

**SROVNÁNÍ CHARAKTERISTIK NADLOŽNÍHO HUMUSU POD POROSTY SMRKU
A LÍPY NA BÝVALÉ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ**

*SPRUCE AND LINDEN ON THE FORMER AGRICULTURAL SOIL – A COMPARISON OF
FOREST FLOOR PROPERTIES*

DAVID DUŠEK, JIŘÍ NOVÁK, MARIAN SLODIČÁK, DUŠAN KACÁLEK

ABSTRACT

Our study focuses on both forest floor and topsoil properties on sites which were afforested with Norway spruce and small-leaved linden. Based on the literature, we hypothesized that the linden creates more favorable soil properties compared to the spruce. There were collected 7 samples under spruce and 8 samples under linden in 2009. The samples were taken using steel frames (25 x 25 cm). If possible, the samples were separated by layers. Three samples from spruce and four samples from linden were analyzed for pH, C, N, base saturation (Kappen) and plant-available nutrients (Mehlich III). Data were processed using Principal Component Analysis (PCA) using CANOCO 4.5 software. Spruce and linden have similar density (1,650 pcs.ha⁻¹; 1,700 pcs.ha⁻¹ respectively). Spruce shows higher basal area (68.8 m².ha⁻¹) compared to linden (48.2 m².ha⁻¹). Both mean diameter and height of dominant trees are greater in spruce stand. The litter of linden origin accumulates 7 Mg.ha⁻¹ of dry mass while that of spruce accumulates 15 Mg.ha⁻¹ of dry mass. Humus and topsoil under linden showed more favorable properties such as: higher pH, higher base saturation, higher concentrations of Mg. Spruce showed higher concentration of P and higher C/N ratio. Main axes of PCA ordination diagram explain 90% of the total data variability.

Keywords: Norway spruce, small-leaved linden, forest floor, soil

Klíčová slova: smrk ztepilý, lípa srdčitá, nadložní humus, půda

Úvod

V živinovém cyklu lesních ekosystémů sehrává nadložní humus vzniklý z opadu rostlinných částí významnou úlohu (BRIGGS 2004). Ačkoli je proces vzniku těchto organických vrstev obecně stejný v porostech s různými dřevinami, mnohé práce naznačují (např. BINKLEY, VALENTINE 1991, AUGUSTO et al. 2002, HAGEN-THORN et al. 2004, PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005), že vlivy opadu dřevin na půdní vlastnosti srovnatelného stanoviště mohou být výrazně druhově specifické.

Naše studie je zaměřena na hodnocení akumulace a chemických charakteristik holorganických (L, F, H) a organominerálních (Ah) půdních horizontů (NĚMEČEK et al. 2001) pod porosty smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karsten) a lípy malolisté (*Tilia cordata* Mill.) založenými na bývalé zemědělské půdě v podmínkách páteho lesního vegetačního stupně. Naše pracovní hypotéza založená na literárních poznatcích předpokládala příznivější chemické vlastnosti půdních horizontů v porostu lípy ve srovnání se smrkem.

MATERIÁL A METODIKA

Experimentální série Vítkov byla založena v roce 1971 ve smrkové monokultuře za účelem sledování vlivu různého režimu výchovných zásahů na růst, produkci a stabilitu smrkových porostů (ABETZ 1977, SLODIČÁK et al. 2005). Pro účely této práce byla vybrána kontrolní varianta bez výchovných zásahů, dále označována jako varianta SM. Porost lípy, dále označován jako varianta LP, přiléhá ke smrkové monokultuře a v evidenci LHP je zařazen do stejné porostní skupiny jako plocha s experimentální sérií smrku 410E5. Porostní skupina vznikla z umělé obnovy zalesněním zemědělské půdy v roce 1963. Věk porostu smrku i lípy byl v roce šetření (2009) 46 let. Plochy se nachází v lesní oblasti 29 Nížký Jeseník na území LS Vítkov, nadmořská výška 600 m, lesní typ 5V2 – vlhká jedlová bučina papratková (VIEWEGH 2002).

Dendrometrické údaje (tloušťky, výšky) na variantě SM jsou měřeny každoročně na ploše o výměře 0,10 ha. Na variantě LP bylo na podzim roku 2009 provedeno měření tlouštěk všech stromů a výšek stromů horního stromového patra na ploše 0,02 ha.

V listopadu roku 2009 byly na variantách SM a LP odebrány půdní sondy v počtu 7 (SM) a 8 (LP). Odběr byl proveden pomocí kovových rámečků 25 × 25 cm. Na variantě SM byly vylišeny a odděleny horizonty L, F, H a Ah. V případě varianty LP nebylo možné oddělit prakticky neznatelný horizont F od horizontu L a jen velmi slabě vyvinutý horizont H od horizontu Ah, proto byly horizonty L+F a H+Ah sloučeny. Pro chemický rozbor byly vytvořeny směsné vzorky ze dvou sond (v jednom případě ze tří sond u varianty SM).

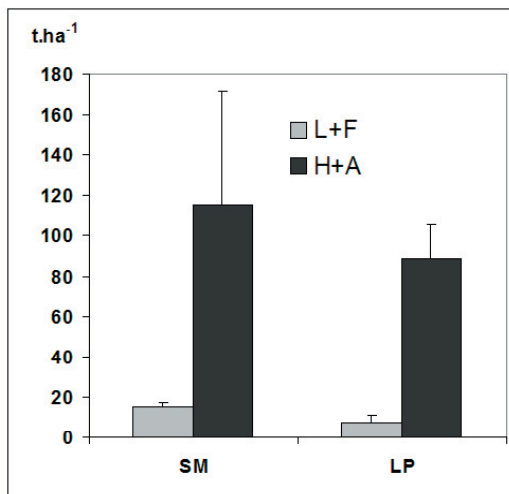
Vzorky byly kvantitativně a kvalitativně analyzovány v laboratoři Tomáš - Opočno. Byla stanovena hmotnost sušiny (vysušením při teplotě 70°C do konstantní hmotnosti), pH v H₂O a KCl, procento oxidovatelného uhlíku metodou Springel-Klee, procento dusíku metodou Kjeldahl (ZBÍRAL 1995), saturace bázemi podle Kappena: S – obsah výměnných bazí, T – kationtová výměnná kapacita, V – procento nasycení sorpčního komplexu bázemi (KAPPEN 1929) a koncentrace přístupných živin (P, K, Ca, Mg) metodou Mehlich III (MEHLICH 1984).

Data o chemickém složení byla statisticky zpracována metodou hlavních komponent (dále PCA) v programu CANOCO 4.5 (TER BRAAK, ŠMILAUER 2002). Data nebyla pro účely PCA transformována, ale byla provedena jejich standardizace (tj. odečtení sloupcového aritmetického průměru od jednotlivých hodnot a jejich vydělení sloupcovou směrodatnou odchylkou). Tato standardizace je nezbytná v případě analýzy vícerozměrných dat vyjádřených v různých jednotkách. Od použití inferenční statistiky bylo upuštěno, neboť jednotlivé sondy zde nepředstavují nezávislé replikace, ale pouze pseudoreplikace (HURLBERT 1984).

VÝSLEDKY

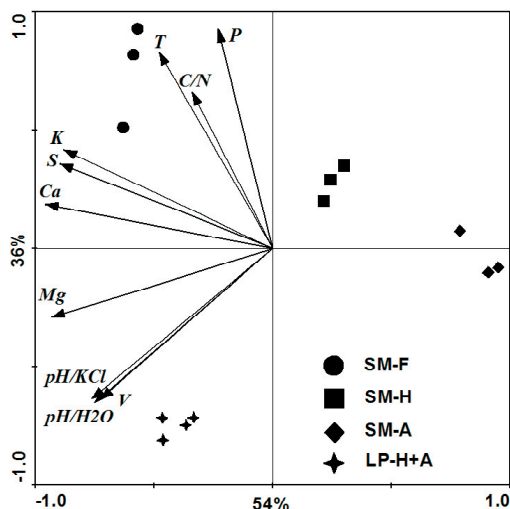
Hektarový počet stromů činil ve věku 46 let (rok 2009) 1650 ks (SM) a 1700 ks (LP). Výčetní kruhová základna byla výrazně vyšší na variantě SM – 68,8 m².ha⁻¹ ve srovnání s variantou LP – 48,2 m².ha⁻¹. Střední tloušťka činila 23 cm (SM) a 19 cm (LP), horní porostní výška 27 m (SM) a 21 m (LP).

Pod porostem lípy byla v porovnání se smrkovým porostem patrná výrazně nižší akumulace sušiny (obr. 1). V horizontech L a F bylo dohromady akumulováno 15 t.ha⁻¹ sušiny na variantě SM a pouze 7 t.ha⁻¹ na variantě LP, kde nebyl vytvořen téměř žádný horizont F. V horizontech H a Ah bylo na variantě SM akumulováno 113 t.ha⁻¹ a na variantě LP 89 t.ha⁻¹. Horizont H byl na variantě LP tak nepatrně vyvinutý, že jej nebylo možné samostatně odebrat.



Obr. 1: Průměrná hmotnost sušiny horizontů se směrodatnými odchylkami vypočtená ze sedmi (SM) a osmi (LP) sond

Mean dry mass of horizons with standard deviations computed from seven (SM-Norway Spruce) and eight (LP-linden) samples
 L+F – litter and fermentation horizon; H+A – humus and organomineral horizon



Na variantě LP byly zjištěny příznivější charakteristiky chemických vlastností horizontů H+A ve srovnání s variantou SM. Lze konstatovat vyšší hodnoty aktivního i výměnného pH a také vyšší stupeň nasycení sorpčního komplexu bázemi pod porostem lípy ve srovnání s porostem smrkovým. Na variantě LP byla také zřejmá vyšší koncentrace hořčíku a mírně vyšší koncentrace vápníku v porovnání s variantou SM. Smrkový porost vykazoval vyšší koncentraci fosforu a vyšší poměr uhlíku k dusíku (tab. 1). První dvě hlavní osy ordinačního diagramu PCA dohromady vysvětlily 90 % celkové variability dat (obr. 2). První osa (54 % variability) je jednoznačně spjata s rozdíly mezi jednotlivými půdními horizonty, zatímco druhá osa (36 % variability) ukazuje na rozdíly mezi variantami LP a SM.

Obr. 2: Ordinační diagram PCA
 PCA ordination diagram.
 SM-H – spruce-humus horizon; SM-A – spruce-organomineral horizon; LP-H+A – linden-humus and organomineral horizon; SM-F – spruce-fermentation horizon

Tab. 1: Základní chemické vlastnosti půdních horizontů
Basic chemical properties of soil horizons

Proměnná Variable	Dřevina-horizont Species-horizon	Počet Count	Průměr Mean	Směrod. odchylka Standard deviation	Proměnná Variable	Dřevina-horizont Species-horizon	Počet Count	Průměr Mean	Směrod. odchylka Standard deviation
pH/H ₂ O	SM-F	3	4,4	0,22	P (mg.kg ⁻¹)	SM-F	3	80	9,2
	SM-H	3	4,1	0,21		SM-H	3	62	8,7
	SM-A	3	3,7	0,08		SM-A	3	26	5,6
	LP-H+A	4	5,5	0,14		LP-H+A	4	13	,5
	SM-F	3	4,1	0,23		SM-F	3	413	45,4
	SM-H	3	3,7	0,18		SM-H	3	232	20,3
pH/KCl	SM-A	3	3,3	0,02	K (mg.kg ⁻¹)	SM-A	3	121	15,5
	LP-H+A	4	5,0	0,09		LP-H+A	4	266	31,7
	SM-F	3	40	5,4		SM-F	3	3455	342,0
	SM-H	3	24	3,2		SM-H	3	2393	118,2
S (mval.100g ⁻¹)	SM-A	3	13	1,9	Ca (mg.kg ⁻¹)	SM-A	3	1228	137,1
	LP-H+A	4	28	1,1		LP-H+A	4	2831	154,0

SM-F – spruce-fermentation horizon; SM-H – spruce-humus horizon; SM-A – spruce-organomineral horizon; LP-H+A – linden-humus and organomineral horizon

DISKUSE

Zhoršení vlastností humusu pod porosty smrku ve srovnání s porosty osiky, buku, břízy a vrby jívy konstatuje KANTOR (1989) ve studii zabývající se melioračními účinky porostů náhradních dřevin v oblasti se silným imisním zatížením nedaleko tepelné elektrárny Trutnov-Poříčí v pátém lesním vegetačním stupni. Podrázský a Remeš (2005) zjistili v oblasti nižších poloh (300 m n. m. – LS Hořice) počínající degradaci a acidifikaci půdy pod porostem smrku a desetkrát vyšší zásobu nadložního humusu ve srovnání s porostem lípy. Nejpříznivější charakteristiky humusu autoři zjistili pod smíšeným porostem s převahou dubu, javoru a jasanu. Čistý porost lípy zde vykazoval určité známky jednostranné zátěže půdy.

HAGEN-THORN et al (2004) srovnával půdní vlastnosti pod třiceti až čtyřicetiletými porosty dubu, lípy, jasanu, břízy, buku a smrku, jenž vznikly zalesněním bývalých zemědělských půd v Litvě, Švédsku a Dánsku. Nalezli statisticky signifikantně vyšší hodnoty pH a vyšší saturaci bázemi ve svrchních půdních horizontech (0-10 cm) porostů lípy malolisté ve srovnání se smrkem ztepilým.

ZÁVĚR

Na základě našich výsledků lze konstatovat:

- Nižší akumulaci sušiny (a tedy vyšší rychlost mineralizace) holorganických horizontů pod porostem lípy ve srovnání se smrkem. Téměř nevyvinutý horizont F a H pod porostem lípy.
- Příznivější hodnoty aktivního i výměnného pH a vyšší stupeň nasycení sorpčního komplexu pod porostem lípy.
- Vyšší podíl C/N a vyšší koncentraci fosforu v humusu smrkového porostu a vyšší koncentraci hořčiku pod porostem lípy.

Výsledky ukazují, ve shodě s poznatky jiných autorů, na celkově příznivější vliv lípy na půdu ve srovnání se smrkem.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl vypracován v rámci podpory projektu NAZV QH91072 „Role lesních dřevin a pěstebních opatření v procesu formování půdního prostředí lesního ekosystému“ a projektu MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- ABETZ P. 1977. The European stem number experiment in Norway spruce (*Picea abies* Karst.). Mitteilungen der Forstlichen Versuchs und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 80: s. 15-21.
- AUGUSTO L., RANGER J., BINKLEY D., ROTHE A. 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Annals of Forest Science, 59: s. 233-253.
- BINKLEY D., VALENTINE D. 1991. Fifty-year biogeochemical effects of green ash,

- white pine, and Norway spruce in a replicated experiment. *Forest and Ecology Management*, 40: s. 13-25.
- BRIGGS R. D. 2004. The Forest Floor. *Encyclopedia of Forest Sciences*, Vol. 3. Oxford. Elsevier: s. 1223-1227.
- HAGEN-THORN A., CALLESEN I., ARMOLAITIS K., NIHLGÅRD B. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 195: s. 373-384.
- HURLBERT S. H. 1984. Pseudoreplication and the Design of Ecological Field Experiments. *Ecological Monographs*, 54: s. 187-211.
- KANTOR, P. 1989. Meliorační účinky porostů náhradních dřevin. *Lesnictví*, 35: 1047-1066.
- KAPPEN H. 1929. *Die Bodenazidität*. Berlin, Springer Verlag: 363 s.
- MEHLICH A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 15: s. 1409-1416.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, ČZU: 79 s.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2005. Effect of forest tree species on the humus form state at lower altitudes. *Journal of Forest Science*, 51: s. 60-66.
- ŠLODIČÁK M., NOVÁK J., SKOVSGAARD J. P. 2005. Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Ecology and Management*, 209: s. 157-166.
- TER BRAAK C. J. F., ŠMILAUER P. 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). Ithaca, Microcomputer Power: 500 s.
- VIEWEGH J. 2002. Přesné určení SLT výzkumných ploch pro výchovu lesa. Zpráva FLE ČZU Praha, 2002, 1 CD-ROM.
- ZBÍRAL J. 1995. *Analýza půd I (Jednotné pracovní postupy)*. Brno, Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 248 s.

Adresa autorů:

Ing. David Dušek,
Ing. Jiří Novák, Ph.D.,
Doc. RNDr. Marian Šlodičák, CSc.,
Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.,
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti,
v.v.i., Strnady, Výzkumná stanice Opočno,
Na Olivě 550, 517 73 Opočno
Česká republika
e-mail: dusek@vulhmop.cz