniu rastu až k odumretiu jedincov (ŠVESTKA a kol. 1998). Hlavné infekčné obdobie je v júni až v júli, infekciu podporuje vlhké počasie, ktoré spolu s ďalšími mikroklimatickými podmienkami opadu (teplota, relatívna vzdušná vlhkosť) a prítomnosťou prízemnej vegetácie ovplyvňujú rýchlosť vývoja plodníc a dozrievanie askospór, ktoré sú hlavným zdrojom infekcie (ŠVECOVÁ 1995, MAANEN a GOURBIERE 2000, MAHER a kol. 2005).

Sordaria macrospora izolovaná z ihlíc *P. nigra*

- Na PDA médiu huba tvorila biele vzdušné mycélium, na ktorom sa po 2 týždňoch tvorili čierne hruškovité plodničky veľkosti 370-400(-500) × 250-300 μm pokryté hnedými alebo hyalinnými vláskami s veľkosťou 2 × 55(-68) μm a s centrálnym ostiolom; vrecká s tupým vrcholom a malým apikálnym prstencom boli jednovrstvové, nedelené, cylindrické, 8-spórové, 160-175 × 20 μm veľké; askospóry najprv bledozelené, neskôr tmavohnedé, veľké 20-28 × 13-14 (-20) μm, široko elipsoidného tvaru, hrubostenné so zrnitým obsahom, bez kvapiek, s želatínovým obalom.

Dôležitým taxonomickým kritériom rozlišovania druhov rodu *Sordaria* je veľkosť a tvar askospór. Askospóry *Sordaria fimicola* (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not. sú veľké 12 × 20 μm, *S. macrospora* 17 × 31 μm a *S. brevicollis* L.S. Olive & Fantini 10 × 18 μm (FIELDS 1970). Výskyt huby *S. macrospora* bol v skúmaných vzorkách relatívne nízky. Táto huba bola potvrdená na Slovensku po prvýkrát ako nový patogén spojený s poškodením ihlíc *P. nigra* (IVANOVÁ a ONDRUŠKOVÁ 2014).

Sphaeropsis sapinea (syn. *Diplodia pinea*) izolovaný z ihlíc a šišiek *P. nigra*

- Mycélium huby na PDA a CzD najprv biele, neskôr tmavlo a stávalo sa sivozeleným, po 2-týždňovej kultivácii bola zaznamenaná tvorba plodničiek.

K druhom rodu *Pinus* najcitlivejším na infekciu hubou *S. sapinea* patria: *P. nigra*, *P. radiata*, *P. sylvestris*, *P. ponderosa*, *P. resinosa*, *P. mugo*, *P. pinaster* a *P. elliotii* (MILUJAŠEVIČ 2002). *S. sapinea* poškodzuje tohoročné výhonky a ihličie, jednotlivé konáre, vrcholce drevín alebo celé dreviny (MILUJAŠEVIČ 2003). Na povrchu infikovaných ihlíc ako aj na šiškách z druhého roku sa tvoria drobné tmavé plodničky, pyknidiá, v priemere okolo 200 μm veľké. Napadnuté výhonky postupne prestávajú rásť, usychajú a žltnú, neskôr hnednú (JANKOVSKÝ a PALOVČIKOVÁ 2003). Z hľadiska masívneho rozvoja choroby je dôležité napadnutie šišiek, ktoré sú dlhodobým zdrojom inokula (GREGOROVÁ a kol. 2006).

Trichothecium roseum izolované z ihlíc a šišiek *P. nigra*

- Na PDA médiu kolónie rástli rýchlo, najprv bielej, neskôr svetlo ružovej farby; konidiofóry dlhé, vzpriamené, väčšinou nedelené, alebo delené len na báze, hrubostenné, hyalinné, 147 × 3-4,5 μm veľké, nesúce retiazky konidií; konídie dvojbunkové, elipsoidné alebo hruškovité, hyalinné alebo jemne ružové, 16-20 × 5-7 μm, tvoriace zhľuky na vrchole konidiofórov.

Huba je považovaná za saprofytický, niekedy aj parazitický druh (BARNETT a HUNTER 1972). Jej hostiteľmi sú zástupcovia rôznych druhov drevín, borovice nevynímajúc (KUNCA a kol. 2010). KIRTIA kol. (2004) ich pozoroval ako asociovanú mykoflóru na *P. wallichiana* A.B. Jacks.

Spolu 103 herbárových položiek húb na boroviciach je archivovaných vo fytopatologickom herbári NR na Ústave ekológie lesa SAV Zvolen, Pobočka biologie drevín Nitra. Prevažnú časť zbierky húb na rode *Pinus* tvoria herbárové položky doc. Ing. Gabriely Juhásovej, CSc. zbierané už od roku 1977. Predstavujú spektrum húb na domácich aj cudzokrajných druhoch rodu *Pinus* nájdených na území Slovenska. Nálezy húb na cudzokrajných druhoch borovíc sú z Arboréty Mlyňany (viď Tab. 1). Na 13 druhoch rodu *Pinus* bolo cca 25 druhov mikroskopických húb nájdených na ihliciach, prípadne izolovaných zo symptomatického pletiva. Najvyšší počet vzoriek predstavuje huba *Lophodermium pinastri*, ktorá spôsobuje sypavku borovíc a je jednou z najrozšírenejších hubových chorôb, ktorá napáda ihlice rodu *Pinus*.

Tab. 1. Spektrum húb na hostiteľských druhoch rodu *Pinus* nájdených na Slovensku.

Hostiteľ	Huba	Lokalita
<i>P. armandii</i>	<i>Lophodermium pinastri</i>	Bratislava ^a
<i>P. balsamea</i>	<i>Stereum hirsutum</i>	Arborétum Feťača ^a
<i>P. bungeana</i>	<i>Diplodia pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a
	<i>Lophodermium nervisequum</i>	Arborétum Mlyňany ^a
	<i>Lophodermium pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a
<i>P. cembra</i>	<i>Lophodermium pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a
<i>P. contorta</i>	<i>Lophodermium pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a
<i>P. flexilis</i>	<i>Lophodermium pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a
	<i>Lophodermium</i> sp.	Arborétum Mlyňany ^a
<i>P. griffithii</i>	<i>Cytospora pini</i>	Bratislava ^a
<i>P. mugo</i>	<i>Coleosporium tussilaginis</i>	Vysoké Tatry ^a
	<i>Diplodia pinastri</i>	Bystrá-Chopok ^a
	<i>Lophodermium pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a , Štúrovo ^a , Virt ^a , Zvolen ^a , Žilina ^a
<i>P. nigra</i>	<i>Asterosporium asterospermum</i>	Nitra ^c
	<i>Beltrania</i> sp.	Nitra ^c
	<i>Camarosporium pini</i>	Nitra ^{a, c}
	<i>Cenangium ferruginosum</i>	Bratislava ^a
	<i>Cyclaneusma niveum</i>	Jahodná ^{b, c} , Kluknava ^b , Párovské Háje ^b , Trstice ^b , Nitra ^c
	<i>Dothistroma septosporum</i>	Jahodná ^b , Kluknava ^b , Párovské Háje ^b , Trstice ^b
	<i>Diplodia pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a , Bratislava ^a , Nitra ^{a, b} , Piešťany ^a
	<i>Fusarium</i> sp.	Nitra ^c
	<i>Lecanosticta acicola</i>	Nitra ^c
	<i>Lophodermium pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a , Bardejov ^a , Bardejovské kúpele ^a , Bratislava ^a , Jahodná ^{b, c} , Kluknava ^b , Komárno ^a , Myjava ^a , Nitra ^{a, b} , Párovské Háje ^b , Podhorany ^b , Trstice ^b , Zvolen ^a , Žilina ^a
	<i>Mycosphaerella dearnessii</i>	Nitra ^{a, c}
	<i>Pestalotia funerea</i>	Nitra ^a
	<i>Sordaria macrospora</i>	Nitra ^c
	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	Banská Bystrica ^a , Trstice ^b , Nitra ^{a, c} , Poľný Kesov ^b
<i>Stagonospora pini</i>	Zlaté Moravce ^a	
<i>Trichothecium roseum</i>	Nitra ^c	
<i>P. ponderosa</i>	<i>Lophodermium pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a
<i>P. strobus</i>	<i>Cronartium ribicola</i>	Arborétum Mlyňany ^a , Bratislava ^a , Piešťany ^a , Zvolen ^a
<i>P. sylvestris</i>	<i>Botryosphaeria</i> sp.	Nitra ^a
	<i>Camarosporium pini</i>	Leopoldov ^b
	<i>Coleosporium</i> sp.	Vysoké Tatry ^a
	<i>Coniochaeta</i> sp.	Nitra ^a
	<i>Cyclaneusma niveum</i>	Kostoľany pod Trbečom ^b , Kuková ^b , Rusovce ^b
	<i>Hendersonia</i> sp.	Nitra ^a
	<i>Chondrostereum purpureum</i>	Bratislava ^a
	<i>Lophodermium pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a , Bratislava ^a , Habovka ^a , Chmeľov ^b , Kluknava ^b , Kostoľany pod Trbečom ^b , Kuková ^b , Nitra ^a , Rusovce ^b , Štefanská Huta ^b , Zvolen ^a , Žilina ^a
	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	Kluknava ^b , Nitra ^a , Rusovce ^b , Štefanská Huta ^b
<i>P. taeda</i>	<i>Lophodermium pinastri</i>	Arborétum Mlyňany ^a
	<i>Lophodermium</i> sp.	Arborétum Mlyňany ^a

^a herbárové položky archivované vo fytopatologickom herbári NR^b vzorky zbierané v roku 2013-2014^c izolované huby v *in vitro* kultúrach

ZÁVER

Príspevok prezentuje výsledky štúdia druhovej diverzity mikroskopických patogénov, ktorí sú pôvodcami hubových chorôb rodu *Pinus* rastúcich ako súčasť mestskej a mimomestskej vegetácie. V priebehu vegetačného obdobia 2013-2014 boli za účelom štúdia mykoflóry borovic v rámci výskumu zdravotného stavu drevín zaznamenané symptómy chorôb, pôvodcami ktorých sú viaceré druhy húb. Najčastejšie sme zaznamenali výskyt druhov *Cyclaneusma niveum*, *Dothistroma septosporum*, *Lophodermium pinastri* a *Sphaeropsis sapinea* na odumretých ihliciach *P. nigra* a *P. sylvestris*. Zo vzoriek symptomatických stromov sme izolovali huby *Asterosporium asterospermum*, *Beltrania* sp., *Camarosporium pini*, *C. niveum*, *Fusarium* sp., *Lecanosticta acicola*, *Lophodermium pinastri*, *Sordaria macrospora*, *Sphaeropsis sapinea* a *Trichothecium roseum*. Huba *S. sapinea* bola izolovaná s najvyššou frekvenciou. Pomerne bežný bol výskyt druhov rodu *Fusarium* sp., *T. roseum* a *C. pini*. Druhy *A. asterospermum*, *Beltrania* sp., *C. niveum*, *L. acicola*, *L. pinastri* a *S. macrospora* boli v *in vitro* kultúrach izolované sporadicky. Práca na základe štúdia kultúrnych a morfológických vlastností skúmaných patogénov popisuje rozlišujúce morfológické znaky húb. Výsledky poukazujú na oslabenie zdravotného stavu borovic v dôsledku pôsobenia uvedených druhov húb podieľajúcich sa rozličnou mierou na poškodení hostiteľa, ktorých prítomnosť predstavuje zvýšené riziko šírenia hubových chorôb hlavne v kompaktnějších výsadbách borovic.

POĎAKOVANIE

Práca vznikla s finančnou podporou projektov VEGA 2/0071/14 a 2/0069/14.

LITERATÚRA

- ADAMČIKOVÁ, K., JUHÁSOVÁ, G. 2005. Hubové choroby borovice čiernej. In: Dreviny vo verejnej zeleni: Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou, 10.-11.5.2005, Bratislava. Nitra: SPU, 2005, s. 104-106. ISBN 80-967238-9-8.
- AFFELTRANGER, C.E. 1983. The effect of tip blight on survival and growth of outplanted loblolly pine. In: Technical Publication R8-TP-USDA Forest Service, Southern Region, 4, 1983, s. 192-195.
- ARX, J.A., MÜLLER, E. 1954. Die Gattungen der amerosporen *Pyrenomyces*. In: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, roč. 11, č. 1, 1954, s. 1-454.
- BARNETT, H.L., HUNTER, B.B. 1972. Illustrated genera of Imperfect Fungi. 3rd edition. Minneapolis: Burgess Publishing Company. 1972, 241 s.
- BRITZ, H., CAUTINHO, T.A., WINGFIELD, M.J., MARASAS, W.F.O. 2002. Validation of the description of *Giberella circinata* and morphological differentiation of the anamorph *Fusarium circinatum*. In: Sydowia, roč. 54, 2002, s. 9-22.
- BULMAN, L.S., GADGIL, P.D. 2001. *Cyclaneusma* needle-cast in New Zealand. In: Forest Research Bulletin, roč. 222, 2001, s. 76.
- CARLUCCI, A., COLATRUGLIO, L., FRISULLO, S. 2007. First report of pitch canker caused by *Fusarium circinatum* on *Pinus halepensis* and *P. pinea* in Apulia (Southern Italy). In: Plant Disease, roč. 91, č. 12, 2007, s. 1683.
- EVANS, H.C. 1984. The genus *Mycosphaerella* and its anamorphs *Cercoseptoria*, *Dothistroma* and *Lecanosticta* on pines. In: Mycological Papers, roč. 153, 1984, s. 1-102.
- FIELDS, W.G. 1970. An introduction to the genus *Sordaria*. In: Neurospora Newsletter, roč. 16, 1970, s. 14-17.
- GANLEY, R.J., NEWCOMBE, G. 2006. Fungal endophytes in seeds and needles of *Pinus monticola*. In: Mycological Research, roč. 110, 2006, s. 318-327.
- GREGOROVÁ, B., ČERNÝ, K., HOLUB, V., STRNADOVÁ, V., ROM, J., ŠUMPICH, J., KLOUDOVÁ, K. 2006. Poškození dřevin a jeho příčiny. 43. ZO ČSOP, Praha. 2006, 504 s.
- HUNT, R.S. 1985. *Leptomelanconium pinicola* comb. nov. and associated needle blight of pines. In: Canadian Journal of Botany, roč. 63, č. 6, 1985, s. 1157-1159.
- IVANOVÁ, H., ONDRUŠKOVÁ, E. 2014. Damage of *Pinus nigra* needles by a new pathogenic fungus *Sordaria macrospora*. In: Plant Protection Science, in press.
- JANKOVSKÝ, L. 2003. *Cyclaneusma* sp. Mramorová sypavka *Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo, Peredo et Minter a *Cyclaneusma* (*Naemacyclus*) *niveus* (Pers.) Di Cosmo, Peredo et Minter. In: Lesnická práce, roč. 82, č. 5, 2003, s. 22.

- JANKOVSKÝ, L., PALOVČIKOVÁ, D. 2003. Chrádnutí borovice černé na Moravě a ve Slezku. In: Lesnická práce, roč. 82, č. 3, 2003, s. 24-26.
- JANKOVSKÝ, L., PALOVČIKOVÁ, D., TOMŠOVSKÝ, M. 2009. Brown spot needle blight associated with *Mycosphaerella dearnessii* occurs on *Pinus rotundata* in the Czech Republic. In: Plant Pathology, roč. 58, č. 2, 2009, s. 398.
- JUHÁSOVÁ, G., ADAMČIKOVÁ, K., KOBZA, M. 2006. *Sphaeropsis* tip blight disease of Austrian pine in urban greenery. In: Horticultural Science (Prague), roč. 33, č. 1, 2006, s. 11-15.
- JURC, D., JURC, M. 2010. *Mycosphaerella dearnessii* occurs in Slovenia. In: Plant Pathology, roč. 59, č. 4, 2010, s. 808.
- KARADŽIĆ D., MILIJAŠEVIĆ, T. 2008. The most important parasitic and saprophytic fungi in austrian pine and scots pine plantations in Serbia. In: Bulletin of the Faculty of Forestry, roč. 97, 2008, s. 147-170.
- KIM, C.K., EO, J.K., EOM, A.H. 2012. Molecular identification of endophytic fungi isolated from needle leaves of *Pinus thunbergii*. In: The Korean Journal of Mycology, roč. 40, č. 4, 2012, s. 183-186.
- KIRTI, J., HARSH, N.S.K., RAWAT, P.S., SHUKLA, A.N. 2004. Mycoflora associated with different seed sources of *Pinus wallichiana*. In: Indian Forester, roč. 130, č. 12, 2004, s. 1410-1415.
- KOLAŘIK, J., HORÁČEK, P., BURIAN, S., REŠ, B., PEJCHAR, M. 2005. Péče o dřeviny rostoucí mimo les II. ČSOP, Vlašim. 2005, 720 s.
- KOWALSKI, T. 1988. *Cyclaneusma (Naemacyclus) minus* on *Pinus sylvestris* in Poland. In: European Journal of Forest Pathology, roč. 18, č. 3-4, 1988, s. 176-183.
- KOWALSKI, T., KEHR, R.D. 1992. Endophytic fungal colonization of branch bases in several forest tree species. In: Sydowia, roč. 44, č. 2, 1992, s. 137-168.
- KUNCA, A., BRUTOVSKÝ, D., FINĐO, S., GALKO, J., GUBKA, A., KAŠTIER, P., KONÓPKA, B., LEONTOVYČ, R., LONGAUEROVÁ, V., NIKOLOV, CH., VAKULA, J., VARÍNSKY, J., ZÚBRIK, M. 2010. Problémy ochrany lesa v roku 2009 a prognóza na rok 2010. In: Aktuálne problémy v ochrane lesa 2010: Zborník referátov z medzinárodného seminára, 15.-16.4.2010, Nový Smokovec. Zvolen: NLC, 2010, s. 5-17. ISBN 978-80-8093-108-7.
- LANDERAS, E., GARCIA, P., FERNÁNDEZ, Y., BRAÑA, M., FERNÁNDEZ-ALONSO, O., MÉNDEZ-LODES, S., PÉREZ-SIERRA, A., LEÓN, M., ABAD-CAMPOS, P., BERBEGAL, M., BELTZÁN, R., GARCÍA-JIMÉNEZ, J., ARMENGOL, J. 2005. Outbreack of pitch canker caused by *Fusarium circinatum* on *Pinus* spp. in northern Spain. In: Plant Disease, roč. 89, 2005, s. 1015.
- LA PORTA, N., CAPRETTI, P. 2000. *Mycosphaerella dearnessii*, a needle-cast pathogen on mountain pine (*Pinus mugo*) in Italy. In: Plant Disease, roč. 84, 2000, s. 922.
- MAANEN, VAN A., GOURBIERE, F. 2000. Balance between colonization and fructification in fungal dynamics control: a case study of *Lophodermium pinastri* on *Pinus sylvestris* needles. In: Mycological Research, roč. 104, č. 5, 2000, s. 587-594.
- MAHER, E.L., GERMINO, M.J., HASSELQUIST, J. 2005. Interactive effect of tree and herb cover on survivorship, physiology, and microclimate of conifer seedlings at the alpine tree-line ecotone. In: Canadian Journal of Botany, roč. 83, č. 3, 2005, s. 567-576.
- MILIJAŠEVIĆ, T. 2002. Bioecology of the pathogenic fungus *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton – agents of *Pinus* species decline. In: Glasnik Šumarskog Fakulteta, Beograd, roč. 86, 2002, s. 7-29.
- MILIJAŠEVIĆ, T. 2003. The most frequent parasitic and saprophytic fungi on some species in the family Cupressaceae. In: Glasnik Šumarskog Fakulteta, Beograd, roč. 87, 2003, s. 161-173.
- MINTER, D.W. 1981. *Lophodermium* on Pines. In: Mycological Papers, roč. 147, 1981, s. 1-54.
- NELSON, P.E., TOUSSOUN, T.A., MARASAS, W.F.O. 1983. *Fusarium* species: An illustrated manual for identification. University Park, Pennsylvania: Pennsylvania State University Press. 1983, 193 s.
- RAMBELLI, A., VENTURELLA, G., CICCARONE, C. 2008. Dematiaceous *Hyphomycetes* from Pantelleria mediterranean maquis litter. In: Flora Mediterranea, roč. 18, 2008, s. 441-467.
- SUTTON, B.C. 1980. The Coelomycetes - Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. Kew: Commonwealth Mycological Institute. 1980, 696 s.
- ŠVECOVÁ, M. 1995. Nové poznatky o sypavce borovic. In: Lesnická práce, roč. 7, č. 6, 1995, s. 10-11.
- ŠVESTKA, M., HOCHMUT, R., JANČAŘIK, V. 1998. Praktické metody v ochraně lesa. In: Lesnická práce, roč. 9, č. 8, 1998, 309 s.
- WOODWARD, J.W. 2001. Simplified fungi identification key. Special Bulletin 37. University of Georgia, Cooperative Extension Service, College of Agricultural and Environmental Sciences. 2001, 12 s.
- ZAD, S.J., KOSHNEVICE, M. 2001. Damping-off in conifer seedling nurseries in Noshahr and Kelardasht. In: Mededelingen Rijksuniversiteit te Gent. Fakulteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, roč. 66, 2001, s. 91-93.

Adresa autorov

Mgr. Katarína Pastirčáková, PhD., RNDr. Helena Ivanová, CSc. – Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, Pobočka biológie drevín Nitra, Akademická 2, 949 01 Nitra, tel.: +421 37 6943357, 6943355, e-mail: katarina.pastircakova@savzv.sk, helena.ivanova@savzv.sk;

Mgr. Martin Pastirčák, PhD., NPPC – VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, tel.: +421 907 032392, e-mail: pastircak@vurv.sk

VPLYV METEOROLOGICKÝCH PODMIENOK A PODMIENOK STANOVIŠŤA NA ROZŠÍRENIE HUBY *CRYPHONECTRIA PARASITICA* V STARÝCH GAŠTANOVÝCH SADOCH NA SLOVENSKU

INFLUENCE OF WEATHER AND SITE CONDITIONS ON SPREAD OF FUNGUS *CRYPHONECTRIA PARASITICA* IN OLD CHESTNUT ORCHARDS IN SLOVAKIA

Jozef Pažitný, Milan Bolvanský, Katarína Adamčíková

PAŽITNÝ, J. – BOLVANSKÝ, M. – ADAMČIKOVÁ, K. 2014. Vplyv meteorologických podmienok a podmienok stanovišťa na rozšírenie huby *Cryphonectria parasitica* v starých gaštanových sadoch na Slovensku. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 158-164. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: The aim of this study was to determine whether the selected topographical and meteorological characteristics relating to the site could have an impact on the first occurrence of chestnut blight caused by the fungus *Cryphonectria parasitica* (Murrill) MEBarr on the particular site. Overall, the study included 10 sites each with more than 30 chestnut trees older than 50 years. No correlation has been found between the first occurrence of chestnut blight in the respective site and its topographical characteristics. Places where the disease occurred earlier were very similar in latitude, altitude, slope gradient, slope orientation as localities with later occurrence of the disease. Differences between the two-year average (the year of chestnut blight record and preceding year) and the long-term average (50 years) of annual air temperature and annual sum of rainfall on each site showed a strong correlation with the year of the first occurrence of the chestnut blight in the studied locations ($r = 0.825$ and $r = 0.701$). Chestnut stands included in our study were more attacked chestnut blight in years with significant lack of precipitation or years with significantly higher average air temperature. As an important casual factor of chestnut blight occurrence showed to be above averaged summer and also winter temperatures.

KEY WORDS: Chestnut blight • topographic • meteorological characteristics • air temperature • rainfalls

ÚVOD

Chorobu môžeme charakterizovať ako výsledok interakcie medzi hostiteľom, prostredím a patogénom spôsobujúcim ochorenie. Vyšší výskyt chorôb rastlín v súčasnej dobe súvisí so zmenami prostredia, najmä zmenou klímy. V oblastiach s takouto zmenou je zdravotný stav rastlín ohrozený pôsobením rôznych mechanizmov, od urýchleného vývoja patogénov a kratšej inkubačnej doby až po zvyšujúci sa stres, kvôli nesúladu medzi ekosystémami a ich klímou a častejšieho výskytu extrémnych poveternostných javov. Kľúčové klimatické faktory, ktoré vyvolávajú mnoho ohnísk chorôb rastlín sú teplota a vlhkosť. Teplota ovplyvňuje všetky fázy chorôb rastlín, zatiaľ čo vlhkosť je dôležitá pri infekčnom procese (klíčenia a penetrácia) a uvoľnenie spór. Očakáva sa, že sucho povedie k zvýšeniu frekvencie patogénov stromov, predovšetkým prostredníctvom nepriamych účinkov na fyziológiu hostiteľa (PAUTASSO a kol. 2012). Šírenie patogénov a prejavy choroby sú tiež ovplyvnené krajinnými prvkami a účinkom stanovištných podmienok, a to priamo na patogény alebo na citlivosť ich hostiteľov (HOLDENRIEDER a kol. 2004).

Cieľom tejto práce bolo zistiť, či vybrané geograficko-topografické a meteorologické charakteristiky vzťahujúce sa na sledovanú lokalitu by mohli mať vplyv na prvý výskyt rakoviny kôry na konkrétnej lokalite.

MATERIÁL A METÓDY

Lokality a rastlinný materiál

Študované gaštanové sady a porasty sa nachádzajú v kopcovitých oblastiach juhozápadného Slovenska a južnej časti stredného Slovenska. Ide o lokality Bratislava, Plachtince a Modrý Kameň, v rámci ktorých boli sledované 4, 3 a 3 stanovišťa ako nezávislé porovnávacie jednotky. Na každom z 10 stanovišť bolo viac ako 30 stromov starších ako 50 rokov, prevažne však 100 – 200 ročných. Iba na jednom stanovišti (Bratislava – Jeséniova) bol vek jedincov v priemere menej ako 100 rokov (cca 80 rokov). Napriek uvedeným rozdielom sa vek nebral do úvahy ako príčinný faktor rôznej citlivosti k rakovine kôry nakoľko stromy na všetkých sledovaných stanovištiach mali vlastnosti starých stromov. Gaštanové výsadby na študovaných stanovištiach mali podobný charakter, boli to gaštanové sady s nepravidelným sponom s rozstupmi od 10 po 30m, iba ojedinele zmiešané s inými druhmi drevín. Na všetkých sledovaných stanovištiach boli stromy v rôznej miere poškodené rakovinou kôry (JUHÁSOVÁ a ko. 2011). Na niektorých stanovištiach boli pôvodné gaštany úplne vyumreté aj vypílené (Bratislava – Vančurova), no pri popise stanovišťa sa uvádza pôvodný počet stromov. Pôvodný počet stromov sa uvádza aj pre stanovišťa s určitým podielom uhynutých gaštanov (Tab. 1).

Tab. 1. Popisné charakteristiky jednotlivých stanovišť.

Lokalita - stanovište	Počet stromov	Výmera (ha)	Typ porastu	Zdravotný stav porastu	1. výskyt rakoviny kôry
Bratislava - Jeséniova	61	0.35	sad	stredne + ťažko poškodené	2007
Bratislava - Sliáčska	39	0.62	sad	ľahko + stredne ťažko poškodené	1992
Bratislava - Stará Klenová	90	0.25	skupina sadov	ľahko + stredne ťažko poškodené	2007
Bratislava - Vančurova	110	0.18	sad	odumreté - 30% pňových výmladkov	1988
M. Kameň - Drieňovská	70	1.51	skupina sadov	odumreté + ľahko + ťažko poškodené	2008
M. Kameň - Gaštanová	440	5.95	skupina sadov	odumreté + ťažko poškodené	1991
M. Kameň - Zámocká	198	2.42	sad	odumreté + ľahko + ťažko poškodené	1995
S. Plachtince - Chrib	58	2.50	gaštany v zmiešanom poraste	odumreté + ťažko poškodené	1989
S. Plachtince - Pavlovova	51	0.43	sad	ľahko + stredne ťažko poškodené	2002
Horné Plachtince	50	2.15	skupina sadov	odumreté + ťažko poškodené	1991

Geograficko-topografické údaje

Zemepisné súradnice a nadmorská výška všetkých študovaných lokalít boli merané s GPS Ashta™ PROMARK™ 100 a zhromaždené údaje spracovávané so softvérom ESRI ArcGIS® ArcMap™ 9.3. Sklon svahu bol meraný sklonomerom SUUNTO PM-5 a orientácia svahu kompasom (Tab. 2).

Meteorologické údaje

Na charakterizovanie meteorologických podmienok študovaných lokalít boli poskytnuté Slovenským hydrometeorologickým ústavom v Bratislave údaje priemerných, maximálnych, minimálnych mesačných teplôt vzduchu a údaje o mesačných úhrnoch zrážok z najbližších klimatických staníc Bratislava – Koliba a Dolné Plachtince. Údaje sú za obdobie posledných 50 rokov .

Tab. 2. Topografické charakteristiky študovaných stanovišť s gaštanovými sadmi.

Lokalita - stanovište	Severná zem. šírka	Východná zem. dĺžka	Nadmorská výška od - do	Orientácia svahu	Sklon svahu	1. výskyt rakoviny kôry
Bratislava - Jeséniova	48°10'10"	17°06'20"	279-285	SEE	4°	2007
Bratislava - Sliachka	48°10'32"	17°06'49"	172-209	NEE	15°	1992
Bratislava - Stará Klenová	48°10'25"	17°05'35"	245-264	S	9°	2007
Bratislava - Vančurova	48°10'00"	17°06'31"	274-281	SE-E	7°	1988
Modrý Kameň - Drieňovská	48°14'52"	19°20'10"	340-379	SW	15°	2008
Modrý Kameň - Gaštanová	48°14'33"	19°19'41"	278-340	SE-E	15°	1991
Modrý Kameň - Zámocká	48°14'46"	19°20'00"	305-365	SE	18°	1995
Stredné Plachtince - Chrib	48°13'48"	19°16'34"	251-327	SE	9°	1989
Stredne Plachtince - Pavlova	48°13'51"	19°17'57"	223-270	NE	8°	2002
Horné Plachtince	48°14'05"	19°16'49"	260-315	S-SE	4°	1991

Spracovanie dát

Vzťah medzi rokmi prvého výskytu choroby a geograficko-topografickými údajmi sledovaných stanovišť ako aj meteorologickými charakteristikami príslušných lokalít bol hodnotený na základe výpočtu Pearsonovej korelácie. Zemepisnej dĺžky a šírky jednotlivých stanovišť, usporiadanej vo vzostupnom poradí, boli priradené po sebe idúce čísla. Hodnotám líšiacim sa o menej než 1' (minúta), bolo pridelené rovnaké číslo. Hodnotám orientácie svahu boli priradené po sebe idúce čísla od 1 do 16, prislúchajúce 16 bodom na kompase usporiadaným nasledovne (od teplejších k chladnejším expozíciám): J, JJV, JJZ, JV, JZ, VJV, ZJZ, V, Z, VSV, ZSZ, SV, SZ, SSV, SSZ a S.

Na teplotno – zrážkové charakterizovanie obdobia prvého výskytu rakoviny kôry boli použité priemerná teplota vzduchu a úhrn zrážok pre rok s prvým pozorovaním poškodenia rakovinou kôry a pre predchádzajúci rok ako aj za zimné obdobie (december predchádzajúceho roku, január, február aktuálneho roku) a letné obdobie (jún, júl, august) týchto dvoch rokov. Z ročných, zimných a letných priemerov oboch meteorologických prvkov boli urobené dvojročné priemery pre každý prvý výskyt choroby a z 50-ročných údajov dlhodobé ročné, zimné, letné priemery pre lokality Bratislava a Dolné Plachtince (klimatické stanice). Rozdiely medzi dvojročnými priemermi a dlhodobým priemerom teplotných a zrážkových charakteristík boli použité pre klimatickú charakteristiku dvojročného obdobia prvého výskytu rakoviny kôry. Tieto rozdiely boli korelované s poradovými hodnotami stanovišť zoradených podľa rokov prvého výskytu rakoviny kôry.

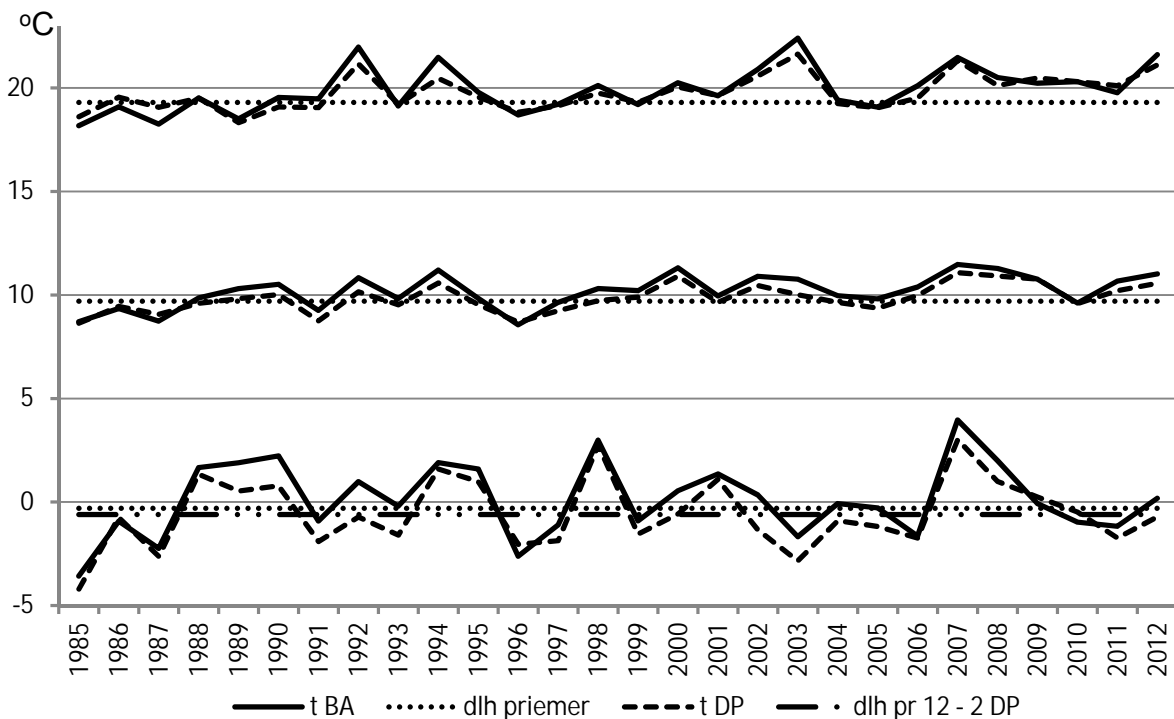
VÝSLEDKY

Topografické charakteristiky a rakovina kôry

Nebola nájdená žiadna korelácia medzi rokom prvého výskytu rakoviny kôry gašтана na určitom stanovišti a jeho topografickými charakteristikami. Miesta, kde sa ochorenie vyskytlo skôr sa prakticky nelíšili v zemepisnej šírke, nadmorskej výške, sklone a orientácii svahu od lokalít s neskorším výskytom choroby. Napríklad, lokalita Bratislava - Vančurova, kde bol zaznamenaný prvý výskyt rakoviny kôry zo študovaných lokalít (v roku 1988), má nadmorskú výšku iba o 80 m nižšiu ako najneskôr napadnutá lokalita Modrý Kameň – Drieňovská (Tab. 1). Korelácia medzi orientáciou svahu a výskytom choroby bola skreslená tým, že väčšina študovaných lokalít má orientáciu na SE a SW. Podobne, rozdiely v nadmorských výškach lokalít boli zanedbateľné (v priemere 10 m) pre dokázanie vplyvu nadmorskej výšky na výskyt ochorenia.

Meteorologické charakteristiky a rakovina kôry

Na stanovištiach lokality Bratislava boli gaštany napadnuté rakovinou kôry v teplých rokoch (1988, 1992 a 2007) so zimnými (december – február) aj letnými teplotami (jún – august) nad dlhodobým priemerom a letnými zrážkami pod dlhodobým priemerom (-40,5, -111,0 a -56,9mm). Na stanovištiach lokalít Modrý Kameň a Plachtince boli v rokoch prvého výskytu rakoviny kôry (1989, 1991, 1995, 2002, a 2008) v letnom období zrážky v medziach dlhodobého priemeru až mierne nadpriemerné no v zimných mesiacoch boli podpriemerné (Obr. 1, 2). Priemerné ročné teploty sa v uvedených rokoch neodlišovali výrazne od dlhodobého priemeru a boli buď nepatrne vyššie (1989, 2002 a 2008) alebo nižšie (1991, 1995). Rok predtým (1990 a 1994) boli však priemerné teploty vzduchu nepatrne nad dlhodobým priemerom no výrazne bola teplejšia zima (+1,4 a +1,2°C). V týchto rokoch mohol byť skutočný prvý výskyt rakoviny no záznam bol spravený o rok neskôr. Je možné, že aj podmienky predchádzajúceho roku ovplyvňujú výskyt rakoviny kôry v nasledujúcom roku. Preto aj pre posúdenie závislosti medzi meteorologickými podmienkami a výskytom rakoviny na sledovaných desiatich stanovištiach troch lokalít sa brali do úvahy rok prvého záznamu výskytu a predchádzajúci rok.



Obr. 1. Priemerné teploty vzduchu za obdobie jún – august (hore), celý rok (v strede) a december – február (dole) z klimatickej stanice Bratislava – Koliba (BA) pre lokalitu Bratislava a stanice Dolné Plachtince (DP) pre lokality Modrý Kameň, Stredné a Horné Plachtince.

Rozdiely medzi dvojročným priemerom a dlhodobým priemerom ročných teplôt vzduchu pre príslušné stanovišťa boli nižšie v prvých rokoch výskytu rakoviny (1988 - 1991), v ďalších rokoch sa zvyšovali a najvyššie hodnoty dosiahli v rokoch 2007 a 2008. Dvojročný priemer sumy zrážok bol v prvých rokoch výskytu (okrem 1988) nižší ako dlhodobý priemer no v ďalších uvažovaných rokoch bol vyšší ako dlhodobý priemer sumy zrážok (Tab. 3). Korelácia medzi rokom prvého výskytu choroby na študovaných lokalitách a rozdielmi teploty a zrážok od dlhodobého priemeru bola pomerne vysoká ($r = 0,825^*$ a $r = 0,701^*$). To naznačuje na významný nárast priemernej ročnej teploty a nárast vo výške zrážok v priebehu hodnoteného obdobia (1988 - 2009), a to najmä v rokoch prvého výskytu rakoviny kôry.

Tab. 3. Rozdiely medzi 2-ročným priemerom (rok 1. výskytu rakoviny kôry a predchádzajúci rok) a dlhodobým priemerom teploty vzduchu a úhrnom zrážok pre jednotlivé lokality.

Lokalita - stanovište	teplota vzduchu v °C			ročný úhrn zrážok v mm			1. výskyt rakoviny kôry
	2-ročný priemer	dlhodobý priemer	rozdiel	2-ročný priemer	dlhodobý priemer	rozdiel	
Bratislava - Jeséniova	11	9,7	1,3	743	659	84	2007
Bratislava - Stará Klenová	11	9,7	1,3	743	659	84	2007
Bratislava - Sliachka	10,1	9,6	0,5	614	659	-46	1992
Bratislava - Vančurova	10	9,7	0,3	700	659	41	1988
M. Kameň - Drieňovská	11	9,6	1,4	671	605	66	2008
M. Kameň - Gaštanová	9,4	9,7	-0,3	601	605	-4	1991
M. Kameň - Zámocká	10,1	9,6	0,5	658	605	53	1995
S.Plachtince - Pavlovova	10,1	9,6	0,4	683	605	78	2002
Stredné Plachtince - Chríb	9,7	9,6	0,1	561	605	-45	1989
Horné Plachtince	9,4	9,7	-0,3	601	605	-4	1991

DISKUSIA

Uschýnanie konárov a celých stromov ako dôsledok napadnutia rakovinou kôry bolo pozorované vo vybraných gaštanových sadoch na Slovensku prevažne v suchých rokoch a to v rokoch so zrážkami pod dlhodobým priemerom alebo v rokoch s teplotou vzduchu nad dlhodobým priemerom.

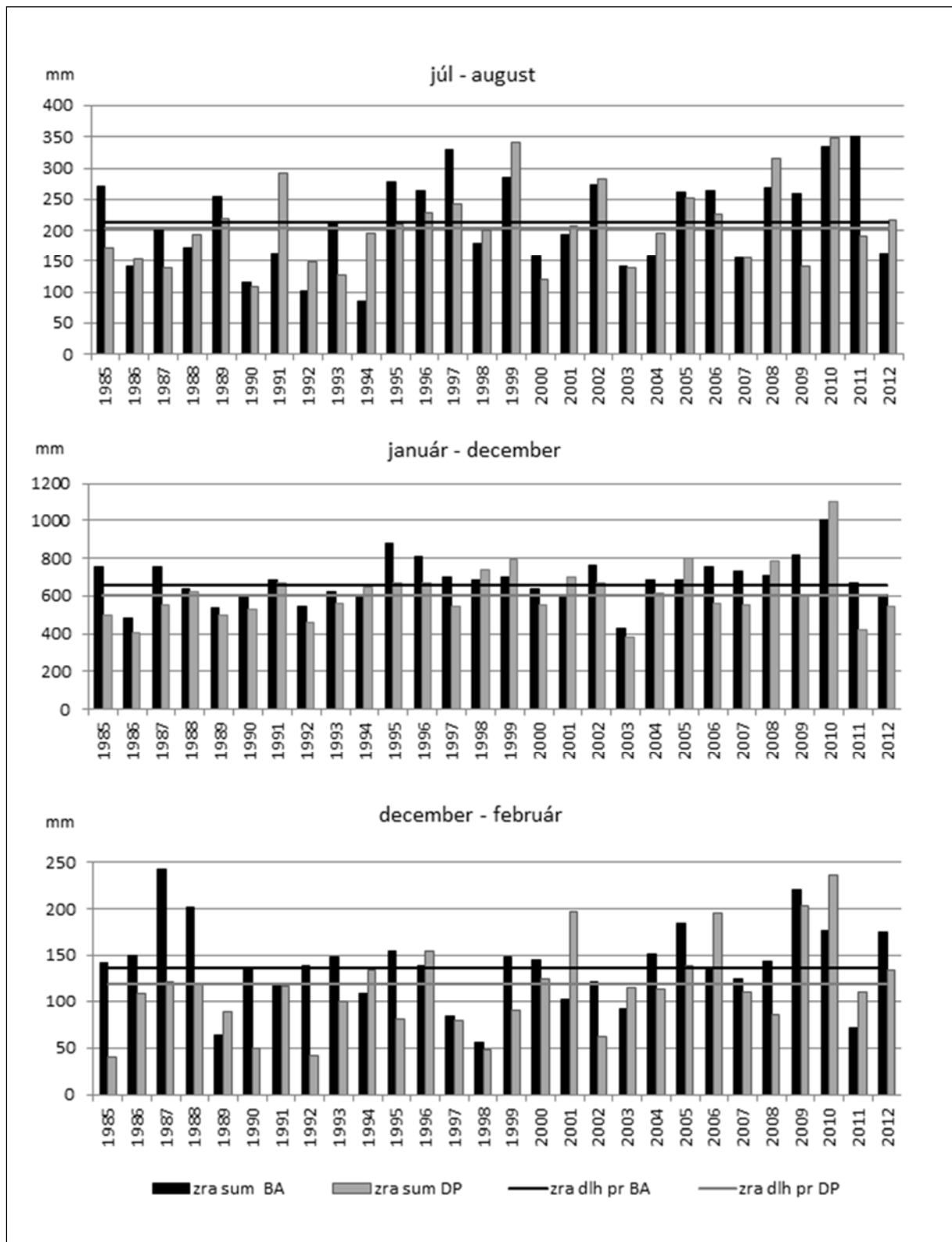
Podobne veľké sucho v roku 1996 vo Alpskom údolí (Taliano) (WALDBOTH a OBERHUBER 2009) a extrémne suché a horúce leto roku 2003 v južných Alpách (Švajčiarsko) (CONEDERA a kol. 2010) mali za následok odumieranie stromov v gaštanových porastoch v spomínaných oblastiach. Stresované alebo usychajúce gaštanové stromy môžu byť ľahko napadnuté patogénmi, ako sú *Cryphonectria parasitica* alebo *Phytophthora spp.* (PROSPERO a kol. 2006).

Vyššie teploty a sucho negatívne ovplyvňujú nielen vitalitu hostiteľa, ale majú tiež synergický účinok na vývoj rakoviny, na čo poukazuje aj vyššia intenzita rastu rakovinových rán v lete (GUÉRIN a ROBIN 2003). Priamy vplyv vonkajšej teploty vzduchu na vývoj huby *Cryphonectria parasitica* na gaštanoch bol pozorovaný pri štúdiách vo Švajčiarsku (BAZZIGHER 1981) a USA (ANAGNOSTAKIS a AYLOR 1984). Tiež na Slovensku v mladom gaštanovom sade v Príbelciach, bol pozorovaný zvýšený výskyt rakovinových rán v rokoch s výrazne vyššou priemernou teplotou vzduchu počas vegetačného obdobia a tiež v roku po teplej zime 2006-2007 (BOLVANSKÝ a kol. 2009). Podobne aj v tejto práci prvý výskyt poškodení rakovinou kôry bol vo vegetačných sezónach nasledujúcich po zimách s teplotou vzduchu výrazne nad dlhodobým priemerom.

V rámci jednej lokality sa rakovina kôry vyskytla na jednotlivých stanovištiach v rôznych obdobiach s odstupom niekoľkých rokov, vždy to však bolo v suchých alebo po suchých rokoch. Napríklad, na stanovišti Bratislava - Jeséniova, sa choroba vyskytla o takmer 20 rokov neskôr ako na stanovišti Bratislava - Vančurova vzdialenej iba 500 m, kde medzitým všetky gaštany vymreli po napadnutí rakovinou kôry. Podobná situácia bola pozorovaná aj v Modrom Kameni kde gaštany na Drieňovskej ulici boli napadnuté rakovinou kôry o 17 rokov neskôr ako na 700 m vzdialenej Gaštanovej ulici. Oddialenie výskytu choroby na stanovištiach gaštana vzdialených niekoľko stovák metrov od rakovinou napadnutého stanovišťa môže mať rôzne príčiny. Jednou z týchto príčin môže byť aj to, že pôda na stanovišti, kde gaštany dlhodobo odolávajú chorobe má väčšiu schopnosť udržať vodu čím sa pomôže gaštanom prekonať lepšie obdobie sucha. Ako uvádza CONEDERA a kol. (2010), negatívny vplyv suchého a teplého leta 2003 na zvýšené odumieranie gaštanov sa prejavil najmä na stanovištiach s plytkou pôdou a na lesných okrajoch.

Hoci topografické charakteristiky stanovišť s gaštanovými porastmi nemali priamy vplyv na výskyt choroby, avšak v kombinácii s porastovými charakteristikami (hustota porastu) a aktuálnymi

meteorologickými podmienkami môžu vytvárať špecifickú mikroklímu, ktorá výrazne ovplyvňuje rýchlosť šírenia sa patogénu medzi jednotlivými stromami na stanovišti.



Obr. 2. Úhrny zrážok za obdobie jún – august, január – december a december – február z klimateckej stanice Bratislava – Koliba (BA) pre lokalitu Bratislava a stanice Dolné Plachtince (DP) pre lokality Modrý Kameň, Stredné a Horné Plachtince.

ZÁVER

Na základe vyhodnotenia geograficko-topografických charakteristík desiatich stanovišť gaššana jedlého na troch lokalitách Slovenska a meteorologických údajov z rokov prvého výskytu rakoviny kôry na týchto stanovištiach možno vyvodiť nasledovné závery:

1. Geograficko-topografické charakteristiky stanovišta (zemepisné súradnice, nadmorská výška, expozícia, sklon svahu) nemali vplyv na výskyt choroby
2. Na prevažnej väčšine stanovišť sa rakovina objavila v teplých a suchých rokoch pričom rovnako negatívny vplyv mali nadpriemerné zimné ako aj letné teploty a podpriemerné zrážky v letnom období.
3. Príčiny rozdielneho časového nástupu choroby na jednotlivých stanovištiach tej istej lokality neboli zistené no zrejme niektoré stanovišta majú priaznivejšie podmienky pre vývin a rast gaštanov (lepšia schopnosť pôdy udržať vlahu) a zároveň menej priaznivé pre šírenie choroby (porasty iných drevín v blízkosti, prevažujúci smer vetra je nie od napadnutého stanovišta).

POĎAKOVANIE

Práca vznikla s finančnou podporou projektu VEGA 2/0071/14.

LITERATÚRA

- ANAGNOSTAKIS, S.L., AYLOR, D.E. 1984. The effect of temperature on growth of *Endothia (Cryphonectria) parasitica* in vitro and in vivo. In: Mycologia, roč. 76, 1984, s. 387-397.
- BAZZIGHER, G. 1981. Selection of blight-resistant chestnut trees in Switzerland. In: European Journal of Forest Pathology, 1981, roč. 11, s. 199-207.
- BOLVANSKÝ, M., KOBZA, M., JUHÁSOVÁ, G., ADAMČIKOVÁ, K., OSTROVSKÝ, R. 2009. Spread of chestnut blight in a plantation of young *Castanea sativa* and *Castanea* hybrids. In: Acta Horticulturae, ISHS 2009, roč. 815, s. 261-270.
- CONEDERA, M., BARTHOLD, F., TORRIANI, D., PEZZATTI, G.B. 2010. Drought sensitivity of *Castanea sativa*: Case study of summer 2003 in the Southern Alps. In: Acta Horticulturae, 2010, roč. 866, s. 297-302.
- GUÉRIN, L., ROBIN, C. 2003. Seasonal effect on infection and development of lesions caused by *Cryphonectria parasitica* in *Castanea sativa*. In: Forest Pathology, 2003, roč. 33, s. 223-235.
- HOLDENRIEDER, O., PAUTASSO, M., WEISBERG, P.J., LONSDALE, D. 2004. Tree diseases and landscape processes: the challenge of landscape pathology. In: Trends Ecological Evolution, 2004, roč. 19, s. 446-452.
- JUHÁSOVÁ, G., ADAMČIKOVÁ, K., KOBZA, M., KNETIGOVÁ, Z., ONDRUŠKOVÁ, E., JUHAS, D. 2011. Perspektíva pestovania a ochrany gaššana jedlého na Slovensku. In: REINPRECHT L., BOBEKOVÁ E. (eds.) Drevoznehodnocujúce huby 2011: Technická univerzita vo Zvolene, s. 41-45. ISBN 978-80-228-2269-5.
- PAUTASSO, M., DÖRING, T.F., GARBELOTTO, M., PELLIS, L., JEJE, M.J. 2012. Impacts of climate change on plant diseases - opinions and trends. In: European Journal of Plant Pathology, 2012, roč. 133, s. 295-313.
- PROSPERO, S., CONEDERA, M., HEINIGER, U., RIGLING, D. 2006. Saprophytic activity and sporulation of *Cryphonectria parasitica* on dead chestnut wood in forests with naturally established hypovirulence. In: Phytopathology, 2006, roč. 96, č. 12, s. 1337-1344.
- WALDBOTH, M., OBERHUBER, W. 2009. Synergistic effect of drought and chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) on growth decline of European chestnut (*Castanea sativa*). In: Forest Pathology, 2009, roč. 39, s. 43-55.

Adresa autorov

Ing. Jozef Pažitný, RNDr. Milan Bolvanský, CSc., Mgr. Katarína Adamčíková, PhD. – Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, Pobočka biológie drevín, Akademická 2, 949 01 Nitra, tel.: +421 37 6943356, 6943368, 6943339, e-mail: jozef.pazitny@savzv.sk, milan.bolvansky@savzv.sk, katarina.adamcikova@sav.savzv.sk

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI PÔDY POD VYBRANÝMI DRUHMI DREVÍN V ARBORÉTE MLYŇANY SAV

SOIL PHYSICAL PROPERTIES UNDER SELECTED TREE SPECIES IN ARBORETUM MLYŇANY SAS

Nora Polláková, Juraj Chlpík, Milan Macák, Peter Ferus

POLLÁKOVÁ, N. – CHLPÍK, J. – MACÁK, M. – FERUS, P. 2014. Fyzikálne vlastnosti pôdy pod vybranými druhmi drevín v Arboréte Mlyňany SAV. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlyňany SAV. s. 165-170. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: Soil physical properties significantly affect many chemical, physico-chemical and biological processes, hence soil depth inhabited by plant roots and organisms. Therefore, the aim of the study was characterization of hydro-physical soil properties under selected tree species in Arboretum Mlyňany. Soil properties were studied in five pits. We found that in soil prevailed silty-loamy, loamy and clayey-loamy texture. Coefficient of textural differentiation in all profiles had higher value than 1.2, what suggest the process of illimerization. Bt and Btg horizons were enriched with clay, compacted, and had significantly increased bulk density and reduced porosity. If capillary and part of a semi-capillary pores were filled with water, Btg horizons under studied trees had lack of air. During main growing season, the Haplic Luvisols in studied area have insufficient moisture therefore we recommend irrigation and enlarging lakes area in the Arboretum.

KEY WORDS: Forest • soil • texture • hydrophysical soil properties

ÚVOD

Fyzikálne vlastnosti pôdy významnou mierou vplyvajú na priebeh a rýchlosť rôznych chemických, fyzikálno-chemických a biologických procesov a taktiež na rozvoj pôdnych mikroorganizmov. Dôležitý vplyv majú na hĺbku pôdy obývanú koreňovým systémom rastlín, na pomerné zastúpenie vody a vzduchu a taktiež i na fyzickú stavbu pôdnych horizontov. Na základe vzájomného pomeru medzi pevnou, kvapalnou a plynnou fázou pôdy možno robiť závery o mnohých chemických a biologických aspektoch pôdnej úrodnosti, hlavne pri zabezpečovaní rastlín prístupnými živinami, vodou a vzduchom (DEXTER 2004, KOBZA 2013).

K fyzikálnym parametrom charakterizujúcim zastúpenie pevnej, kvapalnej a plynnej fázy pôdy patria hlavne: pórovitosť (P), objem nekapilárnych pórov (P_N), objem semikapilárnych pórov (P_S), objem kapilárnych pórov (P_K), objemová hmotnosť pôdy (ρ_d), momentálna vlhkosť (Θ), momentálny objem vzduchu v pôde (V_{AM}), minimálna vzdušná kapacita (V_A), bod vädnutia (Θ_v), využiteľná vodná kapacita (Θ_p).

Z hydrologického hľadiska sa ako jedna z hlavných príčin zhoršovania pôdneho prostredia a z toho vyplývajúceho fyziologického oslabenia, prípadne aj odumierania lesných drevín uvádzajú nepriaznivé vlhkosťné pomery v lesných pôdach. Zvlášť významne sa v tejto súvislosti prejavujú výskyt a dĺžka hydro-pedologických cyklov s nízkou, resp. nedostatočnou zásobou využiteľnej vody pre rastliny. Najvýraznejšie sa takto vytvorený vodný režim uplatňuje v najnižších lesných vegetačných stupňoch (1. a 2. LVS), v oblastiach, kde výdajové zložky vodnej bilancie preukazne prevyšujú atmosférické zrážky, ktoré sú takmer jedinou príjmovou zložkou vody (TUŽINSKÝ 2004a).

Cieľom práce je charakteristika fyzikálnych vlastností pôdy pod vybranými druhmi drevín v Arboréte Mlyňany, ktoré sa vzťahujú k vlhkosti a k aeračným parametrom pôdy.

MATERIÁL A METÓDY

Lokalita Arboréta (48°19' s.š.; a 18°21' v.d.) sa rozprestiera na severnom okraji Podunajskej nížiny južného Slovenska, v údolí rieky Žitavy, na mierne zvlnenom teréne s hlavným sklonom SZ, v nadmorskej výške 165-217 m n.m. Po stránke floristickej patrí areál Arboréta do panónskej oblasti, po stránke geobotanickej do oblasti *Querceto-Carpintum*. Zvlnený terén je južným výbežkom Hronského Inovca a Tríbeča. Objekt leží na mladotretohornom geologickom útvare so zastúpenými ílmi, pieskami a štrkopieskami (STENHÜBEL 1957). Na tomto podloží je takmer na celej ploche naviaty sprašový materiál, ktorý je väčšinou odvápnený (CIFRA 1958). Z pôdnych subtypov sú najviac zastúpené hnedozem pseudoglejová, menej hnedozem modálna a hnedozem kultizemná pseudoglejová (SZOMBATHOVÁ 2010). Územie Arboréta patrí do teplej, suchej klimatickej oblasti. Klimatické zmeny v podmienkach Arboréta sa prejavujú výrazným oteplením - zvyšujú sa priemerné ročné teploty vzduchu v porovnaní s dlhodobým normálom (1931–1960) z 9,1°C na 10,6°C pri dlhodobom normále v rokoch 1971–2000. Na druhej strane je výrazný deficit atmosférických zrážok oproti dlhodobému úhrnu (1931–1960) 605 mm na 541 mm pri dlhodobom priemernom úhrne v rokoch 1971–2000 (HRUBÍK a HOŤKA 2007, HRUBÍK a kol. 2011). Ročný chod zrážok v dlhodobom priemere vytvára dve maximá, hlavné v máji resp. v júni, vedľajšie v novembri. Rozdelenie zrážok v jednotlivých rokoch a mesiacoch je silne premenlivé (HOŤKA a kol. 2010).

Fyzikálne vlastnosti boli skúmané pod porastmi nasledovných drevín:

- 1 pod zvyškom pôvodného dubovo-hrabového lesa (*Quercus Cerris* L.)
- 2 pod porastom vavrínovcov lekárskeho (*Prunus laurocerasus* L.)
- 3 pod porastom javorov cukrových (*Acer saccharinum* L.)
- 4 pod porastom tisov obyčajných (*Taxus baccata* L.)
- 5 pod porastom kryptomérií japonských (*Cryptomeria japonica* D. Don)

Na stanovenie fyzikálnych vlastností boli odobrané neporušené pôdne vzorky do Kopeckého valčekov v troch opakovaniach a boli stanovené nasledovné fyzikálne vlastnosti:

- objemová hmotnosť, pórovitosť, hydrofyzikálne vlastnosti (HRAŠKO a kol. 1962) po 0,1 m vrstvách až do hĺbky 0,8 m
- zrnitostné zloženie pôdy v jednotlivých diagnostických horizontoch pipetovacou metódou (FIALA a kol. 1999).

Analýzy boli robené v troch opakovaniach a v práci sú uvedené priemerné hodnoty.

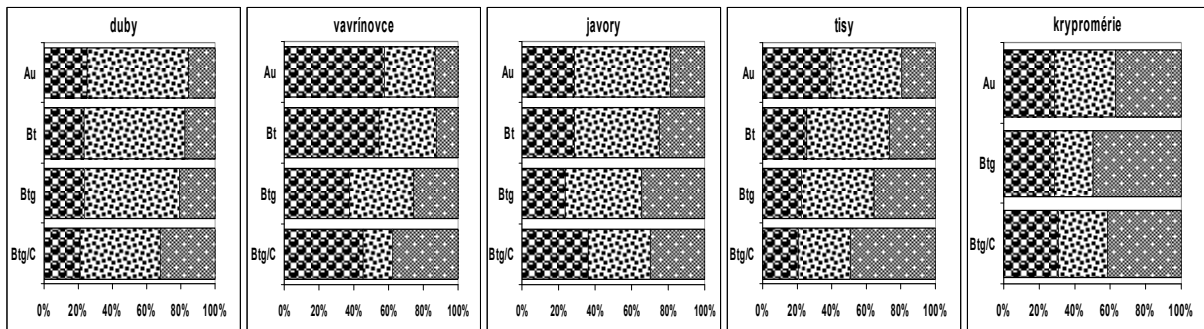
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Fyzikálne vlastnosti predstavujú súbor pôdnych vlastností, ktoré sú podmienené disperziou pôdnych častíc, priestorovým usporiadaním a vzájomnými vzťahmi medzi pevnými časticami, pôdnou vodou a vzduchom. Vplývajú takmer na všetky pôdne vlastnosti ako aj na zabezpečovanie rastlín dostupnými živinami, vodou, vzduchom a priamo ovplyvňujú pomer vody a vzduchu v pôde (FULAJTAR 2006).

V Arboréte prevládal pôdny druh prachovito-hlinitý, hlinitý a ílovito-hlinitý, teda zrnitostne stredná pôda. Zastúpenie jednotlivých frakcií sa v pôdnych profiloch výrazne menilo s hĺbkou (Obr. 1). Z hľadiska pôdnej textúry bol zrejмый veľký nárast frakcie ílu v Bt-luvickom a najmä v Btg-luvickom horizonte so znakmi pseudoglejovatenia, čo svedčí o značnom posune ílu z vrchných do podpovrchových horizontov v procese illimerizácie. Najvýraznejší proces illimerizácie bol zaznamenaný v profile pod porastom vavrínovcov, kde koeficient textúrnej diferenciacie medzi Bt a Btg horizontmi dosiahol hodnotu 2,01 a medzi Btg a Btg/C horizontmi 1,47.

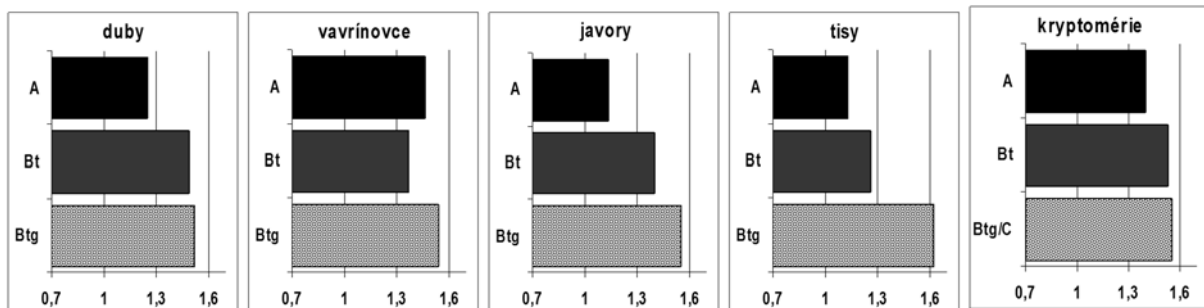
Najvyššie zastúpenie frakcie íl v celom profile pôdy (37-50 %) bolo pod porastom kryptomérií (Obr. 1). Je známe, že do roku 1960 bola plocha pod východoázijskou dendroflórou ornou pôdou a v časoch privalových dažďov dochádzalo práve v tejto lokalite k viditeľnému prísunu pôdneho materiálu oderodovaného z okolitej poľnohospodárskej pôdy. To znamená, že k obohateniu pôdneho

profilu ílom došlo dôsledkom akumulácie jemnozrnného materiálu z okolitých svahov, ako aj dôsledkom procesov illimerizácie a pseudoglejovatenia.



Obr. 1. Profilové zobrazenie zrnitosti pôdy v [%].

V skúmaných profiloch Arboréta bola zaznamenaná takmer rovnomerne vzrastajúca tendencia hodnôt redukovanej objemovej hmotnosti pôdy (ρ_d) a pokles pórovitosti (P) s hĺbkou (Obr. 2, Tab. 1). Hodnoty celkovej pórovitosti odrážali meniace sa hodnoty objemovej hmotnosti pôdy v profile. Ílom obohatené luvické horizonty (Bt) a luvické horizonty so znakmi pseudoglejovatenia (Btg) boli zhutnené a mali značne zvýšené hodnoty ρ_d a zníženú pórovitosť. Všeobecne, pôdy s vysokou akumuláciou ílu sú náchylné na zhutnenie. Hodnoty objemovej hmotnosti pôdy nad $1,40 \text{ t.m}^{-3}$ a pórovitosti pod 47% v ílovito-hlinitej; $\rho_d > 1,45 \text{ t.m}^{-3}$ a $P < 45\%$ v hlinitej a $\rho_d > 1,55 \text{ t.m}^{-3}$ a $P < 42\%$ v piesočnato-hlinitej pôde sú kritické, pretože korene rastlín už len veľmi ťažko prerastajú pôdou (FULAJTAR 2006). Uvedené kritické hodnoty boli prekročené v celom profile pod kryptomériami, Bt a Btg horizontmi pod dubmi a Btg horizontmi pod ostatnými drevinami. Vysoká objemová hmotnosť môže cez zníženie zastúpenia makropórov s veľkosťou $> 0,05 \text{ mm}$ nepriaznivo ovplyvňovať biologické vlastnosti pôdy (FREY a kol. 2009).



Obr. 2. Profilové zobrazenie objemovej hmotnosti pôdy v $[\text{t.m}^{-3}]$.

Zvýšený obsah ílu v Bt a Btg horizontoch bol sprevádzaný väčším zastúpením kapilárnych pórov (P_K) z celkovej pórovitosti (v priemere okolo 80-90 %) a menším zastúpením nekapilárnych (P_N) t.j. hrubých pórov (Tab. 1). V humusových A-horizontoch bolo zastúpenie nekapilárnych pórov z celkovej pórovitosti okolo 30 %, čo je podľa BEDRNU a kol. (1989) optimálne, nakoľko prostredníctvom P_N dochádza k výmene vzduchu a vsakovaniu vody do pôdy, kým v mezo a mikropóroch dochádza k zadržiavaniu a vzlianiu vody.

Momentálny objem vzduchu pôdy (V_{AM}) ako i minimálna vzdušná kapacita (V_A) sa vo všetkých skúmaných pôdnych profiloch znižovali s hĺbkou, no veľmi výrazné zníženie objemu vzduchu v profiloch bolo zaznamenané najmä v Btg horizontoch (Tab. 1). Podľa stupnice uvádzanej FULAJTAROM (2006), kritickou hodnotou minimálnej vzdušnej kapacity je, ak táto dosiahne pod 10 % objemu, nakoľko mikrobiálna aktivita a rast rastlín môžu byť značne potlačené.

Keďže momentálny objem vzduchu je podobne ako momentálna vlhkosť pôdy veľmi premenlivý parameter, zvýšený dôraz bol kladený na hodnoty minimálnej vzdušnej kapacity (V_A),

ktorá zodpovedá objemu nekapilárnych a semikapilárnych pórov v pôde. Z výsledkov vyplýva, že ak sú kapilárne a časť semikapilárnych pórov zaplnené vodou, Btg horizonty pod skúmanými drevinami mali nedostatočnú minimálnu vzdušnú kapacitu, čiže pôda pri maximálnej kapilárnej vodnej kapacite neposkytuje koreňom drevín ktoré siahajú hlbšie ako 0,5 m dostatok vzduchu (Tab. 1). Na druhej strane, hlavný objem koreňov drevín sa nachádza v hĺbke do 0,4-0,5 m (ŠÁLY 1982) a na drevinách v Arboréte dosiaľ neboli pozorované výrazné prejavy nedostatočného prevzdušnenia pôdy. Naopak, najmä v letných, na zrážky chudobných mesiacoch bol zistený značný nedostatok vody v pôde a s tým spojené fyziologické prejavy na drevinách (HRUBÍK a kol. 2011). Na základe doterajšieho štúdia vlhkosti lesných pôd možno v prípade predpokladaných globálnych zmien klímy očakávať, že dôjde ku kvalitatívnym aj kvantitatívnym zmenám vodného režimu. Jedná sa predovšetkým o postupné znižovanie obsahu vody v pôde z jedného hydrologického roka na druhý, zvýšenie výskytu a dĺžky hydropedologických cyklov s obmedzenou, resp. nedostatočnou zásobou využiteľnej vody a z toho vyplývajúce zmeny fyzikálnych a chemických procesov v pôde (TUŽINSKY 2004a).

Tab. 1. Vybrané fyzikálne parametre pôdnych profilov.

lokalita	hori-zont	P	P _N	P _S	P _K	Θ	V _{AM}	V _A	Θ _v	Θ _p
		[obj. %]								
duby	A	51,2	23,6	5,1	22,5	20,7	30,5	25,0	11,9	10,6
	Bt	41,5	17,9	3,8	19,8	22,2	18,4	19,2	11,0	8,8
	Btg	40,6	2,0	2,5	36,2	34,8	5,5	2,9	13,2	23,0
vavrínovce	A	42,8	12,6	3,5	26,7	22,4	20,4	13,8	13,4	13,4
	Bt	48,4	18,7	4,1	25,6	21,5	26,9	20,2	10,3	15,3
	Btg	39,6	6,3	1,0	32,3	29,9	9,7	6,9	19,1	13,2
javory	A	54,9	13,0	5,3	36,5	34,5	20,4	15,0	13,3	23,3
	Bt	46,8	10,4	2,0	34,4	34,3	12,2	11,2	17,5	16,9
	Btg	38,2	3,2	1,3	33,7	34,5	3,7	3,7	24,7	9,0
tisy	A	57,2	19,3	5,8	32,1	29,4	27,8	21,3	12,7	19,4
	Bt	53,1	19,1	3,2	30,8	27,9	25,0	20,1	15,6	15,2
	Btg	36,6	4,8	0,7	31,0	29,2	7,4	5,3	20,7	10,4
kryptomérie	A	46,3	14,7	2,8	28,8	24,1	22,2	15,8	17,3	11,5
	Bt	41,3	6,1	1,5	33,7	33,1	8,2	6,5	22,5	11,2
	Btg/C	40,2	5,2	0,7	34,1	35,1	5,1	5,5	19,8	14,4

Vysvetlivky: P - pórovitosť, P_N - objem nekapilárnych pórov, P_S - objem semikapilárnych pórov, P_K - objem kapilárnych pórov, Θ - momentálna vlhkosť, V_{AM} - momentálny objem vzduchu v pôde, V_A - minimálna vzdušná kapacita, Θ_v - bod vädnutia, Θ_p - využiteľná vodná kapacita

Momentálna vlhkosť pôdy (Θ) je veľmi dynamický parameter, ktorý sa značne mení v závislosti od meteorologických ukazovateľov, ročného obdobia, pôdnych vlastností a vegetácie. Najviac kolíše v povrchových vrstvách pôdy, lebo tam sú straty a prírastky vody najväčšie. Hodnoty momentálnej vlhkosti pôdy sú uvedené v tabuľke 1. V čase odberu pôdnych vzoriek, v žiadnom skúmanom profile nebola momentálna vlhkosť pôdy nižšia ako hodnoty bodov vädnutia.

Dôležitou pôdnou charakteristikou popisujúcou zabezpečenie drevín vodou je využiteľná vodná kapacita (Θ_p). Dynamika vlhkosti pôdy nebola v Arboréte urobená. Na druhej strane, podrobný lesnícky hydropedologický prieskum sa vykonáva už od roku 1980 v Čifároch (TUŽINSKY 2002) vzdialených od Arboréty 20 km, preto sa do úvahy zobrali merania, ktoré boli urobené v dubovom poraste tejto lokality. Na základe dlhodobých meraní TUŽINSKY (2004b) konštatoval, že vysoké zásoby vody bývajú v celom fyziologickom profile pôdy v zimných mesiacoch, kedy sa vlhkosť pôdy pohybuje v rozpätí uvidického a semiuvidického intervalu. Najväčšie zásoby vody zaznamenali v období medzi zimnými a jarnými mesiacmi. Intenzívny pokles vlhkosti pôdy najčastejšie začína v prvej dekáde mája. V relatívne krátkom čase sa evapotranspiráciou znižuje zásoba vody z ľahko pohyblivej a ľahko prístupnej vody na kapilárne ťažko pohyblivú vodu so zníženou prístupnosťou pre rastliny.

Vysušacia fáza vrcholí v letných mesiacoch. Zásoby pôdnej vody v tomto období kolíšu v rozmedzí medzi bodom zníženej dostupnosti a bodom vädnutia (semiaridný interval). Mimoriadne nebezpečnými bývajú suché periódy, ktoré sa v najväčšej miere vyskytujú v letných mesiacoch a vlhkosť pôdy v týchto obdobiach býva v semiaridnom intervale (TUŽINSKÝ 2004b). Z uvedených výsledkov dlhodobých meraní vyplýva, že vlhkosť pomery hnezozemí v danej oblasti sú skutočne nepriaznivé a to najmä v hlavnom vegetačnom období.

IŠTOŇA a PAVLENDÁ (2011) uviedli, že vlhkosť režim pôd má v našej zemepisnej šírke počas roka špecifickú dynamiku i periodicitu, pretože obsah vody v pôde je ovplyvnený celým radom faktorov. K najväčším a najdôležitejším zmenám vlhkosti pôdy dochádza vo vegetačnom období. Pôdy v nížinách a pahorkatinách v letnom a jesennom období pravidelne presychajú, ale najmä v posledných dvoch desaťročiach sa vyskytuje veľa extrémne suchých rokov. Prebiehajúca zmena klimatických podmienok sa prejavuje aj zmenami v chode zásob pôdnej vody, preto je vlhkosť pôd potrebné neustále monitorovať. HRUBÍK a HOŤKA (2007) potvrdili, že značný nedostatok vlhky sa v Arboréte prejavuje najmä v lete a začiatkom jesene. Klimatické zmeny sa v podmienkach Arboréta prejavujú výrazným deficitom atmosférických zrážok a oteplením. Konštatovali, že východiskom pre zlepšenie klimatických podmienok v Arboréte by mohlo byť vybudovanie, resp. rozšírenie zavlažovacieho systému, rozšírenie vodných plôch a jazier a vybudovanie studne.

Vzhľadom k prevládajúcim vlhkosťným pomerom pôdy v danej lokalite možno myšlienku závlahy ako i rozšírenia vodných plôch a jazier v Arboréte považovať za veľmi vhodné riešenie. Odporúčame, aby bol systém vodných plôch rozšírený najmä na miestach s hustejšou výsadbou drevín, lebo vyparená voda sa viac zachytáva v korunách stromov ako na otvorenej ploche. Navyše, na miestach kde je to možné, odporúčame udržiavať pôdu pokrytú vrstvou opadu, ktorý zabraňuje neužitočnému výparu vody z pôdy.

ZÁVER

V pôde prevládala prachovito-hlinitá, hlinitá a ílovito-hlinitá textúra. Koeficient textúrnej diferenciacie mal vo všetkých profiloch vyššiu hodnotu ako 1,2, čo svedčí o procese illimerizácie prebiehajúcom v pôde Arboréta.

Ilom obohatené luvické horizonty a luvické horizonty so znakmi pseudoglejovatenia boli zhutnené a mali značne zvýšenú objemovú hmotnosť a zníženú pórovitosť.

Ak sú kapilárne a časť semikapilárnych pórov zaplnené vodou, Btg horizonty pod skúmanými drevinami majú nedostatočnú minimálnu vzdušnú kapacitu, čiže pôda pri maximálnej kapilárnej vodnej kapacite neposkytuje koreňom drevín ktoré siahajú hlbšie ako 0,5 m dostatok vzduchu.

Vlhkosťné pomery hnezozemí v danej oblasti sú v hlavnom vegetačnom období nepriaznivé, preto v lokalite Arboréta možno myšlienku závlahy ako i rozšírenia vodných plôch a jazier, najmä na miestach s hustejšou výsadbou drevín, považovať za vhodné riešenie.

POĎAKOVANIE

Prezentované výsledky sú súčasťou riešenia projektu VEGA 1/0084/13 MŠVVŠ SR a VEGA 1/0544/13 MŠVVŠ SR.

LITERATÚRA

- BEDRNA, Z., FULAJTÁR, E., ZRUBEC, F., JURÁNI, B. 1989. Pôdne režimy. Bratislava: Veda, 1989. 224 s. ISBN 80-224-0028-9.
- CIFRA, J. 1958. Stručná charakteristika pôdnych pomerov Arboréta Mlyňany. In Prírodné podmienky Arboréta Mlyňany I : zborník prác. Bratislava: SAV. s. 79-96.
- DEXTER, A.R. 2004. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic mater, and effects on root growth. In: Geoderma, vol. 120, 2004, p. 201-214.
- FIALA, K., KOBZA, J., MATÚŠKOVÁ, Ľ., BREČKOVÁ, V., MAKOVNÍKOVÁ, J., BŮRIK, V., LITAVEC, T., HOUSKOVÁ, B., CHROMANIČOVÁ, A., VÁRADIOVÁ, D., PECHOVÁ, B. 1999. Závazné metódy rozborov pôd. Čiastkový monitorovací systém – Pôda. Bratislava: VÚPOP, 1999. 142 s.

- FREY, B., KREMER, J., RÜDT, A., SCIACCA, S., MATTHIES, D., LÜSCHER, P. 2009. Compaction of forest soils with heavy logging machinery affects soil bacterial community structure. In: Eur. J. Soil Biology, vol. 45, 2009, no. 4, p. 312-320.
- FULAJTÁR, E. 2006. Fyzikálne vlastnosti pôdy. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2006. 142 s. ISBN 80-89128-20-3.
- HOŤKA, P., BIBEŇ, T., BARTA, M. 2010. Sprievodca po zbierkach Arboréta Mlyňany SAV. Bratislava: Veda, 2010. 73 s.
- HRAŠKO, J., ČERVENKA, L., FACEK, Z., KOMÁR, J., NĚMEČEK, J., POSPÍŠIL, F., SÍROVÝ, V. 1962. Rozbory pôd. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1962. 335 s.
- HRUBÍK, P., HOŤKA, P., FOGADOVÁ, K., KUBA, J. 2011. Klimatické podmienky Arboréta Mlyňany SAV vo Vieske nad Žitavou za obdobie 1971-2011. In: Zborník referátov z vedeckej konferencie: Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany, SAV 2011. 22. 11. 2011. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 66-73. ISBN 978-80-970849-8-1.
- 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 medzinárodnou účasťou [CD-ROM]. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. 2007. s. 28-37. ISBN 978-80-969760-1-0.
- IŠTOŇA J., PAVLENDÁ P., 2011: Monitoring of water storage in forest soils on PMP Čifáre in the years 1999 – 2009. In: Lesnícky časopis – Forestry Journal, 57(3): 178-186, 5 fig., tab. 5, ref. 21. Original paper. SSN 0323 – 1046
- KOBZA, J. 2013. Pedológia (vo svetle novších poznatkov). Banská Bystrica: BRLIANUM. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela. 2013. 172 s. ISBN: 978-80-557-0622-1
- STEINHÜBEL, G. 1957. Arborétum Mlyňany v minulosti a dnes. Bratislava: SAV, 1957. 145 s.
- SZOMBATHOVÁ, N. 2010. Vplyv introdukovaných a domácich druhov drevín na vlastnosti pôdy Arboréta Mlyňany, SAV: Habilitačná práca. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2010. 124 s.
- ŠÁLY, R. 1982. Pedológia a mikrobiológia. Zvolen: Vysoká škola lesnícka a drevárska, 1982. 383 s.
- TUŽINSKÝ, L. 2002. Výskum vodného režimu lesných pôd pod lesnými ekosystémami na Slovensku za obdobie 1970 – 2000. In: Zprávy lesníckeho výzkumu, svazek 47, 2002, č. 2, s. 61-68.
- TUŽINSKÝ, L. 2004a. Zásoby využiteľnej vody v lesných ekosystémoch suchších oblastí Slovenska. In: Bioklimatologické pracovné dni 2004, zmeny podnebia - extrémny počasie - organizmy a ekosystémy Medzinárodná vedecká konferencia, 23. – 26. 08. 2004, Viničky. B. Šiška, D. Igaz (ed). Bratislava : Slovenská bioklimatologická spoločnosť SAV, 2004 ISBN 80-8069-402-8
- TUŽINSKÝ, L. 2004b. Vplyv meteorologických činiteľov na dynamiku vlhkosti pôdy a zásoby využiteľnej vody v dubovom ekosystéme. In: Tretie pôdoznanecské dni na Slovensku. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2004, s. 367-372. ISBN: 80-89128-11-4.

Adresa autorov

- 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;
- doc. Ing. Juraj Chlpík, PhD. – Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra pedológie a geológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; 037 641 4397; e-mail: Juraj.Chlpik@uniag.sk;
- doc. Ing. Milan Macák, Dr. – Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; 037 641 4389; e-mail: Milan.Macak@uniag.sk;
- Ing. Peter Ferus, PhD. – Arborétum Mlyňany SAV, detašované pracovisko Ústavu ekológie lesa SAV, Vieska nad Žitavou 178, 951 52 Slepčany, 037/6334211, e-mail: peter.ferus@savba.sk

ORGANICKÁ HMOTA A BIOLOGICKÁ AKTIVITA PÔDY POD VYBRANÝMI DREVINAMI V ARBORÉTE MLYŇANY SAV

SOIL ORGANIC MATER AND BIOLOGICAL ACTIVITY UNDER SELECTED TREE GROWTHS IN ARBORETUM MLYŇANY SAS

Nora Polláková, Jana Konôpková, Jana Maková, Peter Hoťka

POLLÁKOVÁ, N. – KONÔPKOVÁ, J. – MAKOVÁ, J. – HOŤKA, P. 2014. Organická hmota a biologická aktivita pôdy pod vybranými drevinami v Arboréte Mlyňany SAV. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 171-176. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: The impact of selected tree growths (oak, cherry laurel, sugar maple, yew and cedar) on soil organic matter characteristics (total and labile carbon, humus quality) and biological (dehydrogenase) activity in Arboretum Mlyňany, SAS Slovakia, was studied. Original growth on studied area was Oak-Hornbeam forest. Therefore, soil under the rest of that growth was selected as control treatment. Results obtained in this study showed that anthropogenically planted tree growths distinctly influenced soil organic matter content and quality as well as biological activity in all studied humus horizons. The highest content of soil organic matter (C_{ox}) was found under the growth of cherry laurel (26.51 g.kg^{-1}). Tree growths significantly affected the percentage of labile from total organic carbon and values of soil organic matter lability. The largest difference in both parameters was found in the A horizons between growth of yew compared to the rest of oak-hornbeam forest. High dehydrogenase activity (DHA) was found in the A horizon under the rest of oak-hornbeam forest. DHA was 2.6 to 8.7 times higher under broadleaved tree species compared to conifers. Humus quality was very low in all studied A horizons.

KEY WORDS: Soil • trees • total carbon • labile carbon • humus quality • dehydrogenase activity

ÚVOD

Rôzne druhy drevín významne ovplyvňujú vlastnosti pôdy a to najmä prostredníctvom chemického zloženia a množstva organickej hmoty ktorá sa dostáva do pôdy vo forme opadu a koreňových výlučkov. Dochádza k výrazným zmenám v pôdotvornom a najmä humusotvornom procese ako aj chemických vlastností pôdy (SMOLANDER a kol. 2005, SZOMBATHOVÁ a kol. 2008b, JONCZAK 2009). Preto rôzne druhy drevín ovplyvňujú aj mikrobiálne zloženie (LABUDA 2006, LABUDA A LABUDOVÁ 2005), biomasu mikroorganizmov a biologickú aktivitu pôdy (LABUDOVÁ a kol. 2009).

Cieľom práce bolo zistiť, ako vplyvajú rôzne druhy drevín (duby, vavrínovce, javory, tisy a kryptomérie) na biologickú aktivitu a na vlastnosti pôdnej organickej hmoty. Pod porastmi sa zisťovali najmä rozdiely medzi humusovými A horizontmi, ktoré boli najviac ovplyvnené opadom a koreňovými zvyškami vegetácie.

MATERIÁL A METÓDY

Arboretum Mlyňany ($48^{\circ} 19' \text{ s. š.}$; a $18^{\circ} 21' \text{ v. d.}$) sa nachádza na južnom Slovensku na severnom okraji Podunajskej nížiny v údolí rieky Žitavy, na mierne zvlnenom teréne s hlavným sklonom SZ, v nadmorskej výške 165-217 m n.m. Zvlnený terén je južným výbežkom Hronského Inovca a Tríbeča. Objekt leží na mladotretóhnom geologickom útvere so zastúpenými ílmi, pieskami a štrkopieskami (STENHÜBEL 1957). Na tomto podloží je takmer na celej ploche naviaty sprašový materiál, ktorý je väčšinou odvápneny (CIFRA 1958). Z pôdnych subtypov sú najviac zastúpené hnedozem pseudoglejová, menej hnedozem modálna a hnedozem kultizemná pseudoglejová (SZOMBATHOVÁ

2010). Územie Arboréta patrí do teplej, suchej klimatickej oblasti, keď priemerná ročná teplota je 10,6 °C a úhrn zrážok 541 mm (HRUBÍK a HOŤKA 2007).

Arborétum bolo vhodným miestom na skúmanie vplyvu rôznych druhov drevín na biologické a chemické vlastnosti pôdy, ktoré sa ich pôsobením značne pozmenili. V areály bol prirodzeným porastom dubovo-hrabový les, preto pôda pod zvyškom tohto lesa bola vybratá za kontrolu, s ktorou sa porovnávala pôda pod vysadenými drevinami.

Vlastnosti pôdnej organickej hmoty ako aj biologická aktivita boli skúmané pod uvedenými druhmi drevín:

- 1 pod zvyškom pôvodného dubovo-hrabového lesa (*Quercus Cerris* L.) - kontrola
- 2 pod porastom vavrínovcov lekárskych (*Prunus laurocerasus* L.)
- 3 pod porastom javorov cukrových (*Acer saccharinum* L.)
- 4 pod porastom tisov obyčajných (*Taxus baccata* L.)
- 5 pod porastom kryptomérií japonských (*Cryptomeria japonica* D. Don)

Skúmané vlastnosti pôdnej organickej hmoty a biologická aktivita:

- obsah org. uhlíka (C_{ox}) - oxidimetricky metódou Ťurína (ORLOV a GRIŠINA 1981)
- obsah labilného uhlíka (C_L) oxidovateľného 5 mmol.dm⁻³ KMnO₄ v kyslom prostredí 2,5 mmol.dm⁻³ H₂SO₄ (LOGINOW a kol. 1993)
- frakčné zloženie humusu skrátenou frakcionáciou KONONOVEJ a BELČIKOVEJ (1961)
- spektrálne analýzy humusových látok (HL) a humínových kyselín (HK) boli robené na 6400 Spectrophotometer (Jen Way)
- dehydrogenázová aktivita (DHA) bola analyzovaná pomocou TTC metódou podľa CASIDA a kol. (1964).

Analýzy boli robené v troch opakovaniach a v práci sú uvedené priemerné hodnoty.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Rozklad a mineralizácia rastlinných zvyškov sa považuje za základný proces kolobehu organickej hmoty a živín vo väčšine ekosystémov. Uvoľnený C a živiny sú primárnymi zdrojmi živín pre rastliny a mikroorganizmy. JAHREN (2005) konštatoval, že ihličnaté dreviny ročne dodávajú do pôdy viac, no ťažšie rozložiteľnej organickej hmoty v porovnaní s listnatými. Z hľadiska kvality organickej hmoty, táto je vyššia v humusových A horizontoch pôd pod listnáčmi v porovnaní s ihličnanmi, ktoré majú zvyčajne hrubý nadložný horizont tvorený slabou rozloženou organickou hmotou, no relatívne nízky obsah organickej hmoty v minerálnej časti pôdy.

Hlavným ukazovateľom obsahu organickej hmoty v pôde je celkový obsah organického uhlíka (C_{ox}). Z výsledkov uvedených v tabuľke 2 vyplýva, že obsah pôdnej organickej hmoty vo všetkých skúmaných profiloch Arboréta s narastajúcou hĺbkou rovnomerne klesal a že druh porastu ovplyvnil obsah pôdnej organickej hmoty v A horizontoch. Najvyšší obsah C_{ox} v humusovom horizonte bol pod porastom vavrínovcov (26,51 g.kg⁻¹). Bolo zistené, že v A horizontoch sa obsah C_{ox} stanovený pod zvyškom pôvodného dubovo-hrabového lesa zvýšil pod porastom vavrínovcov (o 17 %) a znížil pod porastom tisov (o 8 %), javorov (o 18 %) a kryptomérií (o 46 %).

Porovnaním priemernej hodnoty obsahu C_{ox} v A horizontoch pod listnáčmi a ihličnanmi bolo zistené, že humusové horizonty pod listnáčmi sa vyznačovali vyšším priemerným obsahom C_{ox} (22,58 g.kg⁻¹), kým pod ihličnanmi bol priemerný obsah C_{ox} 16,43 g.kg⁻¹.

PAUL a kol. (2002) konštatoval, že rôzne druhy drevín majú rôzny vplyv na zásobu a dynamiku organickej hmoty v pôde a navyše, zmena využívania pôdy spôsobuje zmenu chemických vlastností organickej hmoty. Aj v pôde Arboréta odlišné druhy drevín ovplyvnili kvalitu pôdnej organickej hmoty, ktorá bola hodnotená ako zásoba a percentuálne zastúpenie mikrobiálne ľahko rozložiteľného labilného uhlíka (C_L) a ako zásoba a pomerne zastúpenie uhlíka humínových kyselín (C_{HK}) a fulvokyselín (C_{FK}) v humuse a ich optické vlastnosti.

HAYNES (2005) uviedol, že labilné formy organického uhlíka s kolobehom od niekoľkých dní do niekoľkých mesiacov sú citlivým ukazovateľom kvality pôdy, ovplyvňujú jej fungovanie a sú oveľa citlivejšie na zmeny v hospodárení na pôde v porovnaní so stabilnými formami uhlíka. WILLIAMS a EDWARDS (1993) konštatovali, že labilné formy organického uhlíka sú ľahko mikrobiálne rozložiteľné a využiteľné, preto podporujú vysokú biologickú aktivitu pôdy.

Keďže v práci sa skúmalo ako sa zmenili pôdne vlastnosti vplyvom rôznej vegetácie, je opodstatnené, že boli zisťované aj labilné formy organickej hmoty. Z výsledkov uvedených v tabuľke 1 vyplýva, že v A horizontoch druh porastu významne ovplyvnil obsah labilného, mikrobiálne ľahko rozložiteľného a využiteľného uhlíka (C_L). V humusových horizontoch sa obsah labilného uhlíka zistený pod zvyškom pôvodného dubovo-hrabového lesa zvýšil pod porastmi tisov (o 66 %) a vavrínovcov (o 73 %) a znížil pod porastom kryptomérií (o 21 %) a nepatrne (o 5 %) aj pod javormi cukrovými.

Tab. 1. Kvalita pôdnej organickej hmoty a dehydrogenázová aktivita v humusových horizontoch.

lokalita	C_{ox}	C_L	C_{NL}	C_L	L	DHA
	[g.kg ⁻¹]			[% z C_{ox}]		[μ gTPF g ⁻¹ suchej pôdy h ⁻¹]
duby	22,63	2,40	20,23	10,6	0,119	7,43
vavrínovce	26,51	4,14	22,37	15,6	0,185	5,95
javory	18,60	2,27	16,33	12,2	0,139	6,96
tisy	20,71	3,98	16,73	19,2	0,238	2,25
kryptomérie	12,15	1,89	10,26	15,6	0,184	0,85

C_{ox} – celkový obsah organického uhlíka, C_L – labilný organický uhlík oxidovaný 5 mmol.dm⁻³ KMnO₄ v kyslom prostredí 2,5 mmol.dm⁻³ H₂SO₄, C_{NL} – obsah C odolného oxidácii 5 mmol.dm⁻³ KMnO₄, L – labilnosť organického uhlíka, DHA – dehydrogenázová aktivita

Okrem množstva labilného uhlíka je potrebné brať do úvahy aj percentuálne zastúpenie C_L z celkového obsahu organického uhlíka (C_{ox}) a tiež labilnosť organického uhlíka (L) vypočítanú ako C_L/C_{NL} – teda pomer oxidovateľného organického uhlíka k organickému uhlíku neoxidovateľnému 5 mmol.dm⁻³ KMnO₄. Z výsledkov uvedených v tabuľke 1 vyplýva, že druh porastu značne ovplyvnil percentuálne zastúpenie C_L z C_{ox} a hodnoty labilnosti L v humusových horizontoch. Najväčší rozdiel v oboch parametroch bol zistený v A horizontoch medzi porastom tisov v porovnaní s dubovo-hrabovým porastom.

Ako už bolo spomenuté, v humusových A horizontoch mal druh porastu značný vplyv na obsah labilného, mikrobiálne ľahko rozložiteľného a využiteľného uhlíka (C_L). To znamená, že zmenená vegetácia ovplyvnila množstvo prístupnej energie a živín pre pôdne mikroorganizmy, čo ovplyvnilo i biologickú aktivitu pôdy, ktorá bola zisťovaná ako dehydrogenázová aktivita (Tab. 1). Najvyššia dehydrogenázová aktivita bola zistená v A horizonte pod dubovo-hrabovým porastom v porovnaní s A horizontmi ostatných skúmaných stanovísk v Arboréte Mlyňany. Predpokladáme, že dôvodom najvyššej biologickej aktivity v A horizonte pod dubovo-hrabovým porastom bola dlhá doba nenarušeného pôsobenia tohto porastu na pôdu. Porasty ostatných skúmaných drevín sú mladšie, preto ich pôsobenie na rozvoj a činnosť mikroorganizmov nebolo natoľko výrazné. Navyše, dubovo-hrabový porast je listnatý, keď všeobecne listnáče dodávajú na pôdu kvalitnejší opad v porovnaní s ihličnanmi (BEZAČINSKÝ 1964, ŠÁLY 1982). Aj z hodnôt uvedených v tabuľke 1 vyplýva, že DHA bola oveľa (2,6-8,7 násobne) vyššia pod listnáčmi v porovnaní s ihličnanmi. K podobným záverom sa dopracovala aj LABUDOVÁ a kol. (2009), ktorá okrem dehydrogenázovej aktivity skúmala aj mikrobiálnu biomasu v humusových horizontoch Arboréte Mlyňany.

V celých pôdnych profiloch bola stanovená kvalita humusu ako pomerné zastúpenie uhlíka humínových kyselín k fulvokyselinám ($C_{HK}:C_{FK}$) a hodnoty farebných koeficientov $Q_{HL}^{4/6}$, $Q_{HK}^{4/6}$ (Tab. 2). V humusových horizontoch bola kvalita humusu veľmi nízka, keď fulvátový typ humusu (pomer $C_{HK}:C_{FK} < 0,5$) bol zistený pod dubovo-hrabovým porastom a tismi, a humátno-fulvátový typ humusu (pomer $C_{HK}:C_{FK} = 0,5-1$) bol pod vavrínovcami, javormi a kryptomériami.

Celkovo možno konštatovať, že kvalita humusu sa s hĺbkou pôdy zvyšovala, čoho dôkazom sú stúpajúce hodnoty pomerov $C_{HK}:C_{FK}$ a zároveň klesajúce hodnoty farebných koeficientov vo všetkých profiloch. Tendencia zvyšovania kvality humusu s hĺbkou bola zistená viacerými autormi (ŠIMANSKÝ a MURÁNOVÁ 2013, SZOMBATHOVÁ a kol. 2008a, TOBIAŠOVÁ 2014).

Z výsledkov uvedených v tabuľke 2 taktiež vyplýva, že druh porastu v humusových A horizontoch ovplyvnil aj hodnoty pomerov $C_{HK}:C_{FK}$. Najväčší rozdiel bol zistený medzi dubovo-hrabovým porastom (0,38) a kryptomériami (0,70). Rovnaká tendencia bola zistená aj v kvalitatívnom parametri farebného koeficienta humusových látok ($Q_{HL}^{4/6}$), ktorý mal najvyššiu hodnotu (čo zodpovedá najnižšej kvalite) v A horizonte pod dubovo-hrabovým porastom (6,26), a najnižšiu hodnotu pod porastom kryptomérií (4,76).

Tab. 2. Obsah a kvalita humusu.

lokalita	horizont	humus	C_{ox}	C_{HK}/C_{FK}	$Q_{HL}^{4/6}$	$Q_{HK}^{4/6}$
		[g.kg ⁻¹]				
duby	Au	39,01	22,63	0,38	6,26	4,58
	Bt	17,77	10,31	0,48	4,78	4,12
	Btg	9,65	5,60	1,16	3,20	3,91
	Btg/C	6,83	3,96	0,92	2,19	4,67
vavrínovce	Au	37,75	26,51	0,52	5,33	4,64
	Bt	13,66	9,59	0,46	5,76	4,43
	Btg	7,86	5,52	0,90	2,05	4,60
	Btg/C	6,32	4,44	1,68	2,12	4,50
javory	Akp	26,49	18,60	0,61	4,89	5,72
	Bt	10,78	7,57	0,93	2,76	4,49
	Btg	5,43	3,81	1,79	2,97	5,31
	Btg/C	4,81	3,38	2,21	2,37	2,48
tisy	Au	29,49	20,71	0,39	5,36	4,84
	Bt	13,87	9,74	0,47	2,98	4,03
	Btg	6,61	4,64	0,77	3,70	4,83
	Btg/C	5,82	4,09	0,98	5,27	5,40
kryptomérie	Au	17,30	12,15	0,70	4,76	7,92
	Btg	4,22	2,96	1,00	2,04	3,00
	Btg/C	2,63	1,85	5,50	3,00	-

C_{ox} – celkový obsah organického uhlíka, humus – vypočítaný zo vzťahu $C_{ox} \cdot 1,724$, C_{HK}/C_{FK} – pomer zastúpenia uhlíka huminových kyselín a fulvokyselín v humuse, $Q_{HK}^{4/6}$ – farebný koeficient huminových kyselín, $Q_{HL}^{4/6}$ – farebný koeficient humusových látok

ZÁVER

Druh porastu ovplyvnil obsah pôdnej organickej hmoty v A horizontoch, keď najvyšší obsah C_{ox} bol pod porastom vavrínovcov (26,51 g.kg⁻¹). V humusových horizontoch sa obsah C_{ox} stanovený pod zvyškom pôvodného dubovo-hrabového lesa zvýšil pod porastom vavrínovcov (o 17 %) a znížil pod porastom javorov (o 18 %), kryptomérií (o 46 %) a nepatrne aj pod tismi (o 8 %).

Druh porastu značne ovplyvnil percentuálne zastúpenie labilného z celkového organického uhlíka a hodnoty labilnosti. Najväčší rozdiel v oboch parametroch bol zistený v A horizontoch medzi porastom tiso v porovnaní s dubovo-hrabovým porastom.

Najvyššia dehydrogenázová aktivita (DHA) bola zistená v A horizonte pod dubovo-hrabovým porastom v porovnaní s A horizontmi ostatných skúmaných stanovísk. Predpokladáme, že dôvodom bola dlhá doba nenarušeného pôsobenia tohto porastu na pôdu.

DHA bola 2,6-8,7 násobne vyššia pod listnáčmi v porovnaní s ihličnanmi.

V humusových horizontoch bola kvalita humusu veľmi nízka, keď fulvátový typ humusu bol zistený pod dubovo-hrabovým porastom a tismi, a humátovo-fulvátový pod vavrínovcami, javormi a kryptomériami.

POĎAKOVANIE

Prezentované výsledky sú súčasťou riešenia projektu VEGA 1/0084/13 MŠ SR.

LITERATÚRA

- BEZAČINSKÝ, H. 1964. Pestovanie lesa II. Biologické základy pestovania lesa a pestebná technika. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1964. 261 s.
- CASIDA, L.E., KLEIN, D.A., SANTORO, T. 1964. Soil dehydrogenase activity. In: *Soil Scien.*, 98: 371-376.
- ČIFRA, J. 1958. Stručná charakteristika pôdnych pomerov Arboréta Mlyňany. In: *Prírodné podmienky Arboréta Mlyňany I*: zborník prác. Bratislava: SAV. s. 79-96.
- HAYNES, R.J. 2005. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: an overview. In *Adv. in Agronomy*, vol. 85, 2005, p. 221-268.
- 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 medzinárodnou účasťou [CD-ROM]*. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. 2007. s. 28-37. ISBN 978-80-969760-1-0.
- JAHREN, A.H. 2005. Factors of soil formation. *Biota*. p. 1 – 6. [online]. [cit. 2005-13-02]. Dostupné na internete: <http://www.jhu.edu/~eps/faculty/jahren/JahrenBiota.pdf>
- JONCZAK J. 2009. Leaf litter fall decomposition in age-differentiated stands of poplar clone 'Hybrid 275'. In: *Polish J. Soil Sci.*, 42 (2), 159, 2009.
- KONONOVA, M. - BELČIKOVA, N.P. 1961. Uskorennyje metody opredelenija sostava gumusa. In *Počvovedenie*, 1961, s.125-129.
- LABUDA, R. 2006: Rod *Penicillium* Link v pôde arboréta Mlyňany. In: *Život v pôde*. Bratislava: UK Prírodovedecká fakulta Bratislava, 2006, s. 175-194.
- LABUDA, R., LABUDOVA, S. 2005. Druhová rôznorodosť mikroskopických vláknitých húb v pôde Arboréta Mlyňany. In: *Život v pôde*. Praha: ČZU v Praze, 2005, s. 99 – 108.
- LABUDOVA, S., SZOMBATHOVÁ, N., MAKOVA, 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*, vol. 36, 2009, no. 2, p. 108-115.
- LOGINOW, W., WIŚNIEWSKI, W., GONET, S.S., CIEŚCIŃSKA, B. 1993. The method for determining susceptibility of soil organic matter to oxidation (in Polish). In: *Zsesyty problemowe podstepów nauk rolniczych z. 411*. Bydgoszcz: ATR, p. 207-212.
- ORLOV, D.S., GRIŠINA, L.A. 1981. *Praktikum po chimiji gumusa*. Moskva: Izdatel'stvo Moskovskovo universiteta, 1981. 124 s.
- PAUL, K.I., POLGLASE, J.G., NVAKUENGAMA, J.G., KHANNA, P.K. 2002. Changes in soil carbon following afforestation. In: *For. Ecol. Manage.*, vol. 168, 2002, p. 241–257.
- SMOLANDER, A., LOPONEN, J., SUOMINEN, K., KITUNEN, V. 2005. Organic matter characteristics and C and N transformations in the humus layer under two treespecies, *Betula pendula* and *Picea abies*. In: *Soil Biol. Biochem.*, vol. 37, 2005, p. 1309–1318.
- STEINHÜBEL, G. 1957. *Arborétum Mlyňany v minulosti a dnes*. Bratislava: SAV, 1957. 145 s.
- SZOMBATHOVÁ, N. 2010b. Vplyv introdukovaných a domácich druhov drevín na vlastnosti pôdy Arboréta Mlyňany, SAV: Habilitačná práca. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2010. 124 s.
- SZOMBATHOVÁ, N., MACÁK, M., CANDRÁKOVÁ, E. 2008a: Soil organic matter characteristics in Nature Reserve Žitavský wetland - Natura 2000 site. In: *Central European Agriculture Journal*, 9, No. 3, 2008, pp. 419-424.
- SZOMBATHOVÁ, N., ZAUJEC, A., LABUDOVA, S., LABUDA, R. 2008b. Soil properties under different vegetation types in the Arboretum Mlyňany. In: *Folia Oecol.*, 2008, 35: 51-59.
- ŠÁLY, R. 1982. *Pedológia a mikrobiológia*. Zvolen: Vysoká škola lesnícka a drevárska, 1982. 383 s.
- ŠIMANSKÝ, V., MURÁŇOVÁ, K. 2013. Organická hmota pôdy a sorpčná schopnosť pôdy pri rôznych intenzitách hnojenia vinohradu. In: *Agrochémia*, vol. XVII. (53), 2013, No. 2, p. 11-15.
- TOBIAŠOVÁ, E. 2014. *Stabilita pôdnej organickej hmoty*. Vedecká monografia. Nitra: SPU. 2014. 92 s. ISBN 978-80-552-1178-7.

WILLIAMS, B.L., EDWARDS, A.C. 1993. Processes influencing dissolved organic nitrogen, phosphorus and sulphur in soils. In: Chem. Ecol., roč. 8, 1993, s. 203–215.

Adresa autorov

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;

Ing. Jana Konôpková, PhD. – Arborétum Mlyňany SAV detašované pracovisko Ústavu ekológie lesa SAV, Vieska nad Žitavou, 178, 951 52 Slepčany, 037/6334211 kl. 127, e-mail: jana.konopkova@savba.sk;

Ing. Jana Maková, PhD. – Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra mikrobiológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; 037 641 4434; e-mail: Jana.Makova@uniag.sk;

Ing. Peter Hořka, PhD. – Arborétum Mlyňany SAV detašované pracovisko Ústavu ekológie lesa SAV, Vieska nad Žitavou, 178, 951 52 Slepčany, 037/6334211, e-mail: peter.horcka@savba.sk

DOPADY MOŽNÉ ZMĚNY KLIMATU NA DŘEVINY A OSTATNÍ VEGETAČNÍ PRVKY**CLIMATE CHANGE IMPACTS ON TREES AND OTHER VEGETATION ELEMENTS****Jaroslav Rožnovský, Petr Salaš**

ROŽNOVSKÝ, J. – SALAŠ, P. 2014. Dopady možné změny klimatu na dřeviny a ostatní vegetační prvky. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 177-183. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: Climate is the most dynamic component of ecosystems. Values and amplitude of meteorological and climatological parameters pose a restriction to the distribution of individual species. As the IPCC reports confirm, the increasing concentrations of greenhouse gases, i.e. the climate change, have an effect on this and together with the natural variability of climate lead to higher rate of extremes in weather and subsequently climate. Based on climatological models, the trend of increasing air temperature in central Europe will continue along with approximately same amount of rainfall as currently. The increasing air temperatures will increase the levels of evapotranspiration and this will subsequently cause more frequent floods and also drought periods, as can already be seen in the weather records from last 20 years. In general it can be said that vegetation will be influenced not just by the higher temperatures, but also by the more frequent periods of drought.

KEY WORDS: Weather • climate • vegetation • climate change • evapotranspiration • water balance

ÚVOD

V posledních letech se často hovoří o změnách a změně klimatu. Ne vždy jsou tyto pojmy správně vykládány. Změny klimatu vyjadřují přirozený proces proměnlivosti podnebí. Je nutné zdůraznit, že naše podnebí je velmi proměnlivé, takže nacházíme velkou amplitudu u jednotlivých klimatických prvků. To znamená, že průběh počasí má u nás často extrémní projevy. Pojem „změna klimatu“ vyjadřuje predikci klimatu, tedy odhadované hodnoty klimatických prvků podle výsledků z klimatologických modelů, které se na jedné straně často ve výstupech liší, ale také postupně zpřesňují. Matematické modely klimatu podle různých výchozích scénářů nedávají jednoznačné výsledky. Proto nemůžeme v současném hospodářství přistoupit k radikálním opatřením, která by vycházela např. z výsledků, že k určitému roku dojde ke zvýšení teploty vzduchu, např. o 2 °C. Ale protože tato možnost je, musíme vytvářet podmínky pro prevenci. Základem převážné části provozovaných klimatologických modelů je radiační bilance, zjednodušeně vyjádření tzv. skleníkového efektu. Jde o přirozený proces, kterému vděčíme za život na Zemi, protože jeho výsledkem je ohřívání atmosféry na teploty přijatelné pro biosféru. Zjednodušeně řečeno je skleníkový efekt dán tím, že atmosféra v globálním měřítku dostatečně dobře propouští k zemskému povrchu krátkovlnné sluneční záření, ale dlouhovlnné vyzařování zemského povrchu výrazně pohlcuje a z části vyzařuje zpět k povrchu. Kdyby nebyla atmosféra, pohybovala by se průměrná teplota celého zemského povrchu kolem - 23 °C, ve skutečnosti však činí v průměru pro celou Zemi asi + 15°C.

Ovšem hospodářskými aktivitami člověka dochází k tomu, že se skleníkový efekt zesiluje, tedy rostou koncentrace skleníkových plynů. Od začátku 20. století se průměrná globální přízemní teplota zvýšila asi o 0,74 °C. Ale toto zvýšení nebylo kontinuální. Od r. 1976 se globální průměrné teploty prudce zvýšily o 0,18°C za dekádu. Na severní a jižní polokouli byla první dekáda tohoto století v historii nejteplejší. Jedenáct z posledních dvanácti let bylo nejteplejších od roku 1850.

Zvyšování teplot vzduchu v dlouhodobém horizontu může vést ke zvýšené teplotní zátěži především v městských oblastech a v jiných oblastech zase k dalšímu šíření sucha, popř. nebezpečí záplav. Problémy s nedostatkem a jakostí vody se podle výhledů budou v mnohých na vodu chudých světových regionech dále prohlubovat. Je třeba lépe porozumět klimatickému systému a dále

budovat kapacity pro předpovídání přirozené variability klimatu a klimatické změny způsobené lidskou činností.

MATERIÁL A METODY

Hodnocení našeho podnebí a dopadů možné změny klimatu vychází z databáze meteorologických prvků naměřených v síti Českého hydrometeorologického ústavu, které byly zpracovány podle příslušných metodik s využitím běžných statistických metod. Blíže se budeme věnovat jen výpočtu základní (potenciální) vláhové bilance, a to travního porostu (ZVLBI_TP). Rozumíme jí rozdíl mezi atmosférickými srážkami jako základní příjmovou složkou oběhu vody v krajině a celkovým (potenciálním) výparem (evaporací, případně evapotranspirací), který společně s odtokem (povrchovým, podzemním a podpovrchovým (hypodermickým) je základní výdejovou složkou bilance oběhu vody v přírodě. Vláhová bilance v širším slova smyslu takto vyjadřuje vláhové poměry v krajině za určitý časový interval. Čím je hodnota ZVLBI_TP uváděná v mm vyšší, tím je příznivější vláhová bilance (převaha srážek nad evapotranspirací), a tedy nižší pravděpodobnost možného výskytu klimatického sucha v dané oblasti a k danému dni (současně platí věta opačná). ZVLBI_TP využíváme k hodnocení výskytu a intenzity sucha.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Podnebí České republiky

Abychom správně odvozovali výsledky klimatologických modelů pro naše území a dopady změny klimatu na vegetaci, musíme znát současné podnebí, které ovlivňuje růst a vývoj rostlin. Průběh počasí a v dlouhodobém pohledu podnebí patří k limitujícím podmínkám pro výskyt organismů, dokladem je výskyt teplomilných a naopak i chladnomilných nebo suchomilných a mokřadních druhů na našem území. A nejde jen o přirozená společenstva, rozdíly nacházíme i ve skladbě pěstovaných plodin. Snad nejnámějším je pěstování vinné révy, kterou nacházíme v našich nejteplejších oblastech. Plošná proměnlivost je ovlivněna rozdílnými klimatickými podmínkami. Jistě, že nejde jen o vliv podnebí, roli hrají i podmínky půdní, které i díky rozdílným geologickým podmínkám jsou velmi proměnlivé. Rozdílnost společenstev na našem území je tedy dána průnikem těchto podmínek. Ovšem podnebí je nejdynamičtější složkou našeho přírodního prostředí. A právě pro území naší republiky je typická vysoká proměnlivost podnebí i počasí, jak nás přesvědčují poslední roky. To je dokladem velkých rozdílů v čase.

Území České republiky leží v mírném klimatickém pásu, v oblasti přechodného klimatu střeoevropského. Podnebí naší republiky je významně ovlivněno cirkulačními a geografickými poměry. Po převážnou část roku u nás převládá vzduch mírného pásma, ale vliv na naše počasí má i vzduch tropický a v krátkých časových úsecích také vzduch arktický. Na naše podnebí působí vlivy Atlantického oceánu a v menší míře euroasijského kontinentu. Proto je v Čechách mírnější zima a chladnější léto, srážky jsou rozděleny rovnoměrněji než na Moravě a ve Slezsku, kde jsou také větší teplotní amplitudy.

Významný vliv na podnebí mají naše hory, které vytvářejí tzv. klimatické přehradu, kdy zčásti zabraňují vpádům studeného vzduchu od severu a vzhledem k západnímu proudění vyvolávají dešťový stín. Obecně můžeme uvést, že naše podnebí závisí hlavně na cyklonální činnosti, která ovlivňuje přechody atmosférických front přes naše území.

V dlouhodobém průměru nejvyšší sumy skutečné doby slunečního svitu přesahují 1800 hodin. Vlivem reliéfu jsou lokálně i sumy pod 1500 hodin. Nejvíce je slunečního svitu v měsíci červenci, u horských stanic je to často v květnu, naopak nejkratší dobu nacházíme většinou v prosinci. Pokud bychom zanedbali vliv reliéfu, potom by tzv. astronomicky možná doba činila pro naše území necelých 4500 hodin. Energetický příkon slunečního záření na území ČR se v průměru ročně pohybuje od 3300 MJ.m⁻² do 4200 MJ.m⁻². V jednotlivých letech však mohou roční sumy v oblastech s nejnižším příkonem (severní Čechy) klesnout i pod 3000 MJ.m⁻² a naopak v radiačně nejbohatších překročit 4500 MJ.m⁻² (jižní Morava).

Denní maximální teploty povrchu mohou u písčitých půd dosáhnout až 50 °C, na půdách s travním porostem se mohou maxima blížit 40 °C. Minimální teploty povrchové vrstvy půdy neklesají pod -14,1 °C. V jižních oblastech je průměrné promrzání půdy do hloubky 20 cm, v horských oblastech přes 50 cm, a to v měsících leden až únor. Významnou roli sehrává výška sněhové pokrývky, která je přírodním tepelným izolátorem. Proto největší hloubky promrzání, a to přes 1 m, byly naměřeny při holomrazech, kdy půda není chráněna sněhem.

Na našem území se dlouhodobá průměrná roční teplota pohybuje od 0 °C (vrcholové polohy) až po 10 °C na jižní Moravě. Nejvyšší maximum na území ČR v minulém století bylo naměřeno 20.8.2012 v Dobřichovicích, a to 40,4 °C. Nejnižší minimum teploty vzduchu, mínus 42,2 °C se vyskytlo v Litvínovicích u Českých Budějovic 11. února 1929. V průměru je nejchladnějším měsícem roku leden, nejteplejším měsícem červenec.

V podstatě jediným zdrojem vody jsou pro naše území srážky. Vyznačují se velkou časovou i místní proměnlivostí s velkou závislostí na nadmořské výšce a expozici vzhledem k převládajícímu proudění. Dlouhodobé výsledky dokládají, že nejnižší srážkové úhrny jsou v okolí Žatce, kde nejnižší průměrný roční úhrn má hodnotu 410 mm a je nejsušší oblastí republiky. Nejvíce srážek vykazuje Bílý Potok (U studánky) v Jizerských horách ve výšce kolem 900 m n. m. s průměrem 1705 mm srážek.

Na Moravě připadá minimální roční průměr srážek na oblast jižně od Znojma (Drnholec 495 mm), maximální roční průměr patří Lysé hoře s 1532 mm (Moravskoslezské Beskydy). Podle dlouhodobého průměru jsou tedy na našem území roční srážky v rozpětí od 410 mm do 1705 mm. Podle ročních období má nejvyšší průměrné úhrny srážek léto (kolem 40 %), dále jaro (25 %), podzim (20 %) a zima (15 %). Letní maximum souvisí s výskytem bouřkových lijáků. Průměrně je u nás v roce kolem 25 bouřek, přitom nejméně jich je v nížinách, ale s nadmořskou výškou jejich počet stoupá. Měsíční maxima v mimořádně vlhkých měsících mohou překročit i více než 500 % příslušného měsíčního průměru. Denní maxima v jednotlivých měsících překračují měsíční průměr pro dané místo.

Výskyt sněhové pokrývky je velmi nepravidelný. V jižních částech se v některých letech souvislá sněhová pokrývky takřka nevyskytuje. V průměru se maximální výška sněhové pokrývky pohybuje od 15 cm v nížinách do 200 cm na horách. Průměrný počet dnů se sněžením činí v nížinách kolem 40, na horách dosahuje až 110 dnů.

Protikladem srážek je výpar. Skutečný celkový výpar z porostů a půdy, odborně označovaný jako reálná evapotranspirace, dosahuje v teplých oblastech 400 až 450 mm, největší je ve středních výškách, málo přes 500 mm, a v nejvyšších polohách činí méně než 350 mm. Výpar z vodní hladiny se pohybuje v rozmezí 520 až 760 mm.

Větrné poměry charakterizujeme směrem a rychlostí větru, které výrazně ovlivňují reliéf, takže se uplatňují lokální vlivy. Průměrné roční proudění výrazně neovlivněné terénem má na západní části našeho území směr západní, ve východní části směr severozápadní. Přitom se mezi sebou částečně liší proudění v jednotlivých ročních obdobích. Rychlost větru je nejvyšší na horách s častějším výskytem víchřic (průměrná roční rychlost na vrcholech hor přesahuje 5 m.s⁻¹), v nížinách je průměrná roční rychlost 3 až 4 m.s⁻¹.

Sucho na území České republiky

Výskyt sucha je velmi názorný příklad dopadů možné změny klimatu, je vyjádřením jednoho z extrémů. Co je příčinou výskytů sucha na našem území, dokládají stručné popisy. V roce 2000 díky delšímu bezsrážkovému období došlo k rozsáhlému vysychání půd, které začalo již od posledního týdne dubna a vyvrcholilo na přelomu první a druhé květnové dekády poklesem zásob vody využitelné rostlinami až ke kritické hranici bodu trvalého vadnutí na více než 50 % našeho území. V roce 2003 se tento stav opakoval jen o něco později, takže první příznaky vysychání půd se projevily v posledních dnech dubna v západních Čechách a sucho bylo nejsilnější v týdnu od 23. do 29. 6. 2003. Využitelné množství vody v půdě se pohybovalo na hranici 20 % na většině území, neprojevilo se jen v oblasti Krkonoš, Vizovické vrchoviny a nejvyšších míst Moravskoslezských Beskyd. Na velké části našeho území byly hodnoty vláhové bilance pod -280 mm a lokálně až pod -400 mm. Celkově můžeme uvést, že plochy se silným suchem měly v roce 2000 a 2003 zhruba stejný rozsah.

V roce 2007 se sucho projevilo významně jen v okresech jižní Moravy. Ovšem jeho výskyt má příčinu v průběhu počasí v období září 2006 až srpen 2007. Jde o souvislé dvanáctiměsíční období se zvýšenými průměrnými měsíčními teplotami vzduchu o 1 až 4 °C. Vyšší teploty vzduchu významně zvýšily hodnoty potenciální evapotranspirace. Přitom úhrny srážek byly za hodnocené období velmi proměnlivé. V měsíci dubnu 2007 se místy takřka nevyskytovaly. Ale v letních měsících byl jejich výskyt převážně formou intenzivních až přívalových dešťů, což reálně snížilo množství vody zadržené půdou. Díky tomu koncem dubna dochází k výraznému poklesu vláhové bilance, a to až hodnoty pod -100 mm. V květnu a hlavně v červnu díky nerovnoměrným výskytům srážek a růstem teplot v červenci se vláhový deficit dále prohluboval a sucho přetrvávalo až do konce srpna 2007.

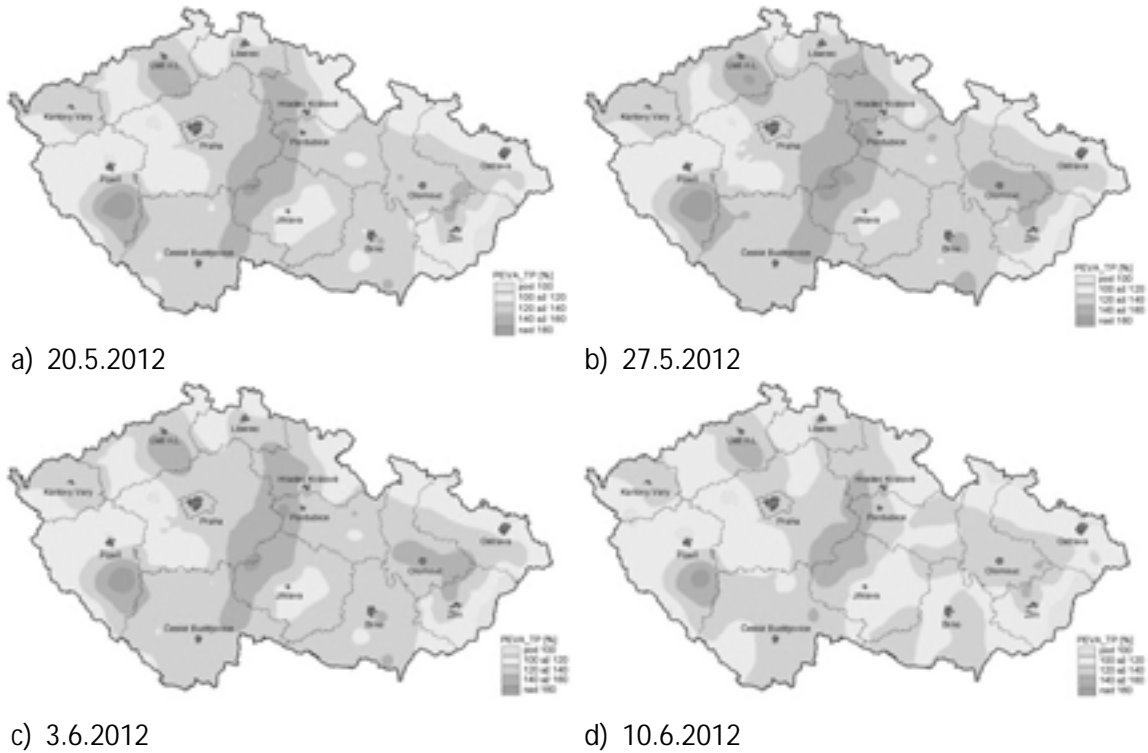
V roce 2012 byl opět výskyt sucha na území ČR mimořádný, ale výrazněji se sucho projevilo na Moravě. Podobně jako v roce 2007 na jižní Moravě se na jeho výskytu podílel průběh počasí i v druhé polovině roku 2011. Z analýzy měsíčních hodnot srážek za období srpen 2011 až květen 2012 vyplývá, že v tomto období byl úhrn srážek na Moravě místy jen kolem 50 % dlouhodobého průměru. Počátek vegetace roku 2012 poznamenaly nízké březnové srážkové úhrny, které se na celém území ČR pohybovaly mezi 10 až 50 % dlouhodobého průměru. Nejvíce byly ohroženy suchem území jižní a střední Moravy, oblast mezi Prahou, Ústím nad Labem a Žatcem, západně od Pardubic, kde vláhová bilance poklesla již v prvním týdnu června pod -150 mm. Sucho tak poškodilo porosty zemědělských plodin v době, kdy naopak potřebovaly vodu nejvíce.

Následující Tab. 1 názorně dokumentuje plochy v % z celkového území ČR, které přísluší jednotlivým intervalům ZVLBI_TP při srovnání s dlouhodobými podmínkami 1961-2010 (obr. 1 a 2).

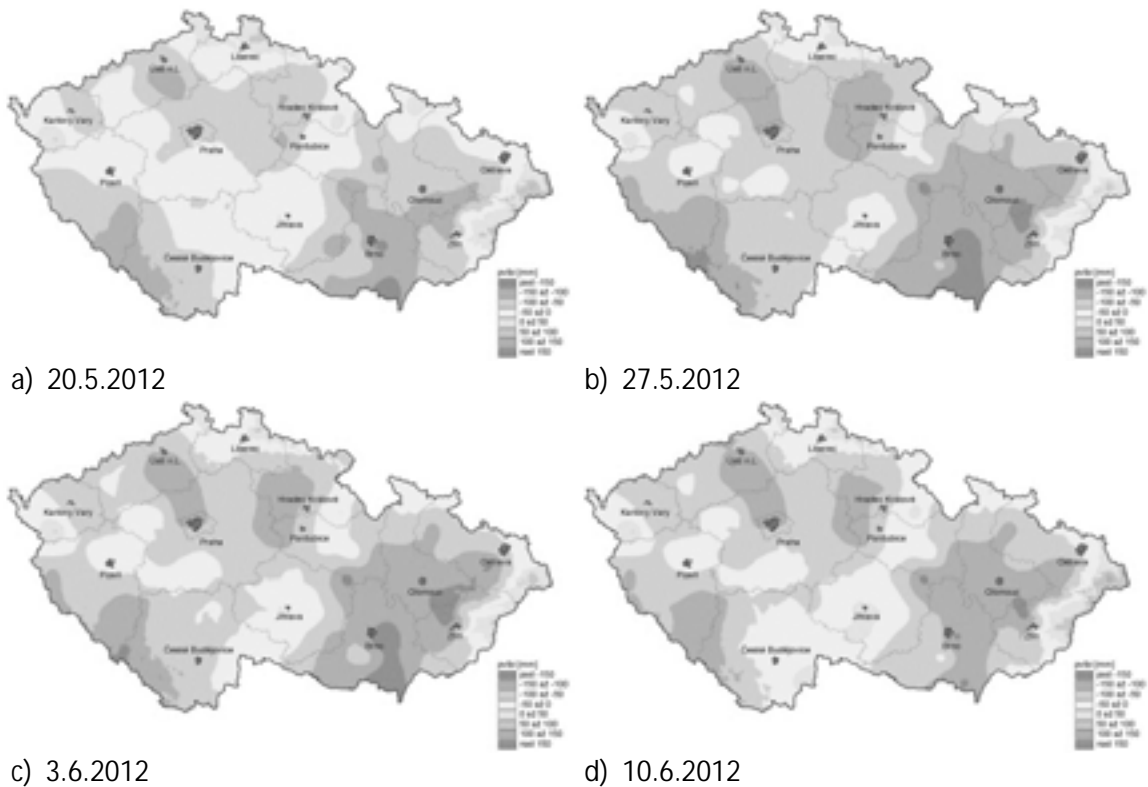
Tab. 1. Plocha ČR v % podle základní (potenciální) vláhové bilance travního porostu, srovnání s dlouhodobým průměrem 1961-2010 v mm.

ZVLBI_TP srovnání s dlouhodobými úhrny 1961-2010 [mm]	datum			
	20.5.	27.5.	3.6.	10.6.
pod -150	0,6	3,5	2,9	0,3
-150 až -100	12,5	28,7	25,6	21,9
-100 až -50	40,9	48,1	43,6	41,6
-50 až 0	40,1	17,0	24,5	30,3
0 až 50	5,0	2,6	3,0	4,7
50 až 100	1,0	0,1	0,4	1,1
100 až 150	0,0	0,0	0,0	0,1
nad 150	0,0	0,0	0,0	0,0

Sucho musíme vnímat jako přírodní proces, který je typický pro naše podnebí. Ovšem s ohledem na možnou změnu klimatu, hlavně nárůst teploty vzduchu, může docházet k ještě častějšímu výskytu sucha s vyššími vláhovými deficity. Tím by se naše podnebí stalo sušší. Vyšší teploty vzduchu v průběhu roku by byly dány také zvýšeným počtem tropických dnů, kdy denní maxima překračují 30 °C a u rostlin dochází nejen např. ke snížení či úplnému zastavení fotosyntézy, ale také zasychání semen a plodů. Ovšem docházelo by též ke zvýšení teplot v průběhu vegetačního klidu, a tím lepším podmínkám pro přezimování chorob a škůdců, ale také vhodnějším podmínkám pro současné teplomilnější druhy, které by se tak rozšiřovaly dále na sever. Na druhé straně by častěji docházelo i ke snížení hladiny podzemní vody až vysychání mělčích mokřadů apod. Stručně řečeno, teplejší a sušší podnebí by významně ovlivnilo současná společenstva.



Obr. 1. Potenciální evapotranspirace travního porostu [mm] na území ČR, srovnání roku 2012 s dlouhodobým průměrem 1961-2010 v %.



Obr. 2. Základní (potenciální) vláhová bilance travního porostu [mm] na území ČR, srovnání roku 2012 s dlouhodobým průměrem 1961-2010 v mm.

Dopady možné změny klimatu

Podle údajů v pracovních verzích 5 zprávy IPCC, se predikované změny klimatu promítají do pozorovaných změn podnebí. Z klimatologických analýz pro naše území můžeme vynést tyto závěry:

Teplota vzduchu

- V posledních dvou desetiletích se zvyšuje počet teplotně nadprůměrných roků, v desetiletí 2001 až 2010 je to sedm až osm let.
- Dynamika teplot vzduchu se v posledních letech zvyšuje, např. rok 2003, který měl v únoru mimořádný výskyt holomrazů, byl jako celek velmi až mimořádně teplý.
- Průběh průměrné roční teploty vzduchu má vzestupný trend se zvyšováním ve dvou posledních desetiletích.
- Nárůst teploty vzduchu je odlišný pro jednotlivé roční doby, nevíce se teplota zvyšuje v létě (0,4 °C/10 let), naopak pro podzim je vzestup malý (méně než 0,1 °C/10 let). Roční nárůst teploty vzduchu představuje necelé 0,3 °C/10 let.
- Podle publikovaných výsledků průměrné roční územní teploty podléhaly v posledním padesátiletí výrazným meziročním změnám, nicméně vykazují rostoucí trendy.
- V posledních dvou desetiletích se průměrná roční teplota oproti standardnímu období (1961–1990) zvýšila o 0,8 °C, větší změny byly zaznamenány v letních měsících, menší na podzim. V letních měsících se teplota zvyšuje nepatrně rychleji na území Moravy, v zimě a na jaře na území Čech, nicméně rozdíly jsou minimální.
- Zvyšováním teploty vzduchu dochází k výskytu vyšších teplotních extrémů, roste počet letních dnů, ale i dnů tropických. Přes snižování počtu dnů mrazových a ledových nelze vyloučit výskyty dnů arktických, a tím vysoké škody na porostech.

Srážky

- Průměrné roční srážkové úhrny vykazují velmi výraznou meziroční proměnlivost.
- V posledních dvou desetiletích se průměrný roční srážkový úhrn oproti standardnímu období (1961–1990) zvýšil přibližně o 5 %.
- Hlavní rysy ročního chodu srážek zůstávají zachovány (maximum v létě, minimum v zimě), dochází však k redistribuci měsíčních srážkových úhrnů během roku (pokles od dubna do června, nárůst od července do září), rozdíly mezi Čechami a Moravou nejsou výrazné.
- Vegetační období má výraznější změny výskytu srážek. Území Moravy obecně vykazuje větší sklon ke změnám ve prospěch vyšších srážkových úhrnů než území Čech.
- Počet dní se sněhovou pokrývkou 1 cm a více je meziročně značně proměnlivý jak v nižších, tak i vyšších polohách, nicméně v posledním padesátiletí jejich počet zejména v souvislosti s nárůstem průměrné teploty klesá.
- Časová variabilita průměrných denních srážkových úhrnů vykazuje ještě výraznější roční chod než variabilita průměrných denních teplot (vyšší v létě, nižší v zimě), obecně je vyšší na území Moravy.
- V posledních dvou desetiletích se časová variabilita průměrných denních srážkových úhrnů v teplé polovině roku zvyšuje, v chladné polovině roku snižuje, režim změn je výrazně zřetelnější na území Čech, zatímco na území Moravy jsou změny vyrovnanější.
- Prostorová proměnlivost časové variability srážek je v porovnání s teplotou výrazně vyšší, což je hlavní příčinou statisticky nevýznamných rozdílů ve výskytech průměrných počtů dnů s nadlimitními denními srážkovými úhrny na jednotlivých stanicích, významnější rozdíly v prostorové proměnlivosti mezi územím Čech a Moravy nelze vysledovat.

Vláhové poměry

- S rostoucí teplotou vzduchu se zvyšuje potenciální evapotranspirace.
- V souvislosti s rostoucí variabilitou srážek se vyskytují delší bezesrážková období.
- V posledním desetiletí roste počet období s výskytem sucha.
- Trend rostoucí teploty vzduchu avizuje, že výskyty suchých období mohou být četnější.

ZÁVĚR

Člověk ovlivňuje svou činností naši krajinu a její vegetaci. Přesto, že o rozsahu toho ovlivňování je mnoho diskusí, jsou z pohledu přírodních podmínek tyto vlivy víceméně negativní. Proměnlivost podnebí na našem území přináší výskyty vysokých extrémů, které v posledních letech narůstají. Vývoj podnebí v posledních desetiletích je typický zvyšováním teploty vzduchu, ale tím také nárůstem evapotranspirace. Přes víceméně se neměnicí roční úhrny srážek by tak narostl počet bezsrážkových období, a tím by se zvýšil výskyt sucha. Ovšem přívalové deště by právě na suché půdě zvyšovaly výskyt eroze.

Podle výsledků klimatologických modelů můžeme provádět odhady dopadů změny klimatu na naše území. Pro kvalifikované odhady je však nutnou podmínkou dobře znát stávající podnebí naší republiky. Extrémy počasí na našem území se v předcházejících letech projevovaly hlavně výskyty povodní a sucha. Oba tyto extrémní projevy počasí se též podílejí na zvyšování eroze půdy. Jedním z významných dopadů změny klimatu pro naše území je zvýšení délky bezsrážkových období, tedy výskytů sucha. Podle výsledků modelování budoucího klimatu je určité nebezpečí, že v naší krajině bude sucho častější, takže je nebezpečí, že se bude projevovat nedostatek vody a dojde k výraznému ovlivnění naší bioty. To platí i pro naši krajinu, kde může být časem nedostatek vody. Měli bychom usilovat o co největší biotickou rozmanitost. Velmi důležitá jsou protierozní opatření a to nejen na zemědělských půdách. Součástí je též výsadba rozptýlené zeleně a také ochrana přírodních stanovišť. Proto bychom se při hospodaření v naší krajině měli zaměřit na zvyšování její retenční kapacity. Jednoduše řečeno, zadržet v ní co nejvíce vody, a to i v době povodní.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek vznikl s podporou NAZV QJ1230056 „Vliv očekávaných klimatických změn na půdy České republiky a hodnocení jejich produkční funkce“.

LITERATURA

- Brázdil, R., Štěpánek, P. (2000): Hodnocení extremity řad měsíčních úhrnů srážek. Výzkumná zpráva projektu VaV/740/1/00: Výzkum dopadu klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na Českou republiku, Brno, 20 s.
- Kyselý, J., Kapos, V., Pokorná, L. Povodně a extrémní srážkové úhrny v ČR a jejich časová proměnlivost. In *Bioklimatologické pracovní dny. Funkciaenergetickej a vodnejbilanciev bioklimatologických systémoch, Račková Dolina, 2.-4.9.2003*. Ed. Šiška, B., Igaz, D., Mucha, M. SPU v Nitre, Nitra, 2003. s. 6.
- Kyselý, J., Kapos, V., Pokorná, L. Povodně a extrémní srážkové úhrny v ČR a jejich časová proměnlivost. In *Bioklimatologické pracovní dny. Funkciaenergetickej a vodnejbilancie v bioklimatologických systémoch, Račková Dolina, 2.-4.9.2003*. Ed. Šiška, B., Igaz, D., Mucha, M. SPU v Nitre, Nitra, 2003. s. 6.
- Novák, P. et al. Monitorování sezónních změn půdní vlhkosti metodou pulzní reflektometrie. Zprávy o geologických výzkumech v roce 2002. Česká geologická služba, 2002, s. 199-200. ISBN 80-7075-610-1.
- Rožnovský, J., Kohut, M.: Drought 2003 and Potential Moisture Balance. Contributions to Geophysics and Geodesy. 2004, Vol. 34, No. 2, pp. 195-208. ISSN 1335-2806.
- Štěpánek, Skalák, Farda, RCM ALADIN-Climate/CZ simulation of 2020–2050 climate over the Czech Republic, 2008

Adresa autorů

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc. – Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici, Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, Valtická 337, 691 44 Lednice, ČR, e-mail: roznov@mendelu.cz

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno, e-mail: roznovsky@chmi.cz

doc. Ing. Petr Salaš, CSc. – Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici, Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, Valtická 337, 691 44 Lednice, ČR, e-mail: salasp@zf.mendelu.cz

MÉNĚ ZNÁMÉ OVOCNÉ DRUHY – PĚSTOVÁNÍ A MOŽNOSTI VYUŽITÍ

UNCOMMON FRUIT SPECIES – GROWING AND POSSIBILITIES OF USAGE

Petr Salaš, Libor Dokoupil, Radoslav Vlk, Jaroslav Rožnovský

SALAŠ, P. – DOKOUPIL, L. – VLK, R. – ROŽNOVSKÝ, J. 2014. Méně známé ovocné druhy – pěstování a možnosti využití. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 184-190. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: The group of less-known fruit species usually includes species that are currently grown only scarcely, that are not attractive for large production, or which are not common in our cuisine. These species are not completely unknown, but are more commonly used for ornamental purposes, in dendrological collections, or in landscaping. Their wider use is often prevented by various technological problems such as laborious manual harvesting, short shelf life, lack of nursery stock, or low tolerance of the fruit to transport. The importance of less-known fruit species and extensive varieties of common fruit trees is great and irreplaceable. Most of them are very easy to grow, even in extreme sites. Many species yield every year, bearing fruit with high biological value and significant benefit for human health. Fruit can be consumed fresh or preserved in various ways. It is an alternative to standard intensive agriculture. The scientists at Faculty of Horticulture of Mendel University systematically studying the less-known fruit species, collect and evaluate gene resources of selected species that bear edible fruit.

KEY WORDS: Fruit trees • gene resources • dendrology • varieties • Non-productive Fruit Growing

ÚVOD

Motto: „*Strom, zvláště pak ovocný, dovede nejen krajinu krásliť, ale také hojný užitek poskytovat. Kde stromové, tam také ptactvo jest, které pilnému rolníkovi hmyz škodlivý, pomáhá hubiti ...*“ (Josef Dumek, 1844 – 1903).

Do skupiny tzv. méně známých ovocných druhů se obvykle zařazují druhy dřevin, které se v současné době pěstují velmi málo, nejsou ovocnářsky zajímavé nebo není u nás využití jejich plodů obvyklé. Nejedná se tedy o zcela neznámé druhy, ale druhy, využívané více pro okrasné, krajinářské či sbírkové účely. Mnohdy jejich využití ve větším měřítku brání i technologické problémy, např. pracná ruční sklizeň, špatná skladovatelnost plodů, nedostatek školkařského materiálu či malá odolnost plodů k transportu (ŘEZNÍČEK 2011). Některé druhy nejsou vyhledávány ke zpracování, ačkoli mají zajímavé dietetické vlastnosti a plodí pravidelně, nemají ovšem požadované chuťové vlastnosti. Z pohledu krajinářského a pěstebního bychom do této skupiny dřevin mohli, s trochou nadhledu, přiřadit i neintenzivní výsadby běžných druhů ovocných dřevin. Důvodem je fakt, že mimoprodukčně pěstované ovocné dřeviny jsou doposud na okraji zájmu naší společnosti a jejich sortimentální skladba se neustále zužuje. Jedná se o staré či krajové odrůdy jabloní, hrušní, třešní a dalších běžně pěstovaných druhů, které při použití extenzivních tvarů není možné je nahradit odrůdami, vyšlechtěnými speciálně pro intenzivní typy výsadeb. Mají jiné ekologické nároky, odolnost, vyžadují jiné podnože, pěstební tvary a ošetřování. Z naší krajiny i zahrad tedy postupně mizí a stávají se málo pěstovanými odrůdami.

Význam méně rozšířených ovocných dřevin a extenzivních tvarů běžných druhů ovocných dřevin je značně široký a nezastupitelný. Většina z nich má skromné nároky na pěstitelské podmínky a roste i na extrémních stanovištích (DOLEJŠÍ a kol. 1991). Je to alternativa ke klasické intenzivní zemědělské výrobě, která může významně přispět k podpoře udržitelnosti kulturní krajiny. V méně příznivých podmínkách a marginálních oblastech plní ovocný strom především mimoprodukční funkce ve smyslu krajinářském (aleje, stromořadí, větrolamy, remízky, solitery) či doprovodné zeleně venkovských obydlí a jejich nenásilného začlenění do okolní krajiny (selské zahrady, extenzivní sady

v intravilánech obcí, zeleň okolo hospodářských budov). Současně se předpokládá i určitý ekonomický přínos s ohledem na produkci biologicky cenné suroviny pro průmyslové zpracování plodů i pro přímý konzum. Extenzivně ošetřované výsadby ovocných dřevin, bez používání syntetických pesticidů, poskytují vhodné útočiště také pro hmyz a ptactvo. Z tohoto hlediska jsou mimoprodukční ovocné výsadby mimořádně cenné vzhledem k vysoké produkci organické hmoty a k výskytu struktur s rozdílnými životními podmínkami. Jednotlivá rostlinná patra i půda představují životní prostor pro specifické skupiny živočichů (PAPRŠTEIN 1997, DOKOUPIL a ŘEZNIČEK 2013).

Ovocné plodiny doprovází člověka od počátku jeho existence. Zprvu je člověk jen sbíral příležitostně v přírodě. Teprve časem se naučil je pěstovat a postupem času i jakýmsi empirickým výběrem i šlechtit. V archeologických nalezištích ve střední Evropě byly z mladší doby kamenné (neolit) zjištěny na našem území zbytky jablek, hrušek, třešní, višní, slivoní, lískových oříšků, později i ořechů vlašských a také révy vinné. Z pohledu historie měly dřeviny přinášející jedlé plody v českých zemích vždy velkou tradici (SALAŠ a LUŽNÝ 2006).

Písemné zmínky o ovocných plodinách na našem území existují již z 10. století, v následujících stoletích jsou již zachovány četné písemné i hmotné doklady o pěstování některých ovocných druhů, zejména hrušní a jabloní. V 17. století jsou ovocné druhy již běžně pěstovány v klášterních a zámeckých zahradách a pronikají i na venkov mezi prostý lid. Zakládají se i první ovocné školky. V 18. století fyziokratické tendence a podpora osvěty v zemědělství v tereziánské a josefovské éře dává mj. i podněty k ustanovení ovocnářských spolků a venkov má možnost seznamovat se se způsoby pěstování ovocných druhů, ve století 19. století jsou cíleně zakládány botanické a ovocnářské sbírky (zahrady), vznikají i odborné školy zemědělské, vydávají se pomologické a štěpařské spisy. Postupně se zlepšuje také technologie zužitkování ovoce (SALAŠ a LUŽNÝ 2006).

Při sčítání ovocných stromů v roce 1899 bylo v Českých zemích napočítáno osm a půl milionů stromů, nejvíce stromů vykazovalo hejtmanství Uh. Hradištské (1 105 stromů na km²). Z počátku XX. století se na našem území doposud zachovaly některé exempláře krajových odrůd, zejména jádrovin a peckovin. Změnou vlastnických vztahů k půdě a priorit zemědělské výroby docházelo mnohdy v minulých desetiletích i v posledních letech k jejich nevratné likvidaci, např. z důvodu úbytku stálých obyvatel venkova, likvidací celých sídel (pohraničí, těžba uhlí apod.), nedostatkem vhodného výsadbového materiálu (orientace jen na tržní druhy), zavedením intenzivních pěstitelských systémů s uplatněním náročných a málo odolných odrůd a podnoží, likvidací extenzivních ovocných výsadeb i soliterních dřevin v krajině, podceněním jejich přírodních funkcí. Výhradně ekonomicky užitková funkce extenzivního způsobu pěstování ovocných dřevin se v současné době mění ve smyslu požadavku udržitelného využívání přírodních zdrojů a ochrany krajiny. Proto v současné době vstupuje do popředí potřeba uchování genetických zdrojů, a to i v oblasti ovocných druhů, jenž plní různé neprodukční funkce, např. tvorby regionálního klimatu, součásti městské zeleně, okrasného a krajinného prvku, přirozeného biotopu pro široké spektrum fauny (savci, ptáci, obojživelníci, plazi, hmyz), utváření celkového kulturního rázu krajiny, ale také funkci genetických zdrojů pro šlechtění nových odrůd, např. odolnějším chorobám (SALAŠ a LUŽNÝ 2006, DOKOUPIL a ŘEZNIČEK 2013).

MATERIÁL A METODY

Naše pracoviště se problematikou méně tradičních ovocných druhů zabývá intenzivně formou soustředování genofondových položek, hodnocením růstových a výnosových ukazatelů a výběrem vhodných odrůd pro podmínky ČR. Hodnocené rostliny jsou soustředěny na experimentálních plochách ústavu v Lednici (okres Břeclav) a v Žabčicích (okres Brno-venkov). Hodnocení jsou prováděna dle příslušných metodik v rámci Národního programu konzervace a využití genových zdrojů rostlin a agro-biodiverzity (program MZe ČR). Další text vzhledem ke stanovenému omezenému rozsahu příspěvku uvádí pouze nejdůležitější informace a zobecnění výsledků dlouhodobého výzkumu. Jsou uvedeny pouze vybrané druhy dřevin z oblasti méně pěstovaných ovocných druhů.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Asimina triloba (L.) Dunal (Mudřoul trojlaločný)

Asimina vyrůstá v našich podmínkách do 3 m výšky, pěstuje se jako okrasná kvetoucí rostlina, v poslední době se uplatňuje i jako zajímavost pro své velké plody (až 400 g), dužnina kterých připomíná chutí exotické ovoce (banány, ananas...). Rostliny jsou mrazuodolné, rostlina později raší, což je výhodou. Není náročná na řez, preferuje výživné, vlhčí půdy. Semena, listy a kůra jsou jedovaté. Na trhu je nabízen samosprašný kultivar Prima (KOBILÍZEK 2006).

Schisandra chinensis Turcz. (Klanopraška čínská)

Pnoucí dřevina drobnějšího vzrůstu, dle opory může vyrůst délky až deseti metrů. Je pěstovaná jako okrasná dřevina, zajímavá svými drobnými květy i červenými plody velikosti bobulí rybízu. Rostliny jsou mrazuodolné, ale problematická je doba rašení a kvetení, v našich podmínkách občas namrzají nebo mají řídkší plodenství. Snáší dobře řez, odnožují kořenovými výmladky, v suchých půdách rostou méně. Základem mohutného růstu je také kvalitní a dostatečně velká nosná konstrukce. U listů, plodů a semen se uvádí tonizující účinek, plody mají zajímavou pryskyřičnatou chuť. Využívají se pro přímý konzum, ale častěji se zpracovávají (likéry, čaje, tinktury). Odrůdy nejsou, jedná se většinou o vegetativně množené rostliny (KOBILÍZEK 2006).

x *Sorbopyrus* C. K. Schneider (Hruškojeřáb)

Hruškojeřáb je přírodní kříženec hrušně a jeřábu. U nás byl vybrán a množen semenáč, označovaný jako Tatarova hruška nebo Tatarka. Jde o nenáročnou dřevinu stromovitěho růstu, plody připomínají více hrušku než jeřáb. Využití plodů i řez je podobné jako u hrušní. Velkou předností je, že netrpí rzí hrušňovou, plodnost ale nastupuje ve srovnání s *Pyrus* později (KOBILÍZEK 2006).

Cornus mas L. (Dřín obecný)

Nenáročný keř až 4 metry vysoký, vhodný i pro živé ploty. V kultuře i pro okrasné účely se může pěstovat v kmenném tvaru. Plody, zrající počátkem září či koncem srpna, se používají v čerstvém stavu nebo se různými způsoby zpracovávají (kompoty, džemy, marmelády čaje, víno, destiláty). Okrasný časným kvetením. Významné jsou odrůdy velkoplodé, barvy červené i žluté. Plody vysoké nutriční hodnoty jsou cenné zejména vysokým obsahem kyseliny askorbové. Pro ovocnářské využití můžeme pěstovat ve formě keře i kmenného tvaru. Sklizeň v technologické zralosti je nejlepší formou setřásání. Snáší dobře řez. Odrůdy: Devín, Jaltský, Titus, Elegantní, Jolico, Fruchtal, Bulgarico, Lukjanovský, Vyšegorodský, Vydubecký, Jolico (PAPRŠTEIN a kol. 2009, KOPEC 1998).

Lonicera spp. (Zimolez)

Velmi široká skupina, především druhů pro okrasné účely. Pro využití hospodářské byl dříve doporučován druh *Lonicera caerulea*, dnes je skupina skupina širší [*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn, *Lonicera kamtschatica* (Sevast.) Pojark, *Lonicera altaica* Pall., *Lonicera turcaninowii* Pojark]. Odrůdy mají různou vzrůstnost, 0,5 až 3 metry, ovlivněnou i stanovištěm. Obliba pěstování zimolezu rychle roste, příčinou je zájem o chutné a nutričně zajímavé ovoce s velmi časným termínem sklizně v době, kdy ještě není jiné ovoce (rané odrůdy zrají již ve druhé polovině května). K růstu v jarním období a v období dozrávání plodů vyžaduje relativně malou sumu teplot. Keře mají vysokou mrazuodolnost (i v květu), ale v našich podmínkách teplého podzimu často trpí předčasným nakvétáním koncem roku (což z pohledu úrodnosti není žádoucí) a trpí suchem v letním období (omezení růstu, snížení diferenciací květních pupenů). Není nutný pravidelný řez, údržba minimální. Plody různé velikosti dle odrůd mají cenné nutriční hodnoty, kromě obsahu kyseliny askorbové jsou ceněné jako antioxidanty, obsahují polyfenoly a antokyany. Ideální je konzumace v čerstvém stavu, ale dají se i sušit či kompotovat. Oblíbené jsou i jako ovocný komponent do pečiva. Odrůd, převážně introdukovaných z Ruska, je velké množství, např. Altaj, Amur, Amfora, Bakcarskaja, Fialka, Goluboje vereteno, Jaltská,

Kamčadalka, Lebeduška, Leningradský velikán, Lipnická, L-KL-20, L-KL-35, Morena, Nimfa, Roksana, Sinnaja ptica, Tomička, Valchova, Vasiljevská, Vasjuganská, Viola, Zoluška. Odrůdy jsou průběžně hodnoceny s cílem vybrat nejvhodnější pro naše podmínky (KOPEC 1998).

Amelanchier spp. (Muchovník)

[*Amelanchier alnifolia* Nutt., *Amelanchier ovalis* Med., *Amelanchier laevis* Wieg., *Amelanchier canadensis* (L.) Med.]

Jsou to keře nebo menší stromy, okrasné květy i plody (malvice). Rostliny jsou málo náročné na stanoviště, vysoce adaptabilní, vhodná jsou však slunná, nezamokřená stanoviště, charakteristická je snadná údržba, není náročný na řez. Plody mají dietetickou hodnotu, používají se v čerstvém stavu, sušené, hodí se pro kompotování i výrobu šťáv a sirupů. Nevýhodou může být nerovnoměrné dozrávání plodů, plody lze ale krátkodobě skladovat. Odrůdy: Smoyki, Martin, Thiessen, Altagloy, Foresburg, Pembina (KOBÍLÍZEK 2006).

Hippophae rhamnoides L. (Rakytník řešetlákový)

Zcela nenáročný mrazuodolný keř, který získává stále více na oblibě. Má různorodé využití, od protierozní funkce a výsadby na extrémní stanoviště až po ovocnářské a farmaceutické využití. Je dvoudomý. Sklizeň plodů je technologicky náročnější, což limituje jeho pěstování. Při výsadbě větších ploch je nutné věnovat pozornost opylovacím poměrům. Plody mají vysokou biologickou hodnotu s léčebnými protinfekčními účinky. Vysoký je obsah kyseliny askorbové, vitamínů, organických kyselin, tříslovin a jiných látek. Plody se zpracovávají na šťávy, sirupy, ze semen se získává cenný olej. Při pěstování je nutné vyřešit sklizeň plodů, ošetřování dřevin není problematické, snáší řez, netrpí chorobami. V Rusku jsou již vyšlechtěné odrůdy bez trnů. Odrůdy: Dar Katuni, Olejová, Novost Altaja, Polmix, Hergo, Leicora, Vitamínová, Altajská novinka, Zlatý počátek (KOPEC 1998).

Cydonia oblonga Mill. (Kdouloň obecná)

Větší keř nebo menší strom pro teplejší polohy či chráněná stanoviště. V minulosti byla více vysazována. Ozdobná květem i aromatickými plody, které jsou dvojího základního tvaru (jablkovitý, hruškovitý), existují i další poddruhy. Používá se i jako oblíbená podnož pro hrušně (označení BA29 198, K-TE-E 631, K23 631, MA-SE). Plody botanického druhu jsou drobnější (kolem 50 g), často se používaly pro své aroma v domácnostech, moderní odrůdy mají větší plody (i přes 500 g), ale horší trvanlivost a slabší aroma. Zpracování různorodé, od sušení, kompotování až po džem. Plody obsahují hodně pektinů, v dužnině se často vyskytují sklereidy. Vysoký obsah vitamínu C a vlákniny. Na dobrém stanovišti (lehká, hlinitopísčítá půda) nenáročná dřevina, v poslední době je ale problémem spála růžovitých rostlin (*Erwinia amylovora*). V nepříznivých zimách může namrzat, relativně dobře snáší řez. Doporučené odrůdy: Champion, Angerská, Bereczského, Perská cukrová, Leskovačská obrovská, Portugalská (HRIČOVSKÝ a ŘEZNIČEK, SUS 2003, KOPEC 1998).

Actinidia spp. (Aktinidie)

Skupina pnoucích opadavých dřevin, pěstovaných obvykle pro okrasné účely. Intenzivní růst, problematická odolnost vůči nízkým teplotám – v zimním období, ale hlavně při rašení a kvetení, jsou již vyšlechtěny odolné kultivary. Nejotuzilejší je *Actinidia kolomikta*. Na mraz obecně nejcitlivější je *Actinidia chinensis*. Dvoudomé rostliny. Plody se konzumují čerstvé, popř. již přemrzlé, nebo se zpracovávají na kompoty, marmelády, sušené či mražené výrobky. Odrůdy: Aktinidie úrodná, Aktinidie raná, Aktinidie pozdní (*Actinidia arguta* Planch.); Mičurincova ananasová, Klára Zetkinová (*Actinidia kolomikta* Maxim.), použitelné jsou plody i dalších druhů: *Actinidia polygama*, *Actinidia purpurea*, *Actinidia melanandra* (KOBÍLÍZEK 2006).

Aronia melanocarpa Wild. (Arónie černoplodá)

Keř nebo strom, patří mezi nenáročné druhy, vhodné i pro pěstování ve vyšších polohách. Cenné jsou plody, které se používají pro přímý konzum v čerstvém stavu, nebo sušené či kandované. Využití do likérů, vína, sirupů, do kompotů i čajových směsí. Při pěstování v aridních oblastech (suchý vzduch, málo srážek) trpí kvalita plodů a nejsou tak oblíbené k přímé konzumaci. Při pěstování doporučen udržovací řez (tendence k zahušťování koruny). Snáší i zmlazování. Odrůdy: Nero, Viking (KOPEC 1998).

Mahonia aquifolium Pursh. (Mahónie cesmínolistá)

Více používaný jako okrasný stálezelený keř či dřevina pro využití v aranžování, plody (resp. šťáva z plodů) se obvykle využívají jako barvicí či okyselující složka do jiných potravin (mléčné výrobky, likéry apod.). Nezralé plody jsou jedovaté (alkaloidy), což omezuje jejich využití. Dřeviny snáší řez, jsou poměrně nenáročné, listy mohou být na aridním stanovišti poškozovány fyziologickým suchem. Odrůdy: Jupiter, Minerva (KOBÍŽEK 2006).

Lycium chinensis Mill. (Kustovnice čínská)

Kustovnice čínská je poléhavý keř kolem dvou metrů výšky, širší než vyšší, v poslední době stále více pěstovaný pro své plody, obsahující antioxidantní látky, vitamíny a kyselinu askorbovou. Nenáročná dřevina vhodná i na svahy, vyhovují jí více teplejší polohy. V kultuře se může pěstovat na kmínku. Snáší dobře udržovací řez, kterým zvyšujeme plodnost. Červeně zbarvené plody se mohou konzumovat čerstvé, ale častěji se suší. Odrůdy nejsou, jedná se o semenáče či řízkované rostliny (KOBÍŽEK 2006).

Chaenomeles spp. (Kdoulovec)

[*Chaenomeles japonica* Lindl., *Chaenomeles cathayensis* (Hemsl.) Schneid.]

Malé či větší keře, okrasné květem i plody. Dřeviny nenáročné na stanoviště, většina druhů je mrazuodolná. Je doporučován pravidelný udržovací řez, který rostliny dobře snáší. Plody se vyznačují vysokým obsahem pektinů, kyseliny askorbové a vitamínů. U *Ch. cathayensis* jsou plody větší, váží i přes 100 gramů. Plody jsou dobře skladovatelné, konzum v čerstvém stavu je možný, ale obvykle se dává přednost zpracování (džem, kompot, mošt, proslazení, křížaly). Odrůda: Cido, dají se využít i vybrané semenáče, pokud dobře plodí.

Sambucus nigra L. (Bez černý)

Běžně rozšířená dřevina, keř nebo menší strom. Sbírá se květ a plody. Dřevina je ceněna pro léčivé a dietetické účinky. Z plodů se vyrábí sirupy, šťávy, víno a likéry. Při pěstování v kultuře je vhodnější kmenný tvar dřevin. Dobře snáší řez, pěstovat lze prakticky ve všech polohách. Odrůdy: Sambo, Haschberg, Donau (KOPEC 1998).

Mespilus germanica L. (Mišpule obecná)

Tradiční ovocný druh, keř nebo menší strom, vhodný zejména pro teplejší polohy. Je odolný mrazu. Plody jsou zajímavé chuti, jde o kvalitní ovoce, obsahující pektiny, třísloviny, vitamíny, kyseliny. Plody je nejlépe sklízet a konzumovat až po přejití mrazem. Zpracování na pomazánky, sušení, pálení (jako hrušky). Jsou okrasné květem i plodem. Při produkci je výhodnější zapěstovat rostliny na malém kmínku (čtvrtkmen). Vhodný je pravidelný udržovací řez, snáší dobře i zmlazování. U nás množena odrůda 'Holandská' s velkými plody a dobrou plodností (HRIČOVSKÝ a ŘEZNÍČEK, Sus 2003).

Ribes aureum Pursh. (Meruzalka zlatá)

Ribes aureum je známá spíše jako podnožová meruzalka pro roubování rybízu a angreštu. Je to nenáročná dřevina keřovitého vzrůstu, v kultuře se dá pěstovat i jako malý stromek na drátěnce. Pro sklizeň plodů byly vyšlechtěny ve Valticích tzv. plodové meruzalky, odrůdy však nejsou oficiálně uznané (nejsou uvedené ve Státní odrůdové knize). Plody mají specifickou chuť, vysoký obsah kyseliny askorbové a antioxidačních látek. Významnou vlastností těchto odrůd je, že nedochází k předčasnému opadu plodů (což je typické u původního druhu). Plody se konzumují v čerstvém stavu nebo se zpracovávají (šťávy, sirupy, víno, kompoty).

Oxycoccus macrocarpum Ait. (Klikva velkoplodá)

Klikva velkoplodá vytváří drobnější keře, které se pěstují na kyselých rašelinných půdách. Potřebují dostatek vody, ale jsou citlivé na mrazové polohy. Plody jsou bohaté na pektiny a vitamíny, obvykle se konzervují, mrazí, popř. zpracovávají na džemy. Je nutný pravidelný udržovací řez (nejlépe po sklizni). Odrůdy: Early Black, Howes, Stewens.

Viburnum opulus L. (Kalina obecná)

U nás běžná dřevina keřovitého růstu, nenáročný mrazuodolný druh, hojně rostoucí na humózních vlhčích půdách. Plody obsahují hodně železa, zinku, draslíku, hořčíku, ale také pektiny, kyselinu askorbovou, ale jsou dosti hořké, proto se u nás jejich používání nerozšířilo. Hořkost se odstraní varem. Plody jsou dobře skladovatelné, mnohdy na rostlinách vydrží i do jara dalšího roku, plodnost vysoká, keře dobře snášejí zmlazování. Odrůdy: Taježnyje rubíny, Sausga, Odborná, Žolobovská.

Castanea sativa Mill. (Kaštanovník jedlý)

Tradiční, dlouhověká dřevina, v ČR pěstována jen v teplejších oblastech a spíše na okrasné účely, větší tradici má na Slovensku. V posledních letech porosty decimuje rakovina kaštanu. Plody jsou velmi kvalitní, široce využitelné pro přímý konzum (po tepelné úpravě) nebo v gastronomii a cukrářství. Rostlina jednodomá, převážně cizosprašná. Odrůdy: Bojar, Mistral, v prodeji jsou i různé zahraniční odrůdy (Marroncino del Pollino, Bouche de betizac), některé již i samosprašné, např. odrůda Maron de Lyon (KOBÍLÍZEK 2006).

Prunus tomentosa Thunb. (Višeň plstnatá)

Višeň plstnatá je nenáročný druh, přinášející dostatek plodů. Preferuje sušší stanoviště, je vhodný např. i pro nižší volně rostoucí živé ploty (do 2 m), nevýhodou je vyšší citlivost k šarce či monilióze. Mrazuodolný, ale může namrzat v květu. Plody jsou drobnější, ale s vysokým obsahem vitamínů. Starší rostliny mohou hůře snášet zmlazovací řez (doporučen letní řez). Plody se využívají stejně jako plody višně, mírně barví, jsou aromatické. Odrůdy vyšlechtěné nejsou.

ZÁVĚR

Přestože odborné i obecné povědomí o významu netradičních druhů či tvarů ovocných dřevin významně roste, je nezbytné neustále připomínat, že ke správné volbě stanoviště je důležitá nejen znalost půdně klimatických a pěstebních nároků jednotlivých druhů ovocných dřevin. I jednotlivé odrůdy mohou mít rozdílné růstové, stanovištní, estetické i sklizňové charakteristiky, které mnohdy při špatném výběru rozhodují o úspěšnosti výsadby. Každá odrůda má typický vzrůst, tvar a velikost koruny, fenologické charakteristiky růstu a pomologické znaky plodů. Ne vždy také u dřevin vítáme plody na zpracování, v městské zeleni mohou být dokonce nežádoucí (např. nežádoucí opad plodů, výskyt hmyzu či samosběr), jindy nás neuspokojí malé, nehodnotné, případně špatně zpracovatelné plody. Jiné odrůdy mohou být ceněny pro pěkný habitus, požadovanou vzrůstnost, květy, odolnost chorobám či abiotickým faktorům. Záleží na záměru výsadby a požadovaným parametřům. Proto je důležité seznámit se u jednotlivých druhů s případným sortimentem a samozřejmě také dostupností

školkařských výpěstků na trhu. V současnosti jsou požadovány stále nové odrůdy, přinášející zajímavé ovoce a jisté výnosy pro přímý konzum i zpracování. Lokální odrůdy, ale i plané ovocné dřeviny mají nezastupitelný význam také ve šlechtitelských programech, při bioprodukcí ovoce a v samozásobitelském sektoru. Mnohé odrůdy se ovšem dají dobře využít i v okrasné zeleni. Naopak, dřeviny, dnes pěstované v dendrologických sbírkách, mohou při vhodné odrůdové skladbě rozšířit seznam dřevin, pěstovaných pro své zajímavé plody.

LITERATURA

- DOKOUPIL, L., ŘEZNÍČEK, V. 2013. Netradiční ovocné druhy, jejich vhodnost pro pěstování. Sborník odborných příspěvků a sdělení MendelAgro 2013. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 2013, s. 31-36. ISBN 978-80-7375-759-5.
- DOLEJŠÍ, A., KOTT, V., ŠENK, L. 1991. Méně známé ovoce. Praha: Brázda, 1991. 149 s., ISBN 80-209-0188-4.
- HRIČOVSKÝ, I., ŘEZNÍČEK, V., SUS, J. 2003. Jabloně, hrušně, kdouloně, mišpule, 1st ed. Bratislava: Příroda. 2003, 104 s. ISBN 80-07-11223-5.
- KOBLÍŽEK, J. 2006. Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. Tišnov: Sursum. 2006, 551 s. ISBN 80-7323-117-4.
- KOPEC, K. 1998. Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny, 1st ed. Praha: ÚZPI. 1998, 72 s. ISBN 80-86153-64-9.
- PAPRŠTEIN, F., KOSINA, J., SEDLÁK, J., ŘEZNÍČEK, V. 2009. Technologie pěstování dřínu obecného (*Cornus mas.* L.). Holovousy: VŠÚO. 2009, 29 s. ISBN 978-80-87030-06-6.
- PAPRŠTEIN, F. 1997. Význam krajových odrůd ovocných dřevin. Sborník semináře: Problematika zachování a ochrany starých či krajových odrůd ovocných dřevin. Brno: MZLU. 1997, s. 30-33.
- ŘEZNÍČEK, V. 2011. Možnosti pěstování netradičních druhů ovoce v různých klimatických podmínkách ČR. Úroda, vědecká příloha, MENDELU. Lednice, s. 519–527, ISSN 0139-6013.
- SALAŠ, P., LUŽNÝ, J. 2006. Stručná historie zahradnictví I. Brno: MZLU v Brně. 2006, 91 s. ISBN 80-7157-996-3.

Adresa autorů

doc. Dr. Ing. Petr Salaš – Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici, Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, Valtická 337, 691 44 Lednice, ČR. e-mail: salasp@zf.mendelu.cz

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc. – Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici, Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, Valtická 337, 691 44 Lednice, ČR, e-mail: roznov@mendelu.cz

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno, e-mail: roznovsky@chmi.cz

PŘÍNOS ARBORETA MLÝŇANY PRO INTRODUKCI DŘEVIN DO PRŮHONIC**CONTRIBUTION OF THE ARBORETUM MLÝŇANY TO THE INTRODUCTION OF WOODY PLANTS TO PRŮHONICE****Ivo Tábor**

TÁBOR, I. 2014. Přínos Arboreta Mlýňany pro introdukci dřevin do Průhonice. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlýňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arboretum Mlýňany SAV. s. 191-195. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: The work presents new findings about the introduction of woody plants from the Arboreum Mlýňany to Průhonice, obtained by studying the unique document – Register of plants of the Dendrological Society. The import of seeds and plants from the years 1909–1922 is indicative to a close cooperation between these two objects. An overview of woody species introduced from Mlýňany to the Garden of the Dendrological Society in Průhonice is a part of this paper.

KEY WORDS: Mlýňany • introduction • woody plant • Průhonice

ÚVOD

Historie introdukce dřevin je součástí dějin zahradní a krajinářské tvorby, svědčí i o vyspělosti tehdejšího zahradnictví. U nás se touto problematikou zabýval SVOBODA (1976 – jehličnaté dřeviny, 1981 – listnaté dřeviny). Tato práce obsahuje údaje o historii introdukce i současnosti pro druhy a kultivary introdukovaných dřevin. Průhonickému parku se věnuje významná práce SVOBODY, P. (1966 – jehličnaté dřeviny, 1967 – listnaté dřeviny), která hodnotí introdukci dřevin do tohoto objektu, přičemž využívá všech v té době dostupných historických pramenů. Lednicko valtický areál z hlediska průběhu introdukce hodnotí PEJCHAL a KREJČÍŘIK (2010, 2012).

Pro introdukci dřevin na naše území má zásadní význam činnost Dendrologické společnosti v Průhonících, kterou založil hrabě E. Silva Tarouca. Další informace o introdukci a tvorbě průhonického parku jsou v některých jeho publikacích SILVA TAROUCA (1909).

Také Arboretum Mlýňany sehrálo významnou úlohu při rozšiřování genofondu dřevin. Hlavním krédem zakladatele hraběte Štefana Ambrozyho Migazziho a jeho nejbližšího spolupracovníka Josefa Mišáka, bylo soustředit co nejvíce cizokrajných stálezelených listnatých dřevin a dokázat jejich životaschopnost v našich podmínkách. I když často získávali nový materiál spontánně bez hlubších zkušeností s jeho pěstováním, podařilo se jim soustředit unikátní sortiment dřevin (TÁBOR 1989, 1991).

Od samého počátku existence Arboreta Mlýňany docházelo k úzké spolupráci s Průhoníci. Svědčí o tom nejen korespondence mezi oběma zakladateli hrabětem Š. Ambrozy Migazzim a hrabětem E. Silva Taroucou, ale i společná publikace AMBROZY (1913). Mnohé o Průhonících a Mlýňanech se dozvídáme z dopisů mezi J. Mišákem a C. Schneiderem, F. Zemanem a E. Schmidtem. Informace doplňuje ještě zachovalá fotodokumentace a některé publikace např. SCHNEIDER (1921, 1923). Tyto významné osobnosti si navzájem vyměňovaly nejen zkušenosti s pěstováním nově zaváděných druhů, ale také živé rostliny. Například v r. 1914 zaslá J. Mišák do Průhonice na vyzkoušení a pozorování druhu *Osmanthus delavay* a *Phillyrea latifolia*. Mezi oběma objekty dochází i k čilé výměně rostlin.

Cílem tohoto příspěvku je uvedení nových poznatků o introdukci dřevin do Průhonice, získaných studiem z unikátního seznamu Matriky rostlin Dendrologické společnosti.

MATERIAL A METODY

O spolupráci svědčí také záznamy v Matrice rostlin Dendrologické společnosti, kde jsou uvedeny sortimenty pěstované v zahradě Dendrologické společnosti v Průhonicích v letech 1909–1924. V rukou psané knize, je uvedeno 10 050 položek dřevin a peren získaných z přírodních sběrů v Číně, Japonsku, Kavkazu aj., z botanických zahrad, dendrologických společností, školkařských firem a od jednotlivců. (TÁBOR 2013). V Matrice rostlin jsou pečlivě zaznamenávány jednotlivé přírůstky a kromě přírůstkového čísla a latinského názvu je uveden původ, od koho byla položka získána, pokud došla rostlina, kdy byla získána, den výsevu a den vzcházení, a jednotlivé počty rostlin v jednotlivých letech. Některé z těchto údajů uvádí Tab. 1 v příloze. Aby bylo možné srovnávat jednotlivé taxony i s jinými historickými prameny a pracemi týkající se historie introdukce, bylo pro stanovení současného správného jména využito internetových portálů The Plant list, The International Plant Names Index (IPNI), a další. Jako základní byly využity publikace REHDER (1940, 1949), KRÜSSMAN (1976–1978).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Matrika rostlin obsahuje rovněž 47 položek od hraběte Ambrozyho z Arboreta Mlýňany. Původ je uveden jako Ambrozy – Washington, St. Ambrozy Malonya, Hort. Malonya, nebo jednoduše Mlýňany. V roce 1909 zaslal Ambrozy semena sesbíraná z Washingtonu a Lousiany. Jsou to následující taxony: *Acer ginnala* Maxim. (v r. 1911 rostlo 380 ks), *Carya glabra* (Mill.) Sweet, *Celastrus orbiculatus* Thunb. (v r. 1910 rostlo 79 ks), *Diospyros virginiana* L. (v r. 1910 rostlo 15 ks), *Fraxinus pennsylvanica* var. *lanceolata* (Borkh.) Sarg. (v r. 1910 rostlo 284 ks), *Gymnocladus dioica* (L.) K. Koch (v r. 1911 rostlo 15 ks), *Halesia carolina* L. (v r. 1911 rostlo 12 ks), *Hamamelis virginiana* L. (v r. 1910 rostlo 15 ks), *Juglans mandshurica* Maxim. (v r. 1910 rostly 4 ks). V těchto zásilkách bylo více položek, ale protože některé po výsevu nevyšly, jak ukazují záznamy, nejsou do přehledu zahrnuty.

V roce 1911 poskytl hrabě Ambrozy rostliny *Euonymus bungeanus* Maxim. (v r. 1915 rostlo 32 ks) a *Nyssa sylvatica* Marshall. a *Pyrus betulifolia* Bunge. V tomto roce také zaslal rouby dubů (*Quercus*) z arboreta Szeleste (Maďarsko).

Nejvíce získaných položek dřevin (27) je z r. 1914. Z Mlýňan obdržela Spolková zahrada v Průhonicích rostliny *Escallonia macrantha* Hook. & Arn. (103 ks), *Escallonia rubra* (Ruiz & Pav.) Pers. (24 ks), *Euonymus fortunei* (Turcz.) Hand.-Mazz. 'Carrierei' (16 ks), *Euonymus fortunei* (Turcz.) Hand.-Mazz. 'Vegetus' (77 ks), *Fuchsia magellanica* Lam. 'Riccartonii' (33 ks), *Ligustrum amurense* Carrière (103 ks), *Ligustrum insulare* Decne. (6 ks), *Ligustrum sinense* var. *stauntonii* Rehder (60 ks), *Ligustrum vulgare* L. 'Glaucum' (10 ks), *Ligustrum vulgare* var. *italicum* (Mill.) Vahl. (90 ks), *Lonicera schmitziana* Roehl ex Dippel (8 ks), *Olearia macrodonta* Baker (43 ks), *Osmanthus aquifolium* var. *myrtifolius* G. Nicholson (35 ks), *Osmanthus delavayi* Franch. (10 ks), *Osmanthus heterophyllus* (G. Don) P. S. Green (10 ks), *Phillyrea angustifolia* L. (10 ks), *Phillyrea latifolia* L. 'Buxifolia' (16 ks), *Prunus laurocerasus* L. 'Serbica' (115 ks), *Prunus laurocerasus* L. 'Schipkaensis' (140 ks), *Prunus lusitanica* L. 'Myrtifolia' (100 ks), *Prunus lusitanica* L. 'Pyramidalis' (9 ks), *Rhamnus × hybrida* L'Hér. (11 ks), *Spiraea × blanda* Zabel (2 ks), *Syringa josikaea* J. Jacq. 'Eximia' (30 ks), *Tamarix gallica* L. (18 ks), *Viburnum macrophyllum* Thunb. (9 ks), *Viburnum theiferum* Rehder (3 ks).

V r. 1922 získala Spolková zahrada Dendrologické společnosti z Arboreta Mlýňany rostliny *Ilex pernyi* Franch., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. 'Juglandifolia', *Mahonia repens* (Lindl.) G. Don 'Rotundifolia', *Symphoricarpos mollis* Nutt. Jsou mylně uvedeny jako výsev, ale jednalo se pravděpodobně o poskytnuté rostliny.

Tento krátký pohled do minulosti by měl být poučením. Vzájemná spolupráce mezi odborníky zahradnického oboru, povinnost pokračovat v započatém díle i přes různé těžkosti, umožní tento krásný obor rozvíjet.

ZÁVĚR

Pro introdukci dřevin na naše území má zásadní význam činnost Dendrologické společnosti v Průhonicích, která se na počátku minulého století zasloužila o introdukci a rozšiřování dřevin na

naše území. O intenzivní práci při získávání nových rostlin svědčí záznamy v Matrice rostlin Dendrologické společnosti, kde jsou uvedeny sortimenty pěstované v zahradě Dendrologické společnosti v Průhonicích v letech 1909–1924. V rukou psané knize, je uvedeno 10 050 položek dřevin a peren získaných z přírodních sběrů z Číny, Japonska, Kavkazu aj.), z botanických zahrad, dendrologických společností, školkařských firem a od jednotlivců. Z Matriky rostlin se dozvídáme o úzké spolupráci s arboretum Mlýňany. V letech 1909–1922 bylo získáno 47 položek (semena, rostliny) dřevin. Většina z nich dále dobře rostla, o čemž svědčí uváděné počty rostlin.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek vznikl na základě podpory při řešení projektu „Význam introdukce a sortimentů dřevin pro památky zahradního umění“ (DF12P010VV005), který je realizován v rámci Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI) Ministerstva kultury ČR.

LITERATURA

- AMBROZY, I. 1913. Immer und wintergrüne Laubgehölze. In Silva-Tarouca E. Unsere Freiland Laubgehölze, s. 30–39.
- IPNI. The International Plant Names Index. [cit. 2014-08-12] Dostupné na <<http://www.ipni.org/index.html>>.
- KRÜSSMANN, G. 1976, 1977, 1978. Handbuch der Laubgehölze. Berlin und Hamburg, 1: 1–486, 2:1–466, 3–496.
- PEJCHAL, M., KREJČÍŘÍK, P. 2010. Příspěvek k historii introdukce dřevin v Lednicko-valtickém areálu. Acta Pruhoniana, č. 95, s. 97–114.
- PEJCHAL, M., KREJČÍŘÍK, P. 2012. Příspěvek k historii pěstování domácích dřevin a jejich kultivarů v Lednicko-valtickém areálu. Acta Pruhoniana, č. 100, s. 97–107.
- REHDER, A. 1940. Manual of cultivated Trees and Shrubs. - New York, MacMillan Croup, 1–996.
- REHDER, A. 1949. Bibliography of Cultivated Trees and Shrubs. Jamaica Plain, Massachusetts, Arnold Arboretum of Harvard University, 825 p.
- SILVA TAROUCA, E. 1909. Der Pruhonitzer Park (Böhmen). In Die Gartenanlagen Österreich-Ungarns in Wort und Bild. Wien, F. Tempsky, 1: 31–58.
- SCHNEIDER, C. 1921. Malonya-Ein Reich immergrüner Schönheit. Gartenschönheit, 2: s. 182–185.
- SCHNEIDER, C. 1923. Malony. Studienfahrten, Gartenschönheit, 4: s. 159.
- ŠVOBODA, A. M. 1976. Introdukce okrasných jehličnatých dřevin. Studie ČSAV, Praha, Academia, č. 5, 122 s.
- ŠVOBODA, A. M. 1981. Introdukce okrasných listnatých dřevin. Studie ČSAV, Praha, Academia, č. 12, 175 s.
- ŠVOBODA, P. A KOL. 1966. Botanická zahrada ČSAV v Průhonicích. Vznik, vývoj a dnešní stav. Zprávy botanické zahrady ČSAV Průhonice, (část jehličiny) č. 2, 175 s.
- ŠVOBODA, P. A KOL. 1967. Botanická zahrada ČSAV v Průhonicích. Vznik, vývoj a dnešní stav. Zprávy botanické zahrady ČSAV Průhonice, (část listnáče) č. 3, 277 s.
- TÁBOR, I. 1989. Introdukce stálezelených listnatých dřevin ve Spolkové zahradě Dendrologické společnosti v Průhonicích. In Význam zahradnických tradic v Průhonicích, Aktuality Výzkumného a šlechtitelského ústavu okrasného zahradnictví v Průhonicích. s. 85–91.
- TÁBOR, I. 1991. Verlauf der Introduction von immergrünen Gehölze ins Arboretum Mlýňany in den Jahre 1894–1925. Bratislava, Folia dendrologica, 18: s. 105–125.
- TÁBOR, I. 2013. Matrika rostlin Dendrologické společnosti – významný dokument o historii introdukce dřevin do Čech – jehličnany. Acta Pruhoniana 105: 23–48, ISSN 1805–921X.
- THE PLANT LIST. [cit. 2014-08-12] Dostupné na <<http://www.theplantlist.org>>.

Adresa autora

doc. Ing. Ivo Tábor, CSc., Botanický ústav AV ČR, v. v. i., Zámek 1, 252 43 Průhonice,
e-mail: tabor@vukoz.cz, tel.: 00420 605 205 970

Tab. 1. Přehled dřevin introdukovaných do Průhonice z Mlýňan (1909–1922).

Číslo matriky rostlin	Současné správné jméno	Původní název v Matrice	Původ	Rostlina získána v r.	Den vysevu	Den klíčení	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916
571	<i>Acer ginnala</i> Maxim.	<i>Acer ginnala</i>	Ambrozy, Washington		16.3.1909	3.3.1910	0	380	0	0	20	20	0
569	<i>Acer pensylvanicum</i> L.	<i>Acer pensylvanicum</i>	Ambrozy, Washington		17.3.1909		0	0	0	0	0	0	0
94	<i>Bignonia capreolata</i> L.	<i>Bignonia capreolata</i>	Ambrozy S.W. Louisiana (Nr.1 Amerika)		5.4.1909		0	0	0	0	0	0	0
575	<i>Carya glabra</i> (Mill.) Sweet	<i>Carya glabra</i>	Ambrozy, Washington		6.3.1909	20.5.1909							
570	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	Ambrozy, Washington		15.3.1909	14.6.1909	79	76	0	0	28	1	0
576	<i>Diospyros virginiana</i> L.	<i>Diospyros virginiana</i>	Ambrozy, Washington		12.3.1909	14.6.1909	15	10	0	0	10	0	0
3944	<i>Escallonia macrantha</i> Hook. & Arn.	<i>Escallonia macrantha</i>	Hort. Malonyana	1914			0	0	0	0	103	124	8
3943	<i>Escallonia rubra</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	<i>Escallonia rubra</i>	Hort. Malonyana	1914			0	0	0	0	24	0	0
2663	<i>Euonymus bungeanus</i> Maxim.	<i>Euonymus bungeanus</i>	Baron Ambrozy	1911			0	0	0	0	0	32	0
3906	<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz. 'Carrierei'	<i>Euonymus radicans</i> var. <i>Carrierei</i>	Hort. Malonyana	1914			0	0	0	0	16	28	90
3907	<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz. 'Vegetus'	<i>Euonymus radicans</i> var. <i>vegeta</i>	Hort. Malonyana	1914			0	0	0	0	77	0	60
574	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> var. <i>lanceolata</i> (Borkh.) Sarg.	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> v. <i>lanceolata</i>	Ambrozy, Washington		17.3.1909	20.4.1909	284	300	0	0	96	74	37
577	<i>Fraxinus quadrangulata</i> Michx.	<i>Fraxinus quadrangulata</i>	Ambrozy, Washington		17.3.1909		0	0	0	0	0	0	0
3904	<i>Fuchsia magellanica</i> Lam. 'Riccantonii'	<i>Fuchsia Riccartonii</i>	Hort. Malonyana	1914			0	0	0	0	33	26	4
572	<i>Gymnocladus dioica</i> (L.) K.Koch	<i>Gymnocladus dioica</i>	Ambrozy, Washington		15.3.1909	11.5.1909	0	15	0	0	14	11	8
568	<i>Halesia carolina</i> L.	<i>Halesia carolina</i>	Ambrozy, Washington		16.3.1909	3.3.1910	0	12	0	0	1	0	1
573	<i>Hamamelis virginiana</i> L.	<i>Hamamelis virginiana</i>	Ambrozy, Washington		12.3.1909	14.6.1909	15	10	0	0	10	0	0
6191	<i>Ilex pernyi</i> Franch.	<i>Ilex Pernyi</i>	Mlýňany		21.12.1922		0	0	0	0	0	0	0
567	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	<i>Juglans mandshurica</i>	Ambrozy, Washington		6.2.1909	1.5.1910	4	7	0	0	3	3	5
4034	<i>Ligustrum amurense</i> Carrière	<i>Ligustrum amurense</i>	Hort. - Malonyana	1914			0	0	0	0	103	80	1
4032	<i>Ligustrum insulare</i> Decne.	<i>Ligustrum insulare</i>	Hort. - Malonyana	1914			0	0	0	0	6	0	0
4033	<i>Ligustrum sinense</i> var. <i>stauntonii</i> Rehder	<i>Ligustrum sinense</i> var. <i>stauntonii</i>	Hort. - Malonyana	1914			0	0	0	0	60	0	0
4036	<i>Ligustrum vulgare</i> L. 'Glaucum'	<i>Ligustrum vulgare</i> var. <i>glaucum</i>	Hort. - Malonyana	1914			0	0	0	0	10	9	8

VPLYV KLIMATICKÝCH ZMIEN NA KVANTITU A KVALITU SEMENA SMREKA OBYČAJNÉHO [*PICEA ABIES* (L.) KARST.]

IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON QUANTITY AND QUALITY OF NORWAY SPRUCE [*PICEA ABIES* (L.) KARST.] SEED

Elena Takáčová, Dagmar Bednárová

TAKÁČOVÁ, E. – BEDNÁROVÁ, D. 2014. Vplyv klimatických zmien na kvantitu a kvalitu semena smreka obyčajného [*Picea abies* (L.) Karst.]. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 196-201. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: In this work we aimed to assess the impact of climate change on yield and quality of seeds of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. Based on the results from years 1998 – 2013 we conclude that seed crop started better after a warm humid previous year and poorer after a cold and wet year. Normal weather fluctuations had little effect impact on the germination, germination energy and percentage of full seeds. Extreme precipitation and temperature had an effect on germination energy.

KEY WORDS: Norway spruce • climate change • seed crop • germination • germination power • percentage of full seeds

ÚVOD

Lesy Slovenska majú pomerne pestré drevinové zloženie s medziročne klesajúcim podielom ihličnatých drevín, najmä smreka, v dôsledku negatívneho pôsobenia abiotických a biotických činiteľov (Zelená správa 2013). Najvyššie zastúpenie majú dlhodobé dreviny buk obyčajný (32,2 %) a smrek obyčajný (24,9 %), pričom pôvodné zastúpenie smreka bolo 5,72 % (VLADOVIČ a kol. 1998).

Klimatické epizódy osemdesiatych rokov, ako boli suchá, záplavy, ničivé víchrice, prispeli ku zvýšenému záujmu verejnosti o problémy zemského otepľovania bez ohľadu na to, či išlo o prejav skleníkového efektu, alebo išlo o prirodzené klimatické fluktuácie (LEGGETT 1992). Dnes môžeme konštatovať, že tieto klimatické extrémny sa v posledných rokoch opakujú častejšie ako kedykoľvek predtým.

Príkladom tohto nekompromisného trendu sú roky 1992, 1994, 1998, 2003 a 2007. O tom, že obdobie posledných dvoch desaťročí je na horúčavy mimoriadne štedré, svedčí aj fakt, že 10 z 15 najzávažnejších víň sa vyskytlo po roku 1991. Medzi ďalšie pozoruhodné zmeny v klimatickom režime patria zmeny ročného výskytu suchých období, a to hlavne v zimnom a jarnom období a naopak výrazný pokles v jesenných mesiacoch (PECHO 2012).

Ďalej PECHO (2012) uvádza, že v poslednom období registrujeme aj pomerne významné zmeny rozsahu a trvaní snehovej pokrývky. Najvýraznejší úbytok tuhých zrážok bol zaznamenaný v nadmorských výškach 1000 – 1500 m n. m. V oblastiach pod 1000 m n. m. začínajú výraznejšie dominovať tekuté zrážky, najmä na začiatku a konci zimy.

Migrácia drevín bola v minulosti najčastejším spôsobom reakcie drevín na prebiehajúce klimatické zmeny. Oteplenie o 1°C môže znamenať posun vegetačných zón o 150 až 200 km na sever alebo výškovo o 125 až 180 m. Popri rýchlosti očakávaných zmien bude hrať dôležitú úlohu aj napr. fruktifikácia dreviny – tvorba semien, zachovanie klíčivosti semien na dostatočne dlhú dobu, počas ktorej sa vyskytnú vhodné podmienky pre ich klíčenie a následný rast, výskyt prírodných a antropogénne vytvorených bariér znemožňujúcich migráciu drevín, spôsob diasporizácie (spôsobu rozširovania sa drevín) a pod.

Súčasný stav lesov je dôsledkom kombinácie prírodných podmienok, procesov a historického vplyvu človeka na lesy. Za jednoduchosť holorubného spôsobu hospodárenia platíme vysokým

podielom kalamít a náhodných ťažieb. Kľúčom k zveľaďovaniu lesov a obnove funkcií lesov je dôsledná ekologizácia všetkých činností. Ide v prvom rade o zavedenie takého spôsobu hospodárenia, ktorý bude zodpovedať princípom lesa blízkeho prírode, vyhovujúcemu meniacim sa ekologickým, najmä klimatickým podmienkam. Ide o to, pestovať smrek tam, kde sú na to vhodné podmienky (ČABOUN 2011).

Všetky vonkajšie činitele majú vplyv na urýchlenie alebo oneskorenie nástupu plodnosti, na periodicitu plodnosti a na množstvo a kvalitu vytvorených semien (počasie v období, keď sa začínajú vytvárať generatívne orgány, keď dozrievajú semená, neskoré jarné mrazy, ktoré môžu zničiť prevažnú časť kvetov a pod.). Vplyv podnebia sa odráža i na kvalite semien, a to na ich hmotnosti a tiež klíčivosti. So stúpajúcou nadmorskou výškou možno pozorovať tiež pokles množstva klíčivých semien (ŠMELKOVÁ 1996).

Cieľom príspevku je posúdiť vplyv klimatických zmien na množstvo a kvalitu semena smreka obyčajného počas rokov 1998 – 2013.

MATERIÁL A METODIKA

Na analýzu sme použili údaje z databáz Národného lesníckeho centra – Lesníckeho výskumného ústavu Zvolen, Strediska kontroly lesného reprodukčného materiálu, a to z hlásení o očakávanej úrode L 105 a databázy akreditovaného laboratória o kvalite osiva z prvorozorov – skúšok, ktoré sa uskutočňujú ihneď po spracovaní semennej suroviny.

Kvalita osiva je súhrn všetkých biologických a technických vlastností osiva, ktorý určuje spôsobilosť osiva na výsev a dopestovanie sadbového materiálu. Je ovplyvnená rôznymi faktormi ako: zrelosťou semien v čase zberu, manipuláciou so semennou surovinou po zbere, spôsobom jej spracovania a podmienkami skladovania osiva. Kvalita osiva sa zisťuje pred uskladnením, v priebehu dlhodobého skladovania, pred výsevom a pri predaji osiva (HOFFMANN a kol. 2005).

Kvalita oddielu osiva sa zisťuje rozborom priemernej vzorky, ktorá sa odoberá predpísaným spôsobom tak, že reprezentuje celý oddiel. Z priemernej vzorky sa odoberajú rozborové vzorky, z ktorých sa metódami popísanými v STN 481211, v súčasnosti podľa Medzinárodných pravidiel ISTA, vykonávajú skúšky kvality. Tieto postupy zaručujú správnosť a reprodukovateľnosť výsledkov. Kvalita oddielov osiva sa hodnotí podľa nasledovných ukazovateľov: čistota, absolútna hmotnosť, klíčivosť, energia klíčenia, životnosť, obsah vody, zdravotný stav.

V článku sme sa zamerali na zhodnotenie parametrov kvality klíčivosti, podielu plných semien a energie klíčenia.

Štatistické spracovanie: v každom analyzovanom roku bol určený priemer veličín klíčivosti, podielu plných semien a energie klíčenia, priemer bol určený za celé analyzované obdobie taktiež aj smerodajná odchýlka a variačný koeficient.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zo semenárskeho hľadiska je dôležitý nielen začiatok plodnosti, ale tiež opakovanie úrody v jednotlivých rokoch. Semenné roky – roky bohatých úrod sa opakujú v určitých intervaloch, tento jav nazývame periodicitu plodnosti. Pri smreku obyčajnom sa opakujú každý 3. až 5. rok (i viac) (ŠMELKOVÁ 1996). AMANN (1954) uvádza, že semenné roky smreka sú každé 3 – 4 roky, v drsných horských polohách každých 6 – 8 rokov. WINKLER (1955) uvádza, že roky plnej úrody nastupujú len každých 10 rokov a na získavanie osiva ich treba plne využiť. Medzi týmto obdobím sú len 2 alebo 3 využiteľné čiastkové úrody.

V poslednej dobe je periodicitu plodenia smreka obyčajného nepravidelná. Na Slovensku bola nadpriemerná úroda smreka obyčajného v roku 1989. Po tejto úrode bola stredná úroda až po 7 rokoch a dobrá (plná) úroda až po 12, resp. 15 rokoch. Je zrejmé, že intervaly medzi dobrými (plnými) úrodami smreka obyčajného sa predlžujú (BEDNÁROVÁ 2009), hoci v poslednom období sa dá pozorovať, že smrek rodí na niektorých lokalitách každoročne, čo je dôsledkom nielen klimatických zmien, ale aj poškodených porastov, kedy chradnúce smreký ešte chcú zachrániť genofond svojím potomstvom, ale sú to úrody väčšinou slabé alebo stredné.

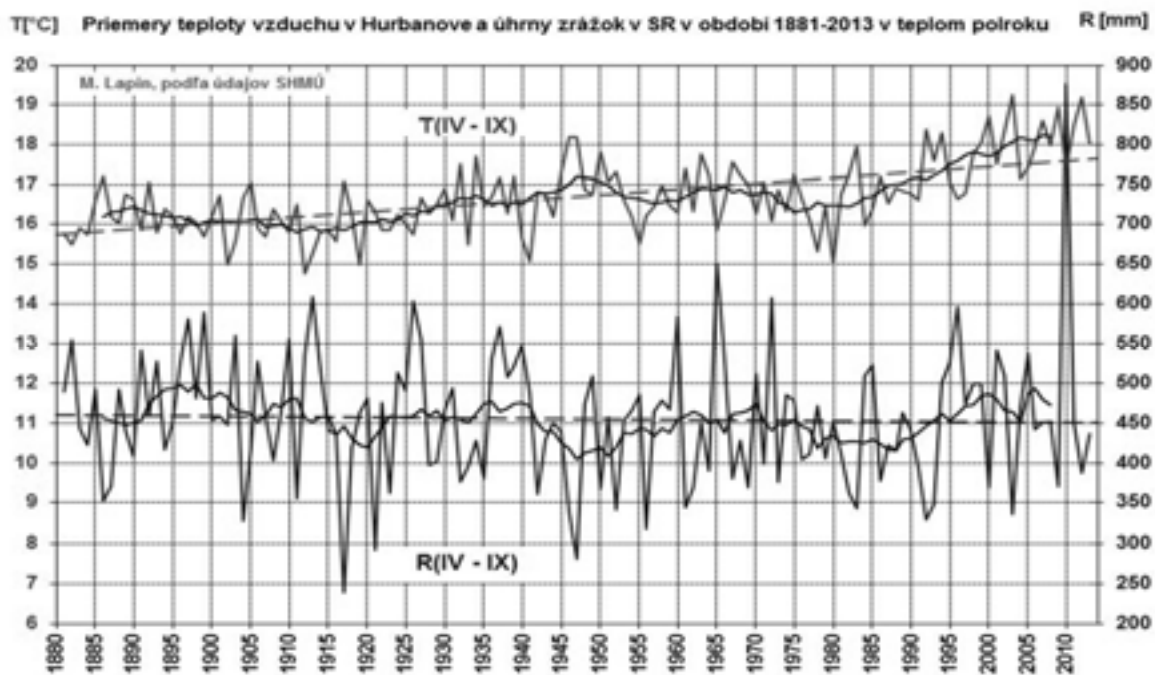
Základným predpokladom pre plánovanie zberu a jeho hospodárnosti je určenie stupňa úrody, sypavosti, zrelosti a zdravotného stavu semien. Stupeň úrody sa určuje každý rok osobitne. Pre odhad stupňa úrody je známych niekoľko metód, z ktorých sa najčastejšie pre smrek obyčajný používa metóda počítania šišíek na privrátenej strane koruny (HOFFMANN a kol. 2005). Je to okulárny odhad očakávanej úrody, výsledky sú skôr približné, i keď odhad sa vykonáva na základe stanovenej stupnice. Presnosť odhadu závisí predovšetkým od skúseností pracovníka, ktorý vykonáva odhad (ŠMELKOVÁ 1996). Stupne úrody v jednotlivých rokoch sú uvedené v tabuľke 1.

Tab. 1. Stupne úrody smreka obyčajného podľa práce HOFFMANN a kol. (2005).

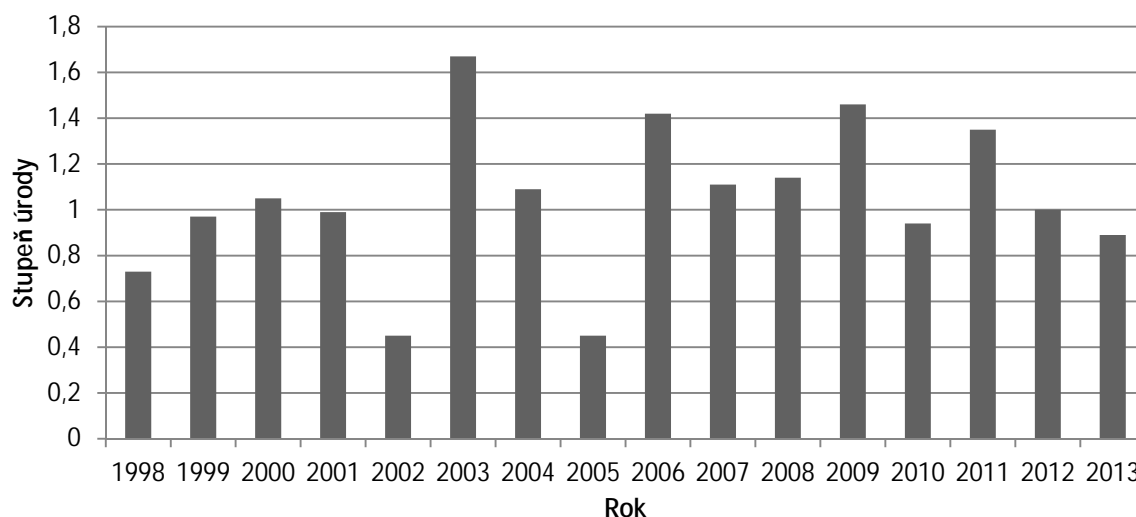
Označenie stupňov úrody		Charakteristika stupňov úrody	Spresnenie charakteristiky stupňov úrody
0	Neúroda	Žiadne šišky	0
1	Slabá úroda	Malé množstvo šišíek na voľne rastúcich a okrajových stromoch	1 – 40 šišíek na jednom strome
2	Stredná úroda	Dobrá až hojná plodnosť voľných stromov, slabšia plodnosť stromov vo vnútri porastu	41 – 71 šišíek na jednom strome
3	Plná úroda	Hojná plodnosť voľných a okrajových stromov i stromov vo vnútri porastu	nad 71 šišíek na jednom strome

Na základe hlásení o odhade úrody (50 % užívateľov uznaných porastov) (obr. 2) môžeme konštatovať, že od roku 1998 nebola ani jedna plná úroda smreka obyčajného. Najlepšie úrody sa vyskytli v rokoch 2003, 2006, 2009 a 2011. Najslabšie úrody boli v roku 2002 a 2005.

Na základe priemerných teplôt vzduchu a úhrnov zrážok (obr. 1) konštatujeme, že horeuvedené najlepšie úrody sa vyskytli po rokoch, kedy v období tvorby semien, bol teplý a vlhký rok, t. j. rok 2002, 2005, 2008, 2010, za ktorými nasledovali úrodné roky 2003, 2006, 2009 a 2011. Najslabším rokom úrody 2002 a 2005 predchádzali roky chladné a vlhké 2001 a 2004.



Obr. 1. Priemerné teploty vzduchu T a úhrny zrážok R v teplom polroku (IV – IX) na Slovensku v období rokov 1881 – 2013. Zdroj: <http://www.milanlapin.estranky.sk/fotoalbum/klimatologicke-grafy/>



Obr. 2. Stupeň úrody smreka obyčajného.

Už na týchto príkladoch je vidieť, že lepšia úroda nastúpila po teplom a vlhkom predchádzajúcom roku a slabšia úroda po roku chladnom a vlhkom. To znamená, že na úrodu nemá vplyv len teplota ako to tvrdia PUKKALA a kol. (2010), ktorí uvádzajú, že ihličnany bohato kvitnú v prvom roku po teplom lete, ale z našich zistení aj úhrn zrážok.

Priemerné ročné hodnoty klíčivosti v sledovanom období sa pohybujú od 85 % do 97 %. (Tab. 2, Obr. 3). V roku 2002, kedy bola úroda najslabšia sme porovnávanie nevykonali pretože sa hodnotil len 1 oddiel osiva.

Tab. 2. Priemerné hodnoty parametrov kvality osiva smreka obyčajného v rokoch 1998 až 2013.

Rok/parameter kvality	Klíčivosť (%)	Energia klíčenia (%)	Podiel plných semien (%)
1998	97	70	100
1999	85	54	97
2000	93	61	95
2001	93	83	92
2002	-	-	-
2003	94	68	97
2004	91	70	98
2005	93	65	88
2006	93	73	99
2007	91	62	98
2008	86	57	90
2009	90	56	96
2010	92	56	93
2011	86	40	93
2012	95	76	99
2013	86	37	95
Priemer	91	61,9	95,3
Smerodajná odchýlka	3,7	12,5	3,5
Variačný koeficient	13,6	157,3	12,4
Minimálne hodnoty	85	37	88
Maximálne hodnoty	97	83	100

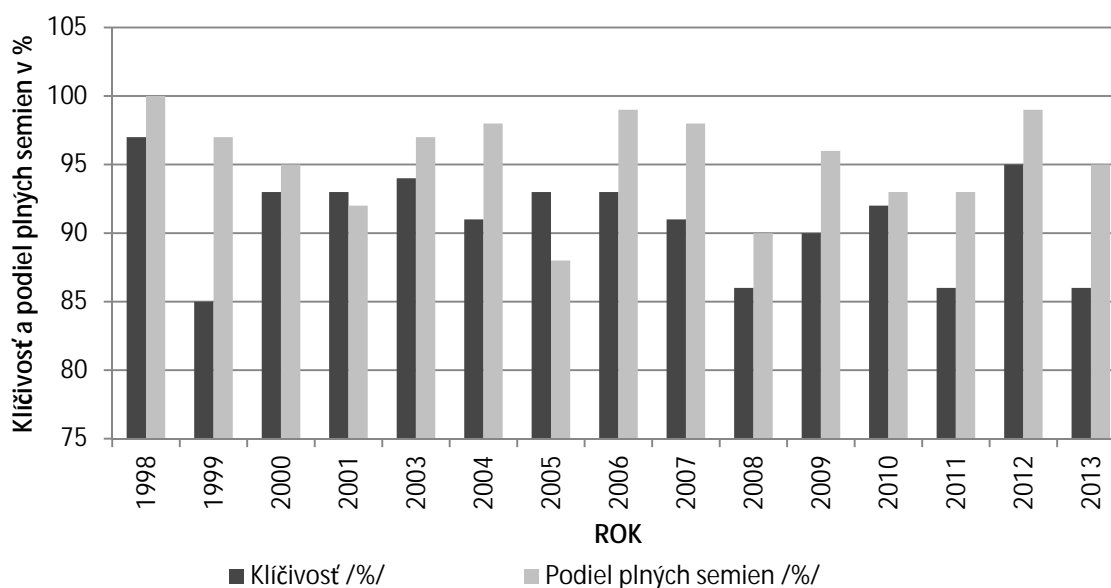
Najlepšia priemerná klíčivosť 97 % bola dosiahnutá pri oddieloch osiva smreka obyčajného zbieraného v roku 1998, 94 % v roku 2003 a 95 % v roku 2012. Najnižšie priemerné klíčivosti boli v rokoch 1999, 2008, 2011 a 2013. Priemerná hodnota klíčivosti za uvedené obdobie je v porovnaní s hodnotou uvádzanou v literatúre 80 % (HOFFMANN a kol. 2005) vyššia o 11 %. Zmena uvedených údajov kvality oproti literatúre a nadpriemerné hodnoty sú spôsobené hlavne zdokonalením technológií pri spracovaní semena.

Rok 2005, ktorý bol najslabším rokom úrody v sledovanom období bola priemerná klíčivosť 93 %, hodnota percentuálneho podielu plných semien bola najnižšia 88 %. Najvyšší podiel plných semien bol v rokoch 1998, 2006 a 2012.

Priemerné hodnoty energie klíčenia informujú o schopnosti semien rýchlo vyklíčiť. Oddiely osiva s vysokou energiou klíčenia vzchádzajú za krátku dobu a dávajú spravidla výškovo homogénne rastliny. Najnižšie priemerné hodnoty energie klíčenia boli v rokoch 1999, 2011 a 2013. Najvyššie v rokoch 1998, 2001 a 2012.

Zistili sme, že kým na celkovú úrodnosť smreka obyčajného má veľký vplyv počasie rok pred nástupom úrody, na klíčivosť, energiu klíčenia a podiel plných semien bol tento vplyv minimálny. Bežné výkyvy mali minimálny vplyv na všetky skúmané parametre, ale extrémne hodnoty zrážok a teplôt vplyv preukázali, napr. počasie v roku 2010 na energiu klíčenia v roku 2011.

Tejto problematike sa doposiaľ nevenovala dostatočná pozornosť ani u nás ani v zahraničí, preto sa v budúcnosti zameriame na posúdenie klimatických zmien na úrodnosť, klíčivosť, energiu klíčenia a podiel plných semien v jednotlivých semenárskych oblastiach pre smrek obyčajný, kde predpokladáme, že vplyv klimatických zmien bude preukázateľnejší.



Obr. 3. Klíčivosť a podiel plných semien v %.

LITERATÚRA

- AMANN, G. 1954. Bäume und Sträucher des Waldes. Neumann-Neudamm KG, Melsungen 1954, s. 106
- BEDNÁROVÁ, D. 2009. Analýza štruktúry uznaných porastov smreka obyčajného (*Picea excelsa* (L.) Karst.) a buka lesného (*Fagus sylvatica* L.) v SR z hľadiska ich plodivosti a využitia pre reprodukciu lesných drevín, Dizertačná práca, Zvolen 2009, s. 67
- ČABOUN, V. 2011. Historické ovplyvnenie lesov človekom na území Slovenska. In: FIGUROVÁ, T. (Ed.) Smrečiny. Zborník príspevkov informačného seminára, Zvolen, 17. – 18. máj 2011. Lesy SR, š. p. – Lesnícke a drevárske múzeum vo Zvolene, 2011, s. 10 - 23

- HOFFMANN, J., CHVÁLOVÁ, K., PALÁTOVÁ, E. 2005. Lesné semenárstvo na Slovensku, PEREX K+K, s.r.o., pre vydavateľstvo LESMEDIUM, k. s. Bratislava, 2005, s. 15
- LEGGET, J. (ed) 1992. Nebezpečí oteplování Země, Academia Praha, 1992, 358 s.
- PECHO, J. 2012. Zmena klímy a jej dopady na Slovensku a jeho regiónoch. Prejavy klimatickej zmeny v 20. storočí. In: ŠTEINER, A., HEGYI, L. 2012. Klimatická zmena výzva pre lokálny rozvoj na Slovensku. Karpatský rozvojový inštitút Košice, 2012, s. 20 - 23
- PUKKALA, T., HOKKANEN, T., NIKKANEN, T. 2010. Prediction Models for the Annual Seed Crop of Norway spruce and Scots pine in Finland, *Silva Fennica* 44(4), 2010, s. 629 - 642
- ŠMELKOVÁ, Ľ. 1996. Zakladanie lesa, TU Zvolen, 1996, s. 42 – 45
- VLADOVIČ, J., GRÉK, J., MINĐÁS, J., BUCHA, T. 1998. Prehodnotenie cieľového zloženia lesných drevín s dôrazom na využívanie prirodzenej obnovy. Záverečná správa referenčnej úlohy 14/98, Zvolen 1998, 21 – 22
- WINKLER, H. 1955. Das Saatgut unserer heimischen Nadel- und Laubhölzer. Ein forstbiologischer Kalendarium, Neumann Verlag – Radebeul und Berlin, 1955, s. 45
- Databáza údajov NLC – LVÚ Zvolen, Stredisko kontroly LRM 1998 – 2013
- Zelená správa 2013, Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2012, MPRV SR Bratislava 2013, 83 s.

Adresa autorov

Ing. Elena Takáčová, Ing. Dagmar Bednárová, PhD. – NLC-LVÚ Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, Tel.: 045-5314 219, 045- 5314 245, e-mail: takacova@nlcsk.org, bednarova@nlcsk.org

VYUŽITIE RÝCHLORASTÚCICH DREVÍN VO FYTOREMEDIÁCIÁCH

THE USE OF FAST GROWING WOODY PLANTS IN PHYTOREMEDIATION

Marek Vaculík, Miroslava Vaculíková, Alexander Lux

VACULÍK, M. – VACULÍKOVÁ, M. – LUX, A. 2014. Využitie rýchlorastúcich drevín vo fytoremediáciách. In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 202-206. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: Vďaka vysokej produkcii biomasy, rýchlemu rastu a pomerne ľahkej propagácii nachádzajú rýchlorastúce dreviny, predovšetkým z čeľade Salicaceae, uplatnenie vo fytoremedičných procesoch. Pre optimálne využitie týchto druhov vo fytoextrakcii je dôležité poznať mieru príjmu, translokácie a akumulácie prvkov v jednotlivých častiach rastlinného organizmu, keďže rýchlorastúce dreviny sú známe veľkou vnútro- a medzidruhovou variabilitou. Cieľom tejto práce bolo porovnať odpoveď dvoch rôznych ekotypov vrby rakytovej (*Salix caprea* L.), pochádzajúcich z oblasti kontaminovanej predchádzajúcou banskou činnosťou a z kontrolnej nekontaminovanej lokality, na prítomnosť zvýšenej koncentrácie kadmia (Cd) a zinku (Zn) v médiu. Zistili sme, že pozorované rozdiely v akumulácii a distribúcii prvkov v pletivách koreňa súvisia s rozdielnymi akumuláčnými schopnosťami Cd a Zn v nadzemnej časti obidvoch sledovaných ekotypov. Okrem toho, pozorované rozdiely v organizácii pletív koreňa, vo vývine apoplazmických bariér, ako aj v spôsobe distribúcie jednotlivých prvkov, vrátane ťažkých kovov ako Cd a Zn, medzi týmito ekotypmi podporujú hypotézu o tom, že tieto zmeny sa na rastlinách prejavili ako dôsledok adaptácie na rozdielne environmentálne prostredie.

KEY WORDS: Apoplasmic barriers • cadmium (Cd) • fast growing trees • phytoremediation • willow (*Salix caprea* L.) • zinc

ÚVOD

Znečistenie životného prostredia predstavuje v súčasnosti vážny environmentálny problém. Popri zaužívaných tradičných spôsoboch očisťovania kontaminovaných zložiek životného prostredia sa v posledných rokoch do popredia dostali nové prístupy, založené na využití obnoviteľných prírodných zdrojov. Z tohto hľadiska majú práve rastliny obrovský potenciál (PENG a kol. 2009). Pojem „fytoremediácie“ sa začal v praxi používať v 90-tych rokoch 20. storočia, no využitie fytoremediácií v praxi bolo ľudstvu známe už dávno predtým. Vo všeobecnosti by sme mohli povedať, že pojmom fytoremediácie sa označujú všetky metódy a technológie využívajúce rastliny na stabilizovanie alebo dekontamináciu znečisteného životného prostredia (SALT a kol. 1995, HODA 2007, MARQUES a kol. 2009, ALI a kol. 2013). Asi najčastejšie sa v súvislosti s fytoremediáciami stretávame so schopnosťou rastlín prijímať niektoré látky zo substrátu a akumulovať ich vo svojich pletivách. Táto schopnosť rastlín sa označuje pojmom fytoextrakcia. Ideálna rastlina pre fytoextrakciu by mala byť schopná akumulovať vysoké koncentrácie prvkov v nadzemných častiach a vyznačovať sa veľkým stupňom tolerancie voči danému prvku. Okrem toho by mala tvoriť veľké množstvo biomasy, ktoré by sa dalo ľahko pozbierať a spracovať. V praxi sa však stretávame s tým, že obidve vlastnosti sa len veľmi ťažko stretávajú pri jednom rastlinnom druhu. Väčšina rastlín vyznačujúcich sa zvýšenou toleranciou voči kovu alebo dokonca fenoménom hyperakumulácie tvorí iba obmedzené množstvo biomasy (ALI a kol. 2013). Preto sa pozornosť vedeckej komunity už niekoľko rokov sústreďuje aj na tie druhy, ktoré vytvárajú veľké množstvo biomasy. Špecifickou skupinou takýchto rastlín sú práve rýchlorastúce dreviny. Z našich zemepisných širok medzi rýchlorastúce dreviny najčastejšie zaradujeme druhy z čeľade Salicaceae, najmä rod topoľ (*Populus* sp.) a vrba (*Salix* sp.) (LANDBERG a GREGER 1996; TOGNETTI a kol. 2013).

Použitie rýchlorastúcich drevín, podobne ako použitie jednotlivých fyto-remediačných techník, má svoje výhody a nevýhody. Rýchly rast a vysoká tvorba biomasy je nesporne jednou z najväčších výhod, ktorá favorizuje tieto dreviny v porovnaní s ostatnými rastlinnými druhmi. Je známe, že niektoré vysokoprodukčné druhy, resp. ich klony, ekotypy alebo formy dokážu za rovnakú časovú jednotku vyprodukovať niekoľkonásobne väčšie množstvo biomasy v porovnaní s nízkoprodukčnými jedincami (MARMIROLI a kol. 2011, EVANGELOU a kol. 2013). Sezónnosť, s ktorou sa stretávame v našich podmienkach, môže predstavovať výhodu a súčasne aj nevýhodu. Ako nevýhodná sa javí najmä z toho hľadiska, že proces fytoextrakcie nemôže prebiehať kontinuálne počas celého roka, ale je viazaný iba na obdobie vegetačného rastu. Podobne, ako výhodu a súčasne nevýhodu môžeme považovať vysokú mieru adaptácie jednotlivých rastlinných druhov a ich klonov, ekotypov a foriem na rôzne environmentálne faktory prostredia. Vysoká miera medzidruhovej a vnútrodruhovej hybridizácie môže spôsobovať problémy pri identifikácii jednotlivých druhov, zachovaní stabilnej línie a rozmnožovaní pomocou semien, na druhej strane práve vďaka týmto mechanizmom dochádza k tvorbe nových hybridov prirodzenou cestou bez použitia genetických manipulácií, ktoré sa vyznačujú mnohokrát výnimočnými vlastnosťami (PULFORD a WATSON 2003, PUSCHENREITER a kol. 2010).

Z hľadiska efektivity fytoextrakčného procesu je jednou z najdôležitejších vecí schopnosť akumulácie prvkov pomocou koreňov drevín a ich následnej translokácie do nadzemných orgánov. Túto schopnosť komplexne ovplyvňujú anatomicko-morfologické, ako aj fyziologické vlastnosti rastlín, či už ide napríklad o celkový rast a diferenciáciu jednotlivých pletív, metabolické odpovede vo forme syntézy fytochelátin, metalotioneín, alebo o rozdielnu expresiu génov kódujúcich transportéry zodpovedné za príjem jednotlivých prvkov cez membrány (MARMIROLI a kol. 2011, EVANGELOU a kol. 2012). Dôsledné pochopenie mechanizmov príjmu, transportu a akumulácie prvkov v pletivách rastlín pomôžu s výberom vhodných rýchlorastúcich drevín s cieľom optimalizácie a zefektívnenia fyto-remediačného procesu.

MATERIÁL A METÓDY

V experimentoch sme porovnávali ekotyp vrby rakytovej (*Salix caprea* L.) izolovaný z pôdy obsahujúcej zvýšené množstvo ťažkých kovov a pochádzajúci z lokality narušenej predchádzajúcou banskou činnosťou v okolí Kutnej Hory v Českej republike (označovaný v práci ako KH21) s ekotypom vrby izolovaným z kontrolnej pôdy bez obsahu zvýšeného množstva ťažkých kovov, ktorý pochádzal z okolia mesta Forchtenstein v Rakúsku (označovaný ako F20). Približne 10 cm odrezky sme zakorenili v zmesi perlitu a piesku a po 60 dňoch vystavili pôsobeniu zvýšených koncentrácií kadmia a/alebo zinku v podobe štyroch rôznych experimentálnych variantov: 1) kontrola (C); 2) 0,5 mg kg⁻¹ Cd vo forme CdNO₃ 4H₂O (Cd); 3) 5 mg kg⁻¹ Zn vo forme ZnSO₄ 7H₂O; 4) 0,5 mg kg⁻¹ Cd + 5 mg kg⁻¹ Zn (Cd+Zn). Rastliny sme pestovali v skleníku v perlite a pravidelne zalievali hydroponickým roztokom počas 14 týždňov. Na konci kultivácie sme v nadzemných a podzemných častiach pomocou atómovej hmotnostnej spektrometrie (AAS) zisťovali koncentráciu Cd a Zn. Pre potreby anatomických analýz sme zhotovili sériu polotenkových rezov zo vzoriek koreňov na ktorých sme kvantifikovali proporcie koreňových pletív. Pomocou fluorescenčnej mikroskopie sme analyzovali vývin apoplazmických bariér v endoderme koreňa a pomocou skenovacej elektrónovej mikroskopie spojenej s röntgenovou analýzou prvkov (EDAX) zisťovali distribúciu vybraných prvkov, vrátane Cd a Zn na priečnom reze sekundárne zhrubnutých koreňov. Prezentované dáta sme získali spracovaním min. 6 rôznych replikátov pričom pre štatistické analýzy sme použili softvér Statgraphics (Statgraphics Centurion XV v. 15.2.05, StatPoint, Inc.) a Excel (Microsoft Office 2003).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zistili sme, že Zn sa prednostne akumuloval v listoch, kým Cd sa akumulovalo najmä v koreňoch v obidvoch ekotypoch KH21 a F20. V listoch ekotypu KH21 sme zaznamenali zvýšenú akumuláciu Cd v porovnaní s ekotypom F20 (Tab. 1). Tieto zistenia sú v súlade s pozorovaniami PUSCHENREITER a kol. (2011) ktorí charakterizovali ekotyp KH21 ako schopný akumulovať zvýšené množstvá Cd a Zn v porovnaní s ekotypom F20, ktorí pochádza z kontrolnej nekontaminovanej lokality.

Tab. 1. Koncentrácia Cd a Zn (mg kg^{-1} sušiny) v listoch dvoch rozdielnych ekotypov vrby rakytovej (KH21 a F20) pestovaných počas 14 týždňov v kontrolnom médiu (K) alebo v médiu s prídavkom 5 mg l^{-1} Zn (Zn), $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ Cd (Cd) alebo oboch prvkov súčasne (Cd+Zn). Rozdielne písmená indikujú preukazné rozdiely ($p < 0,05$) medzi jednotlivými ekotypmi.

Ekotyp/variant	Cd (mg kg^{-1} sušiny)				Zn (mg kg^{-1} sušiny)			
	K	Cd	Zn	Cd+Zn	K	Cd	Zn	Cd+Zn
KH21	nd	321±43a	nd	317±11a	221±18a	168±81a	2547±216a	2731±112a
F20	nd	207±19b	nd	279±37a	214±8a	75±39a	2468±135a	2384±375a

Keďže príjem látok do rastlín úzko súvisí s anatomicou štruktúrou koreňa, v ďalších experimentoch sme sa sústredili na porovnanie vývinu apoplazmických bariér – Casparyho pásika a suberínovej lamely v exoderme a endoderme koreňa a na porovnanie zastúpenia jednotlivých pletív na priečných rezoch koreňom. Zistili sme, že vo vývine apoplazmických bariér existujú rozdiely medzi dvoma ekotypmi. V kontrolných podmienkach sa Casparyho pásik ako aj suberínová lamela pri ekotype F20 zakladajú vo väčšej vzdialenosti od apexu koreňa ako pri ekotype KH21. Po vystavení ťažkým kovom dochádza pri ekotype F20 k posunu vývinu bariér apoplazmického transportu smerom k apexu koreňa, kým pri ekotype KH21 nedošlo k zmenám vo vývine Casparyho pásika a suberínová lamela sa vyvinula v endoderme ďalej od apexu v porovnaní s kontrolným variantom. Je známe, že k posunu vývinu apoplazmických bariér smerom k apexu koreňa dochádza v prípade pôsobenia rôznych toxických prvkov, resp. esenciálnych prvkov v toxických koncentráciách, čo má pravdepodobne za cieľ obmedziť ich príjem apoplazmickou cestou, ktorá pre rastlinu predstavuje dostatočne nekontrolovateľný spôsob prijmu a transportu prvkov do vnútorných pletív koreňa a následne do nadzemnej časti (ZELKO a LUX 2004, MARTINKA a LUX 2004, VACULÍK a kol. 2009, 2012B, LUX a kol. 2011, STOLÁRIKOVÁ a kol. 2012). Predpokladáme, že rozdiely vo vývine apoplazmických bariér medzi dvoma ekotypmi sú spôsobené rozdielnou adaptáciou oboch ekotypov na podmienky prostredia, z ktorého boli izolované.

Medzi ekotypmi sme podobne zaznamenali rozdiely v proporciách jednotlivých pletív na priečnom reze koreňom. Celková plocha koreňa, plocha stredného valca a plocha xylémových elementov bola v kontrolných podmienkach preukazne väčšia pri ekotype F20 ako pri KH21. Pri aplikácii Cd, Zn alebo oboch prvkov súčasne došlo k zníženiu proporcií jednotlivých pletív iba pri ekotype F20, kým pri ekotype KH21 sme nezaznamenali výraznejšie zmeny. Pri porovnávaní distribúcie prvkov v rámci jednotlivých pletív sme zistili, že Zn sa prednostne akumuluje v borke sekundárne zhrubnutého koreňa. Podobne, periférne pletivá koreňa ako miesta akumulácie Zn pozorovali aj STOLÁRIKOVÁ a kol. (2012) a STOLÁRIKOVÁ-VACULÍKOVÁ a kol. (2014) pri rôznych hybridoch topoľa alebo BRUNNER a kol. (2008) pri smreku. Pri porovnaní dvoch ekotypov navzájom sme zistili, že ekotyp KH21 má zvýšenú akumuláciu Cd v oblasti xylémových pólov, kým F20 Cd prednostne akumuluje v oblasti borky. To pravdepodobne súvisí so zvýšeným potenciálom ekotypu KH21 translokovať Cd do nadzemných častí. Analýzy jednotlivých prvkov v rôznych pletivách ukázali, že ich distribúcia závisí od aplikovaného ťažkého kovu ale najmä od vlastností daného ekotypu (VACULÍK a kol. 2012a).

ZÁVER

Výsledky tejto práce naznačujú, že medzi jednotlivými klonmi vrby rakytovej (*Salix caprea* L.), ktoré sa od seba líšia svojím pôvodom z kontaminovaného, resp. nekontaminovaného miesta, existuje rozdiel v prijme kadmia a zinku do nadzemných pletív. S tým súvisí pozorovaný rozdiel v akumulácii a depozícii jednotlivých prvkov v pletivách koreňa. Rozdiely v organizácii pletív koreňa, vo vývine apoplazmických bariér, ako aj v spôsobe distribúcie jednotlivých prvkov, vrátane ťažkých kovov ako Cd a Zn, medzi jednotlivými klonmi podporujú hypotézu o tom, že tieto zmeny sa na rastlinách prejavili ako dôsledok adaptácie na rozdielne environmentálne prostredie.

POĎAKOVANIE

Práca bola podporená Agentúrou pre podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0140-10, APVV SK-CN-0016-12, APVV SK-FR-2013-0029, slovenskou grantovou agentúrou VEGA na základe grantu VEGA 1/0817/12 a bola súčasťou COST FA 0905 Action. Práca bola súčasťou riešenia projektu rakúskej grantovej organizácie FWF, č. L433_B17.

LITERATÚRA

- ALI, H., KHAN, E., SAJAD, M.A. 2013. Phytoremediation of heavy metals - Concepts and applications. *Chemosphere* 91: 869-881.
- BRUNNER, I., LUSTER, J., GÜNTHARDT-GOERG, M.S. & FREY, B. 2008. Heavy metal accumulation and phytostabilisation potential of tree fine roots in a contaminated soil. *Environmental Pollution* 152: 559-568.
- EVANGELOU, M.W.H., CONESA, H.M., ROBINSON, B.H., SCHULIN, R. 2012. Biomass production on trace element-contaminated land: A review. *Environmental Engineering Science* 29: 823-839.
- EVANGELOU, M.W.H., ROBINSON, B.H., GÜNTHARDT-GOERG, M.S., SCHULIN, R. 2013. Metal uptake and allocation in trees grown on contaminated land: Implications for biomass production. *International Journal of Phytoremediation* 15: 77-90.
- HOODA, V. 2007. Phytoremediation of toxic metals from soil and waste water. *Journal of Environmental Biology* 28: 367-376.
- LANDBERG, T., GREGER, M. 1996. Differences in uptake and tolerance to heavy metals in *Salix* from unpolluted and polluted areas. *Applied Geochemistry* 11: 175-180.
- LUX, A., MARTINKA, M., VACULÍK, M., WHITE, P.J. 2011. Root responses to cadmium in the rhizosphere: a review. *Journal of Experimental Botany* 62: 21-37.
- MARQUES, A.P.G.C., RANGEL, A.O.S.S., CASTRO, P.M.L. 2009. Remediation of heavy metal contaminated soils: Phytoremediation as a potentially promising clean-up technology. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 39: 622-654.
- MARMIROLI, M., PIETRINI, F., MAESTRI, E., ZACCHINI, M., MARMIROLI, N., MASSACCI, A. 2011. Growth, physiological and molecular traits in Salicaceae trees investigated for phytoremediation of heavy metals and organics. *Tree Physiology* 31: 1319-1334.
- MARTINKA, M., LUX, A. 2004. Response of roots of three populations of *Silene dioica* to cadmium treatment. *Biologia* 59: 185-189.
- PENG, J.F., SONG, Y.H., YUAN, P., CUI, X.Y., QIU, G.L. 2009. The remediation of heavy metals contaminated sediment. *Journal of Hazardous Materials* 161: 633-640.
- PULFORD, I.D., WATSON, C. 2003. Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees-a review. *Environment International* 29: 529-540.
- PUSCHENREITER, M., TÜRKTAŞ, M., SOMMER, P., WIESHAMMER, G., LAAHA, G., WENZEL, W.W., HAUSER, M.T. 2010. Differentiation of metallicolous and non-metallicolous *Salix caprea* populations based on phenotypic characteristics and nuclear microsatellite (SSR) markers. *Plant, Cell & Environment* 33: 1641-1655.
- SALT, D.E., BLAYLOCK, M., KUMAR, N.P.B.A., DUSHENKOV, V., ENSLEY, B.D., CHET, I., RASKIN, I. 1995. Phytoremediation – a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. *Bio-technology* 13: 468-474.
- STOLÁRIKOVÁ-VACULÍKOVÁ, M., ROMEO, S., MINNOCCI, A., LUXOVÁ, M., VACULÍK, M., LUX, A., SEBASTIANI, L. 2014. Anatomical, biochemical and morphological responses of poplar *Populus deltoides* clone Lux to Zn excess. *Environmental and Experimental Botany*, in press.
- STOLÁRIKOVÁ, M., VACULÍK, M., LUX, A., DI BACCIO, D., MINNOCCI, A., ANDREUCCI, A., SEBASTIANI, L. 2012. Anatomical differences of poplar (*Populus × euramericana* clone I-214) roots exposed to zinc excess. *Biologia* 67:483-489.
- TOGNETTI, R., COCOZZA, C., MARCHETTI, M. 2013. Shaping the multifunctional tree: the use of Salicaceae in environmental restoration. *IForest-Biogeosciences and Forestry* 6: 37-47.
- VACULÍK, M., KONLECHNER, C., LANGER, I., ADLASSNIG, W., PUSCHENREITER, M., LUX, A., HAUSER, M.T. 2012A. Root anatomy and element distribution vary between two *Salix caprea* isolates with different Cd accumulation capacities. *Environmental Pollution* 163:117-126.
- VACULÍK, M., LANDBERG, T., GREGER, M., LUXOVÁ, M., STOLÁRIKOVÁ, M., LUX, A. 2012B. Silicon modifies root anatomy, and uptake and subcellular distribution of cadmium in young maize plants. *Annals of Botany* 110: 433-443.
- VACULÍK, M., LUX, A., LUXOVÁ, M., TANIMOTO, E., LICHTSCHEIDL, I. 2009. Silicon mitigates cadmium inhibitory effects in young maize plants. *Environmental and Experimental Botany* 67: 52-58.
- ZELKO, I., LUX, A. 2004. Effect of cadmium on *Karwinskia humboldtiana* roots. *Biologia* 59: 205-209.

Adresa autorov

Mgr. Marek Vaculík, PhD. – Department of Plant Physiology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynska dolina B2, SK-842 15, Bratislava, Slovakia, (vaculik@fns.uniba.sk); Institute of Agricultural Sciences, Department of Environmental System Science, ETH Zürich, Eschikon 33, CH-8315, Lindau, Switzerland;

Mgr. Miroslava Vaculíková – Institute of Botany, Slovak Academy of Sciences, Dubravska cesta 9, SK-845 23 Bratislava, Slovakia; Institute of Terrestrial Ecosystems, Department of Environmental System Science, ETH Zürich, Universitaetstrasse 16, CH-8092 Zürich, Switzerland;

Prof. RNDr. Alexander Lux, CSc. – Department of Plant Physiology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Mlynska dolina B2, SK-842 15, Bratislava, Slovakia.

POROVNANIE DVOCH EMBRYOGÉNNYCH LÍNIÍ JEDLE BIELEJ (*ABIES ALBA* MILL.)

COMPARISON OF TWO EMBRYOGENIC CELL LINES OF SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.)

Božena Vooková, Jiří Hřib, Václav Adamec, Vojtěch Sedláček, Andrej Kormuťák

VOOKOVÁ, B. – HŘIB, J. – ADAMEC, V. – SEDLÁČEK, V. – KORMUŤÁK, A. 2014. Comparison of two embryogenic cell lines of silver fir (*Abies alba* Mill.). In Zborník referátov z vedeckej konferencie: „Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014“, 18.09.2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 207-210. ISBN 978-80-971113-2-8

ABSTRACT: The embryogenic cell lines L27 and L122 were initiated from different immature zygotic embryos of silver fir (*Abies alba* Mill.). No polymorfizm was found between this two cell lines by DNA analysis. But embryogenic cell lines differed during proliferation and maturation process. Embryogenic tissue L27 has more quickly turned braun and necrotized after 27 days of proliferation. This cell lines differed also in number of mature somatic embryos obtained by maturation process. Production of cotyledonary somatic embryos and regenerants was significantly higher in L122 cell line. The specific peroxidase activity of protein was found higher in cell line L27 relative to line L122. Protein content was higher in cell line L122. It was confirmed that inhibitory substances from pre-cultivated somatic embryos L27 spreading to agar cultivation medium by simple diffusion cause greater inhibition of tester mycelial growth during subsequent co-cultivation compared to somatic embryos L122.

KEY WORDS: Somatic embryogenesis • DNA analysis • peroxidase activity • protein content • defence reaction

INTRODUCTION

The discovery of conifer somatic embryogenesis (SE) and the subsequent development of SE protocols for a range of genera and species have opened new research opportunities to forest biotechnologists (Klimaszewska and Cyr 2002). The aim of most tree breeding programmes is to mass produce genetically superior clones or populations. From this point of view is very important to know characteristics of initiated embryogenic material such as DNA analysis of induced cell lines, their proliferation and maturation during their *in vitro* culture, peroxidase and protein analysis as well as defense reactions of somatic embryos. That's why these analysis were objective of the present study.

MATERIAL AND METHODS

Induction of somatic embryogenesis and regeneration of seedlings

The embryogenic cell lines L27 and L122 were initiated from different immature zygotic embryos of silver fir (*Abies alba* Mill.). Immature cones were collected on July 26th from open-pollinated family D5 tree in Dobroč primeval. Induction of embryogenic tissue on SH medium (SCHENK and HILDEBRANDT 1972) supplemented with 5 μ M 6-benzylaminopurine (BAP), and maturation of somatic embryos on modified MS medium (MURASHIGE and SKOOG 1962) supplemented with 40 g/l maltose, 100 g/l polyethylene glycol-4000 and 40 μ M abscisic acid (\pm) cis-trans, ABA was published by VOOKOVÁ and KORMUŤÁK (2002). Mature somatic embryos were isolated from embryogenic tissue and placed in Petri dish (\varnothing 60 mm) and subjected to high relative humidity treatment. Petri dish was opened and placed on moist filter paper in Petri dish (\varnothing 90 mm), which was sealed with parafilm. The embryos in Petri dish were cultivated in the dark at 22 – 23°C during three weeks. In this way,

desiccated cotyledonary somatic embryos obtained from cell lines L27 and L122 were used in the experiment.

DNA analysis of embryogenic tissue

Total DNA was extracted from embryogenic call of both lines under study using 0.5 g call and CTAB extraction method by MURRAY and THOMPSON (1980). The *trnS-psbC* region of chloroplast DNA (cpDNA) was PCR amplified with a primer pair as described by DEMESURE et al. (1995). DNA amplification was performed at 94°C for 4 min followed by 35 cycles at 94°C for 1 min and 72°C for 2 min. The last strand elongation at 72°C was allowed additional 10 min. The obtained PCR products were digested with restriction enzyme *Hae* III which has been found to exhibit individual variability in *Abies alba*. The generated fragments were fractioned electrophoretically in 2.5 % agarose gel and 1x TBE buffer.

Peroxidase analysis of embryogenic tissue

Peroxidase activity was determined spectrophotometrically (Ultra Spec UV 2100, GE Healthcare) using guaiacol as substrate at 436 nm with molecular absorption coefficient 25 000 l/mol/cm (Bergmeyer sium phosphate buffer with pH 7.0, 0.3mM guaiacol and 0.15 mM hydrogen peroxide was tempered at 25°C. The enzyme reaction was started by adding 0.1 ml of the supernatant from embryogenic cell line L27 or line L122.

Protein determination of embryogenic tissue

For protein extraction, 0.5 g of embryogenic tissue of silver fir (*Abies alba*) cell lines (L27, L122) was used. After homogenization in Potter-Elvehjem homogenizator, the mixture was centrifuged at 22.000 g for 5 min. The resulting supernatant was used for the analysis. In the protein assay bicinchoninic acid was used (SMITH et al. 1985). Proteins were quantified with bovine serum albumin using standard by QuantiPro BCA Assay Kit (Sigma, USA). The protein concentration was measured in three replicates and represented by mean \pm standard deviation.

Defence reactions of somatic embryos

Differential inhibition in growth of fungus *Phaeolus schweinitzii* inoculum was tested in vitro with somatic embryos of two studied cell lines of silver fir (*Abies alba* Mill.) by the method of dual cultures with pre-cultivation of somatic embryos and subsequent removal (HŘIB et al. 2013).

RESULTS AND DISCUSSION

After 21 to 67 days of culturing the embryogenic suspensor masses initiation was observed from micropylar end of some megagametophytes. Embryogenic tissue containing early somatic embryos. After 8 weeks culturing of embryogenic tissue on maturation medium cotyledonary somatic embryos were obtained (Fig. 1). Embryogenic cell lines L122 and L27 differed during proliferation process. Embryogenic tissue L27 has more quickly turned braun and necrotized after 27 days of culturing. This cell lines differed also in number of mature somatic embryos obtained by maturation process in 2008. Totally 29.60 ± 6.50 somatic embryos were obtained from 1 g of L122 embryogenic tissue, 16.42 ± 4.70 of high quality embryos (somatic embryos with 4 – 6 cotyledons and radícula) what is 55.47%. After 5 years of in vitro culturing maturation capacity of this cell line is decreased and only a few of mature somatic embryos is possible to obtained. Cell line L27 produced 74.84 ± 13.98 of mature somatic embryos per g of embryogenic tissue, 50.45% of high quality, which is 37.76 ± 7.29 of somatic embryos. In this time cell line L27 is not able to produce mature somatic embryos.

Chloroplast DNA analysis confirmed that the studied cell lines of *A. alba* genetically are homogeneous. Fig. 2 shows, that no polymorfism was recorded and this lines do not differ in their genetic background.

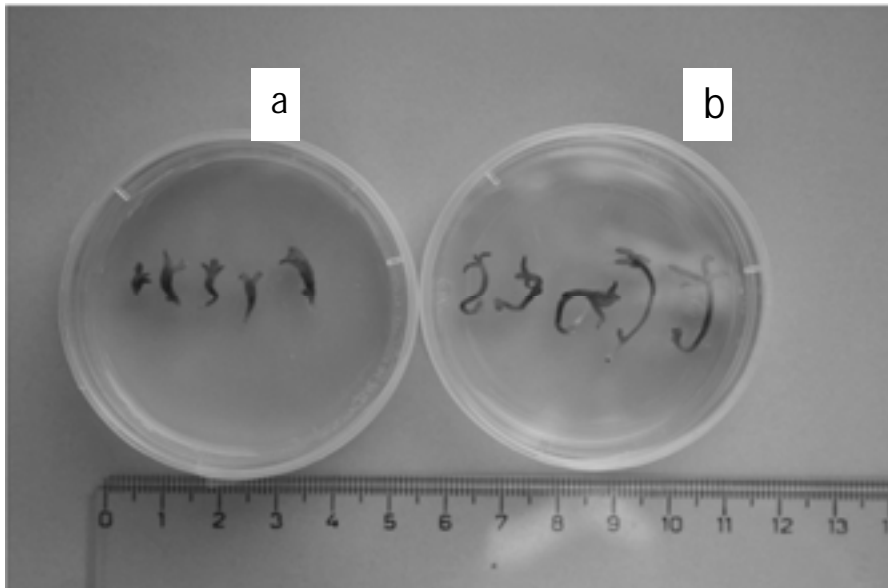


Fig. 1. Somatic seedlings of L27 (a) and L122 (b) cell line.

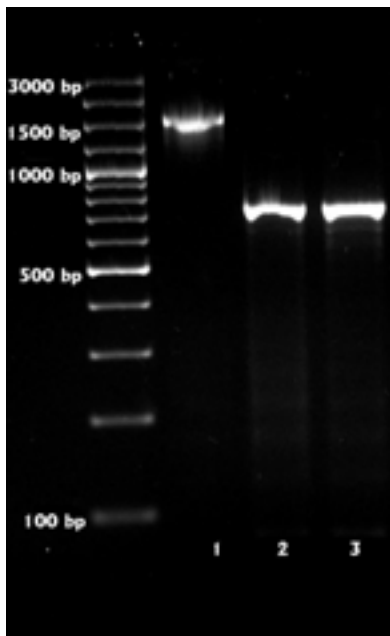


Fig. 2. DNA analysis of *Abies alba* embryogenic cell lines:

- 1 – PCR product of of flanking region between the genes *trnS-psbC*
- 2 – line 27, PCR product of flanking region *trnS-psbC* after digestion with *HaellI*
- 3 – line 122, PCR product of flanking region *trnS-psbC* after digestion with *HaellI*.

Subsequently, specific peroxidase activity in embryogenic tissue of *Abies alba* was measured. The specific peroxidase activity 22.70 ± 4.90 pkat/mg of protein was found higher in cell line L27 relative to line L122 with 13.00 ± 1.30 pkat/mg of protein. Somatic embryogenic tissue extracts from cell lines L27 and L122 were prepared in protein amounts 18.64 ± 3.24 mg/ml and 20.59 ± 2.20 mg/ml, respectively.

In vitro testing of somatic embryo defence was done by measuring of growth of fungus *Phaeolus schweinitzii* mycelium in presence of substances diffused (DS) fom embryos cultured on medium in Petri dish. This experiment showed that somatic embryos of both lines of silver fir manifested defence against the fungus. Presence of the DS from somatic embryos relative to control, embryo line of *Abies alba* (L27 or L122) and DS from one or three embryos showed down the speed

of mycelium growth. Somatic embryos L27 provide stronger inhibitory effect on mycelium growth compared to somatic embryos L122.

Peroxidase and polyphenol oxidase are directly involved in the defence reactions of resistant plants against fungi (RUBIN and ARTSIKHOVSKAYA 1964, LEHRER 1969) and others. Also, in our experiments, increased activity of peroxidase, a manifestation of browning after 27 days in embryogenic line L27 was observed, compared to line L122. The peroxidase and polyphenol oxidase activities and their relationship to browning in such cultures were compared with pine embryogenic and non-embryogenic cultures (LAUKKANEN et al. 1999).

CONCLUSION

Both embryogenic lines were initiated from different zygotic embryos, but from the same tree. No polymorphism was found between these two cell lines by DNA analysis. But their physiological characteristics were different. Differences were found also in defence reactions, protein content and specific activity of peroxidase.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Slovak Grant Agency VEGA, Project No. 2/0057/13.

REFERENCES

- DEMASURE, B., SODZI, N., PETIT, R.J. 1995. A set of universal primers for amplification of polymorphic non-coding regions of mitochondrial and chloroplast DNA in plants. In: *Molecular Ecology*, roč. 4, 1995, s. 129-131.
- HŘIB, J., ADAMEC, V., SEDLÁČEK, V., VOOKOVÁ, B. 2013. Passive defense in somatic embryos of *Abies alba* from two cell lines tested with *Phaeolus schweinitzii*. In: *Dendrobiology*, roč. 70, 2013, s. 83-91.
- Klimaszewska, K., Cyr, D.R. 2002. Conifer somatic embryogenesis: I. Development. In: *Dendrobiology* 48: 31-39.
- LAUKKANEN, H., HAGGMAN, H., KONTUNEN-SOPPELA, S., HOHTOLA, A. 1999. Tissue browning of in vitro cultures of Scots pine: Role of peroxidase and polyphenol oxidase. In: *Physiologia Plantarum*, roč. 106, 1999, s. 337-343.
- Lehrer R.I. 1969. Antifungal effects of peroxidase systems. In: *Journal of Bacteriology* 99: 361-365. 1969
- MURASHIGE, T., SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. In: *Physiologia Plantarum*, roč. 15, 1962, s. 473-497.
- MURRAY, M.G., THOMPSON, W.F. 1980. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. In: *Nuclear Acid Research*, roč. 8, 1980, s. 4321-4325.
- RUBIN, B.A., ARTSIKHOVSKAYA, E.V. 1964. Biochemistry of pathological darkening of plant tissues. In: *Annual Review of Phytopathology*, roč. 2, 1964, s. 157-178.
- SCHENK, R.U., HILDEBRANDT, A.C. 1972. Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. In: *Canadian Journal of Botany*, roč. 50, 1972, s. 199-204.
- SMITH, P.K., KROHN, R.I., HERMANSON, G.T., MALLIA, A.K., GARTNER, F.H., PROVENZANO, M.D., FUJIMOTO, E.K., GOEKE, N.M., OLSON, B.J., KLENK, D.C. 1985. Measurement of protein using bicinchoninic acid. In: *Analytical Biochemistry*, roč. 150, 2002, s. 76-85.
- VOOKOVÁ, B., KORMUŤÁK, A. 2002. Some features of somatic embryo maturation of Algerian fir. In: *Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, roč. 38, 2002, s. 549-551.

Authors' Address

RNDr. Božena Vooková, CSc., e-mail: ngrvook@savba.sk, Ing. Jiří Hřib, CSc., e-mail: jhrib1@nbox.cz;

RNDr. Andrej Kormuťák, DrSc., e-mail: ngrkorm@savba.sk, Institute of Plant Genetics and Biotechnology, Slovak Academy of Sciences, Akademická 2, P.O. BOX 39A, 950 07 Nitra, Slovak Republic,

MVDr. Václav Adamec, PhD., Department of Statistics and Operational Research, School of Business and Economics, Mendel University, Zemědělska 1, 613 00 Brno, Czech Republic, e-mail: vadamec@mendelu.cz;

Ing. Vojtěch Sedláček, PhD. Department of Biochemistry, Faculty of Science, Masaryk University, Kamenice 5, 625 00 Brno, Czech Republic, e-mail: 21931@mail.muni.cz

Zoznam autorov

ADAMČÍKOVÁ, Katarína, Mgr. PhD.	113, 158
ADAMEC, Václav, MVDr. PhD.	207
BAKAY, Ladislav, Ing., PhD.	5
BARANEC, Tibor, prof. RNDr. CSc.	80
BARTA, Marek, Ing. PhD.	8, 15, 138
BEDNÁROVÁ, Dagmar, Ing. PhD.	196
BENIAKOVÁ, Simona, Mgr.	42
BIBEŇ, Tomáš, Ing.	88
BOŠIAKOVÁ, Dominika, Mgr.	88
BOLVANSKÝ, Milan, RNDr. CSc.	158
ČABOUN, Vladimír, prof. Ing. CSc.	24
DITMAROVÁ, Ľubica, RNDr. PhD.	119
DOKOUPIL, Libor, Ing. PhD.	184
ELIÁŠ, Pavol, prof. RNDr. CSc.	32
FERANCOVÁ, Simona, Ing.	64
FERUS, Peter, Ing. PhD.	15, 42, 145, 165
FILOVÁ, Angelika, Ing. PhD.	49
GAJDOŠOVÁ, Alena, RNDr. CSc.	55
GALGÓCI, Martin, RNDr. PhD.	124, 131
GALKO, Juraj, Ing. PhD.	105
GALUŠČÁKOVÁ, Ľudmila, Ing. PhD.	80
GÁPER, Ján, prof. RNDr. CSc.	57, 64
GÁPEROVÁ, Svetlana, RNDr. PhD.	57, 64
GUBIŠ, Jozef, Ing. PhD.	145
GUBKA, Andrej, Ing. PhD.	105
HEJDA, Martin, RNDr. PhD.	72
HOŤKA, Peter, Ing. PhD.	73, 171
HŘIB, Jiří, Ing. CSc.	207
CHLPÍK, Juraj, doc. Ing. PhD.	165
IKRÉNYI, Ivan, RNDr. CSc.	80
IVANOVÁ, Helena, RNDr. CSc.	150
JEŽOVIČ, Vladimír, Ing.	73
KIŠACOVÁ, Adela, Ing.	80
KONÔPKA, Bohdan, Dr. Ing.	105
KONÔPKOVÁ, Jana, Ing. PhD.	73, 88, 171
KORMUŤÁK, Andrej RNDr. DrSc.	124, 131, 207
KUKLA, Ján, Ing. CSc.	97
KUKLOVÁ, Margita, Ing. CSc.	97
KUNCA, Andrej, Ing. PhD.	105, 113
LAFFÉRSOVÁ, Janka, RNDr.	105
LEONTOVYČ, Roman, Ing. PhD.	105, 113
LIBIAKOVÁ, Gabriela, RNDr. CSc.	55
LONGAUEROVÁ, Valéria, Ing. PhD.	113
LUX, Alexander, prof. RNDr. CSc.	202
MACÁK, Milan, doc. Ing. Dr.	165
MAJEROVÁ, Jana, Ing.	119
MAJESKÁ, Miroslava, RNDr. PhD.	145
MAKOVÁ, Jana, Ing. PhD.	171

MAĽOVÁ, Miriam, Ing. PhD.	113
MAŇKA, Peter, Ing. PhD.	124, 131
MUDRONČEKOVÁ, Silvia, RNDr.	138
NIKOLOV, Christo, Ing. PhD.	105
PASTIRČÁK, Martin, Mgr. PhD.	145, 150
PASTIRČÁKOVÁ, Katarína, Mgr. PhD.	150
PÁSTOR, Michal, Ing.	5
PAŽITNÝ, Jozef, Ing.	158
POLLÁKOVÁ, Nora, doc. Ing. PhD.	165, 171
PŠIDOVÁ, Eva, Ing. PhD.	119
RELL, Slavomír, Ing.	105
ROŽNOVSKÝ, Jaroslav, RNDr. Ing. CSc.	177, 184
SALAŠ, Petr, doc. Dr. Ing.	177, 184
SEDLÁČEK, Vojtěch, Ing. PhD.	207
SOCHULIAKOVÁ, Lucia, Mgr.	64
ŠALAMON, Ivan, doc. RNDr, CSc.	138
TAKÁČOVÁ, Elena, Ing.	196
TÁBOR, Ivo, doc. Ing. CSc.	191
VACULÍK, Marek, Mgr. PhD.	202
VACULÍKOVÁ, Miroslava, Mgr.	202
VAKULA, Jozef, Ing. PhD.	105
VLK, Radoslav, Mgr., PhD.	184
VOOKOVÁ, Božena, RNDr. CSc.	207
ZÚBRIK, Milan, Ing. PhD.	105

Zostavili: **Marek Barta, Peter Ferus**

Názov: **Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014**

recenzovaný zborník príspevkov z medzinárodnej konferencie

Vydavateľ: **Arborétum Mlyňany SAV**

Vydanie: **Prvé**

Náklad: **50 ks**

Počet strán: **213**

Obálka a grafická úprava: **Marek Barta**

Za obsahovú a jazykovú úroveň jednotlivých príspevkov zodpovedajú autori.

Materiál neprešiel jazykovou úpravou.

ISBN 978-80-971113-2-8