

## Obnova humusové vrstvy břízou a smrkem pichlavým na narušeném stanovišti v Krušných horách

Ing. Iva Ulbrichová, PhD., prof. Vilém Podrázský CSc., Ing. Martin Kouba

Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, Praha 6 - Suchbát

Přijato: 21. 7. 2011, recenzováno: 5. 8., 8. 8. a 26. 9. 2011

### Abstrakt

Příspěvek dokumentuje výsledky 20letého výzkumu obnovy povrchových vrstev lesních půd na ploše připravené buldozerem. Výzkumná plocha se nachází ve vrcholové ploché části pohoří v nadmořské výšce 860 m n.m., podloží svory, půdní typ kryptopodzoly až podzoly. Byla zde provedena výsadba smrku pichlavého (*Picea pungens*) a poté doplněna v roce 1984 výsevem břízy bradavičnaté (*Betula verrucosa*), která posléze vytvořila horní patro a převládla. Výsledky potvrdily příznivý vliv břízy na tvorbu nové vrstvy nadložního humusu a na chemismus lesní půdy (pH, stav půdního sorpčního komplexu, obsah a zásoby živin). Dynamika půdních charakteristik úzce souvisela s akumulací opadu a procesem tvorby humusových vrstev.

### Restoration of humus layer in stands of birch and blue spruce on a disturbed site in the Krušné Hory Mountains

The paper describes the development of forest soil surface layers on a bulldozed plot in the course of 20 years. The study plot is located on the flat top part of the Krušné Hory Mountain at 860 m a.s.l. The bedrock is formed by acid metamorphites (micaschist) and soil type is represented by Cryptopodzol - Podzol. The plot was afforested by the Blue (Colorado) spruce (*Picea pungens*). In 1984, sown Birch (*Betula verrucosa*) was also planted in the plot and later dominated in the stand. The results confirmed a favourable role of the birch in humus layer formation and positive influence on forest soil chemical characteristics (pH, soil adsorption complex, nutrient content and amount). The dynamics of soil characteristics was closely connected with litter accumulation and humus layer formation.

### Wiederaufbau der Humusschicht mit Birke und Stech-Fichte auf einem gestörten Standort im Erzgebirge

Der Beitrag dokumentiert Ergebnisse der 20-jährigen Forschung des Wiederaufbaus von Oberflächenschichten der Waldböden auf einer vom Bulldozer vorbereiteten Fläche. Die Untersuchungsfläche befindet sich im flachen Gipfelteil des Gebirges in einer Seehöhe von 860 m, die Sohle sind Glimmerschiefer, Rostpodsole bis Podsole. Hier wurde Stech-Fichte (*Picea pungens*) eingepflanzt, danach 1984 mit dem Aussaat der Warzenbirke (*Betula verrucosa*) ergänzt, die anschließend oberen Stock gebildet und vorherrscht hat. Die Ergebnisse bestätigten günstige Wirkung der Birke auf die Bildung einer neuen oberen Humusschicht und auf Chemismus des Waldbodens (pH, Zustand des Bodensorptionskomplexes, Nährstoffgehalt und -vorräte). Die Dynamik von Bodencharakteristiken hing mit Abfallakkumulation und dem Prozess der Bildung von Humusschichten eng zusammen.

Klíčová slova: imisní oblasti, degradace půd, přípravné dřeviny, náhradní dřeviny, lesní půda, meliorace půd, biologická meliorace.

Keywords: immission areas, soil degradation, soil improving tree species, substitute tree species, forest soil, soil amelioration, biological amelioration.

## 1 Úvod

Při obnově lesních porostů Krušných hor, odumřelých jako následek imisní situace (80. léta 20. století) byla, vzhledem k ploše narušených porostů, použita těžká technika. Z celkové plochy území zhruba 30 000 ha, byla na 4 500 ha použita tzv. buldozerová příprava, spočívající v odstranění a shrnutí svrchní vrstvy půdy - nadložního humusu - do valů (důvodem byla silná acidifikace této vrstvy následkem kyselé depozice). Na takto připravená stanoviště byly do minerální zeminy vysévány a vysazovány přípravné i cílové dřeviny, jako např. bříza. Odstranění organických půdních horizontů vedlo ke změnám cyklů živin a chemismu a k degradaci půdy [2,9,15,16] a vlivem toho vykazoval vývoj následných kultur značné poruchy. V současné době je přistupováno k opětovnému rozhrnování valů na tyto plochy, což má mimo jiné za cíl i revitalizaci cyklů živin. Mineralizací organické hmoty v čase a rozhrnováním valů však není možné opět navrátit odstraněnou organickou hmotu do všech porostů (odhadem asi jen do poloviny) a obnova povrchových humusových horizontů tak bude možná pouze akumulací opadu přítomné vegetace nebo přípravných dřevin [3,17]. Dalšími mechanismy zvyšujícími akumulaci humusových horizontů

může být chemická meliorace [4,5,6] a samozřejmě i jednotlivá pěstební opatření [12].

V rámci této studie byla hodnocena půdotvorná funkce břízy (*Betula verrucosa*, syn. *alba*, *pendula*) a smrku pichlavého (*Picea pungens*) jako v minulosti často užívaných přípravných dřevin na plochách s buldozerovou přípravou.

## 2 Metodika

Výzkumná plocha se nachází na lokalitě Boleboř, v podmínkách vrcholového plató v Krušných horách. Charakteristiky plochy: nadmořská výška 860 m, matečná hornina - kyselé metamorfity (svor), půdní typ kryptopodzol až podzol, humusová forma na neporušeném stanovišti mor [1], lesní typ 7K4 [8]. Plocha je tvořena několika typy lesního porostu s různou historií: Obě části plochy byly pro výsadbu upraveny buldozerem, přičemž byl odstraněn nadložní humus až na horizont A (Ae, E) a následovala výsadba smrku pichlavého (*Picea pungens*). Na části plochy byla v r. 1984 následně jako přípravná dřevina vyseta bříza (*Betula verrucosa*, syn. *alba*, *pendula*), která na této ploše převládla (na první části plochy byla systematicky odstraňována). Okraje obou ploch tvořily tzv. valy,

Tab. 1: Srovnání půdních charakteristik v porostu smrku pichlavého a břízy - sušina nadložního humusu a půdní reakce.

| Porost   | Sušina                |       |       | pH H <sub>2</sub> O   |      |      | pH KCl                |      |      |
|----------|-----------------------|-------|-------|-----------------------|------|------|-----------------------|------|------|
| Horizont | [t.ha <sup>-1</sup> ] |       |       | [t.ha <sup>-1</sup> ] |      |      | [t.ha <sup>-1</sup> ] |      |      |
| Smrk p.  | 1994                  | 1999  | 2004  | 1994                  | 1999 | 2004 | 1994                  | 1999 | 2004 |
| L + F1   | 2,01                  | -     | 5,25  | 5,63                  | -    | 5,90 | 4,88                  | -    | 5,30 |
| F2       | 3,10                  | -     | -     | 6,11                  | -    | -    | 5,55                  | -    | -    |
| H        | 4,95                  | 14,52 | 13,80 | 5,45                  | 6,60 | 6,40 | 4,74                  | 4,00 | 5,80 |
| Celkem   | 10,04                 | 14,52 | 19,05 |                       |      |      |                       |      |      |
| Ah       |                       |       |       | 5,34                  | 5,40 | 4,70 | 4,13                  | 3,50 | 3,90 |
|          |                       |       |       |                       |      |      |                       |      |      |
| Bříza    |                       |       |       |                       |      |      |                       |      |      |
| L + F1   | 1,45                  | 4,72  | 6,12  | 5,03                  | 5,80 | 5,50 | 4,62                  | 4,20 | 5,30 |
| F2       | 2,11                  | -     | -     | 5,21                  | -    | -    | 4,32                  | -    | -    |
| H        | 4,34                  | 9,00  | 18,69 | 5,78                  | 5,60 | 4,80 | 5,24                  | 3,90 | 4,50 |
| Celkem   | 8,02                  | 13,72 | 24,81 |                       |      |      |                       |      |      |
| Ah       |                       |       |       | 6,25                  | 5,50 | 5,10 | 5,43                  | 3,40 | 4,10 |

místa s nahrnutým humusem odstraněným ze středových částí ploch. Půdní vzorky pro dokumentaci nové akumulace humusových vrstev byly odebírány ve středových částech ploch. Plochy byly v průběhu 20 let několikrát provozně (letecky) vápněny: V době založení [10] a pak později 3-4x s dávkou 2-4 t.ha<sup>-1</sup>, přičemž poslední aplikace dolomitického vápence proběhla v r. 2002.

Odběr půdních vzorků proběhl v podzimním období (říjen) let 1994, 1999 a 2004 a měl za cíl porovnání půdotvorného vlivu břízy a smrku pichlavého. Vzorky byly odebírány ve středových částech obou ploch, ve 4 opakováních, kvantitativně (za pomoci ocelového rámečku 25 x 25 cm) byly vzorkovány jednotlivé humusové vrstvy L, F, H (pokud bylo možné je rozlišit) a pouze kvalitativně pak svrchní minerální horizont Ah.

Pro zpracování půdních vzorků byly použity standardní metody stanovení [13]: pro organické horizonty celkový obsah sušiny (vysoušení do konstantní hmotnosti při 105 °C) a obsah celkových živin, pro všechny vzorky pH, půdní sorpční

kapacita podle Kappena, výměnná acidita, obsah celkového (oxidovatelného) uhlíku (humusu) a dusíku podle Kjeldahla, přístupné živiny stanovené ve výluhu kyselinou citronovou. Obsah fosforu byl stanoven spektrofotometricky, draslíku plamennou fotometrií a obsahy vápníku a hořčíku pomocí AAS.

Statistické zpracování výsledků půdních rozborů nebylo možné vzhledem ke skutečnosti, že ve většině termínů odběru vzorků byly přímo v terénu vytvářeny směsné vzorky. Pro daný účel byl nicméně tento způsob posouzení stavu stanoviště naprosto dostatečný a je běžně ve vědeckých pracích srovnatelného charakteru používán [7,17].

### 3 Výsledky a diskuze

Dynamika tvorby povrchového humusu je zachycena v tabulce č. 1. V prvním období (1984-1994) měly na tvorbu povrchových vrstev největší vliv trávy (*Deschampsia flexuosa* a v okrajových částech i *Calamagrostis villosa*), což vedlo k mírně vyšší akumulaci nadložního humusu na ploše bez břízy. V dalších letech

Tab. 2: Srovnání charakteristik půdního sorpčního komplexu v porostu smrku pichlavého a břízy.

| Porost   | S - obsah bází |      |      | H - hydrolytická acidita |      |      | T - kationtová výměnná |      |      | V - nasycení sorp. komplexu bázemi |      |      |
|----------|----------------|------|------|--------------------------|------|------|------------------------|------|------|------------------------------------|------|------|
| Horizont | [mekv/100 g]   |      |      |                          |      |      |                        |      |      | (%)                                |      |      |
| Smrk p.  | 1994           | 1999 | 2004 | 1994                     | 1999 | 2004 | 1994                   | 1999 | 2004 | 1994                               | 1999 | 2004 |
| L + F1   | 94,0           | --   | 47,7 | 11,6                     |      | 10,0 | 44,7                   |      | 57,7 | 73,9                               |      | 82,7 |
| F2       | 33,0           | --   |      | 5,6                      |      |      | 40,7                   |      |      | 86,3                               |      |      |
| H        | 35,2           | 14,3 | 46,1 | 7,3                      | 20,0 | 4,5  | 27,2                   | 34,4 | 50,6 | 73,3                               | 41,7 | 90,0 |
| Ah       | 4,0            | 6,4  | 4,6  | 17,4                     | 9,5  | 7,7  | 21,5                   | 15,9 | 12,3 | 19,0                               | 40,2 | 37,3 |
|          |                |      |      |                          |      |      |                        |      |      |                                    |      |      |
| Bříza    |                |      |      |                          |      |      |                        |      |      |                                    |      |      |
| L + F1   | 35,1           | 35,4 | 59,9 | 17,5                     | 30,3 | 17,9 | 52,6                   | 65,7 | 77,9 | 66,7                               | 53,8 | 77,0 |
| F2       | 23,4           |      |      | 13,3                     |      |      | 36,7                   |      |      | 63,7                               |      |      |
| H        | 63,0           | 26,5 | 38,6 | 18,6                     | 21,9 | 19,1 | 81,6                   | 48,4 | 57,8 | 77,2                               | 54,7 | 66,9 |
| Ah       | 39,9           | 3,6  | 10,2 | 9,1                      | 8,9  | 7,8  | 48,0                   | 12,4 | 18,0 | 11,0                               | 28,7 | 57,2 |

Tab. 3: Obsah přístupných živin v půdních horizontech porostu smrku pichlavého a břízy.

| Porost   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |       | K <sub>2</sub> O |       | CaO   |        | MgO  |       | Fe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |       |
|----------|-------------------------------|-------|------------------|-------|-------|--------|------|-------|--------------------------------|-------|
| Horizont | [mg/kg]                       |       |                  |       |       |        |      |       |                                |       |
| Smrk p.  | 1999                          | 2004  | 1999             | 2004  | 1999  | 2004   | 1999 | 2004  | 1999                           | 2004  |
| L + F1   | -                             | 27    |                  | 640   |       | 10 720 |      | 3 733 |                                | 1 283 |
| F2       |                               |       |                  |       |       |        |      |       |                                |       |
| H        | 169                           | 138   | 713              | 307   | 2 133 | 13 800 | 149  | 5 640 | 1 504                          | 1 986 |
| Ah       | 131                           | 149   | 102              | 87    | 1 100 | 800    | 47   | 418   | 2986                           | 2 391 |
|          |                               |       |                  |       |       |        |      |       |                                |       |
| Bříza    |                               |       |                  |       |       |        |      |       |                                |       |
| L + F1   | 733                           | 2 045 | 1 153            | 1 680 | 4 800 | 11 680 | 733  | 1 691 | 264                            | 104   |
| F2       |                               |       |                  |       |       |        |      |       |                                |       |
| H        | 389                           | 359   | 673              | 760   | 2 800 | 7 120  | 335  | 1 452 | 343                            | 1 091 |
| Ah       | 125                           | 168   | 105              | 98    | 513   | 1 603  | 43   | 178   | 1 006                          | 1 876 |

došlo k zapojení porostu břízy, která rostla poměrně vitálně a na povrchu půdy akumulovala vyšší množství organické hmoty [7], než se vytvářelo na ploše se smrkem pichlavým, kde k zapojení ve středové části plochy nedošlo a do značné míry na ní po většinu sledované doby převládaly trávy. Celková akumulace povrchových organických horizontů byla v posledním roce sledování 19,05 t.ha<sup>-1</sup> na stanovišti s výsadbou smrku pichlavého a 24,81 t.ha<sup>-1</sup> na stanovišti s porostem břízy. Podobné výsledky na stanovištích s buldozerovou přípravou byly dokumentovány v okolí [8] i v dalších regionech [7]. Všechny zdroje rovněž potvrzují méně příznivý vliv smrku pichlavého na formování humusových vrstev i z hlediska kvality vytvářeného humusu.

Odlišný byl i vliv obou druhů dřevin z hlediska půdních charakteristik. Z hlediska acidity půdy došlo k zajímavému efektu (tabulka č. 1): Zpočátku na smrkové ploše převládal vliv trav, které produkovaly humus s vyšším pH než opad břízy, následně i vápnění mělo vyšší efekt na plochách se smrkem, které měly delší dobu (částečně až do současnosti) charakter nezapojené plochy s nižší vrstvou humusu. Tyto faktory přispěly k vyšším hodnotám pH ve svrchních humusových horizontech na stanovišti se smrkem pichlavým. Pozitivní vliv břízy se v tomto případě odrazil na příznivějších hodnotách a formování hlubších horizontů, zejména horizontu Ah, což opět koresponduje s obdobnými výsledky [3,8,5].

Stav charakteristik sorpčního komplexu je zachycen v tabulce č. 2. Na stanovišti smrku pichlavého svým vlivem dominoval travní porost, který měl opět na některé charakteristiky příznivější vliv, než opad břízy. Vliv břízy se naopak výrazněji projevil v minerálních horizontech (rok 1994) - v obsahu humusu (15,8 % ve srovnání s 6,9 % na stanovišti se smrkem) a vyšších hodnotách obsahu bází (S). Obdobně je možné pozorovat i vyšší hodnoty hydrolytické acidity a kationtové výměnné kapacity a současně nižší nasycení bázemi pod břízou. Tyto půdní charakteristiky jsou těsně svázány s celkovým množstvím organické hmoty, a tak zjištěné vyšší hodnoty nasycení bázemi těsně souvisí s výraznějšími projevy vlivu vápnění v menší vrstvě humusu na smrkovém stanovišti. Celkově je možné říci, že vliv opadu břízy převládal zejména v horizontech Ah a H a projevil se vyšší kationtovou výměnnou kapacitou a nasycením sorpčního komplexu bázemi.

Obsahy přístupných živin v jednotlivých horizontech v porostech různých dřevin se rovněž výrazně lišily (tabulka č. 3). Opět zde vidíme příznivější hodnoty v hlubších horizontech na stanovišti s břízou. Vyšší obsahy rostlinám přístupného draslíku dokumentují efektivnější cyklus živin a vyšší kvalitu březového opadu. Hodnoty obsahu přístupného vápníku odrážejí menší pufrací efekt humusových forem na stanovišti se smrkem pichlavým. V roce 1999 zde byl v hlubších horizontech jasně patrný efekt staršího vápnění, v horizontech mělčích pak později efekt vápnění z r. 2002. Podobné tendence je možné pozorovat i u hořčíku, který byl antropogenně ovlivněn podobně jako vápník.

Obsahy přístupného železa ukazují na výraznější acidifikaci stanovišť a agresivní prostředí půd na stanovišti se smrkem pichlavým a nejsou nijak těsně svázány s obsahem bází v půdě. Obsahy přístupného fosforu mají problematické výsledky ukazující na biologickou kontaminaci (možný vliv zvěře na svrchní horizont - v r. 2004 příliš vysoká hodnota).

Obsah celkového dusíku (tabulka č. 4) a jeho množství fixované v holorganických horizontech (tabulka č. 5) ukazují mnohem větší potenciál ke kumulaci této živiny a její výraznější dynamiku na stanovištích s porostem břízy. Podobný trend je rovněž pozorovatelný pro obsah celkového fosforu a kvalitu vznikající humusové vrstvy. Oproti tomu obsah celkového draslíku je vyšší na stanovištích smrkových, především díky jejich bylinnému pokryvu tvořenému travami [10]. Obsahy draslíku ve formě přístupné pro rostliny (tabulka č. 3) jsou však vyšší na stanovišti s břízou.

Provozní vápnění evidentně ovlivnilo celkový obsah vápníku a hořčíku (tabulka č. 4), a to zejména pomocí obsahu jemných částic mletého dolomitického vápence v jednotlivých vrstvách. Méně mocné vrstvy povrchového humusu na ploše se smrkem zachytily proporcčně vyšší množství jemných částic vápence. Rovněž je třeba brát v úvahu kyselejší pH na stanovišti břízy a větší možnost rozpouštění a využití vápníku a hořčíku z půdy, i jejich uložení v rychleji rostoucí biomase březového porostu.

V našem případě makroelementy (P, Ca, Mg) naznačují akumulaci v horizontech s největší biologickou aktivitou (1994). Změny v půdním profilu, jako je buldozerová příprava,

Tab. 4: Obsah celkových živin v organických půdních horizontech porostu smrku pichlavého a břízy.

| Stanoviště | N    |      |      | P    |      |      | K    |      |      | Ca   |      |      | Mg   |      |      |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Horizont   | (%)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Smrk p.    | 1994 | 1999 | 2004 | 1994 | 1999 | 2004 | 1994 | 1999 | 2004 | 1994 | 1999 | 2004 | 1994 | 1999 | 2004 |
| L + F1     | 0,84 |      | 1,19 | 0,10 |      | 0,15 | 0,67 |      | 0,58 | 0,71 |      | 0,34 | 0,10 |      | 0,43 |
| F2         | 0,86 |      |      | 0,07 |      |      | 0,77 |      |      | 0,64 |      |      | 0,11 |      |      |
| H          | 0,85 | 0,74 | 0,74 | 0,07 | 0,07 | 0,10 | 0,81 | 0,42 | 0,59 | 0,32 | 0,12 | 1,82 | 0,08 | 0,02 | 1,25 |
|            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Bříza      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| L + F1     | 1,43 |      | 2,16 | 0,13 | 0,10 | 0,20 | 0,51 | 0,24 | 0,28 | 0,84 | 0,24 | 1,02 | 0,09 | 0,02 | 0,20 |
| F2         | 1,59 | 1,87 |      | 0,15 |      |      | 0,42 |      |      | 0,40 |      |      | 0,10 |      |      |
| H          | 0,94 | 1,34 | 1,41 | 0,09 | 0,08 | 0,13 | 0,31 | 0,28 | 0,49 | 0,86 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,02 | 0,20 |

Tab. 5: Množství celkových živin v organických půdních horizontech porostu smrku pichlavého a břízy.

| Stanoviště | N                      |      |      | P    |      |      | K    |      |       | Ca   |      |       | Mg   |      |       |
|------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|
| Horizont   | [kg.ha <sup>-1</sup> ] |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      |       |
| Smrk p.    | 1994                   | 1999 | 2004 | 1994 | 1999 | 2004 | 1994 | 1999 | 2004  | 1994 | 1999 | 2004  | 1994 | 1999 | 2004  |
| L + F1     | 17                     |      | 62   | 2,1  |      | 7,8  | 13,5 |      | 30,4  | 14,3 |      | 17,8  | 2,0  |      | 22,5  |
| F2         | 27                     |      |      | 2,3  |      |      | 23,7 |      |       | 19,8 |      |       | 3,3  |      |       |
| H          | 42                     | 107  | 102  | 3,3  | 10,2 | 14,4 | 39,8 | 61,0 | 81,4  | 15,8 | 17,4 | 251,2 | 3,7  | 3,5  | 172,4 |
| Celkem     | 86                     | 107  | 164  | 7,7  | 10,2 | 22,2 | 77,0 | 61,0 | 111,8 | 49,9 | 17,4 | 269,0 | 9,0  | 3,5  | 194,9 |
|            |                        |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      |       |
| Bříza      |                        |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      |       |
| L + F1     | 21                     |      | 132  | 1,9  |      | 12,0 | 7,4  |      | 17,1  | 12,2 |      | 62,4  | 1,3  |      | 12,2  |
| F2         | 34                     | 144  |      | 3,1  | 4,7  |      | 8,8  | 11,3 |       | 8,4  | 11,3 |       | 2,0  | 1,1  |       |
| H          | 41                     | 121  | 263  | 3,8  | 7,2  | 23,9 | 13,5 | 25,2 | 91,6  | 37,3 | 12,6 | 26,2  | 5,7  | 1,8  | 37,4  |
| Celkem     | 96                     | 265  | 395  | 8,8  | 11,9 | 35,9 | 29,7 | 36,5 | 108,7 | 57,9 | 23,9 | 88,6  | 9,0  | 2,9  | 49,6  |

Tab. 6: Množství celkového poutaného uhlíku, dusíku a C/N v půdách pod porostem smrku pichlavého a břízy.

| Stanoviště | Celkový uhlík          |       |       |       | Nitrogen - Kjeldahl |      | C/N  |      |
|------------|------------------------|-------|-------|-------|---------------------|------|------|------|
| Horizont   | [kg.ha <sup>-1</sup> ] |       | (%)   |       |                     |      |      |      |
| Smrk p.    | 1999                   | 2004  | 1999  | 2004  | 1999                | 2004 | 1999 | 2004 |
| L + F1     |                        | 1,019 |       | 19,41 |                     | 1,04 |      | 19   |
| F2         |                        |       |       |       |                     |      |      |      |
| H          | 1,861                  | 1,391 | 12,82 | 10,08 | 0,7                 | 0,66 | 18   | 15   |
| Celkem     | 1,861                  | 2,410 |       |       |                     |      |      |      |
| Ah         |                        |       | 5,10  | 3,83  | 0,22                | 0,18 | 23   | 21   |
|            |                        |       |       |       |                     |      |      |      |
| Bříza      |                        |       |       |       |                     |      |      |      |
| L + F1     |                        | 1,964 |       | 32,09 |                     | 2,08 |      | 15   |
| F2         | 2,097                  |       | 44,43 |       | 1,93                |      | 23   |      |
| H          | 2,908                  | 4,400 | 32,31 | 23,54 | 1,56                | 1,42 | 21   | 17   |
| Celkem     | 5,005                  | 6,364 |       |       |                     |      |      |      |
| Ah         |                        |       | 4,12  | 4,52  | 0,23                | 0,25 | 18   | 18   |

narušení a promíchání povrchových horizontů a výrazné vápnění, tuto dynamiku, jasně viditelnou na nenarušených stanovištích, ovšem výrazně negativně ovlivňují [9,11,14,15].

Celkový obsah uhlíku poutaného ve svrchních humusových vrstvách byl výrazně vyšší v porostu břízy (tabulka č. 6), což těsně souvisí s rychlejší tvorbou humusových vrstev pod porostem této dřeviny (tabulka č. 1). Současně byl vyšší i obsah

celkového dusíku podle Kjeldahla a v důsledku toho i poměr C/N pod břízou velmi podobný (mírně nižší) než na stanovišti se smrkem (kde je tento poměr silně ovlivněn travním porostem). Hodnoty poměru C/N jsou nižší než 20, což upozorňuje na možnosti rychlé mineralizace takovéto organické hmoty, pokud zde nebude zapojený porost blokuující rychlý proces rozkladu.

#### 4 Závěr

Buldozerová příprava znamenala výrazný zásah do charakteru lesních půd. Obnova takto narušených půd bude trvat desetiletí - v průběhu prvních 20 let se na vybraných stanovištích podařilo zaznamenat vytvoření vrstvy holorganických horizontů v množství 19 až 25 t/ha (ve srovnání s humusovými horizonty na lesních půdách nenarušených, kde je tato vrstva obvykle 150 až 200 t/ha [3]). Při srovnání přípravných dřevin, byla bříza bělokorá mnohem efektivnější v kumulaci povrchového humusu, zatímco porost smrku pichlavého byl nezapojený, a na vývoj humusových forem měly výrazný vliv trávy dominující v bylinném patře.

Oproti tomu nižší vrstvy holorganických horizontů na smrkovém stanovišti méně tlumily vliv vápnění, což vedlo k vyššímu pH, vyššímu nasycení sorpčního komplexu bázemi a vyšším obsahům Ca a Mg ve svrchní humusové vrstvě.

Dynamika zásadně důležitých prvků, fosforu a dusíku, byla příznivější na stanovišti s březovým porostem a po prvních dvou desetiletích se jeví půdotvorný vliv břízy jako efektivnější. Tato dřevina tak lépe přispívá k revitalizaci podobně zasažených stanovišť, na kterých došlo k odstranění humusových horizontů, nebo na kterých tyto horizonty teprve vznikají.

Výsledky dvacetiletého výzkumu ukazují možnosti obnovy půd řádově za jedno století, na druhou stranu ukazují i potenciální rizika negativního vlivu neodpovídajícího managementu na cyklus živin a organické hmoty. Studované cykly živin mohou pomoci při formulaci hlavních zásad odpovídajícího managementu, při využití efektu přípravných dřevin pro revitalizaci půd a při následné reintrodukci dřevin klimaxových či hospodářských.

#### Poděkování

Příspěvek vznikl jako součást řešení projektů NAZV QG50105 Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť a QH 92087 Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do jehličnatých porostů v Jizerských horách.

#### Literatura

- [1] GREEN, R. N. et al.: *Towards a taxonomic classification of humus forms*. Forest Science, 39, Monograph 29 (Suppl. 1), 49 p., 1993.
- [2] JIRGLE, J.: *Příčiny chřadnutí některých kultur náhradních dřevin v Krušných horách*. Zprávy lesnického výzkumu, 26, (2), pp. 15 – 21, 1984.
- [3] KANTOR, P.: *Meliorační účinky porostů náhradních dřevin*. Lesnictví, 35 (12), pp. 1047 – 1066, 1989.
- [4] KUNEŠ, I., BALCAR, V., ZAHRADNÍK, D.: *Vliv cílené povrchové aplikace dolomitického vápence na pedochemické parametry půdy na imisní holině ve vrcholových partiích Jizerských hor*. Zprávy lesnického výzkumu, 52 (3), pp. 234 – 245, 2007.
- [5] KUNEŠ, I., BALCAR, V., VYKYPĚLOVÁ, E., ZADINA, J., ŠEDLBAUEROVÁ, J., ZAHRADNÍK, D.: *Vliv jamkové a pomístné povrchové aplikace dolomitického vápence na množství a chemické složení biomasy smrku ztepilého v Jizerských horách*. Zprávy lesnického výzkumu, 52 (4), pp. 316 – 327, 2007.
- [6] KUNEŠ, I., BALCAR, V., ZAHRADNÍK, D.: *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): pp. 505 – 515, 2007.
- [7] MORAVČÍK, P., PODRÁZSKÝ, V.: *Akumulace biomasy v porostech břízy a smrku pichlavého a jejich vliv na půdu*. Zprávy lesnického výzkumu, 39, (2), pp. 4 – 9, 1993.
- [8] PODRÁZSKÝ, V.: *Restoration of humus forms on the bulldozed plots and reforested agricultural lands in the Ore. Mts*. Scientia Agriculturae Bohemica, 39, (2): pp. 232 – 237, 2008.
- [9] PODRÁZSKÝ, V., ULBRICHOVÁ, I., MOSER, W.K.: *Ecological impact analysis of mechanised site preparation techniques*. Journal of Forest Science 47, pp. 146 – 149, 2001.
- [10] REMEŠ, J., PODRÁZSKÝ, V.: *Effects of preparatory stands on forest site restoration*. Ekológia/Ecology, 22 (1), Supl. 1, pp. 291 – 293, 2003.
- [11] REMEŠ, J., PODRÁZSKÝ, V.: *Fertilization of spruce monocultures in the territory of training forest enterprise in Kostelec na Černými lesy*. Journal of Forest Science, 52, Special issue, pp. 73 – 78, 2006.
- [12] SLODIČÁK, M. et al.: *Lesnické hospodaření v Krušných horách*. Hradec Králové, Lesy České republiky; Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. p. 480, 2008.
- [13] ŠARMAN, J.: *Lesnické půdoznalství s mikrobiologií*. Praha, SPN, p. 221, 1981.
- [14] TIETEMA, A.: *Nitrogen cycling and soil acidification in forest ecosystems in the Netherlands*. Amsterdam, University of Amsterdam. p. 140, 1992.
- [15] ULBRICHOVÁ, I., PODRÁZSKÝ, V.: *Mechanised site preparation and restoration of degraded site*. Ekológia/Ecology, 22 (1), Supl. 1, pp. 388 – 391, 2003.
- [16] VAVŘÍČEK, D., ŠIMKOVÁ, P.: *Komparace skarifikovaných ploch mezi valy a přirozeným edatopem 7. LVS Krušných hor. Sb: Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2003*. Jiloviště-Strnady, VÚLHM, pp. 29 – 44, 2004.
- [17] VAVŘÍČEK, D., PECHÁČEK, J., JONÁK, P., SAMEC, P.: *The effect of point application of fertilizers on the soil environment of sprej line Windows in the Krušné hory Mts*. Journal of Forest Science, 56 (5), pp. 195 – 208, 2010.