

VLASTNOSTI NADLOŽNÍHO HUMUSU A SVRCHNÍ VRSTVY PŮDY POD SMRKEM, MODŘÍNEM A OLŠÍ V PODMÍNKÁCH BÝVALÉ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY

FOREST-FLOOR HUMUS AND TOPSOIL PROPERTIES UNDER SPRUCE, LARCH AND ALDER ON FORMER AGRICULTURAL SOILS

DUŠAN KACÁLEK - JIŘÍ NOVÁK - VLADIMÍR ČERNOŠOUS - MARIAN SLODIČÁK - JAN BARTOŠ - VRATISLAV BALCAR
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

Forest floor and topsoil properties of two 50-year-old stands (larch and spruce, alder and spruce) were compared under conditions of former agricultural land in the Orlické hory Mts. (East Bohemia). The results showed, that amount of forest floor did not differ between larch (75 t.ha⁻¹) and spruce (66 t.ha⁻¹) whereas forest floor of alder origin showed significantly higher weight (121 t.ha⁻¹) compared to spruce (77 t.ha⁻¹). The upper layer of forest floor of larch origin was higher in both Ca (2,543 mg.kg⁻¹) and Mg (296 mg.kg⁻¹) than under spruce (Ca – 1,056 mg.kg⁻¹, Mg – 103 mg.kg⁻¹). Lower larch forest floor layer (FH) and topsoil showed lower concentrations of K (155 and 44 mg.kg⁻¹ respectively) whereas topsoil was higher in P (17 mg.kg⁻¹) compared to spruce (7 mg.kg⁻¹). The topsoil under larch was also significantly lower in percent of both total C (3.3%) and N (0.2%) and in C/N ratio (14). Topsoil was higher in Ca (152 mg.kg⁻¹) under alder. Both K (4,142 mg.kg⁻¹) and P (209 mg.kg⁻¹) were found to be significantly higher in the upper forest floor (LF) compared to spruce (K – 659 mg.kg⁻¹ and P – 102 mg.kg⁻¹). The trend of higher K was confirmed also in topsoil under alder. The LF horizon of alder origin consisted mainly of N-enriched leaves having significantly lower C/N ratio (15) compared to spruce (27). The topsoil had lower C/N under alder as well. It can be concluded that both larch and alder are able to form the nutrient-enriched forest floor layers. However, we do not recommend use alder to establish large stands. This species had very low C/N ratio of forest floor; the lower C/N, the higher risk of nitrate leaching. The C/N ratio was significantly lower in alder topsoil (12; $p \leq 0.01$) though the value under spruce seemed to be similar (13).

Klíčová slova: nadložní humus, lesní půda, zemědělská půda, modřín, olše, smrk, obnova lesního prostředí
Key words: forest floor, forest soil, agricultural soil, larch, alder, spruce, forest environment restoration

ÚVOD

Zemědělská půda byla v horských a podhorských podmínkách získávána převážně kultivací lesní půdy. Hory s velkou částí přilehlého podhůří byly na území našeho státu po dlouhou dobu prakticky neosídlené a kolonizace příznivějších oblastí byla poměrně řídká až do konce 12. století. Počátky zemědělské činnosti v oblasti Orlických hor byly těsně spojeny s existencí cisterciáckého kláštera Svaté Pole založeného roku 1149 (NOŽIČKA 1957, HORÁK 1963). Během staletí vznikla v zájmové oblasti rozsáhlá zemědělsky využívaná území. Nicméně některé hospodářsky hůře využitelné pozemky byly později znovu zalesňovány (PODRÁZSKÝ et al. 2009). Významným důvodem byla aplikace výnosově pokročilejších metod zemědělského hospodaření. Největší výměra pozemků vrácených k plnění funkcí lesa je v rámci zájmové oblasti doložena z období poválečného zalesňování (HATLAPATKOVÁ et al. 2006, HATLAPATKOVÁ 2009).

Viditelným rysem obnovy lesního půdního prostředí je zformování povrchových organických horizontů vznikajících opadem a rozkladem nadzemní rostlinné biomasy (KACÁLEK et al. 2007). Tyto akumulované organické vrstvy označované jako nadložní

humus (BRIGGS 2004) jsou významným rysem odlišujícím lesní půdy od zemědělských (TORREANO 2004) a navíc vývoj vrstev nadložního humusu představuje z ekosystémového hlediska příjem uhlíku (PINNO, BÉLANGER 2008). V rámci naší studie nás zajímalo, zda jsou vlastnosti povrchového humusu závislé spíše na druzích dřevin tvořících lesní porosty, nebo na vlastnostech svrchní minerální půdy. Porosty na zalesněné zemědělské půdě byly ke studiu zvoleny zejména proto, že humus akumulovaný na povrchu půdy je výsledkem existence první generace lesa, a tudíž žádná jeho část není dědictvím po předchozím lesním porostu. Za účelem srovnání půd pod různými dřevinami v předpokládaných srovnatelných podmínkách prostředí byly vybrány párové lokality (smrk ztepilý – modřín evropský a smrk ztepilý – olše lepkavá) v padesátiletých porostech první generace lesa v blízkosti obce Neratov v Orlických horách.

Cílem studie bylo zjistit, jaké jsou vlastnosti nadložního humusu a svrchní minerální půdy pod různými dřevinami v porostech první generace lesa.

Tab. 1.

Lokality odběrů vzorků nadložního humusu a půdy
Description of sampled localities

Lokalita ¹	Dřeviny (Věk) ²	Hornina/Půda ³	SLT ⁴	Nadmořská výška (m) ⁵	GPS
Neratov I	SM (50), MD (50)	glaukonitický pískovec/podzol, kambizem	6S	750	50°13'16.024"N, 16°32'7.352"E
Neratov II	SM (50), OL (50)	svor/kambizem	6O	710	50°13'10.035"N, 16°32'48.743"E

Zkratky: SM – smrk ztepilý; MD – modřín opadavý; OL – olše lepkavá, SLT – soubor lesních typů

Captions: ¹Locality; ²Tree species (Age); ³bedrock/soil (glaukonitický pískovec – glaukonitic sandstone; svor – mica schist; kambizem – cambisol; podzol – haplic podzol (FAO 1998); spodosol (Soil taxonomy 1999, NĚMEČEK et al. 2001); ⁴site (6S - *Piceeto - Fagetum mesotrophicum*; 6O - *Piceeto - Abietum variohumidum trophicum*, VIEWEGH et al. 2003); ⁵ – Altitude. Species symbols: SM – Norway spruce; MD – European larch; OL – alder;

Tab. 2.

Biometrické charakteristiky sledovaných porostů (věk 50 let)
Biometric characteristics of the investigated stands (age of 50 years)

Lokalita ¹	Dřeviny ²	N (ks.ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	d _{1,3} (cm)	h _{dom} (m)	Zakmenění ³	Gtab
Neratov I	SM	700	49,4	28,7	27,2	1,04	47,5 (bon. 1 – 34) ⁺⁺
Neratov I	MD	480	34,4	29,6	26,2	1,19	29,0 (bon. 36) ⁺
Neratov II	SM	550	51,4	34,3	29,3	1,04	49,2 (bon. +1 – 36) ⁺⁺
Neratov II	OL	1 040	36,1	20,6	21,1	1,44	25,0 (bon. 28) ⁺

Zakmenění stanoveno podle poměru G a Gtab (tabulková hodnota výčetní základny odpovídající bonity určené podle věku a horní výšky, +ÚHÚL, VÚLHM 1990, ++ČERNÝ et al. 1996). Captions: ¹Locality; ²Tree species; ³Stocking calculated by ratio between G and Gtab (basal area from the tables by the site index which was determined by age and top height, +ÚHÚL 1990, ++ČERNÝ et al. 1996), N – Number of trees per ha, G – Basal area, d_{1,3} – diameter at breast height (DBH), h_{dom} – mean height of dominant trees, SM – Norway spruce; MD – European larch; OL – black alder

METODIKA

Řešení problematiky bylo realizováno v objektech začleněných do experimentální základny Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumné stanice v Opočně situovaných v přírodní lesních oblastech Orlické hory. Obě lokality reprezentovaly ca 50 let zalesněnou zemědělskou půdu v sousedících porostech pod různými dřevinami. (Neratov I a II; tab. 1). Analyzovány byly vzorky horizontů nadložního humusu z porostů smrku (*Picea abies* (L.) KARST.) a sousedních porostů modřínu (*Larix decidua* MILL.) na lokalitě Neratov I a olše (*Alnus glutinosa* (L.) GAERTNER) na lokalitě Neratov II. Dvojice porostů smrk – modřín je situována na souboru lesních typů 6S (svěží smrková bučina) a dvojice smrk – olše na souboru lesních typů 6O (svěží smrková jedlina, OPRL 2009). Modřín se smrkem patří do cílového hospodářského souboru (HS) 55 – Hospodářství živných stanovišť vyšších poloh. Olše se smrkem se nachází v rámci cílového hospodářského souboru 57 – Hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh. Modřín pro hospodářský soubor 55 a olše pro 57 jsou vyhláškou č. 83/1996 Sb. stanoveny jako vhodné přimíšené a vtroušené dřeviny.

Na všech lokalitách byla provedena biometrická šetření v porostech. Na zkusných plochách o velikosti 0,1 ha byla zjišťována hustota porostů (N), střední výčetní tloušťka (d_{1,3}), výčetní základna (G) a horní výška porostu (h_{dom}). Z porovnání s tabulko-

vými hodnotami (UHÚL, VÚLHM 1990, ČERNÝ et al. 1996) pak bylo stanoveno zakmenění porostů (tab. 2).

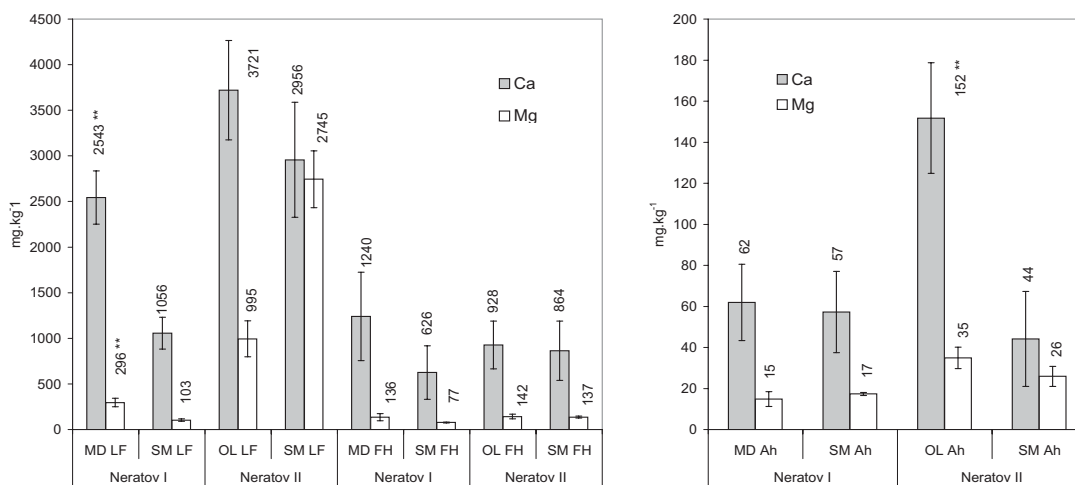
Vzorky povrchového humusu (směsi horizontů L + F a F + H) byly odebírány pomocí kovového rámečku 25 x 25 cm za účelem kvantifikace množství sušiny na jednotku plochy (tuny na hektar). Svrchní část minerální půdy (horizont Ah) byla odebírána do hloubky 10 cm. V rámci jedné varianty (dřeviny) byl paralelně proveden odběr ve třech opakováních za účelem statistického vyhodnocení dat. Půdní typy ve vykopaných sondách byly hodnoceny podle platné klasifikace půd (NĚMEČEK et al. 2001). Odebrané půdní vzorky byly analyzovány v laboratoři Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., ve Strnadlech těmito metodami: příprava půdního vzorku pro fyzikální a chemický rozbor; stanovení sušiny sušením při 105 °C do konstantní hmotnosti; příprava půdního výluhu 1 mol/l chloridem amonným; příprava půdního výluhu slabým roztokem kyselin pro stanovení přístupného fosforu; stanovení celkového uhlíku a dusíku v půdním vzorku spalovací metodou, stanovení výměnných kationtů (Ca, Mg, K) metodou AAS v půdních výluzích, stanovení přístupného fosforu spektrometricky v půdním výluhu a stanovení hmotnosti suchého vzorku. Analyzované hodnoty koncentrací výměnných kationtů a přístupného fosforu byly hodnoceny podle kritérií doporučených ICP Forests (FABIÁNEK et al. 2004). Pro statistické testování byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (mnohonásobná porovnávání, Tukey-test). Výpočty byly provedeny v statistickém programu UNISTAT®.

VÝSLEDKY

Neratov I (smrk a modřín)

Kvantitativně se vrstvy nadložního humusu (suma LFH) pod modřínem (průměrně 75,4 t.ha⁻¹; Sx 14,6) a pod smrkem (průměrně 65,5 t.ha⁻¹; Sx 12,8) od sebe signifikantně nelišily. Svrchní vrstva rostlinného materiálu (směs L + F) vykazovala statisticky vysoce významně ($p \leq 0,01$) vyšší koncentraci vápníku (2 543 mg.kg⁻¹) v modřínovém porostu ve srovnání s porostem smrku (obr. 1). V případě směsných vzorků drti a měli (F + H) a svrchní vrstvy minerální půdy (Ah) se koncentrace vápníku pod modřínem a smrkem nelišily. Koncentrace rostlinám přístupného fosforu se mezi porosty smrku

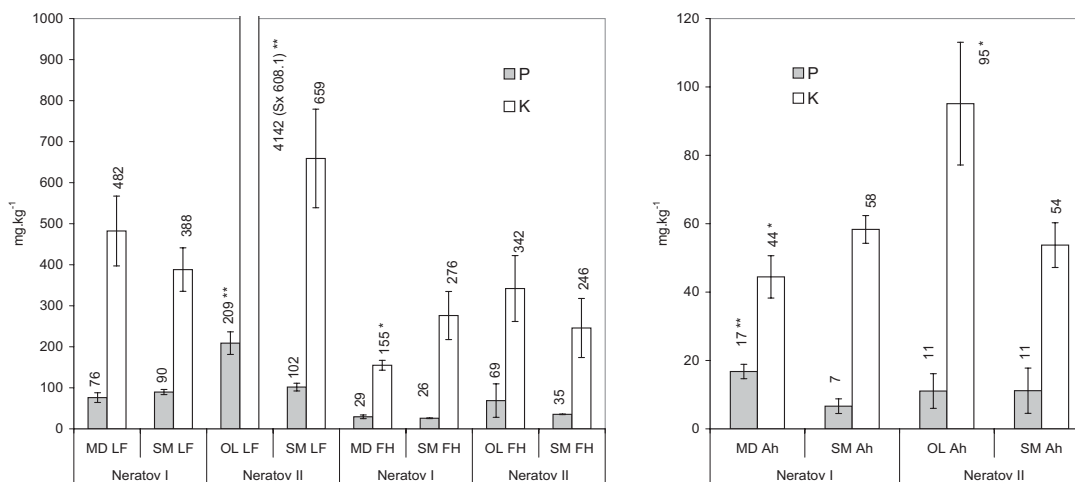
(7 mg.kg⁻¹) a modřínu (17 mg.kg⁻¹; $p \leq 0,01$) vysoce významně lišily pouze ve svrchní minerální půdě vyšší hodnotou pod modřínem. V nadložním humusu nebyl v tomto srovnání rozdíl nalezen. Koncentrace draslíku byla signifikantně nižší pod modřínem (44 mg.kg⁻¹; $p \leq 0,05$) než pod smrkem (58 mg.kg⁻¹) v minerální půdě a v hlubší části (FH) nadložního humusu (MD – 155 mg.kg⁻¹, $p \leq 0,05$; SM – 276 mg.kg⁻¹). Procento celkového uhlíku a dusíku se mezi smrkem a modřínem nelišilo. Také hodnota poměru C/N obou vrstev nadložního humusu pod modřínem (LF – 24,3; FH – 20,9) a smrkem (LF – 23,1; FH – 19,6) byla bez signifikantních rozdílů. Ve vrstvě svrchní minerální půdy byl poměr C/N oproti smrku (15,8) významně nižší pod modřínem (14,0; $p \leq 0,05$).



Obr. 1.

Průměrné koncentrace rostlinám přístupného vápníku a hořčíku v nadložním humusu (zvláště LF a FH) a svrchní vrstvě minerální půdy (Ah). Chybové úsečky představují směrodatné odchylky. Vysvětlivky: MD – modřín, SM – smrk, OL – olše. Statisticky významné rozdíly mezi variantami: * $p \leq 0,05$ a ** $p \leq 0,01$.

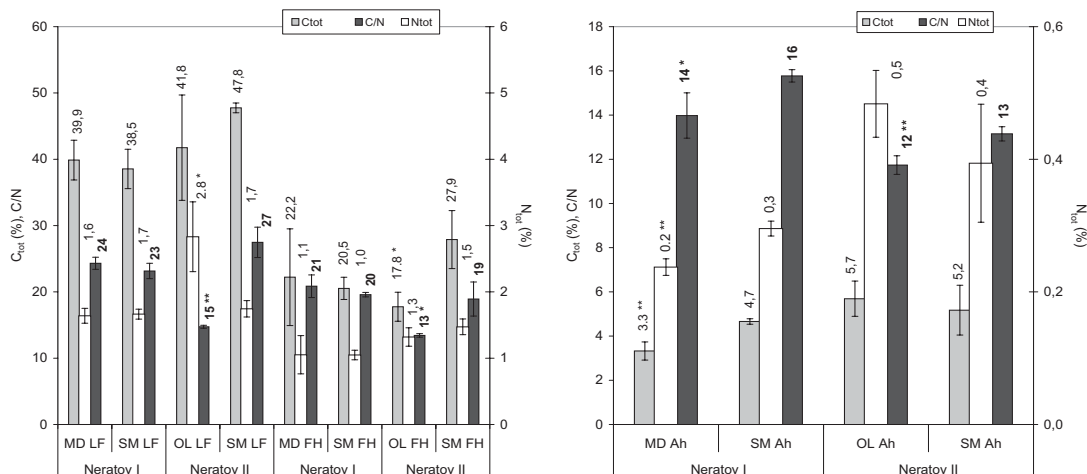
Mean concentrations of plant-available calcium and magnesium in forest floor (LF and FH separately) and topsoil (Ah). Error bars denote standard deviations. Captions: MD – larch, SM – spruce, OL – alder. Significant differences between variants: * $p \leq 0.05$ and ** $p \leq 0.01$.



Obr. 2.

Průměrné koncentrace rostlinám přístupného fosforu a draslíku v nadložním humusu (LF, FH) a svrchní vrstvě minerální půdy (Ah). Chybové úsečky představují směrodatné odchylky. Vysvětlivky: MD – modřín, SM – smrk, OL – olše. Statisticky významné rozdíly mezi variantami: * $p \leq 0,05$ a ** $p \leq 0,01$.

Mean concentrations of plant-available phosphorus and potassium in forest floor (LF and FH separately) and topsoil (Ah). Error bars denote standard deviations. Captions: MD – larch, SM – spruce, OL – alder. Significant differences between variants: * $p \leq 0.05$ and ** $p \leq 0.01$.



Obr. 3.

Celkový uhlík, dusík a poměr C/N v nadložním humusu (LF, FH) a svrchní vrstvě minerální půdy (Ah). Chybové úsečky představují směrodatné odchylky. Vysvětlivky: MD – modřín, SM – smrk, OL – olše. Statisticky významné rozdíly mezi variantami: * $p \leq 0,05$ a ** $p \leq 0,01$.

Total carbon, nitrogen and C/N ratio in forest floor (LF and FH separately) and topsoil (Ah). Error bars denote standard deviations. Captions: MD – larch, SM – spruce, OL – alder. Significant differences between variants: * $p \leq 0.05$ and ** $p \leq 0.01$.

Neratov II (smrk a olše)

V rámci lokality byl konstatován signifikantní rozdíl v kvantitě nadložního humusu (suma LFH) pod olší (v průměru 121,3 t.ha⁻¹; Sx 19,3) ve srovnání s bezprostředně sousedícím porostem smrku (v průměru 77,1 t.ha⁻¹; Sx 14,9). Nebyl nalezen rozdíl v koncentraci vápníku a hořčíku v horizontech nadložního humusu olše a sousedícího smrku. Na druhou stranu jsme konstatovali signifikantně vyšší koncentraci vápníku pod olší (152 mg.kg⁻¹; $p \leq 0,01$) ve svrchní vrstvě minerální půdy než pod smrkem (44 mg.kg⁻¹). Pokud jde o koncentrace rostlinám přístupného fosforu, jeho vysoce významně vyšší koncentrace (209 mg.kg⁻¹; $p \leq 0,01$) byly prokázány v méně rozloženém opadu s drtí (LF) pod olší. Směsný vzorek drtí a měli (FH) pod olší se od smrkového významně nelišil a svrchní vrstva minerální půdy pod oběma dřevinami vykazovala prakticky totožné koncentrace P (obr. 2). Signifikantně vyšší byla koncentrace draslíku pod olší než pod smrkem ve vrstvě LF (4 142 mg.kg⁻¹; $p \leq 0,01$) i Ah (95 mg.kg⁻¹; $p \leq 0,05$). Významně nižší hodnoty poměru C/N u olše jsme našli nejen v obou skupinách vzorků nadložního humusu (LF – 15; $p \leq 0,01$; FH – 13; $p \leq 0,05$), ale také ve svrchní minerální půdě (12; $p \leq 0,01$; obr. 3).

DISKUSE

V našem příspěvku jsme se zaměřili na hodnocení organického krytu půdy včetně svrchní vrstvy minerálního profilu, protože předpokládané změny půdního chemismu vlivem nadložního humusu různých dřevin jsou ve svrchních půdních horizontech nejlépe identifikovatelné, jak to již dříve doložili např. BINKLEY a VALENTINE (1991) nebo HAGEN-THORN et al. (2004). Na základě porovnání koncentrací vápníku, hořčíku a rostlinám přístupného fosforu v nadložních organických vrstvách a v minerální půdě obou lokalit Neratov (I a II) jsme zjistili, že ačkoliv ve svrchní mine-

rální půdě (Ah) pod srovnávanými dřevinami byly zjištěny prakticky shodné koncentrace vápníku a hořčíku, v nadložním humusu (vrstvy LF a FH) byly koncentrace obou živin u modřínu a fosforu u olše významně vyšší ve srovnání se dvěma jim blízkými smrkovými skupinami. Na druhou stranu se vyšší koncentrace vápníku v půdě pod olší a vyšší koncentrace fosforu v půdě pod modřínem nijak neprojevíly v obou sledovaných vrstvách humusu. Vliv smrku nemusí mít vždy stejnou roli v procesu vlivu na půdní vlastnosti. To bylo patrné zejména v případě opadu (LF) smrku srovnávaného s olší, kde jsme konstatovali vyšší koncentrace vápníku, hořčíku a draslíku ve srovnání se smrkem vedle modřínu. Koncentrace rostlinám přístupných živin v humuso-minerálním Ah horizontu byly podle kritérií publikovaných FABIÁNKEM et al. (2004) ve většině případů na nízké úrovni. Střední úroveň dosáhl pouze draslík pod olší. Minerální půda pod oběma smrkovými porosty se jinak výrazněji lišila pouze nižší hodnotou C/N pod smrkem vedle olše. V horizontech FH a Ah se z hlediska koncentrací rostlinám přístupných živin obě smrkové plochy prakticky shodovaly. PODRÁZSKÝ a ŠTĚPÁŇÍK (2002) konstatovali srovnatelné množství pokravného humusu pod smrkem a modřínem (ca 45 t.ha⁻¹). Ačkoliv efekt snížení pH našli pod všemi porosty, nejvýraznější acidifikaci konstatovali pod modřínem. MENŠÍK et al. (2009) nehodnotil zcela čisté porosty; ve smrku i modřínu byla příměs buku. Nicméně pH všech vrstev nadložního humusu (L, F, H) se mezi těmito dřevinami nelišilo. Naše srovnání modřínu se smrkem ukázalo vyšší koncentrace vápníku v nadložním humusu modřínu při prakticky identických hodnotách v minerální půdě pod modřínem i smrkem.

Na plochách zalesněné zemědělské půdy experimentu Neratov I se množství nadložního humusu pod srovnávaným modřínem a smrkem nelišilo, což koresponduje s výsledky PODRÁZSKÉHO a ŠTĚPÁŇÍKA (2002). Naopak MENŠÍK et al. (2009) našli významně vyšší množství nadložního humusu pod směsí modřínu s bukem ve srovnání směsi smrku s bukem. Tento rozdíl byl nicméně způso-

ben významně vyšším množstvím horizontu H, které autoři považovali za pozůstatek humusu po předchozí generaci lesa. Právě z tohoto důvodu je výhodné studovat formování nadložního humusu v první generaci lesa po zalesnění bývalé zemědělské půdy.

Pod olší jsme konstatovali signifikantně vyšší množství organického materiálu kryjícího půdu ve srovnání se sousedním smrkem. Důvodem může být nadměrné zakmenění (1,44) olšového porostu (tab. 2) nebo skutečnost, že odběry byly provedeny standardně na počátku listopadu v době probíhajícího masivního opadu listů.

Velmi významnými ukazateli půdních změn je množství uhlíku a dusíku. Vrstva olšového opadu ukázala významně vyšší procento celkového dusíku ve srovnání s opadem smrkovým. V případě obou ploch Neratov byly hodnoty C/N minerální půdy významně nižší u modřínu i olše ve srovnání se smrkem (obr. 3). Na druhou stranu hodnoty C/N opadu (LF) a nadložního humusu (FH) byly proti smrku signifikantně nižší pouze u olše. Podle kritérií ICP Forests (FABIÁNEK et al. 2004) je C/N minerální půdy pod smrkem (16) v sousedství modřínu těsně nad hranici nízké hodnoty C/N (15). Na lokalitě Neratov II byla nízká hodnota C/N konstatována v minerální půdě pod olší i pod smrkem. Nízká hodnota C/N (LF 15, FH 13) u olšového opadu a humusu byla dosažena i přes vyšší kvantitu organického materiálu vzhledem k obohacení listů dusíkem. GUNDERSEN et al. (2006) uvádí hodnotu C/N okolo 25 jako prahovou pro zvýšené vyluhování nitrátů. Autoři v této studii dále konstatují, že vyluhování nitrátů z olšového nadložního humusu souvisí s fixací dusíku. Ve větším měřítku se zvýšené vyplavování nitrátů může objevit i ve velmi mladých porostech (do 10 let), kde je olše pouze příměsí, jak to na příkladu hodnocení povodí s různě starými porosty doložili CAIRNS a LAJTHA (2005). Důvod zvýšeného obsahu dusíku spočívá ve známé schopnosti olší hostit v kořenových hlízkách aktinomycety rodu *Frankia* sp., které jej jsou schopné získávat přímo z atmosféry (MÖLLEROVÁ 2004, GRYNDLER et al. 2004), v důsledku čehož mají olšové listy vysoký obsah této živiny (ORCZEWSKA 2009). Tato vlastnost byla dokumentována i u jiných druhů olší. Například KŁOPATEK (2002) konstatoval významně vyšší koncentraci a zásobu dusíku pod 40 let starým porostem douglasky (*Pseudotsuga menziesii* (MIRBEL) FRANCO) s 33% příměsí olše (*Alnus rubra* BONG.). U olše zelené (*Alnus viridis* (CHAIX) DC.) dokumentují na základě podrobného rozboru literatury schopnost fixace N₂ symbiotickými hlízkovými bakteriemi ŠACH a ČERNOŠ (2009). Vliv desetiletého porostu olše zelené na zvýšení obsahu dusíku ve svrchních vrstvách nadložního humusu (L + F) byl např. konstatován i v hřebenové poloze Jizerských hor (PODRÁZSKÝ, ULRICOVÁ 2003, BALCAR 2005). V nižší humusové vrstvě (H) nebyl v době šetření rozdíl v obsahu N patrný. Poměr C/N opadu a nadložního humusu u modřínu a smrku se nelišil; významně nižší hodnota pod modřínem (obr. 3) byla pouze ve svrchní vrstvě minerální půdy. MENŠÍK et al. (2009) konstatoval pro mladší (25 let) smíšené porosty smrk-buk a modřín-buk stejné hodnoty C/N pro horizonty nadložního humusu (L, F, H) pod oběma variantami. Na druhou stranu doložil vyšší C/N minerální půdy pod porostem s účastí modřínu.

ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Na základě šetření provedeného v 50letých porostech smrku, modřínu a olše na lokalitách Neratov I a II v Orlických horách lze konstatovat, že porost modřínu a porost smrku se průkazně lišily:

- vyšší koncentrací vápníku a hořčíku ve svrchní vrstvě nadložního humusu (LF) pod porostem modřínu;
- nižší koncentrací draslíku v FH vrstvě nadložního humusu a ve svrchní vrstvě minerální půdy pod modřínem a vyšší koncentrací fosforu v minerální půdě pod modřínem;
- významně nižšími hodnotami procenta celkového uhlíku, dusíku a poměru C/N pod modřínem než pod smrkem ve svrchních 10 cm minerální půdy.

Porost olše a porost smrku se průkazně lišily:

- vyšší koncentrací vápníku ve svrchní minerální půdě pod olší;
- vyšší koncentrací fosforu a draslíku ve svršku nadložního humusu (LF) pod olší než pod smrkem. Tento trend byl konstatován v případě draslíku i ve svrchní minerální půdě.
- vyšším procentem celkového dusíku a následně nižší hodnotou C/N svrchní vrstvy nadložního humusu (LF) pod olší. U hlubší vrstvy humusu (FH) bylo příčinou sníženého poměru C/N pod olší nižší procento celkového uhlíku. Pod olší byl snížený poměr C/N konstatován také v minerální půdě.

Podobný trend vlastností nadložního humusu a minerální půdy byl nalezen pouze v případě nižších koncentrací draslíku pod modřínem než pod smrkem a vyšších koncentrací draslíku pod olší než pod smrkem. Také hodnota C/N byla jak v humusu, tak v půdě nižší pod olší než pod smrkem.

Výsledky šetření potvrzují, že modřín a olše nejsou v podmínkách hodnocených porostů nevhodnějšími melioračními dřevinami. Zejména velmi nízké hodnoty C/N u nadložního humusu olše jsou pro proces obnovy lesního prostředí méně příznivé. Je tomu tak proto, že opuštěné kultivované půdy mohou mít snížené C/N již v iniciálním stadiu při zalesnění, zatímco zvýšení této hodnoty je v procesu obnovy lesního prostředí žádoucí.

Poděkování:

Příspěvek byl vypracován v rámci řešení projektu NAZV QH 910 72 „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

- BALCAR V. 2005. Olše zelená a borovice blatka v Jizerských horách. Lesnická práce, 84: 178-180.
- BINKLEY D., VALENTINE D. 1991. Fifty-year biogeochemical effects of green ash, white pine, and Norway spruce in a replicated experiment. Forest Ecology and Management, 40: 13-25.
- BRIGGS R. D. 2004. The Forest Floor. In: Encyclopedia of Forest Sciences, Vol. 3. Oxford. Elsevier: 1223-1227.
- CAIRNS M. A., LAJTHA K. 2005. Effects of succession on nitrogen export in the west-central Cascades, Oregon. Ecosystems, 8/5: 583-601.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy. IFER: 245 s.
- FABIÁNEK P. et al. (ed.) 2004. Monitoring stavu lesa v České republice 1984 – 2003. Praha. Ministerstvo zemědělství ČR a Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 431 s.
- GRYNDLER M., BALÁŽ M., HRŠELOVÁ H., JANSÁ J., VOSÁTKA M. 2004. Mykorhizní symbióza – O soužití hub s kořeny rostlin. Praha, Academia: 366 s.
- GUNDERSEN, P., SCHMIDT, I. K., RAULUND-RASMUSSEN, K. 2006. Leaching of nitrate from temperate forests - effects of air pollution and forest management. Environmental Reviews, 14: 1-57.
- 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 and Ecology Management, 195: 373-384.
- HATLAPATKOVÁ L. 2009. Rychlost obnovy lesního prostředí po zalesnění marginálních zemědělských pozemků. Teze disertační práce. Praha, Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská: 82 s.
- HATLAPATKOVÁ, L., PODRÁZSKÝ, V., VACEK S. 2006. Výzkum v lesních porostech na bývalých zemědělských půdách v oblasti Deštného a Neratova v PLO 25 – Orlické hory. In: Neuhöferová P. (ed.): Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Kostelec nad Černými lesy: KPL FLE ČZU v Praze a VÚLHM Jíloviště-Strnady, VS Opočno: 185-191.
- HORÁK K. 1963. Historický průzkum lesů LHC Opočno. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů ve Zvolení, pobočka Žďár nad Sázavou: 323 s., mapové přílohy.
- KACÁLEK D., NOVÁK J., ŠPULÁK O., ČERNOŠOU V., BARTOŠ J. 2007. Přeměna půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému – přehled poznatků. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 334-340.
- KLOPATEK J. M. 2002. Belowground carbon pools and processes in different age stands of Douglas-fir. Tree Physiology: 197-204.
- MENŠÍK L., FABIÁNEK T., TESAŘ, V., KULHAVÝ J. 2009. Humus conditions and stand characteristics of artificially established young stands in the process of the transformation of spruce monocultures. Journal of Forest Science, 55: 215-223.
- MÖLLEROVÁ J. 2004. Poznámky k růstu semenáčků olše. Zprávy lesnického výzkumu, 49: 4: 62-63.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, Česká zemědělská univerzita: 78 s.
- NOŽIČKA J. 1957. Přehled vývoje našich lesů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 459 s.
- OPRL. Oblastní plány rozvoje lesů 2009 – mapový server ÚHÚL. <http://geportal2.uhul.cz> [19.11.2009].
- ORCZEWSKA A. 2009. The impact of former agriculture on habitat conditions and distribution patterns of ancient woodland plant species in recent black alder (*Alnus glutinosa* (L.) GAERTN.) woods in south-western Poland. Forest Ecology and Management, 258: 794-803.
- PINNO B. D., BÉLANGER N. 2008. Ecosystem carbon gains from afforestation in the Boreal Transition ecozone of Saskatchewan (Canada) are coupled with the devolution of Black Chernozems. Agriculture, Ecosystems & Environment, 123: 56-62.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., HART V., MOSER W. K. 2009. Production and humus form development in forest stands established on former agricultural lands – Kostelec nad Černými lesy region. Journal of Forest Science, 55: 299-305.
- PODRÁZSKÝ V., ŠTĚPÁNIK R. 2002. Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách – oblast LS Český Rudolec. Zprávy lesnického výzkumu, 47: 53-56.
- PODRÁZSKÝ V., ULBRICHOVÁ I. 2003. Soil chemistry changes in green alder (*Alnus alnobetula* EHRH., C. KOCH). Journal of Forest Science, 49: 104-107.
- ŠACH F., ČERNOŠOU V. 2009. Protierozní a meliorační účinky olše zelené. Zprávy lesnického výzkumu, 54: 267-274.
- TORREANO S. 2004. Soil development and properties. In: Burley J., Evans J., Youngquist J. A. (eds.): Encyclopedia of Forest Sciences, Vol. 3. Elsevier, Oxford: 1208-1216.
- ÚHÚL, VÚLHM, 1990. Taxační tabulky. ÚHÚL Brandýs nad Labem, VÚLHM Zbraslav-Strnady: nestr. (unpaginate).
- VIEWEGH J., KUSBACH A., MIKESKA M. 2003. Czech forest ecosystem classification. Journal of Forest Science, 49: 85-93.
- Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 83/1996 Sb. ze dne 18. března 1996, o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů.

FOREST-FLOOR HUMUS AND TOPSOIL PROPERTIES UNDER SPRUCE, LARCH AND ALDER ON FORMER AGRICULTURAL SOILS

SUMMARY

A forest floor created by forests under conditions of former agricultural land is a result of one-generation trees only, in other words there is no legacy of humus of previous forest origin. In our study, forest floor and topsoil chemistry were investigated using a comparative sampling beneath different forest tree species stands at the same age (Tab. 1). Larch (Neratov I) and alder (Neratov II) were compared to adjacent spruce forest stands. We collected samples of forest floor (LF, FH) and topsoil (Ah) three times for each variant (species). The data were processed using one-way ANOVA (multiple comparisons, Tukey-test) using UNISTAT® software. The question formulating the aim of our study is: Do forest floor and topsoil differ in properties between the tree species?

On the basis of presented analysis we found that:

Larch stand differs from spruce stand in:

- Higher Ca and Mg concentrations in upper forest floor (LF) of larch origin compared to spruce;
- FH layer of larch forest floor is lower in K compared to spruce whereas topsoil is higher in P;
- The topsoil is significantly lower in total nitrogen, total carbon and C/N ratio in upper 10 cm layer.

Alder stand differs from spruce stand in:

- Topsoil is higher in Ca concentration under alder compared to spruce;
- The upper forest floor (LF) is higher in P and K under alder compared to spruce. Similar trend was found also for K in topsoil;
- The upper LF layer is higher in N and lower in C/N under alder. The lower C/N ratio was found in topsoil as well.

Answering the research question, we found significant differences in both forest floor and topsoil samples compared.

It can be concluded that both larch and alder stands are able to form the nutrient-enriched forest floor layers. However, we do not recommend use alder to establish large stands since the species seems to keep C/N ratio of topsoil very low and we refer higher C/N ratio to as one of the crucial humus features in terms of forest soil restoration.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Dušan Kacálek, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391-2; e-mail: kacalek@vulhmop.cz