

KVANTIFIKACE OBSAHU ŽIVIN V MLADÝCH POROSTECH BŘÍZY KARPATSKÉ A DISTRIBUCE BIOMASY V JEDNOTLIVÝCH STROMOVÝCH ČÁSTECH

QVANTIFICATION OF A NUTRIENT CONTENT IN YOUNG CARPATHIAN BIRCH STANDS AND THE DISTRIBUTION OF BIOMASS IN THE PARTICULAR TREE SECTIONS

Martin Baláš, Ivan Kuneš

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

Abstract

This article evaluates the results of the chemical analysis of particular tree components of the Carpathian birch seedlings on the experimental area Jizerka in the Jizera Mts. The aim of this article was the quantification of the nutrient content fixed in the stand biomass. The limed variant and the control variant were compared. There were evidential statistical difference about the nutrient content demonstrated, especially in case of Ca and Mg elements. The content of Mg in the limed variant was in some cases even lower than in the control variant. This may relate with some specifical physiological features of Carpathian birch trees.

Keywords: *Carpathian birch, nutrient fixation, chemical analysis, liming, afforestation of air-polluted areas, Jizerské Mts.*

Anotace

Příspěvek hodnotí výsledky chemických analýz jednotlivých stromových částí výsadeb břízy karpatské na výzkumné ploše Jizerka v Jizerských horách. Cílem bylo kvantifikovat obsah živin poutaných v biomase porostu. Je srovnávána vápněná a kontrolní varianta. Statisticky průkazné rozdíly v obsahu prvků byly prokázány zejména v případě obsahu Ca a Mg. Obsah Mg byl v některých případech na hnojené variantě nižší než na kontrolní, což zřejmě souvisí se specifickými fyziologickými vlastnostmi břízy karpatské.

Klíčová slova: *bříza karpatská, poutání živin, chemické analýzy, vápnění, zalesňování v imisních oblastech, Jizerské hory*

ÚVOD

Lesy Jizerských hor byly v minulosti značně ovlivněny tzv. „imisi-ekologickou“ kalamitou. Poškození lesů vlivem vysokých depozic různých škodlivin (hlavně sloučenin síry) odstartovalo v průběhu 70. let 20. století hromadné odumírání zdejších lesních porostů – často přestárých, geneticky nekvalitních a většinou víceméně nesmíšených smrkových monokultur. Na náhorní plošině Jizerských hor tak do začátku 90. let 20. století vznikly rozsáhlé holiny o celkové výměře zhruba 12 000 ha (BALCAR, KACÁLEK 1999). Pokračující imisní tlak a zejména změněné mikroklimatické podmínky, vzniklé odumřením a odtěžením lesa, značně ztěžovaly zalesnění holin a následné odrůstání kultur.

Na počátku 90. let 20. století byla v centrální části pohoří založena výzkumná plocha *Jizerka*. Hlavním cílem výzkumů prováděných na tomto objektu bylo zjišťování růstových schopností různých druhů lesních dřevin (včetně introdukovaných) v extrémních ekologických podmínkách imisních holin, včetně účinků hnojení na růstové charakteristiky, chemismus půdy a koloběh živin. Jedním z ověřovaných druhů dřevin je bříza karpatská (*Betula carpatica* W. et K.).

Bříza karpatská je v Jizerských horách původní dřevinou, která osídluje především zamokřené až rašelinné polohy s velmi kyselou reakcí půdy a mocnou vrstvou nerozloženého humusu (rašelinný ekotyp). Tento ekotyp je tolerantní (resp. je přizpůsoben) ke specifickým podmínkám rašelinných půd, proto se předpokládá jeho negativní reakce na zvýšené pH, popř. zvýšený obsah bází v půdním prostředí. Exaktních údajů, které by toto potvrdily (či vyvrátily), je však nedostatek, jsou ovšem potřebné např. pro zjištění dopadů plošného leteckého vápnění (hnojení) v imisních oblastech. Dále se bříza karpatská vyskytuje na minerálních substrátech např. na lavinových drahách v Krkonoších (minerální ekotyp) – (HEJNÝ, SLAVÍK, 2003).

Břízu karpatskou jakožto pionýrskou dřevinu je možné používat při zalesňování těch nejextrémnějších horských poloh (silně zamokřené, rašelinné nebo naopak minerální půdy). V těchto podmínkách je žádoucí zjistit, jaké množství biomasy (resp. živin) je schopen porost břízy karpatské vázat v nadzemní biomase a také jak rychle dochází k návratu živin do půdního prostředí (opadem asimilačních orgánů).

Příspěvek navazuje na již provedená měření a analýzy výsadeb břízy karpatské na výzkumné ploše *Jizerka* (BALCAR 2001). Reakce přírůstových charakteristik na změny chemismu půdy po aplikaci mletého dolomitického vápence (a čedičové drti) popsali KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK (2007).

CÍL A METODIKA

Cílem popisovaného experimentu bylo kvantifikovat množství živin, které poutá porost břízy karpatské v polohách imisních holin a rovněž zjistit, jaké množství živin se vrací zpět do půdy opadem asimilačních orgánů. Vzhledem k tomu, že obsahy živin v jednotlivých stromových částech byly analyzovány na dvou dílčích plochách (na vápněné a kontrolní), bylo dalším cílem experimentu zjistit závislost obsahů živin na skutečnosti, zda bylo u výsadby provedeno vápnění či nikoliv.

Výsadbový experiment je situován na části trvalé výzkumné plochy Jizerka, založené Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti (Výzkumná stanice Opočno) – (BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994). Popisované výsadby se nacházejí na vrcholu Středního Jizerského hřebene, asi 1 km severně od osady Jizerka na zalesněné imisní holině v Jizerských horách. Nadmořská výška: 980 m, průměrná teplota 4,9 °C (za období 1996–2003), průměrné roční srážky 1089 mm (za období 1994 – 2003) – (SLODIČÁK et al., 2005). Stanoviště je řazeno do lesního typu kyselá smrčina třtinová (8K2), hospodářského souboru 721 a pásma ohrožení imisemi B. Horninové podloží tvoří biotitická žula, půdním typem je horský humusový podzol s přechodem k rašelinnému podzolu.

Výsadby byly založeny v roce 1993. Byly použity jednorocní prostokořenné sazenice břízy karpatské místního původu. Výsadby, kde byl realizován popisovaný experiment, sestávají z 5 dílčích ploch o rozměrech 10 × 10 m. Na každou z nich bylo vysazeno 50 sazenic ve sponu 1 × 2 m (5000 ks na 1 ha). Na 2 dílčích plochách byla aplikována moučka z dolomitického vápence (vápněná varianta), a to vždy 1 kg do každé jamky (moučka byla během výsadby promíchána s půdou v jamce). Vápenec obsahoval 21,5 % Ca a 11,3 % Mg (KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK 2007). Tři dílčí plochy byly ponechány bez aplikace hnojiv (kontrolní varianta).

V roce 2005 (tzn. ve 12letém porostu) bylo celkem odebráno 9 stromových vzorníků k destrukční analýze, a to 4 kusy z vápněné varianty a 5 kusů z kontrolní varianty. Vzorníky byly vybrány tak, aby z hlediska hlavních dendrometrických charakteristik (výška, průměr při bázi kmínku a průměr koruny) odpovídaly středním hodnotám výsadbové varianty, kterou reprezentují. Stromová biomasa byla separována na jednotlivé části: kmínek, větve, kůra (z kmínku) a listy. Celkem u 6 vzorníků (3 kusy z vápněné a 3 kusy z kontrolní varianty) byl z půdy vyzvednut kořenový systém (tzv. „archeologickou“ metodou). Po vyzvednutí byl kořenový systém rozstříhán a jednotlivé kořeny separovány podle tloušťky (tloušťkové stupně: do 0,5 cm; 0,5–1 cm; 1–1,5 cm;

1,5–2 cm; 2–3 cm a více než 3 cm). Před analýzou byly dřevnaté části (kmínek, větve) rozdrceny štěpkovačem. Z biomasy jednotlivých částí každého vzorníku byly vytvořeny samostatné vzorky k chemické analýze. U každého vzorku byla určena hmotnost sušiny (sušení při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti). Dále byla provedena analýza chemického složení – obsahy chemických prvků v sušině: N, P, K, Ca, Mg a S. Laboratorní analýzy byly provedeny v laboratoři „Tomáš“ se sídlem při VÚLHM v Opočně.

Statistická analýza výsledků chemických rozborů je založena na mezivariantním srovnání koncentrací živin v jednotlivých částech vzorníků. Hodnoty obsahů prvků v jednotlivých dřevinných částech na vápněné a kontrolní variantě byly srovnávány parametrickým t-testem na hladině významnosti 95 %. Relevantnost testu byla ověřována Levenovým a Brown-Forsythovým testem. U žádné z dvojice hodnot, které t-test označil za statisticky významné, nehomogenita rozptylu nebyla zjištěna. Statistická analýza byla provedena v softwaru Statistica 8. Výpočetní metody používané softwarem detailně popisují HILL, LEWICKI (2006).

VÝSLEDKY A DISKUSE

1) celkové množství živin a biomasy

Bylo zjištěno, že výsadba břízy karpatské akumulovala od svého založení (v roce 1993) celkem 7,25 tun sušiny na 1 ha (vápněná varianta), resp. 11,34 tun sušiny na 1 ha (kontrolní varianta). To odpovídá průměrnému přírůstu 0,66 resp. 1,03 t.ha⁻¹.rok⁻¹. V biomase asimilačních orgánů bylo v roce 2005 v přepočtu na 1 ha akumulováno na vápněné variantě 718 kg sušiny a na kontrolní variantě 1145 kg sušiny (viz Tab. 1).

Tab. 1: Akumulace sušiny a chemických prvků v celkové biomase a v biomase asimilačních orgánů v porostu břízy karpatské.

celková biomasa	vápněná varianta			kontrolní varianta			listy (v roce 2005)	vápněná varianta		kontrolní varianta	
	g.ks ⁻¹	kg.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹	g.ks ⁻¹	kg.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹		g.ks ⁻¹	kg.ha ⁻¹	g.ks ⁻¹	kg.ha ⁻¹
sušina	1543	7252	659	2657	11338	1031	sušina	153	718	268	1145
N	9,8	46,1	4,2	17,0	72,3	6,6	N	2,9	13,5	5,3	22,8
P	0,9	4,0	0,4	1,6	6,9	0,6	P	0,2	0,9	0,4	1,7
K	3,4	15,7	1,4	5,7	24,1	2,2	K	0,9	4,4	1,6	6,7
Ca	4,3	20,2	1,8	6,2	26,5	2,4	Ca	1,0	4,7	1,8	7,8
Mg	1,5	7,0	0,6	2,9	12,2	1,1	Mg	0,6	3,0	1,3	5,7
S	1,4	6,4	0,6	2,3	9,7	0,9	S	0,2	1,1	0,4	1,5

Celková akumulace biomasy na vápněné variantě (v kg sušiny na 1 ha) dosahuje ve srovnání s kontrolou jen asi 64 %. Taktéž produkce biomasy asimilačních orgánů

dosáhla na vápněné variantě v roce 2005 oproti kontrole pouze asi 63 %. To je v souladu se závěry, které při dřívějších hodnoceních této pokusné výsadby formulovali KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK 2007, když u vápněné varianty zjistili nižší výškový přírůst než u kontrolní. Výsledky zřejmě potvrzují specifické fyziologické vlastnosti břízy karpatské, resp. její negativní reakci na vápnění.

Z provedených analýz jsou patrné následující závěry: Vápněná varianta výsadby břízy karpatské akumuluje jen asi 2/3 množství celkové biomasy (sušiny) než varianta kontrolní. Procentické obsahy zkoumaných chemických prvků se až na výjimky (popsané dále) liší mezi vápněnou a kontrolní variantou jen nevýznamně (viz Tab. 2). Z toho vyplývá, že akumulace sledovaných chemických prvků (N, P, K, Ca, Mg, S) v biomase porostu dosahuje v přepočtu na jednotku plochy na vápněné variantě taktéž nižších hodnot (50 až 70 %) oproti kontrole.

2) Srovnání procentického obsahu sledovaných chemických prvků v biomase porostu na vápněné a kontrolní variantě

a) Podle jednotlivých částí vzorníků

Kmínek: Mezi vápněnou a kontrolní variantou nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v obsahu žádného ze sledovaných prvků. Obsah K a S je na vápněné variantě statisticky nevýznamně nižší než na kontrolní. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný.

Větve: Na vápněné variantě (v porovnání s kontrolou) byla zaznamenána statisticky významně **vyšší** hodnota obsahu **Ca**. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný.

Kůra: Na vápněné variantě (v porovnání s kontrolou) byla zaznamenána statisticky významně **vyšší** hodnota obsahu **K** a **N**. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný.

Listy: Na vápněné variantě (v porovnání s kontrolou) byla zaznamenána statisticky významně **nižší** hodnota obsahu **Mg**. V obsahu ostatních prvků statisticky významný rozdíl nebyl prokázán. Obsah N je na vápněné variantě vyšší než na kontrolní. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný (viz Obr. 1).

Kořeny o tloušťce do 0,5 mm: Na vápněné variantě (v porovnání s kontrolou) byla zaznamenána statisticky významně **vyšší** hodnota obsahu **Ca**. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný.

Kořeny o tloušťce 0,5–1 mm: Mezi vápněnou a kontrolní variantou nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v obsahu žádného ze sledovaných prvků. Obsah

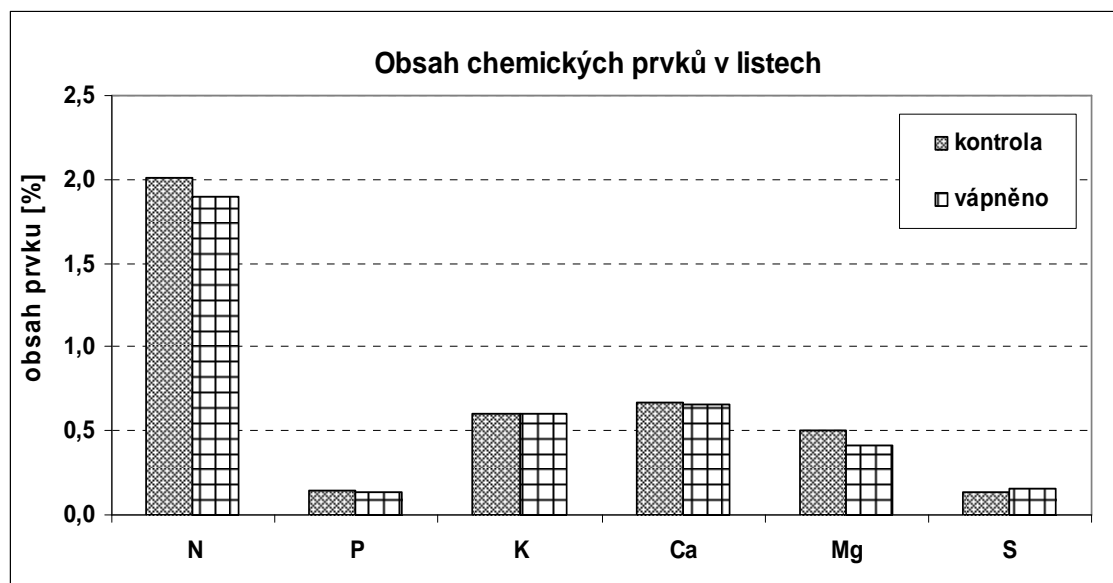
N je na vápněné variantě statisticky nevýznamně vyšší než na kontrolní, obsah P je nižší. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný.

Kořeny o tloušťce 1–1,5 mm: Mezi vápněnou a kontrolní variantou nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v obsahu žádného ze sledovaných prvků. Obsah N, K, Ca a S je na vápněné variantě statisticky nevýznamně vyšší než na kontrolní, obsah P je nižší. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný.

Kořeny o tloušťce 1,5–2 mm: Na vápněné variantě (v porovnání s kontrolou) byla zaznamenána statisticky významně vyšší hodnota obsahu Ca. V obsahu ostatních prvků statisticky významný rozdíl nebyl prokázán. Obsah K je na vápněné variantě statisticky nevýznamně vyšší než u kontrolní, obsah P je nižší. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný.

Kořeny o tloušťce 2–3 mm: Mezi vápněnou a kontrolní variantou nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v obsahu žádného ze sledovaných prvků. Obsah K a Ca je na vápněné variantě statisticky nevýznamně vyšší než na kontrolní, obsah P je nižší. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný.

Kořeny o tloušťce 3 mm a více: Mezi vápněnou a kontrolní variantou nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v obsahu žádného ze sledovaných prvků. Obsah K a Ca je na vápněné variantě statisticky nevýznamně vyšší než na kontrolní. Obsah ostatních prvků je vyrovnaný.



Obr. 1: Obsah sledovaných chemických prvků v asimilačních orgánech (listech) v porostu břízy karpatské na vápněné a kontrolní variantě za rok 2005.

b) Podle jednotlivých chemických prvků

V obsahu **N** byla na vápněné variantě (v porovnání s kontrolou) zaznamenána statisticky významně **vyšší** hodnota u **kůry**. U ostatních stromových částí je obsah N vyrovnaný.

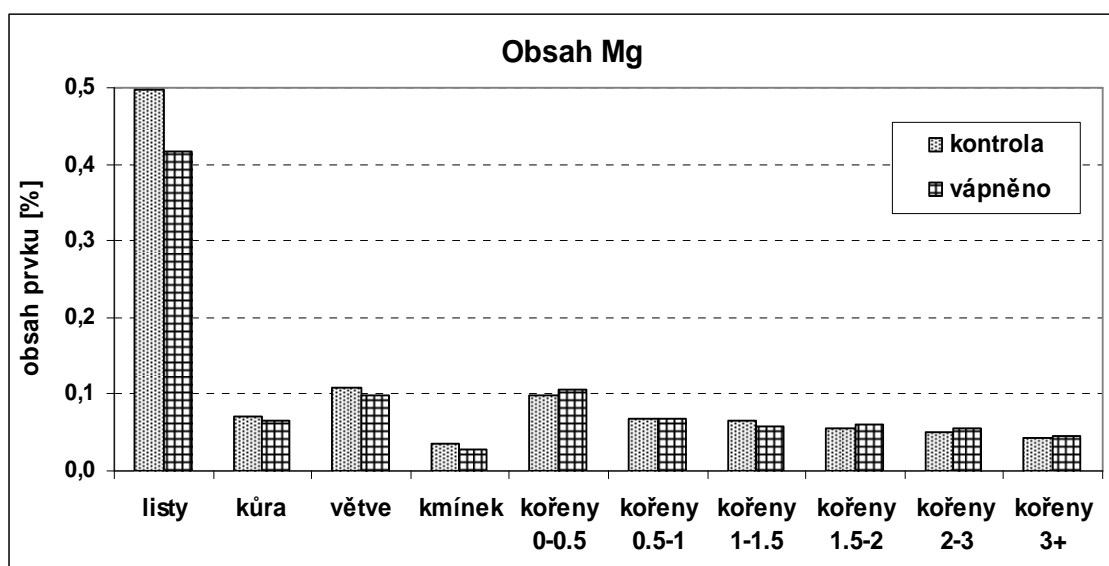
V obsahu **P** nebyly mezi vápněnou a kontrolní variantou prokázány statisticky významné rozdíly u žádných stromových částí. U kořenů a listů je obsah P na kontrolní variantě vyšší než na vápněné, byť rozdíly nejsou statisticky významné (z důvodů vysoké variability hodnot). U ostatních stromových částí je obsah P vyrovnaný.

V obsahu **K** byla na vápněné variantě (v porovnání s kontrolou) zaznamenána statisticky významně **vyšší** hodnota u **kůry**. U ostatních částí je obsah K vyrovnaný.

V obsahu **Ca** byla na vápněné variantě (v porovnání s kontrolou) zaznamenána statisticky významně **vyšší** hodnota u větví, u **kořenů** o tloušťce **do 0,5 cm** a u **kořenů** o tloušťce od **1,5 do 2 cm**. U ostatních stromových částí (kromě kmínku a listů, kde je obsah Ca vyrovnaný) je rovněž na vápněné variantě obsah Ca vyšší než na kontrolní, byť rozdíly nejsou statisticky průkazné.

V obsahu **Mg** byla na vápněné variantě (v porovnání s kontrolou) zaznamenána statisticky významně **nižší** hodnota u **listů**. U ostatních stromových částí statisticky významný rozdíl mezi vápněnou a kontrolní variantou nebyl prokázán (viz Obr. 2).

V obsahu **S** nebyly mezi vápněnou a kontrolní variantou prokázány statisticky významné rozdíly u žádných stromových částí. U listů, kůry a kořenů o tloušťce 0,5–1 cm byl však obsah S u vápněné varianty vyšší než u kontrolní, u kmínku a větví naopak.



Obr. 2: Obsah Mg jednotlivých stromových částech v porostu břízy karpatské na vápněné a kontrolní variantě.

Tab. 2: Průměrná hmotnost sušiny a průměrný obsah sledovaných chemických prvků v jednotlivých stromových částech vzorníků břízy karpatské a směrodatné odchylky (na vápněné a kontrolní variantě). Statisticky významně rozdílné dvojice hodnot jsou zvýrazněny tučně).

kořen 0-0.5	sušina [g]	obsah prvků [%]					
		N	P	K	Ca	Mg	S
kontrola	188,8	0,584	0,052	0,203	0,123	0,098	0,067
<i>Sm. odch.</i>	48,9	0,014	0,008	0,021	0,021	0,023	0,015
vápněno	132,6	0,605	0,040	0,190	0,200	0,107	0,062
<i>Sm. odch.</i>	22,8	0,045	0,004	0,017	0,036	0,020	0,018
kořen 0.5-1							
kontrola	156,9	0,321	0,062	0,187	0,090	0,067	0,055
<i>Sm. odch.</i>	30,4	0,029	0,030	0,025	0,017	0,015	0,012
vápněno	84,1	0,380	0,038	0,203	0,153	0,069	0,068
<i>Sm. odch.</i>	36,0	0,044	0,014	0,059	0,045	0,015	0,015
kořen 1-1.5							
kontrola	77,8	0,337	0,067	0,173	0,090	0,066	0,060
<i>Sm. odch.</i>	25,7	0,047	0,033	0,029	0,017	0,024	0,007
vápněno	42,7	0,356	0,043	0,193	0,130	0,058	0,060
<i>Sm. odch.</i>	9,7	0,054	0,005	0,035	0,020	0,009	0,008
kořen 1.5-2							
kontrola	62,5	0,298	0,058	0,153	0,063	0,056	0,060
<i>Sm. odch.</i>	28,2	0,058	0,021	0,031	0,006	0,015	0,007
vápněno	27,3	0,310	0,041	0,177	0,130	0,060	0,060
<i>Sm. odch.</i>	15,1	0,041	0,008	0,025	0,040	0,010	0,007
kořen 2-3							
kontrola	64,8	0,281	0,057	0,160	0,067	0,052	0,096
<i>Sm. odch.</i>	16,2	0,015	0,020	0,017	0,012	0,016	0,015
vápněno	46,1	0,288	0,040	0,183	0,110	0,055	0,095
<i>Sm. odch.</i>	11,5	0,013	0,010	0,032	0,036	0,016	0,016
kořen 3+							
kontrola	310,4	0,266	0,045	0,150	0,090	0,042	0,112
<i>Sm. odch.</i>	134,6	0,039	0,009	0,020	0,036	0,009	0,023
vápněno	286,7	0,252	0,038	0,170	0,110	0,045	0,117
<i>Sm. odch.</i>	49,4	0,040	0,002	0,017	0,040	0,011	0,024
listy							
kontrola	268,3	2,013	0,145	0,600	0,674	0,498	0,135
<i>Sm. odch.</i>	92,2	0,134	0,021	0,056	0,089	0,039	0,015
vápněno	152,8	1,896	0,129	0,603	0,660	0,416	0,154
<i>Sm. odch.</i>	47,4	0,077	0,012	0,033	0,047	0,033	0,026
kůra							
kontrola	204,0	0,592	0,043	0,150	0,510	0,070	0,093
<i>Sm. odch.</i>	87,8	0,105	0,005	0,012	0,094	0,016	0,011
vápněno	115,5	0,783	0,056	0,193	0,540	0,065	0,110
<i>Sm. odch.</i>	44,2	0,129	0,011	0,017	0,045	0,013	0,015
větve							
kontrola	576,8	0,956	0,078	0,218	0,336	0,109	0,079
<i>Sm. odch.</i>	141,5	0,068	0,010	0,023	0,045	0,024	0,008
vápněno	299,3	0,969	0,080	0,225	0,523	0,099	0,071
<i>Sm. odch.</i>	48,0	0,032	0,006	0,017	0,113	0,019	0,012
kmínek							
kontrola	746,8	0,256	0,035	0,138	0,084	0,035	0,076
<i>Sm. odch.</i>	301,4	0,024	0,006	0,019	0,022	0,006	0,029
vápněno	355,9	0,257	0,034	0,120	0,085	0,029	0,061
<i>Sm. odch.</i>	118,6	0,038	0,007	0,012	0,024	0,005	0,019

Ve většině případů nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi obsahem prvků v jednotlivých stromových částech. V případě fosforu to bylo zejména z důvodů vysoké variability hodnot (vysokého rozptylu). Nejčastěji byly statisticky významné

rozdíly zaznamenány v obsahu Ca, což zjevně souvisí s použitým druhem hnojiva (vysoký obsah Ca). Zajímavé a překvapivé jsou však výsledky ohledně obsahu Mg. Na vápněné variantě (kde byl Mg taktéž dodán), je v několika případech zaznamenána nižší hodnota obsahu Mg než na kontrole, u listů je rozdíl dokonce statisticky významný.

Zde se pravděpodobně projevují specifické fyziologické vlastnosti břízy karpatské. Je možné se domnívat, že tato dřevina je přizpůsobena životu na chudých a kyselých stanovištích do té míry, že zvýšený obsah bazických prvků ji poškozuje, resp. zpomaluje její růst. Může zde být souvislost např. s mykorhizními vztahy, kdy zvýšené pH, popř. obsah bází tyto houby poškozuje a dřevina pak sama nedokáže živiny efektivně přijímat. Tato domněnka nastíněná autory článku je však jen hypotéza, kterou by bylo žádoucí podrobně ověřit. Zhoršený příjem bází po provedeném přihnojení (ať již z jakéhokoli důvodu) může také zapříčinit zjištěný méně intenzivní růst výsadby na vápněné variantě, jak popsali KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK (2007).

Až na výjimky je obsah zkoumaných chemických prvků nejvyšší v listech. Následují větve, kůra, kořeny (nejtenčí až nejtlustší) a nejnižší obsah byl většinou zaznamenán ve dřevě kmínku. Existují však výjimky: např. obsah S s tloušťkou kořenů stoupá, obsah P (porovnáváme-li jen kořeny) je nejvyšší u středně tlustých kořenů (viz tab. 3). Výsledky jsou srovnatelné s údaji z podobných experimentů v zahraničí: např. WANG et al. 2000 (studie se týká druhu *Betula papyrifera* MARSCH.).

ZÁVĚR

Množství akumulované biomasy i sledovaných prvků v přepočtu na jednotku plochy porostu je na vápněné variantě nižší než na kontrolní. Obsah sledovaných prvků většinou stoupá s klesající tloušťkou dřevinné části, což je v souladu s obecnými předpoklady. Většinou nebyly zaznamenány významnější rozdíly mezi vápněnou a kontrolní variantou - od ostatních sledovaných prvků se odlišuje zejména Mg, jehož obsah v listech je na vápněné variantě nižší než na kontrolní. Provedené chemické analýzy naznačují existenci specifických fyziologických vlastností břízy karpatské, což se následně odráží v nižším vzrůstu a vitalitě vápněné výsadby břízy karpatské oproti kontrolní variantě (viz KUNEŠ, BALCAR, ZAHRADNÍK 2007).

Intenzivní jamkové vápnění, jakožto prostředek na zlepšení vitality a růstových vlastností lesních porostů v oblastech s imisně-ekologickými stresy, se v případě břízy karpatské jeví jako kontraproduktivní, a tudíž **nevhodné opatření**, které naopak působí tomuto rašelinnému druhu další stresovou zátěž.

Literatura

- 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: 150–155, ISSN 1212-4834.
- BALCAR, V. – KACÁLEK, D. (1999): K použití autochtonních dřevin pro výsadbu na imisních holinách Jizerských hor. In: Obnova a stabilizace horských lesů. Sborník z konference, Bedřichov v Jizerských horách, 12.–13. 10. 1999, Slodičák, M. (ed.), VÚLHM Jíloviště-Strnady, VS Opočno, ISBN 80-902615-4-X, str. 71–86.
- BALCAR, V. – PODRÁZSKÝ, V. (1994): Založení výsadbového pokusu v hřebenové části Jizerských hor. Zprávy lesnického výzkumu, 39: 2: 1–7, ISSN 0322-9688.
- 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: 11: 505–515, ISSN 1212-4834.
- HEJNÝ, S. – SLAVÍK, B (eds.): Květena České republiky 2. Academia, Praha 2003, druhé, nezměněné vydání; ISBN 80-200-1089-0, 540 s.
- HILL, T. – LEWICKI, P. (2006): Statistics: Methods and Applications – A comprehensive reference for science, industry and data mining [Manuál k programu Statistica]. StatSoft, Inc., USA, 2006, ISBN 1-884233-59-7.
- SLODIČÁK, M. et al. (2005): Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Lesy ČR Hradec Králové (ISBN 80-86945-00-6), Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady (ISBN 80-86461-51-3).
- WANG, J. R. – LETCHFORD, T. – COMEAU, P. – KIMMINS, J. P. (2000): Above- and below-ground biomass and nutrient distribution of a paper birch and subalpine fir mixed-species stand in the Sub-Boreal Spruce zone of British Columbia. Forest Ecology and Management, 130: 1–3: 17–26.

Poděkování: Náklady na chemické rozborů byly financovány Nadací pro záchranu a obnovu Jizerských hor (Jizerský grant). Autoři článku děkují zejména Evě Vykypělové a Jiřímu Zadinovi za pomoc při pořizování dat. Zpracování a úprava odebraného materiálu byla provedena v lesní školce v Louňovicích.

Kontaktní adresa:

Ing. Martin Baláš, Ing. Ivan Kuneš, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýčká 129, Praha 6 – Suchbátka, PSČ 165 00, email: balas@fld.czu.cz, kunes@fld.czu.cz.
