

REAKCE BŘÍZY KARPATSKÉ NA VÁPŇENÍ A PŘIHNOJENÍ DUSÍKEM

REACTION OF CARPATHIAN BIRCH ON LIMING AND NITROGEN FERTILIZATION

MARTIN BALÁŠ - IVAN KUNEŠ - DANIEL ZAHRADNÍK

Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, Praha

ABSTRACT

The article deals with the growth reaction of Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) to different levels of calcium and nitrogen supply. Under more controllable conditions of the forest nursery this study attempted to concretize the factors connected with height growth retardation of Carpathian birch after liming that had been observed in the field experiment in the Jizerské hory Mts. Adding growth significantly promoted growth, however, it resulted in significantly increased mortality. The influence of the liming intensity on the growth intensity was only insignificant and inconclusive. It is possible to regard the Carpathian birch as the tree species suitable for the special afforestation, e. g. the afforestation of the mountain localities with severe climatic conditions. But it is necessary to respect the obvious physiological differences of this tree species, which are different from another birch species and another common used tree species.

Klíčová slova: bříza karpatská, půdní chemismus, ekologické nároky, vápnění, zalesňování v imisních oblastech
Key words: Carpathian birch, soil chemistry, ecological requirements, liming, afforestation of air-polluted areas

ÚVOD

Lesy v horských polohách střední Evropy byly v minulosti značně ovlivněny imisně ekologickou kalamitou (BALCAR, KACÁLEK 1999, VACEK et al. 2003). Postiženy byly zejména porosty ve vyšších vegetačních stupních s nevhodnou druhovou, věkovou, prostorovou a genetickou strukturou (cf. BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994, cf. Kolektiv 1997). Ačkoliv díky značnému úsilí lesnického provozu bylo nakonec docíleno opětovného zalesnění imisních holin (např. jen v Jizerských horách se jednalo cca o 12 000 ha – BALCAR, KACÁLEK 1999), nově založené porosty mají opět charakter dominantně smrkových kultur, které je žádoucí druhově i věkově diverzifikovat.

Jedním z nadějných druhů dřevin lesnický dobře využitelných ve vrcholových či jinak extrémních polohách je bříza karpatská (*Betula carpatica* W. et K.) – (SLODIČÁK et al. 2005).

Bříza karpatská je zatím jen okrajově probádaný druh, vyznačuje se značnou morfologickou variabilitou, která souvisí s možností hybridizace s ostatními druhy bříz, především s břízou pýřitou. Obecně je možné konstatovat, že taxonomie rodu *Betula* je značně komplikovaná (JÄRVINEN et al. 2004, SCHENK et al. 2008), zejména druh *B. pubescens* (sensu lato) vykazuje značnou vnitrodruhovou variabilitu. Vyskytují se různé hybridní populace, především mezi *B. pubescens* a *B. nana*. Hybridní jedinci mají dokonce různé počty chromozomů (BROWN, AL-DAWOODY 1977, ELKINGTON 1968). Ve Skandinávii se vyskytuje podobný druh *Betula tortuosa* (*B. pubescens* EHRH. ssp. *tortuosa* (LEDEB.) NYMAN, syn. *B. pubescens* ssp. *odorata* (BECHST.) E. F. WARBURG), o kterém se předpokládá, že vznikl hybridizací druhů *Betula pubescens* EHRH. a *B. nana* L.

(CASELDINE 2001), a který se morfologicky blíží spíše *B. nana* (ANAMTHAWAT-JONSSON, THÓRSSON 2003). Lze tedy analogicky předpokládat, že druh *B. carpatica* je pozůstatkem dřívějšího společného výskytu *B. pubescens* a *B. nana* ve středoevropských pohořích a jejich vzájemné hybridizace (cf. JANKOVSKÁ 2004).

Pro svoje ekologické a fyziologické vlastnosti (značně odlišné od ostatních druhů bříz) má bříza karpatská značný potenciál při speciálním lesnickém využití. Podobně jako ostatní břízy je charakteristická výraznou světlomilností. Bříza karpatská přirozeně osídluje především velmi extrémní stanoviště. Květena ČR (HEJNÝ, SLAVÍK 2003) udává výskyt na dvou ekologicky zcela odlišných stanovištních typech:

- kamenitá až suťovitá stanoviště kolem a nad horní hranicí lesa (v ČR zejména v Krkonoších), jako jsou lavinové dráhy a ledovcové kary. Dobře zde odolává tlaku sněhu i půdní erozi. Typický je vznik kolonií hřížením;
- zamokřené půdy s mocnou vrstvou surového humusu až rašeliny (např. v Jizerských horách). Tyto populace jsou přizpůsobeny specifickým podmínkám rašelinných půd (trvalé zamokření, nízký obsah bází, nízké pH, nedostatek půdního vzduchu apod.), odolávají silným mrazovým jevům (pozdní a časné mrazy).

Bříza karpatská byla pro svoje vlastnosti již v minulosti pro zalesňování imisních holin doporučována (SÝKORA 1983), ovšem ve velké většině případů byla nakonec dána přednost bříze bělokoré, která se většinou, přes počáteční úspěšné odrůstání (např. MORAVČÍK 1994), na imisních holinách neosvědčila. Přispěl k tomu pravděpodobně (nejen v případě břízy) mj. nevhodný přenos osiva z nižších poloh (např. KUBELKA et al. 1992). Porosty břízy bělokoré jsou v současnosti často ve špatném zdravotním stavu

(BALCAR et al. 2007, BALCAR, KACÁLEK 1999, VACEK, BALCAR 1999), jsou mechanicky poškozovány tlakem sněhu a námrazy s následnými infekcemi dřevokaznými houbami (KULA, BUCHTA, STRÁNSKÝ 2006, BAUCKER, EISENHAEUER 2001). Poškození se projevilo nejvíce v Krušných horách po abnormálním průběhu počasí na začátku roku 1997 (LOMSKÝ, ŠRÁMEK 1999). Vyskytují se rovněž kořenové hniloby (způsobené zejména václavkami – *Armillaria* spp.), snižuje se podíl jemných kořenů, ovlivněny jsou mykorrhizní vztahy, což se souhrnně projevuje chřadnutím porostů (MAUER, PALÁTOVÁ 2003).

I přesto však byl potvrzen pozitivní meliorační účinek březových porostů na půdní chemismus, zejména v porovnání se smrkem pichlavým (MORAVČÍK 1994, SLODIČÁK et al. 2008).

Na rozdíl od Krušných hor, kde byly na imisních holinách zakládány rozsáhlé porosty náhradních dřevin (břízy, jeřáby, ale i smrk pichlavý apod.), byly naopak v Jizerských horách imisní holiny zpravidla znovu zalesněny smrkem ztepilým (případně smrkem pichlavým), s téměř úplnou absencí listnatých dřevin (cf. VACEK et al. 2003). Právě tyto rozsáhlé jehličnaté porosty jsou v současné době předmětem doplňování druhové skladby o listnaté dřeviny, a to včetně břízy v méně zapojených porostech.

Z výsledků terénních šetření v Jizerských horách (použita byla místní „rašelinná“ populace) vyplývá, že výsadby břízy karpatské jsou ve výrazně lepším zdravotním stavu než sousední výsadby břízy bělokoré (BALCAR, KACÁLEK 2002). Dalším zjištěním je, že jamkové vápnění prokazatelně zbrzdilo tempo odrůstání výsadby břízy karpatské a snižovalo jejich vitalitu (KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK 2007). Je ale otázkou, zda se jedná o fyziologickou reakci na výrazný vzestup půdního pH, nebo na pokles dostupnosti dusíku. Je známo, že vápnění půd s velkým obsahem nerozložených organických látek může vést k nárůstu mikrobiální činnosti (SMOLANDER, MÄLKÖNEN 1994), a tím i k poklesu dostupnosti dusíku pro rostliny (VESTERDAL, RAULUND-RASMUSSEN 2002).

Zmíněná růstová retardace břízy karpatské po přivápnění má také zajímavý vliv na obsah živinových prvků v asimilačních orgánech. Na vápněné variantě byla zaznamenána nižší hodnota obsahu Mg než na kontrole, u listů je rozdíl dokonce statisticky významný (BALÁŠ, KUNEŠ 2008).

V současné době se v provozu téměř výhradně provádí pouze letecké vápnění (hnojení) – bodové jamkové přihnojování jen zcela výjimečně. Vzhledem k tomu, že koncentrace vápence v růstovém prostoru kořenů je u leteckého vápnění mnohonásobně nižší než u jamkové aplikace, je tedy otázkou, zda povrchová aplikace vápence, v dávkách obvyklých pro letecké vápnění, je vůbec schopna vyvolat zbrzdění přírůstu, jaké je pozorováno v terénním experimentu s jamkovou aplikací dolomitického vápence (KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK 2007).

Aby bylo možné naznačit odpovědi na výše nastíněné otázky a určit směr dalšího výzkumu, byl proveden malý výsadbový experiment s různými dávkami dolomitického vápence v modifikaci s dodáním a bez dodání dusíku. Cílem experimentu, jehož výsledky jsou náplní tohoto článku, je zjištění vlivu různé intenzity vápnění a hnojení dusíkem na výsadbu břízy karpatské. První předběžné výsledky tohoto experimentu byly stručně popsány v příspěvku BALÁŠ et al. (2008).

Hypotézy, k jejichž testování experiment poslouží:

- 1) Dodání dusíku bude mít kladný vliv na přírůst břízy karpatské
- 2) Slabá dávka vápence nebude mít negativní vliv
- 3) Silná dávka vápence bude mít negativní vliv na odrůstání
- 4) Přidání dusíku bude mírnit růstovou retardaci u silně vápněné varianty

MATERIÁL A METODIKA

Na jaře 2008 byla v prostorách experimentální stanice v Louňovicích založena školkařská kultura břízy karpatské (původem z rašelinných stanovišť Jizerských hor). Jednalo se o jednoleté semenáčky zaškolkované do obalů o objemu buňky cca 800 ml. Půdní substrát byl tvořen směsí rašeliny a písku v přibližném objemovém poměru 4 : 1.

U všech jedinců na všech variantách bylo po založení experimentu provedeno počáteční základní přihnojení. Ke každému jedinci bylo aplikováno 30 ml roztoku hnojiva „Kristalon okrasné dřeviny“ (celkový N 17 %, dusičnanový N 8 %, amonný N 9 %, P₂O₅ 6 %, K₂O 18 %, MgO 2 %) o koncentraci 10 g hnojiva na 10 l vody.

Sazenice byly rozděleny do 6 variant podle dávky vápence a režimu přihnojení dusíkem (přihnojeno vs. nepřihnojeno dusíkem ve formě močoviny). Každá varianta sestávala ze 75 ks stromků. Celkový počet sazenic byl 450 ks.

V kontrolní variantě (0) nebylo kromě počátečního základního přihnojení (shodného pro všechny varianty) provedeno žádné další přihnojení. Do substrátu nebyl přimíšen dolomit ani nebyl zálivkou aplikován dusík.

U slabě vápněné varianty bez dusíku (Ca) byl substrát obohacen dávkou mletého dolomitického vápence, která odpovídá množství obvyklému při leteckém vápnění, tj. 2,5 t.ha⁻¹. V přepočtu bylo aplikováno 5 g dolomitu na povrch substrátu v kontejneru každého jedince.

U silně vápněné varianty bez dusíku (CaCa) byl substrát obohacen silnou dávkou mletého dolomitického vápence, cca 30 g na jednoho jedince. Vápenec byl promíšen se substrátem. Toto množství odpovídá dávce vápence aplikované do jamky u terénní výsadby v Jizerských horách, kde byla pozorována retardace růstu (KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK 2007).

U nevápněné varianty s dodáním dusíku (0N) bylo provedeno jednorázové přihnojení ve formě závlahy: 25 ml 0,7% roztoku močoviny (40 g močoviny v 6 l vody), tedy 0,17 g močoviny na jednoho jedince.

U slabě vápněné varianty s dusíkem (CaN) byla použita kombinace 5 g povrchově aplikovaného vápence a 25 ml 0,7% roztoku močoviny.

Silně vápněná varianta s dusíkem (CaCaN) představovala kombinaci 30 g dolomitu promíšeného se substrátem a 25 ml 0,7% roztoku močoviny.

U všech jedinců byla změřena výška (po založení experimentu a na konci vegetačních sezon 2008 a 2009) a tloušťka kořenového krčku (vždy na konci vegetační sezony 2008 a 2009). Vzhledem k neočekávanému výraznému poškození jedinců na některých variantách během zimní sezony byl navíc na jaře 2009 vyhodnocen zdravotní stav, a to ve třístupňové škále: zdravý; poškozený (odumřelý terminál, náhradní výhony); suchý. Získaná data byla následně statisticky vyhodnocena (program Statistica 8; HILL,

LEWICKI (2006) a program Statgraph). Byl použit Tukeyův test (vyhodnocení přírůstu) a Hayterův test (HAYTER 1984) – (vyhodnocení zdravotního stavu a mortality). Testování ve všech případech proběhlo na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

VÝSLEDKY

a) výškový přírůst

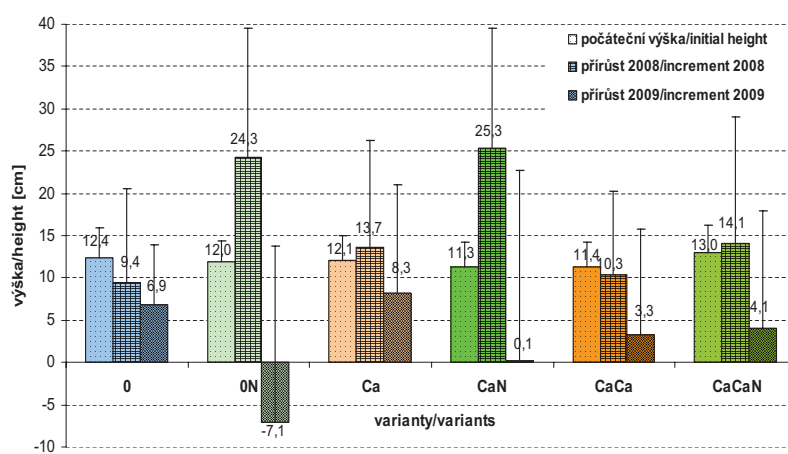
Průměrná hodnota ročního výškového přírůstu (za první vegetační sezonu – 2008) byla na slabě vápněné variantě bez dusíku (Ca) mírně vyšší než na kontrole (0). Na silně vápněné variantě bez dusíku (CaCa) se průměrný přírůst od kontroly téměř nelišil. Přírůst na všech třech variantách bez přidání dusíku se od sebe průkazně nelišil.

Přidání dusíku mělo za následek průkazné zvýšení přírůstu na variantě bez vápnění (0N) a se slabým vápněním (CaN). Na silně

vápněné variantě (CaCaN) sice přidání dusíku přírůst mírně zvýšilo, nikoli však statisticky významně. Silné vápnění tedy účinek dusíku téměř potlačilo.

Ve druhé vegetační sezoně (2009) byl zejména vlivem poškození během zimní sezony (zasychání terminálu - viz dále) zaznamenán výrazně nižší průměrný přírůst na všech variantách hnojených dusíkem. Na nevápněné byl dokonce průměrný přírůst záporný; na slabě vápněné se blížil nule; pouze na silně vápněné variantě byl zaznamenán mírný přírůst. Na variantách nehnojených dusíkem mělo slabé vápnění vliv na přírůst mírně pozitivní, na silně vápněné negativní. Tloušťkový přírůst byl víceméně vyrovnaný, pouze na slabě vápněné variantě bez dusíku byl oproti ostatním variantám vyšší.

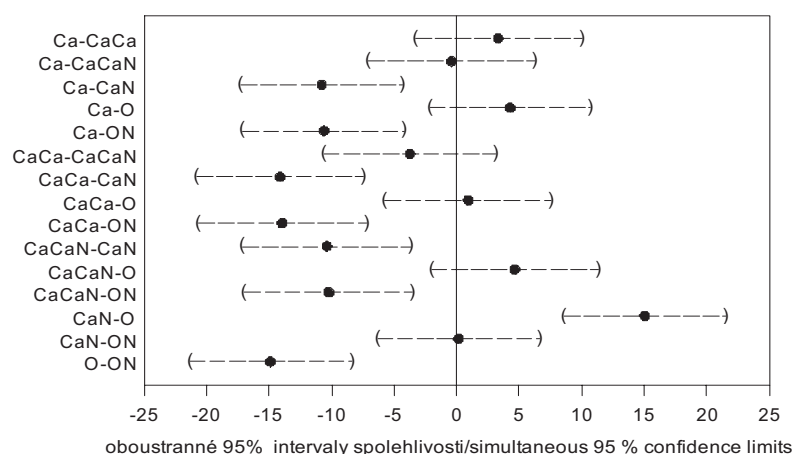
Průměrné hodnoty výškového přírůstu jedinců na jednotlivých variantách, včetně statistického vyhodnocení, jsou graficky znázorněny na obrázcích 1 a 2.



Obr. 1.

Průměrné hodnoty výškového přírůstu jednotlivých variant školkařské kultury břízy karpatské. Chybové úsečky znázorňují hodnoty směrodatné odchylky.

Average values of the height increment in the particular variants of the Carpathian birch nursery planting. Error abscissas present the values of standard deviation.



Obr. 2.

Statistické porovnání výškového přírůstu (graf oboustranných konfidenčních intervalů) jednotlivých dvojic variant školkařské kultury břízy karpatské po první vegetační sezoně (2008)

Height increment statistical comparison (simultaneous confidence limits figure) of the particular variant pairs of the Carpathian birch nursery plantation after the first vegetation season (year 2008)

b) tloušťka kořenového krčku

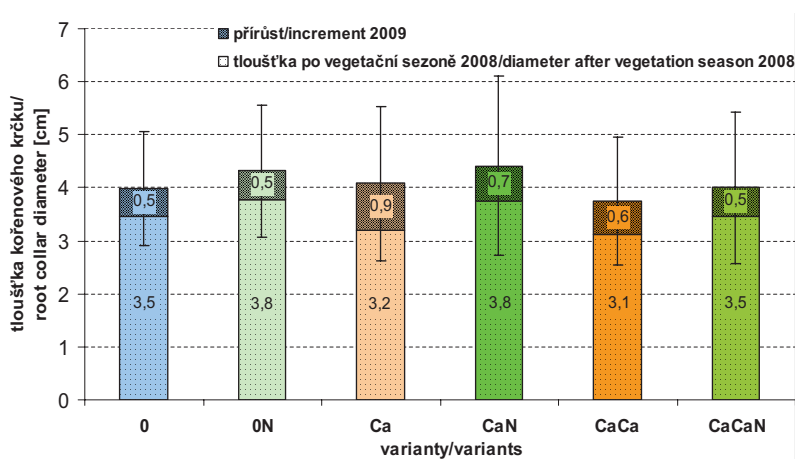
Na počátku experimentu tloušťka kořenového krčku nebyla měřena, podle průvodního listu k sadebnímu materiálu činila cca 2 mm. S rostoucí dávkou vápence postupně relativně klesala intenzita přírůstu (resp. tloušťka) kořenového krčku, a to jak v případě variant nehnojených dusíkem, tak u hnojených dusíkem. Po první vegetační sezoně varianty hnojené dusíkem vykazovaly vždy vyšší hodnoty tloušťky kořenového krčku než odpovídající varianty bez dusíku. Varianty 0N a CaN se průkazně odlišují od variant Ca a CaCa. Ve druhé vegetační sezoně naopak zpravidla zaznamenaly větší průměrný přírůst varianty dusíkem nehnojené. Průměrná tloušťka se tak po druhé vegetační sezoně začala víceméně vyrovnávat. To může souviset s různými hodnotami mortality na jednotlivých variantách, kdy odumřeli slabí jedinci o menší tloušťce, naopak vitálnější jedinci s větší tloušťkou přežili.

Průměrné hodnoty tlouštěk kořenového krčku po první a druhé vegetační sezoně (2008 a 2009) jsou graficky znázorněny na obrázku 3.

c) mortalita a zdravotní stav

Mortalita po první vegetační sezoně (2008) byla průkazně vyšší na silně vápněných variantách CaCaN a CaCa (bez ohledu na dusík). Mezi variantami 0, 0N, Ca a CaN se mortalita statisticky významně neliší, byť u variant s dusíkem je vždy vyšší.

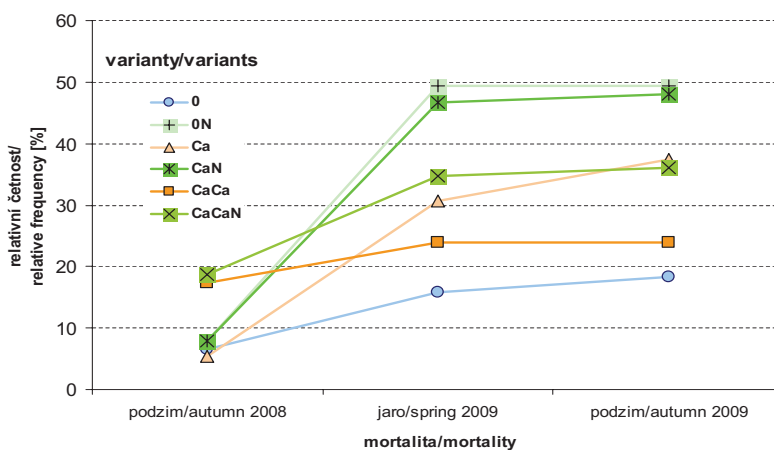
Během zimy (2008/9) došlo k výraznému poškození značné části jedinců (pravděpodobně mrazem) na variantách přihnojených dusíkem. Po první zimě jsou tedy v jednoznačně nejlepším zdravotním stavu jedinci na variantě kontrolní bez dusíku (0), kde mortalita dosáhla jen 15 %. Naopak v nejhorším stavu jsou jedinci na nevápněné variantě obohacené o dusík (0N) se zhruba 50% mortalitou. Varianta kontrolní vykazuje průkazně nižší mortalitu



Obr. 3.

Průměrné hodnoty tloušťky kořenového krčku na jednotlivých variantách školkařské kultury břízy karpatské. Chybové úsečky znázorňují směrodatné odchylky hodnot za podzim 2009.

Average values of the root collar diameter on the particular variants of the Carpathian birch nursery plantation. Error abscissas present the standard deviations of the values in the autumn of 2009.



Obr. 4.

Vývoj hodnot mortality na jednotlivých variantách
Mortality values development in the particular variants

než varianty 0N a CaN. Dále se průkazně odlišují varianty 0N a CaCa. Velmi těsně se statistické průkaznosti blíží také rozdíl mezi variantami CaN a CaCa. U variant přihnojených dusíkem stoupající intenzita vápnění mortalitu a poškození mírně (neprůkazně) snižuje. Naopak je tomu u variant bez dusíku, kde stoupající intenzita vápnění mortalitu mírně (neprůkazně) zvyšuje. Během vegetační sezony 2009 se mortalita zvýšila již jen zanedbatelně.

Vývoj hodnot mortality na podzim 2008, na jaře 2009 a na podzim 2009 je znázorněn na obrázku 4.

Dále byl hodnocen podíl poškozených jedinců oproti živým jedincům (součet zdravých a poškozených). Bylo zjištěno, že podíl poškozených jedinců na variantě kontrolní (0) je průkazně nižší oproti všem ostatním variantám. Dále se významně odlišují varianty 0N a CaCa. Hodnoty mortality a zdravotního stavu po první zimě (na jaře 2009) jsou graficky znázorněny na obrázku 5.

Je nutné poukázat na skutečnost, že hodnocená a zde prezentovaná data se vyznačují značnou variabilitou, která ovlivňuje statistickou průkaznost případných mezivariantních rozdílů. Další ovlivnění spočívá v početních posunech v důsledku různé mortality na jednotlivých variantách. Výslednou výšku ovlivnilo také zasychání (omrzání) terminálu a následná tvorba náhradních výhonů.

DISKUSE

Dosavadní sledování pokusných terénních výsadeb břízy karpatské v hřebenových polohách Jizerských hor přináší, kromě její nesporně lepší prosperity oproti bříze bělokoré, poznatek retardace růstu a pokles vitality jedinců tam, kde bylo provedeno intenzivní jamkové vápnění při výsadbě (cf. BALCAR 2001, KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK 2007).

Jistý negativní efekt vápnění se projevil také u školkařské kultury břízy karpatské, byť výsledky nejsou plně jednoznačné. Celkově se jako nejlépe prosperující jeví varianta kontrolní (bez vápnění i dusíku). Přírůst zde sice nedosahuje tak vysokých

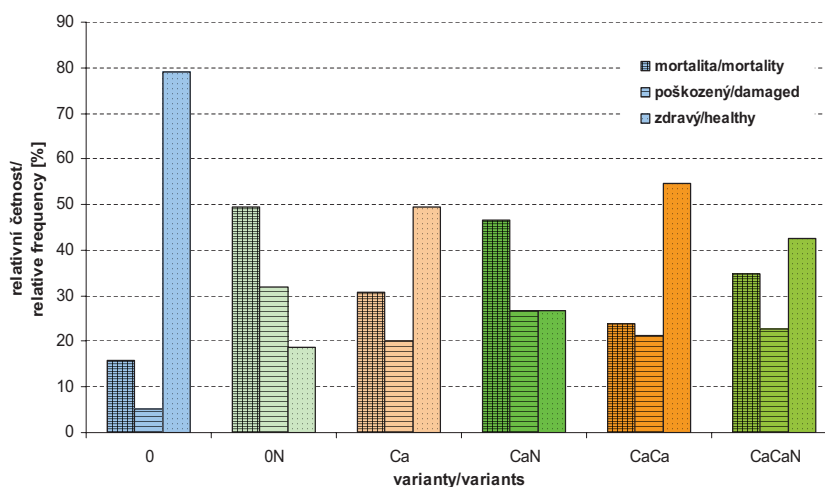
hodnot jako u některých jiných variant, ale jedinci se vyznačují většinou výbornou vitalitou a minimálním poškozením. Rovněž variabilita přírůstů je zde nejmenší, růst většiny jedinců je vyrovnaný – na rozdíl od ostatních variant, kde někteří jedinci zaznamenávají výrazný výškový přírůst a jiní stagnaci či odumírání.

Na základě provedeného experimentu, popsaného v tomto článku, lze souhrnně konstatovat, že přidání dusíku mělo u jedinců břízy karpatské v první vegetační sezoně výrazně kladný vliv na výškový přírůst. Potvrdila se tak hypotéza 1. Ovšem v následujícím zimním období došlo k výraznému poškození všech variant hnojených dusíkem, a to zejména varianty nevápněné a slabě vápněné.

Vliv slabého vápnění na přírůst školkařské kultury břízy karpatské lze označit za indiferentní či dokonce za mírně (neprůkazně) pozitivní – potvrzení hypotézy 2. Vliv silného vápnění je spíše negativní (ale ne průkazně) – o platnosti hypotézy 3 není možné rozhodnout, je naznačeno její částečné potvrzení. Naproti tomu není možné konstatovat, že by přidání dusíku mírnilo růstovou retardaci po silném vápnění, zejména proto, že v důsledku samotného vápnění k retardaci v podstatě nedochází – nepotvrzuje se hypotéza 4. Spíše je možné vyvodit, že silné vápnění omezovalo (téměř zcela eliminovalo) růstově stimulační efekt dusíku. Dále lze konstatovat, že vápnění, byť neprůkazně, zlepšovalo odolnost jedinců hnojených dusíkem vůči poškození během zimní sezony.

Původní předpoklad, že růstová deprese vápněných terénních výsadeb břízy karpatské je dána přizpůsobením této dřeviny vlastnostem rašelinných půd (fyziologické příčiny), kdy zvýšené pH, příp. obsah bází má přímý negativní vliv na růst jedinců, zřejmě nebude na základě prezentovaného experimentu možné potvrdit. Samotné vápnění nezaznamenalo negativní efekt.

Prezentované výsledky spíše naznačují, že snížený růst je způsoben antagonistickým účinkem bazických prvků na příjem a využití dusíku. Snížení dostupnosti dusíku po přihnojení popisují VESTERDAL, RAULUND-RASMUSSEN (2002). Stav, kdy zvýšený obsah vápníku způsoboval vyplavování dusíku z půdního profilu, a tím i jeho nižší obsah v půdě, popisuje např. KREUTZER (1995). Dodání vápníku



Obr. 5.

Mortalita a relativní četnost poškozených a zdravých jedinců po první zimní sezoně (na jaře 2009)

Mortality and relative frequency of the damaged and healthy trees after the first winter season (in the spring of 2009)

také může zapříčinit zvýšení aktivity půdních mikroorganismů, což vede k vyšší spotřebě dusíku, který pak není dostupný pro dřeviny (NEALE, SHAH, ADAMS 1997, SMOLANDER-MÄLKÖNEN 1994). Tomu by nasvědčovala i podobná reakce výsadby smrku ztepilého na části plochy Jizerka s rašelinnými půdami (cf. KUNEŠ 2001).

Mírný, i když neprůkazný nárůst mortality se stoupající intenzitou vápnění (během první vegetační sezony) přece jen naznačuje jistý negativní vliv vápnění na vitalitu břízy karpatské, což odpovídá jejímu přirozenému výskytu na rašelinných půdách. Je možné, že vápněním byli vyselektováni jedinci, kteří vzhledem ke svým individuálním vlastnostem jsou méně rezistentní ke změnám vlastností půdního substrátu v důsledku vápnění. To se projevilo zvýšenou mortalitou. Přeživší jedinci již potom rostli i při vyšší dávce vápence relativně úspěšně.

Zajímavým poznatkem bylo velmi výrazné zvýšení mortality po přidání dusíku, které ovšem mírně klesalo se zvyšující se dávkou vápence. Přihnojení dusíkem tedy na jednu stranu nejprve zapříčinilo intenzivnější růst, ale v následujícím zimním období bylo příčinou výrazného poškození a odumírání značné části jedinců. Vysvětlení zřejmě bude spočívat v existenci nerovnováhy v příjmu živin a následné snížené odolnosti vůči poškození mrazem. Na některých poškozených jedincích byla zaznamenána přítomnost parazitických hub. Je tedy možné uvažovat o příznivém vlivu hnojení dusíkem na jejich růst a patogenicitu (cf. TOMOVA 2005).

Na zvýšené poškození během zimy je třeba poukázat také v souvislosti s vysokými atmosférickými depozicemi dusíku, které jsou v horských oblastech dlouhodobě relativně vysoké – v oblasti Jizerských hor dosahují cca 20 – 30 kg.ha⁻¹ za rok (HOŠEK, SCHWARZ, SVOBODA 2007). Vzhledem k obecnému deficitu bazických prvků v horských (imisních) oblastech mohou vysoké depozice dusíku (za současného nízkého zásobení bazickými prvky) znamenat riziko poškození lesních dřevin během zimních sezon (cf. HADAŠ, BUCHTA 2009).

Prezentované výsledky mají význam v souvislosti s otázkou vztahu leteckého vápnění k bříze karpatské. Vzhledem k tomu, že mírná dávka vápence (odpovídající provoznímu leteckému vápnění) má na růst břízy karpatské vliv jen zanedbatelný (a pokud, tak spíše kladný), zřejmě není třeba se obávat poškození porostů břízy karpatské leteckým vápněním. Na druhé straně cílená aplikace vysokých dávek vápence při výsadbě do jamky, jak se provádí u jiných dřevin a jak bylo experimentálně testováno (cf. KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK 2007), je pro břízu karpatskou nevhodná.

Každopádně břízu karpatskou je na základě dosavadních znalostí možné považovat za perspektivní dřevinu pro zalesňování extrémních horských stanovišť. Její výsadby svojí vitalitou předčí běžně používanou břízu bělokorou (BALCAR, KACÁLEK 2002, BALCAR 1998, 2001). K podobným výsledkům došly i dřívější studie z Krkonoš (např. LOKVENC, VACEK 1993, LOKVENC, VACEK, SOUČEK 1996).

Autoři příspěvku si jsou vědomi toho, že výše prezentovaná data jsou výsledkem krátkodobého experimentu pilotního charakteru, a tudíž závěry vyplývající z jejich analýzy jsou rovněž pouze předběžné. Upřesnění těchto předběžných údajů, jakož i např. objasnění příčin popsanych vlastností (fyziologie) by mělo být náplní dalšího výzkumu.

ZÁVĚR

Školkařský experiment v kontrolovaných podmínkách prokázal souvislost růstu a vitality břízy karpatské s hnojením dusíkem a vápněním. Vliv samotného vápnění (bez přidání dusíku) na přírůst je nejednoznačný. Ani silné vápnění nemělo na přírůst negativní vliv, u slabého vápnění byl dokonce mírně pozitivní.

Výrazně kladná přírůstová reakce na dodání dusíku se projevila v kombinaci s žádným nebo slabým vápněním, nikoli však s vápněním silným. Dusíkem iniciovaný počáteční rychlý růst byl následně kompenzován výrazně vyšším poškozením (a mortalitou) přes zimní období. Projevy poškození u variant obohacených dusíkem byly menší u vápněných jedinců, ale naopak u nehnojených jedinců bylo poškození vápněných jedinců vyšší.

Jako nejlépe prosperující lze označit jedince, u kterých nebylo provedeno žádné vápnění ani hnojení dusíkem.

Poděkování:

Článek vznikl za podpory grantu NAZV QH 92087 „Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do jehličnatých porostů v Jizerských horách“ a Nadace pro záchranu a obnovu Jizerských hor (projekty č. 090105 a 070108). Autoři děkují sl. Kristýně Pospíšilové, ing. Jiřímu Zadinovi a p. Jiřímu Kratochvílovi za pomoc při pořizování dat a technickém zajištění experimentu. Experiment byl situován v terénní stanici zakládání lesa v Louňovicích, která se nachází na území Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy a kterou spravuje Katedra pěstování lesů FLD ČZU v Praze.

LITERATURA

- ANAMTHAWAT-JÓNSSON K., THÓRSSON A. T. 2003. Natural hybridisation in birch: triploid hybrids between *Betula nana* and *B. pubescens*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 75: 99-107. ISSN 1212-4834.
- BALÁŠ M., KUNEŠ I. 2008. Kvantifikace obsahu živin v mladých porostech břízy karpatské a distribuce biomasy v jednotlivých stromových částech. In: Turčáni M. et al. (eds.): *Coyous*, Praha 2. 4. 2008. Praha, FLD ČZU: 147-156. ISBN 978-80-213-1778-9.
- BALÁŠ M., KUNEŠ I., ZADINA J., BALCAR V., KŘENEK P., MILLEROVÁ K. 2008. Využití břízy karpatské při zalesňování extrémních horských stanovišť. In: Prknová H. (ed.): *Obnova lesního prostředí při zalesňování nelesních a devastovaných stanovišť. Kostelec nad Černými lesy 5. 11. 2008*. Praha, ČZU: 5-12. ISBN 978-80-213-1849-6.
- BALCAR V. 1998. Vývoj výsadby lesních dřevin ve smrkovém vegetačním stupni v Jizerských horách. *Scientific Papers of the Agricultural University of Cracow, Poland [Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollataja w Krakowie]*, č. 332, s. 259-271. ISSN 0239-9342.
- BALCAR V. 2001. Some experience of European birch (*Betula pendula* ROTH) and Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) planted on the ridge part of the Jizerské Mts. *Journal of Forest Science*, 47, Special Issue: 150-155. ISSN 1212-4834.
- BALCAR V., KACÁLEK D. 1999. K použití autochtonních dřevin pro výsadbu na imisních holinách Jizerských hor. In: Slodičák M. (ed.): *Obnova a stabilizace horských lesů. Bedřichov v Jizerských horách*, 12. - 13. 10. 1999. Jíloviště-Strnady, VÚLHM-VS Opočno: 71-86. ISBN 80-902615-4-X.
- BALCAR V., KACÁLEK D. 2002. Poškození kultur břízy bělokoré a břízy karpatské v hřebenové partii Jizerských hor. In: Karas J., Podrázský V. (eds.): *Současné trendy v pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy*, 16. - 17. 9. 2002. Praha, ČZU: 1-5. ISBN 80-213-0938-5.
- BALCAR V., PODRÁZSKÝ V. 1994. Založení výsadbového pokusu v hřebenové části Jizerských hor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 39/2: 1-7. ISSN 0322-9688.
- BALCAR V., SLODIČÁK M., KACÁLEK D., NAVRÁTIL P. 2007. Metodika postupů přeměn porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. *Lesnický průvodce*, č. 3, 34 s. ISBN 978-80-86461-87-6; ISSN 0862-7657.
- BÄUCKER B., EISENHAEUER D. R. 2001. Damage to common birch (*Betula pendula* ROTH) in higher altitudes of the Ore Mts. (Erzgebirge). *Journal of Forest Science*, 47, Special Issue: 156-163. ISSN 1212-4834.
- BROWN I. R., AL-DAWOODY D. M. 1977. Cytotype diversity in population of *Betula alba* L. *New Phytologist*, 79: 441-453.
- CASELDINE Ch. 2001. Changes in *Betula* in the Holocene record from Iceland - a palaeoclimatic record or evidence for early Holocene hybridisation? *Review of Palaeobotany and Palynology*, 117: 139-152. ISSN 0034-6667.
- ELKINGTON T. T. 1968. Introgressive hybridization between *Betula nana* L. and *B. pubescens* EHRH. in north-west Iceland. *New Phytologist*, 67: 109-118.
- HADAŠ P., BUCHTA I. 2009. Vývoj potenciálních podkorunových depozičních toků síry, dusíku a iontů vodíku na území PLO Krušné hory v letech 2002 - 2005. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54, Special: 14-30. ISSN 0322-9688.
- HAYTER A. J. 1984. A proof of the conjecture that the Tukey-Kramer multiple comparisons procedure is conservative. *The Annals of Statistics* 12: 61-75. ISSN 1432-2064.
- HEJNÝ S., SLAVÍK B. (eds.) 2003. *Květena České republiky 2. 2. nezměněné vydání*. Praha, Academia: 540 s. ISBN 80-200-1089-0.
- HILL T., LEWICKI P. 2006. *Statistics: Methods and Applications - A comprehensive reference for science, industry and data mining. Manuál k programu Statistica*. StatSoft, USA. ISBN 1-884233-59-7.
- HOŠEK J., SCHWARZ O., SVOBODA T. 2007. Výsledky desetiletého měření atmosférické depozice v Krkonoších. In: Štursa J., Knapik R. (eds.): *Geoekologické problémy Krkonoš. Svoboda nad Úpou 3. - 5. 10 2006*. Opera Corcontica, 44: 179-191. Vrchlabí, Správa KRNP: 644 s. ISBN 978-80-86418-00-1.
- JANKOVSKÁ V. 2004. Krkonoše v době poledové - vegetace a krajina. In: Štursa J. et al. (eds.): *Geoekologické problémy Krkonoš. Sborník z mezinárodní vědecké konference, Szklarska Poreba 5. - 7. 11. 2003*. Opera Corcontica, 41: 111-123. Vrchlabí, Správa KRNP: 316 s. ISBN 80-86418-36-7.
- JÄRVINEN P., PALMÉ A., MORALES L. O., LÄNNENPÄÄ M., KEINÄNEN M., SOPANEN T., LASCOUX M. 2004. Phylogenetic relationships of *Betula* species (*Betulaceae*) based on nuclear ADN and chloroplast matK sequences. *American Journal of Botany*, 91: 1834-1845. ISSN 1537-21.
- Kolektiv 2007. *Plán péče CHKO Jizerské hory*. Autorský kolektiv: Březina P., Burda J., Dolak J., Farský J., Hušek J., Mejzrová J., Pavlů L., Pelc F., Švejdová K., Vetešník P., Vlk Z., Vonička P., Vršovský V. Liberec, září 1997, platnost 1997 - 2006 (prodloužena do roku 2011). V elektronické podobě dostupné na <<http://www.jizerskehory.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=438>> [cit. 22-06-2009].
- KREUTZER K. 1995. Effects of forest liming on soil processes. *Plant and Soil*, 168-169: 447-470. ISSN 1573-5036.
- KUBELKA L., KARÁSEK A., RYBÁŘ V., BADALÍK V., SLODIČÁK M. 1992. *Obnova lesa v imisemi poškozované oblasti severovýchodního Krušnohoří*. Praha, MZe ČR v Agrospoj: 133 s.
- KULA E., BUCHTA I., STRÁNSKÝ P. 2006. Frost cracks and their effect on the stability of birch stands in the Krušné hory Mts. *Journal of Forest Science*, 52: 348-356. ISSN 1212-4834.
- KUNEŠ I. 2001. *Vliv vápnění a aplikace mouček bazických hornin na růst a vývoj výsadby lesních dřevin na imisní holině lokality Jizerka*. Diplomová práce. Praha, LF ČZU: 110 s.
- KUNEŠ I., BALCAR V., ZAHRADNÍK D. 2007. Influence of a planting hole application of dolomitic limestone powder and basalt grit on the growth of Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) and soil chemistry in the air-polluted Jizerské hory Mts. *Journal of Forest Science*, 53: 505-515. ISSN 1212-4834.
- LOKVENEC T., VACEK S. 1993. Použití autochtonních a zdomácněných dřevin pro zalesňování imisních holin. *Opera Corcontica*, 30: 53-71. Vrchlabí, Správa KRNP. ISSN 1803-1412.
- LOKVENEC T., VACEK S., SOUČEK J. 1996. Použití autochtonních dřevin pro obnovu lesa v Krkonoších. In: Vacek S. (ed.): *Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku. Opočno 15. - 17. 4. 1996*. Opočno, VÚLHM VS; Vrchlabí, Správa KRNP; Praha, LF ČZU; Praha, Národní lesnický komitét: 164-169. ISBN 80-902200-7-X.

- LOMSKÝ B., ŠRÁMEK V. 1999. Damage of the forest stands in the Ore Mts. during the period 1995 - 1997. *Journal of Forest Science*, 45: 169-180. ISSN 1212-4834.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E. 2003. The role of root system in silver-birch (*Betula pendula* ROTH) dieback in the air-polluted area of Krušné Mts. *Journal of Forest Science*, 49: 191-199. ISSN 1212-4834.
- MORAVČÍK P. 1994. Development of new forest stands after a large scale forest decline in the Krušné hory Mountains. *Ecological Engineering*, 3: 57-69. ISSN 0925-8574.
- NEALE S. P., SHAH Z., ADAMS W. A. 1997. Changes in microbial biomass and nitrogen turnover in acidic organic soils following liming. *Soil Biology and Biochemistry*, 29: 1463-1474. ISSN 0038-0717.
- SCHENK M. F., THIENPON, C. N., KOOPMA, W. J. M., GILISSEN L. J. W. J., SMULDERS M. J. M. 2008. Phylogenetic relationships in *Betula* (*Betulaceae*) based on AFLP markers. *Tree Genetics & Genomes*, 4: 911-924. ISSN 1614-2950.
- SLODIČÁK M. et al. 2005. *Lesnické hospodaření v Jizerských horách*. Hradec Králové, Lesy ČR. ISBN 80-86945-00-6; Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 232 s. ISBN 80-86461-51-3.
- SLODIČÁK M., BALCAR V., NOVÁK J., ŠRÁMEK V. et al. 2008. *Lesnické hospodaření v Krušných horách*. Hradec Králové, Grantová služba LČR: 480 s. ISBN 978-80-86945-04-0; Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. ISBN 978-86461-91-5.
- SMOLANDER A., MÄLKÖNEN E. 1994. Microbial biomass C and N in limed soil of Norway spruce stands. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 503-509. ISSN 0038-0717.
- SÝKORA T. 1983. Náhradní dřeviny pro Jizerské hory. *Živa - časopis pro biologickou práci*, 31(69): 42-47. ISSN 0044-4812.
- TOMOVA L. D. 2005. Effects of nitrogen fertilization on beech and Norway spruce and on the preformed defences of their fine roots against fungal pathogens. Inaugural dissertation. Basel, Der Universität Basel, Philosophisch-Naturwissenschaftlich Fakultät. V elektronické podobě dostupné na: <http://edoc.unibas.ch/diss/DissB_7002> [cit. 15-01-2010].
- VACEK S., BALCAR V. 1999. Contribution to ecology and health state of birch stands in the Sudeten Mountains. *Journal of Forest Science*, 45: 181-185. ISSN 1212-4834.
- VACEK S., VANČURA K., ZINGARI P. C., JENÍK J., SIMON J., SMEJKAL J. 2003. *Mountain Forests of the Czech Republic*. Prague, Ministry of Agriculture of the Czech Republic: 320 s. ISBN 80-7084-240-7.
- VESTERDAL L., RAULUND-RASMUSSEN K. 2002. Availability of nitrogen and phosphorus in Norway spruce forest floors fertilized with nitrogen and other essential nutrients. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1243-1251. ISSN 0038-0717.

REACTION OF CARPATHIAN BIRCH ON LIMING AND NITROGEN FERTILIZATION

SUMMARY

Carpathian birch (*Betula carpatica*) is one of few tree species considered as suitable for cultivation under the most extreme mountain conditions. Some previous studies suggested specific ecological requirements of this species. For example the limed treatments of Carpathian birch planted on the summit plateau of the Jizerské hory Mts. show quite a lower increment than the non-limed (control) variants. In order to concretize the factors connected with height growth retardation of Carpathian birch after liming observed in the field plantations, the experiment described in this article was established.

Altogether 450 one-year-old seedlings of Carpathian birch were planted into forest nursery. The plantation was divided into 6 variants of identical size (75 seedlings) with different liming and nitrogen fertilization regimes.

Following variants were established: 0 variant (no liming or nitrogen fertilization – control variant); Ca variant (low liming intensity and no nitrogen fertilization); CaCa variant (high liming intensity and no nitrogen fertilization); 0N variant (nitrogen fertilization and no liming); CaN variant (nitrogen fertilization and low liming intensity); CaCaN variant (nitrogen fertilization and high liming intensity).

The aim of the experiment was to compare the effect of different combination of liming and nitrogen fertilization on the growth rate and vitality of Carpathian birch seedlings. Following hypotheses were defined: 1) Adding of nitrogen will positively affect the growth; 2) Low liming intensity will not negatively affect the growth; 3) High liming intensity will negatively affect the growth; 4) Nitrogen fertilization will reduce the growth retardation caused by high liming intensity.

The high increment and root collar diameter were measured and the health condition of seedlings was evaluated.

The conclusion suggests that adding of nitrogen significantly promoted growth during the first vegetation season. The annual increment in the 0N variant was 20 cm as compared to 9 cm in the 0 variant. The increment in the Ca variant was 25 cm as compared to 14 cm in the CaN variant. Hypothesis no. 1 was confirmed. The influence of the liming intensity on the growth was only insignificant and inconclusive. Low liming intensity induced rather a positive effect and high intensity rather a negative effect on growth. Hypothesis no. 2 was confirmed, validity of hypothesis no. 3 could not be confirmed. On the other hand no significant difference in growth rate between the CaCa and CaCaN variants was revealed – hypothesis no. 4 was denied. Nitrogen fertilization did not compensate a supposed negative effect of high liming intensity on growth but high liming intensity prevented growth acceleration due the nitrogen fertilization.

However, higher growth resulted in significantly increased mortality during winter season which reached almost 50% as compared to 15% in the control. The rising intensity of liming seems to improve the resistance against the damaging during winter season (probably the frost damaging). After the first vegetation season the growth in root collar diameter was higher in the nitrogen fertilized variants, during the second vegetation season the values in the compared variants started to equalize. Generally it can be concluded that the best health status (lowest mortality, lowest frost damaging and stable grow rate) was recorded on the control variant without any liming or fertilization.

Recenzováno

ADRESA AUTORŮ/CORRESPONDING AUTHORS:

Ing. Martin Baláš, Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra pěstování lesů, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika
tel.: +420 605 067 906; email: balas@fld.czu.cz

RŮST A VÝVOJ VÝPĚSTKŮ *IN VITRO* JILMU HABROLISTÉHO (*ULMUS MINOR*) NA DEMONSTRAČNÍ PLOŠE „POLNÁ“ VE SROVNÁNÍ SE SAZENICEMI GENERATIVNÍHO PŮVODU

GROWTH AND DEVELOPMENT OF *IN VITRO* PLANTS OF SMOOTH-LEAVED ELM (*ULMUS MINOR*) IN COMPARISON TO GENERATIVE PLANTS

JAROSLAV DOSTÁL - PETR NOVOTNÝ - HELENA CVRČKOVÁ
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

Growth and development of *in vitro* and generative plants of smooth-leaved elm were investigated on research plot “Polná” for eleven years under the same environmental conditions. Growth and development parameters of plantlets were compared and calculated by analysis of variance. The *in vitro* plants were higher than seedlings but no difference was recorded between plantlets and seedlings on 95% significance level. Increased mortality of seedlings, caused by rodents, was observed in some years. Retardation or increased mortality of *in vitro* plants was not observed.

Klíčová slova: mikropropagace, jilm habrolistý (*Ulmus minor*), růst, výzkumná plocha, výpěstek
Key words: mikropropagation, smooth-leaved elm (*Ulmus minor*), growth, research plot, cultivar

ÚVOD

Nutnost zachování genetických zdrojů lesních dřevin a současně rychlého klonového množení vhodných produktivních a rezistentních variant vedou šlechtitelská pracoviště k orientaci výzkumu na využití moderních biotechnologických metod, které doplňují běžné šlechtitelské postupy. Navíc umožňují rychlé klonové množení vyselektovaných genotypů a překonání fyziologických bariér (např. dlouhověkost, prodlužující se mnohaleté intervaly mezi semennými roky nebo pozdní nástup reprodukce).

Vedle zachování existujících populací *in situ* je jedním z cílů lesnického šlechtitelství zajistit generativní i vegetativní reprodukci u těch populací, u nichž, ať už z důvodů průmyslových imisí, poškození hmyzem, houbovými chorobami nebo nepřiměřené těžby, nedochází k přirozené obnově. Jednou z možností vegetativní reprodukce je stále více se uplatňující využití biotechnologických postupů *in vitro*, kterými lze rychle a ekonomicky výhodně vypěstovat kvalitní sadební materiál z vybraných dárcovských jedinců a zároveň zakládat explantátové banky, v nichž lze původní materiál uchovávat pro další účely (zakládání klonových archivů, semenných sadů, studium genetické variability, venkovní výsadby aj.) (MALÁ et al. 1999).

Ačkoliv zachování, stabilizace a obnova původních reziduálních populací lesních dřevin a udržení druhové rozmanitosti lesních porostů patří k hlavním úkolům současného lesnictví, nelze na druhé straně opomíjet nezanedbatelnou vlastnost lesa, tj. schopnost produkovat obnovitelný zdroj energie - dřevní hmotu. Současným trendem, který má zajistit dostatečnou produkci dřevní hmoty, je „klonové lesnictví“, tedy pěstování elitních genotypů namnožených biotech-

nologickými postupy. U jehličnatých dřevin je dosažení tohoto cíle výzkumně ověřováno pomocí somatické embryogeneze. Lignikultury s krátkou dobou obmýti založené z několika málo klonů jsou běžně pěstovány na Novém Zélandu, v Austrálii, ve Spojených státech, Japonsku a v Evropě především ve Francii.

Mikropropagační postupy umožňují namnožení v podstatě neomezeného počtu identických jedinců z jediného kvalitního dárce, přičemž množství odebíraného rostlinného materiálu pro založení primárních kultur (většinou meristemického pletiva zimních pupenů) je minimální a dárcovský strom neohrožuje. Zárukou genetické kvality mikropropagovaných výpěstků je sběr rostlinného materiálu ze stromů uznaných jako kvalifikovaný zdroj reprodukčního materiálu (zákon č. 149/2003 Sb.) nebo dalších kvalitních stromů s význačnými cennými znaky a rovněž dodržení vhodného počtu klonů při přípravě syntetické směsi. Pro lesnické účely je nevyhnutelné, aby regenerované potomstvo bylo geneticky totožné s donorovým stromem, tzv. „true-to-type“ (AHUJA 1987).

Sledování růstu a vývoje lesních dřevin namnožených mikropropagací probíhá ve venkovních podmínkách s ohledem na dlouhověkost tohoto rostlinného materiálu teprve relativně krátkou dobu (20 - 30 let). V České republice započalo sledování vývoje a růstu výpěstků *in vitro* v roce 1994 v rámci výzkumných projektů VÚLHM Jíloviště-Strnady na výsadbách venkovních ploch lokalizovaných na školním polesí VOŠL a SLŠ Bedřicha Schwarzenberga v Písku (výpěstky *in vitro* smrku ztepilého a douglasky tisolisté). Další výsadby materiálu *in vitro* původu byly následně uskutečněny v různých přírodních lesních oblastech ČR i pro další druhy dřevin (dub letní, třešeň ptačí, jeřáb oskeruše, jeřáb břek, jeřáb ptačí, lípa srdčitá, topol osika aj.).