

FYZIOLOGICKÉ ASPEKTY RŮSTU VÝSADEB BUKU LESNÍHO (*FAGUS SYLVATICA* L.) VE VZTAHU K RŮZNÉ INTENZITĚ HNOJENÍ VE ŠKOLCE

PHYSIOLOGICAL REACTIONS OF BEECH PLANTATIONS FOLLOWING VARIOUS WAYS OF NURSERY FERTILIZATION

JAN BARTOŠ, ANTONÍN JURÁSEK, JARMILA MARTINCOVÁ, JARMILA NÁROVCOVÁ

ABSTRAKT

Práce sleduje dlouhodobější přetrvávání účinku intenzivního hnojení ve školce na zdravotní stav a fenologické projevy krytokořenných semenáčků buku lesního v prvních letech po výsadbě. Před výsevem bylo do substrátu aplikováno hnojivo Osmocote s různě dlouhou dobou uvolňování živin. Kontrolní semenáčky byly hnojeny pouze na list. Jednoleté semenáčky byly vysazeny na výzkumnou plochu ve Zlatých Horách (nadmořská výška 650 m n. m.) a v Trutnově (520 m n. m.). Výsledky ukázaly vyrovnání obsahu základních živin v listech během 1 až 2 let po vysazení. V prvním roce byl pozorován rozdíl v četnosti výskytu odumírání terminálních výhonů, v dalších letech již k tomuto jevu docházelo pouze výjimečně. Při hodnocení 4 roky po výsadbě nebyly zjištěny výraznější rozdíly ve zdravotním stavu, jarním vývoji odolnosti k mrazu nebo časnosti rašení, které by bylo možno přičítat různé technologii hnojení ve školce.

Klíčová slova: buk lesní, hnojení ve školce, výsadby, zdravotní stav, odolnost k mrazu, rašení

ABSTRACT

Study deals with long-term effects of an intensive fertilization in a nursery on health state and phenology of containerized beech seedlings during first years after outplanting. Controlled-release fertilizers Osmocote (in various doses) were incorporated to growing medium. Control seedlings were only sprayed by liquid fertilizer. One-year-old seedlings were outplanted on research plots Zlate Hory (650m a. s. l.) and Trutnov (520m a. s. l.). Equalization of basic nutrient contents occurred in 1 to 2 years after planting. Differences in incidence of dry shoots occurred in the first year after planting, later the differences diminished. No marked differences in state of health, frost resistance or time of budburst between Osmocote treatments and topdressed control occurred 4 years after planting.

Keywords: European beech, nursery fertilization, plantations, health state, frost resistance, budburst

Úvod

V souvislosti se stále se rozšiřujícím využíváním krytokořenných semenáčků listnatých druhů dřevin vyvstává otázka možného ovlivnění jejich růstu po výsadbě intenzivním hnojením ve školce. Důležité je zejména poškozování mladých buku mrazem. Pro ověření, zda se používání hnojiv s pomalým uvolňováním živin (Osmocote) neprojeví negativně na fyziologickém stavu semenáčků buku, vysazených mnohdy do značně nepříznivých podmínek, byla v letech 2002 až 2004 založena série výzkumných ploch. Kromě sledování výškového a tloušťkového růstu byl na dvou z těchto ploch zjišťován i průběh rašení a vývoj odolnosti k mrazu v jarním období.

MATERIÁL A METODY

Šetření se uskutečnila na výzkumné ploše Zlaté Hory založené na podzim 2002 výsadbou jednoletých semenáčků (plugů) buku lesního pěstovaných ve školce při různém režimu hnojení. Plocha se nachází v lesní oblasti Předhoří Hrubého Jeseníku v nadmořské výšce 640 m n. m. Další hodnocení se uskutečnilo na výzkumné ploše v Trutnově (520 m n. m.) založené na podzim 2002 stejným sadebním materiálem.

Semenáčky buku byly pěstovány v sadbovačích BCC - HIKO o objemu 265 cm³. Pro zjištění dlouhodobých účinků hnojení bylo použito pomalu rozpustné hnojivo Osmocote s různou dobou uvolňování živin, zapravené do substrátu před plněním obalů. Dávkování zajišťovalo průměrnou nebo luxusní (dvojnásobná dávka) dostupnost živin (tab. 1). Kontrolní semenáčky byly hnojeny pouze během vegetačního období běžnými dávkami kapalného hnojiva Wuxal.

Tab. 1: Diferencované hnojení semenáčků použitých pro založení výzkumných ploch.
Treatments (fertilization) of seedlings grown up for research plots establishment.

Varianta <i>Treatment</i>	Pracovní název <i>Name</i>	Hnojivo <i>Fertilizer</i>	Doba uvolňování (měsíce) <i>Release (months)</i>	Dávka <i>Dose</i> (kg/m ³)
1	OS 12-14 (4kg)	Osmocote	12 - 14	4
2	OS 12-14 (8kg)	Osmocote	12 - 14	8
3	OS 3-4 (2kg)	Osmocote	3 - 4	2
4	OS3-4 (4kg)	Osmocote	3 - 4	4
5	K (<i>control</i>)	Wuxal (<i>liquid</i>)	-	-

Kontrolní semenáčky hnojené pouze kapalným hnojivem „na list“ byly výrazně menší než varianty hnojené pomalu rozpustným hnojivem. Na konci prvního vegetačního období, v době výsadby, dosahovaly kontrolní semenáčky pouze 43 až 51 % výšky a 77 až 83 % tloušťky semenáčků pěstovaných v substrátu s aplikovaným hnojivem Osmocote. Při hodnocení ve 4. roce po výsadbě byla kontrolní varianta stále ještě poněkud menší oproti rostlinám hnojeným pomalu rozpustným hnojivem, rozdíl se však zmenšily (kontrolní rostliny dosahovaly 85 až 91 % výšky a 86 až 92 % tloušťky sazenic hnojených hnojivem Osmocote).

Na výzkumné ploše Zlaté Hory byl každoročně na podzim hodnocen růst a četnost výskytu poškození terminálních výhonů. Zároveň byly odebírány vzorky listů pro chemické analýzy. Na jaře 2006 (4 roky po výsadbě) byla na VP Zlaté Hory a v Trutnově zjišťována časnost rašení a odolnost k mrazu.

Odolnost k mrazu byla zjišťována u větví odebraných v dubnu (18. a 19. 4. 2006) jako poškození pletiv po vystavení vzorků mrazové teplotě. Z každé varianty hnojení bylo odebíráno 30 ks větví. Vzorky byly vystaveny řízenému mrazení (-20 °C po 20 hodin). Poškození bylo hodnoceno měřením elektrického odporu bazálních částí větví před a po vystavení vzorků mrazu přístrojem Tree vitality meter od

firmy NOVES. Metoda je založena na skutečnosti, že po poškození buněčných membrán mrazem dojde k uvolnění většího množství elektrolytů z buněk do mezibuněčných prostor (Timmis, Fuchigami 1982). Elektrický odpor mezi dvěma jehlami zapíchnutými do větvičky se tak výrazně sníží. Nepoškozená pletiva mají poměr odporu před a po vystavení mrazu ($R1/R2$) blízký 1, při poškození se tento poměr zvyšuje (Glerum 1985, Martincová 1988, 1990).

Rašení bylo hodnoceno v polovině května podle následující stupnice:

- 0 neraší,
- 1 zvětšené pupeny,
- 2 silně zvětšené pupeny, prosvítají zelené listy,
- 3 listy se začínají rozvírat do plochy,
- 4 listy rozprostřené do plochy
- 5 délkový růst nových výhonů.

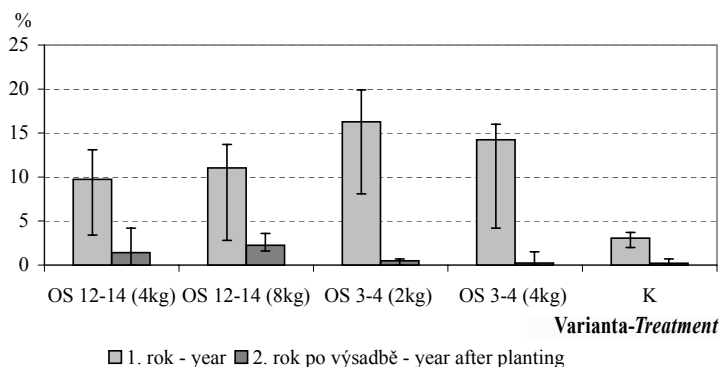
Ze získaných údajů byl vypočítán průměrný koeficient rašení pro jednotlivé varianty. Tyto výsledky umožňují vzájemně porovnávat jednotlivé varianty v rámci téhož hodnocení. Protože se průběh počasí na výzkumných plochách liší, bylo rašení na VP Zlaté Hory a Trutnov zachyceno v různé fázi a není možno porovnávat absolutní hodnoty indexu rašení mezi různými plochami nebo termíny hodnocení.

Výsledky včetně statistických analýz byly zpracovávány v programu MS Excel.

VÝSLEDKY A DISKUSE

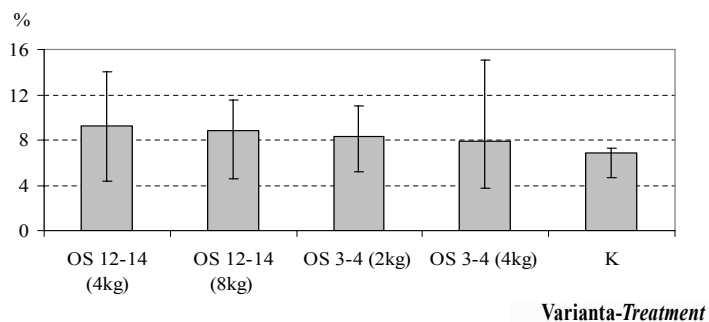
Na podzim 2003, tedy 1 rok po výsadbě, byly na lokalitě Zlaté Hory zjištěny poměrně velké rozdíly v poškození nebo zaschnutí terminálních výhonů mezi jednotlivými variantami použitého sadebního materiálu. Nejnižší výskyt těchto poškození byl v roce 2003 pozorován u kontrolní varianty hnojené pouze na list, nejvyšší u variant s aplikací hnojiva s kratší dobou uvolňování živin. V roce 2004 již byl výskyt poškození terminálních výhonů minimální. Nejvyšší byl u variant hnojených Osmocote s dlouhou dobou uvolňování živin (obr. 1). Uvedené výsledky naznačují přetrvávání účinků hnojení ve školce ještě v 1. a částečně i 2. roce po výsadbě. Podobně například Williams a Hanks (1994) uvádějí, že velké semenáčky listnáčů pěstované za pomoci silných dodávek hnojiv mají často měkká pletiva a jiné nevhodné vlastnosti, které mohou nepříznivě ovlivnit vývoj po výsadbě. Na nutnost vyvážené výživy pro dosažení dobré ujmavosti a odolnosti upozorňují i Aldhous a Mason (1994).

Zima 2005/2006 byla dlouhá, s velkým množstvím často velmi mokrého a těžkého sněhu. V bukové kultuře na VP Zlaté Hory došlo k poškození mnoha sazenic ohybem a zlomením kmínku. Četnost výskytu zlomů je znázorněna na obr. 2. Přestože nejnižší procento polámaných sazenic bylo u sazenic hnojených pouze na list, rozdíly mezi touto variantou a rostlinami hnojenými pomalu rozpustným hnojivem byly velmi malé. Větší rozdíly byly mnohdy pozorovány i mezi opakováními v rámci jedné varianty (viz minimální a maximální hodnoty na obr. 2).



Obr. 1: Četnost výskytu poškození nebo zaschnutí terminálního výhonu u různě hnojných semenáčků buku lesního 1 a 2 roky po výsadbě na VP Zlaté Hory (popis variant viz tab. 1). Svislé úsečky znázorňují minimální a maximální hodnoty ze 3 opakování výsadb.

Percentage of dry or damaged terminal shoots during 1 to 2 years after outplanting on plot Zlaté Hory (details about treatments in tab. 1). Vertical bars mean maximal and minimal values from 3 repetitions.

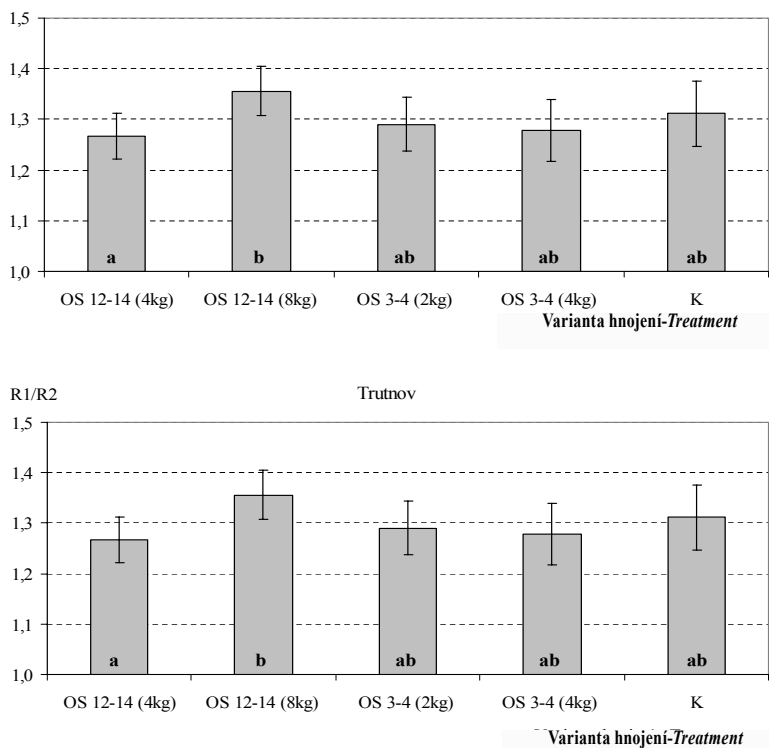


Obr. 2: Četnost výskytu sněhových zlomů na VP Zlaté Hory na jaře 2006 (popis variant viz tab. 1). Svislé úsečky představují minimální a maximální hodnoty ze 3 opakování výsadb.

Percentage of stems broken by snow during winter 2005/2006 on plot Zlaté Hory (details about treatments in tab. 1). Vertical bars mean maximal and minimal values from 3 repetitions.

Odolnost k mrazu byla hodnocena na VP Zlaté Hory i Trutnov na jaře 2006, 4 roky po výsadbě. V té době již sazenice vytvořily dostatečně silné postranní větve, které mohly být odebírány pro měření bez vážnějšího oslabení sazenic. Poškození pletiv po vystavení vzorků mrazu (-20 °C po 20 hodin) hodnocené jako poměr elektrického odporu bází větvíček měřeného před a po mrazení je znázorněno na obr. 3.

Z výsledků je patrné, že hnojení pomalu rozpustným hnojivem ve školce neovlivňovalo významně odolnost k mrazu ve 4. roce po výsadbě v porovnání

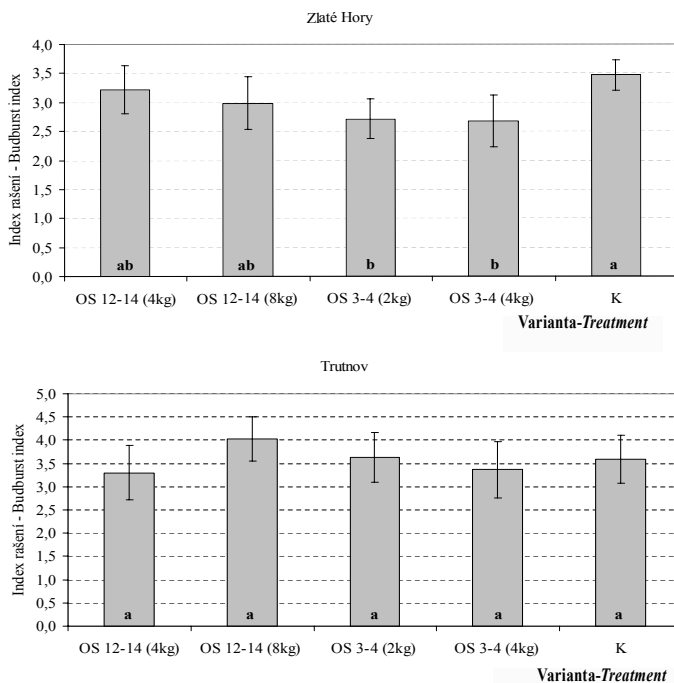


Obr. 3: Poškození mrazovým testem hodnocené jako poměr elektrického odporu bází větvíček před a po vystavení vzorků řízenému mrazení (R1/R2) – vzorky z výzkumné plochy Zlaté Hory a Trutnov (popis variant viz tab. 1). Svislé úsečky znázorňují interval spolehlivosti. Stejná písmena ve sloupcích znamenají rozdíly neprůkazné na hladině významnosti $p \leq 0,05$.

Frost damage measured as electrical resistance ratio of branches before and after exposition to controlled freezing (R1/R2) - samples from research plots Zlate Hory and Trutnov (details about treatments in tab. 1). Vertical bars demonstrate intervals of confidence. Identical letters in columns mean non significant differences on confidence level $p \leq 0.05$.

s kontrolními rostlinami hnojenými pouze na list. Rozdíly mezi variantami byly překryty variabilitou mezi jednotlivými rostlinami. Podobně rozdíly v odolnosti k mrazu mezi různě hnojenými semenáčky nepozoroval ani Krasowski (Krasowski et al. 1993). Naproti tomu Barnes (1994) upozorňuje na nebezpečí snížení zimní odolnosti intenzivním hnojením u čerstvě zakořeněných řízků.

Snižování odolnosti k mrazu na jaře souvisí s uvolňováním dormance a se začátky růstové aktivity (Deans, Harvey 1996). Při hodnocení postupu rašení jsme rovněž zjistili značnou individuální variabilitu překrývající rozdíly mezi variantami hnojení (obr. 4). V době hodnocení v polovině května byly v rámci všech variant pozorovány jak buky, které ještě nezačaly rašit, tak buky v různém stupni rašení až



Obr. 4: Rozdíly v časnosti rašení (stav v polovině května) mezi jednotlivými variantami na VP Zlaté Hory a Trutnov (popis variant viz tab. 1). Svislé úsečky znázorňují interval spolehlivosti. Stejná písmena ve sloupcích znamenají rozdíly neprůkazné na hladině významnosti $p \leq 0,05$.

State of budburst in middle of May on plot Zlaté Hory and Trutnov (details about treatments in tab. 1). Vertical bars demonstrate intervals of confidence. Identical letters in columns mean non significant differences on confidence level $p \leq 0.05$.

po intenzivní délkový růst nových výhonů s plně rozvitými listy. Podobně Herick (1994) nezjistil rozdíly v načasování nástupu a uvolňování dormance u okrasných listnatých dřevin po prvním roce mezi variantami hnojenými pomalu rozpustným hnojivem a variantami hnojenými na list. Grassi (1996) uvádí, že pro růst a fenologii mladých buků byla dostupnost výživy důležitá pouze při limitující úrovni světla.

O tom, že během prvních let po výsadbě, se fyziologické rozdíly mezi různě hnojenými variantami vyrovnávají, svědčí i obsah živin v listech (tab. 2). Hodnoty zjištěné u jednoletých semenáčků odpovídají údajům uváděným jinými autory hodnotícími hnojiva s řízeným uvolňováním živin (Prasad 1997). Během dalšího růstu se počáteční rozdíly v obsahu živin v listech mezi variantami hnojenými Osmocote a kontrolními semenáčky rychle vyrovnaly a již na konci prvního roku po výsadbě nebyly téměř patrné. Z výsledků vyplývá, že rozdíly ve fyziologickém stavu semenáčků buku způsobené rozdílnou technologií hnojení ve školce se projevují po výsadbě pouze krátkodobě a během několika let mizí.

Tab. 2: Obsah základních živin v listech buků během 4 let po výsadbě na VP Zlaté Hory.
Nutrient content in beech leaves in 4 years after outplanting on plot Zlaté Hory.

Varianta <i>Treatment</i>	Rok <i>Year</i>	OS 12-14 (4kg)	OS 12-14 (8kg)	Os 3-4 (2kg)	Os 3-4 (4kg)	Kontrola <i>Control</i>	Optimální rozmezí <i>Optimum</i> (dle Hüttla in Ná- rovec 2001)
N (%)	2002	1,89	2,22	1,75	2,05	1,61	1,90 – 2,50
	2003	2,03	2,05	2,14	2,14	2,08	
	2004	2,06	2,11	1,92	2,02	1,94	
P (%)	2002	0,12	0,19	0,11	0,18	0,07	0,15 – 0,30
	2003	0,28	0,19	0,20	0,20	0,20	
	2004	0,11	0,11	0,13	0,12	0,11	
	2005	0,13	0,12	0,12	0,11	0,13	
K (%)	2002	0,56	0,63	0,50	0,57	0,32	1,00 – 1,50
	2003	0,67	0,64	0,64	0,77	0,77	
	2004	0,68	0,66	0,61	0,58	0,66	
	2005	0,69	0,66	0,94	0,82	0,83	
Mg (%)	2002	0,22	0,25	0,26	0,26	0,24	0,15 – 0,30
	2003	0,116	0,149	0,138	0,119	0,119	
	2004	0,091	0,127	0,122	0,115	0,086	
	2005	0,087	0,092	0,118	0,100	0,083	
Ca (%)	2002	1,83	1,68	1,68	1,78	1,52	0,30 – 1,00
	2003	0,74	1,25	0,67	1,04	0,90	
	2004	0,63	0,70	0,54	0,66	0,86	
	2005	0,67	0,66	0,58	0,77	0,62	

ZÁVĚR

Hnojení semenáčků buku lesního pomalu rozpustným hnojivem ve školce ovlivnilo jejich zdravotní stav v 1. roce po výsadbě. Projevilo se to především vyšší četností zaschlých nebo poškozených terminálních výhonů. V dalších letech již byly tyto účinky minimální. Při listových analýzách nebyly již od prvního roku po výsadbě zjištěny výraznější rozdíly v obsahu základních živin mezi různými variantami hnojení pomalu rozpustným hnojivem a kontrolou. Přestože si varianty hnojené pomalu rozpustným hnojivem i ve 4 roce po výsadbě zachovaly částečně výhodu větší počáteční velikosti, nebyly pozorovány žádné rozdíly v jarním vývoji odolnosti k mrazu, časnosti rašení nebo výskytu deformací a zlomů způsobených extrémní sněhovou pokrývkou v zimě 2005/2006. Výsledky naznačují, že stimulace růstu semenáčků buku lesního ve školce vyváženým intenzivním hnojením nemá dlouhodobější negativní účinky na odolnost k nepříznivým vlivům působícím po výsadbě, a to ani v případě použití hnojiv s dlouhou dobou uvolňování živin.

LITERATURA

- Aldhous, J. R., Mason, W. L.: Forest Nursery Practice. Forestry Commission Bulletin 111, HMSO, London, 1994. 268 s.
- Barnes, H. W.: Fertilizers: interactions and overwintering - a review. In: International Plant Propagators' Society Combined Proceedings. 43, 1994, s. 475 - 479.
- Deans, J. D., Harvey, F. J.: Frost hardiness of 16 European provenances of sessile oak growing in Scotland. Forestry (Oxford), 69, 1996, s. 5 - 11.
- Glerum, Ch.: Frost hardiness of coniferous seedlings: principles and applications. In: Evaluation of seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Proceedings of the Workshop held October 16 - 18, 1984. Ed. M.L. Duryea. Corvallis, Oregon State University 1985, s. 107 - 123.
- Grassi, G.: Influenza della luce e del substrato sullo sviluppo di semenzali di faggio (*Fagus sylvatica*). Monti e Boschi, 47, 1996, č. 4, s. 54 - 62.
- Krasowski, M. J., Herring, L. J., Letchford, T.: Winter freezing injury and frost acclimation in planted coniferous seedlings. A literature review and case study from northeastern British Columbia. FRDA Report 206. Victoria, Canada - British Columbia Economic and Regional Development Agreement 1993. 36 s.
- Martincová, J.: Možnosti hodnocení fyziologického stavu sazenic pomocí měření jejich elektrické admitance nebo impedance. Práce VÚLHM, 72, 1988, s. 37 - 74.
- Martincová, J.: Sezónní dynamika elektrické vodivosti jako znak růstové aktivity sazenic. Zprávy lesnického výzkumu 35, 1990, č. 4, s. 12 -15.
- Nárovec, V.: 100x o hnojení v lese. Zásady zlepšování lesních půd a výživy lesních porostů hnojením. Vyd. 2. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2001. 31 s.
- Prasad, M.: Nutrient survey of nursery stock in Ireland and U. K. including nutrient reserve analysis in controlled-release fertiliser and leaf analysis. International Plant Propagators' Society, Combined Proceedings 46, 1996, s. 183 - 189.
- Timmis, K. A., Fuchigami L. H.: The relationship of impedance ratios and stem moisture content to vegetative maturity and dormancy of red-osier dogwood. Journal of American Horticultural Science, 107, 1982, č. 5, s. 888 - 890.
- Williams, R. D., Hanks, S. H.: Hardwood nursery guide. Agriculture Handbook No. 473. Washington, U.S. Department of Agriculture 1994. 78 s.

SUMMARY

Study deals with an investigation of long-term effects of intensive fertilization in a nursery on health state and phenology of containerized beech seedlings after the outplanting.

Seedlings of European beech were grown in trays BCC – HIKO with 265 cm³ cell volume. Controlled-release fertilizers Osmocote (3 to 4 and 12 to 14 month release) were incorporated to growth medium in recommended and luxury (double) amounts (tab. 1). Control seedlings were only sprayed by liquid fertilizer Wuxal (topdressing) in common doses. One-year-old seedlings were outplanted on several research plots.

Every year in the fall the growth and incidence of damage of some terminal shoots were evaluated on the research area Zlate Hory. At the same time samples of leaves for the chemical analysis were taken. Possible effects of various availability of nutrition on health state, frost resistance and time of budburst were investigated four years after outplanting on research areas in Zlate Hory (650 m above sea level) and in Trutnov (520 m above sea level).

Control seedlings (topdressed only) were markedly smaller in comparison to Osmocote treatments. At the end of the first growing season (in the time of outplanting) control seedlings reached 43 to 51 percent height and 77 to 83 percent thickness of seedlings fertilized by Osmocote. Four years after outplanting the control seedlings were still a bit smaller compared to the plants which were fertilized with the controlled-release fertilizer, but the differences decreased (control plants had between 85 to 91 percent height and 86 to 92 percent thickness of the Osmocote fertilized seedlings).

Fertilization of beech seedlings with the controlled-release fertilizers in the nursery influenced their health state in the first year after outplanting. That proved firstly by higher incidence of dry or damaged terminal shoots (fig. 1). In next years these effects were already minimal. The leaves analysis (till the first year after the outplanting) didn't show any outstanding differences in content of the basic nutrients between various treatments of fertilization (tab. 2). Although in seedlings fertilized by Osmocote the initial height advantage still persisted even in the fourth year after outplanting, no marked differences in frost resistance (fig. 3), time of budburst (fig. 4) or incidence of stem breakage (fig. 2) due to the extreme high snow cover in the winter 2005/2006 occurred. The results suggested that growth stimulation of European beech seedlings in a nursery by well-balanced intensive fertilization hadn't any long-term negative effects on the resistance to unfavorable conditions after outplanting, not even in the case of using some fertilizers with long-term nutrients release.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru MZe 002070201 Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí.

Adresa autorů:

Ing. Jan Bartoš

bartos@vulhmop.cz

Doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc.

jurasek@vulhmop.cz

RNDr. Jarmila Martincová

martincova@vulhmop.cz

Ing. Jarmila Nárovcová

narovcova@vulhmop.cz

VÚLHM Výzkumná stanice Opočno

Na Olivě 550

517 73 Opočno