

AKUMULACE HUMUSU A ŽIVIN POD MLADÝMI POROSTY SMRKU ZTEPILÉHO V OCHRANNÉM PÁSMU VODNÍCH ZDROJŮ V KRUŠNÝCH HORÁCH

HUMUS AND NUTRIENTS ACCUMULATION UNDER YOUNG NORWAY SPRUCE STANDS IN PROTECTIVE ZONE OF WATER RESOURCES IN THE KRUŠNÉ HORY MTS.

JIŘÍ NOVÁK - MARIAN SLODIČÁK - DAVID DUŠEK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

The main objective of silvicultural measures in the forests in the protective zone (first and second level) of water resources and reservoirs is stabilization of forest function fulfilment with accent on hydrologic and water management functions. Additionally, prevention of oversized litter accumulation in humus horizons under Norway spruce (monocultures or mixture with prevailing spruce) stands is demanded due to risk of possible contamination of these water resources by humic acids. Therefore, current status of quantity and quality of humus horizons under young (30 and 40-year old) spruce stands was observed on two typical localities around the water reservoir Fláje in the Krušné hory Mts. We found that amount of dry mass in humus horizons under spruce stands increased together with age of stands. Observed amount of dry mass in horizons L + F + H (50 - 70 thousand kg per hectare) is comparable with the results from the stands at the same age on the other localities.

Klíčová slova: smrk ztepilý, akumulace humusu, ochranná pásma vodních zdrojů, Krušné hory

Keywords: Norway spruce, humus accumulation, protective zones of water resources, the Krušné hory Mts.

ÚVOD

Ochranná pásma vodních zdrojů jsou stanovována vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 137/1999 Sb. Tato a související současná legislativa však nestanovuje žádné konkrétní předpisy k lesnickému hospodaření v těchto lokalitách. Zásady hospodaření na území ochranných pásem jsou záležitostí lokálního posouzení podmínek pro ochranu zdroje a výsledku vodoprávního řízení. I v zahraničí je poměrně úzká databáze exaktních výsledků o vlivu péstebních opatření (zejména výchovy) na funkčnost lesních porostů v těchto pásmech (LAURÉN et al. 2007). V ČR je dosud dobře využitelným zdrojem informací o účelných hospodářských opatřeních v dotčených lesích Instrukce MLVH ČSR č. 13/1982 k hospodaření na lesních pozemcích v ochranných pásmech vodních zdrojů. Tato směrnice je dodnes využívána v návrzích Rámcových směrnic hospodaření pro hospodářské soubory (HS) těchto lesů zvláštního určení v oblastních plánech rozvoje lesů, lesních hospodářských plánech a lesních hospodářských osnovách (Kolektiv 2007). Instrukce navrhuje zásady hospodaření v lesích v jednotlivých ochranných pásmech vodních zdrojů z hlediska převažující vodohospodářské funkce. Zásady hospodaření jsou členěny podle ochranných pásem vodárenských toků a nádrží a ploch porostů kolem zdrojů podzemních vod.

Hlavním cílem péstebních opatření je v těchto lokalitách stabilizace plnění všech funkcí lesa s důrazem na funkce hydrické. Předpokládá se, že lesní porosty v těchto pásmech budou i tzv. „nárazníkovou“ zónou proti znečištění vodního zdroje chemickými látkami (včetně živin) a sedimenty. Z důvodů snazšího udržování čistoty vodního zdroje jsou v dotčených lokalitách pěstovány převážně smrkové porosty. Ve smrkových

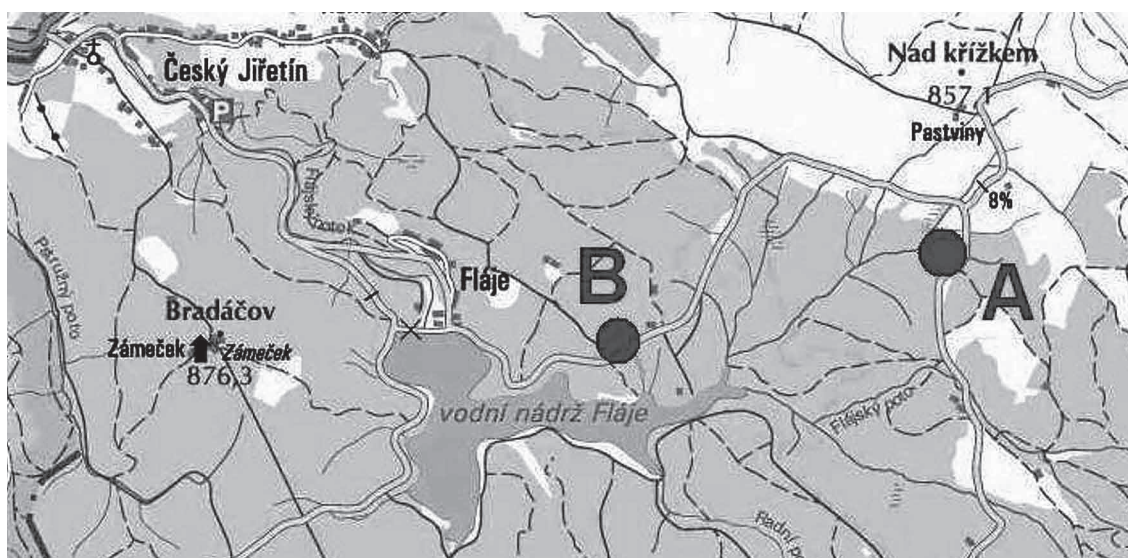
porostech a ve směsích s převládajícím smrkem je navíc požadováno zamezení nadměrného hromadění opadu v humusových horizontech s možným rizikem kontaminace vody dotčených zdrojů huminovými kyselinami. Doporučovaným opatřením je udržování volnějšího zápoje porostů systematicky prováděnou intenzivní výchovou.

Pro zjištění současné situace v mladých 30 až 40letých porostech smrku ztepilého byla provedena ambulantní šetření kvantity a kvality humusových vrstev na dvou typických lokalitách kolem vodárenské nádrže Fláje (uvedená pod č. 29 v příloze vyhlášky MŽP č. 137/1999 Sb.) v Krušných horách.

METODIKA

Pro účely studie byly vybrány dvě lokality A (porost 108 F3) a B (porost 303 D3) na LS Litvínov s doposud nevychovávanými monokulturami smrku ztepilého vysázeného na bývalé zemědělské půdě (odpovídající SLT 7K - *Fageto-Piceetum acidophilum*) kolem vodního díla Fláje v nadmořské výšce 780 až 800 m (obr. 1). Smrkové porosty rostoucí na lokalitách s dřívějším zemědělským využitím jsou pro tuto oblast poměrně typické. Přehrada byla postavena v letech 1951 - 1964 (do provozu uvedena v roce 1960) a okolní dříve zemědělsky využívaná půda byla zalesněna.

Na vybraných lokalitách byly zjištěny porostní dendrometrické údaje (tab. 1). Smrkový porost na lokalitě A lze zařadit podle poměru věku a horní výšky (tabulky – ČERNÝ et al. 1996) do 5. (26.) až 6. (24.) bonity. Výčetní kruhová základna, zřejmě z důvodů růstu porostů na bývalé zemědělské půdě, však překračuje hodnoty uváděné v tomto věku (30 let) na nejlepší bonitě +1 (36). Obdobně



Obr. 1.

Geografická lokalizace lokalit A a B u vodního díla Fláje v Krušných horách (podklad Geobáze® 1997 - 2000)

Geographic location of localities A and B near water reservoir Fláje in the Krušné hory Mts. (map source: Geobáze® 1997 - 2000)

Tab. 1.

Charakteristika šetřených porostů smrku ztepilého na lokalitách A a B (viz obr. 1) u vodního díla Fláje v Krušných horách ve srovnání s údaji růstových tabulek (ČERNÝ et al. 1996)

Characteristics of observed Norway spruce stands on localities A and B (see Fig. 1) near water reservoir Fláje in the Krušné hory Mts. in comparison with growth tables (ČERNÝ et al. 1996)

Lokalita/Locality	Věk/Age	N (ks ha ⁻¹)	G (m ² ha ⁻¹)	d (cm)	h _{dom} (m)
A	30	2 200	52	17	11
B	40	1 400	66	25	20
Bonita +1 (36)	30	1 798	43	18	21
	40	1 348	47	21	26
Bonita 5 (26)	30	2 746	26	11	12
	40	2 359	33	13	17

N – počet stromů/number of trees, G – výčetní základna/basal area, d – výčetní tloušťka/diameter at breast height, h_{dom} – horní výška/top height

starší smrkový porost na lokalitě B lze zařadit podle poměru věku a horní výšky do 3. (30.) bonity, přičemž zjištěná výčetní kruhová základna opět překračuje hodnoty uváděné v tomto věku (40 let) na nejlepší bonitě +1 (36). Oba porosty jsou plně zapojené s absencí bylinného patra.

V říjnu 2006 byly odebrány vzorky humusových horizontů (L, F, H) a svrchního minerálního horizontu (Ah) pomocí kovových rámečků (25 x 25 cm) ve čtyřech opakováních na každé lokalitě. Vzorky byly volně vysušeny na vzduchu a následně laboratorně při teplotě 80 °C do konstantní hmotnosti a zváženy. Se vzorky z horizontů L a F byly v laboratoři provedeny následující procedury: rozklad rostlinného materiálu kyselinou dusičnou a peroxidem vodíku v mikrovlnném systému MDS – 2000, stanovení P, Ca, K, Mg v rostlinném materiálu metodou OES – ICP a stanovení celkového dusíku v rostlinném materiálu spalovací metodou. Se vzorky z horizontů H a Ah byly provedeny následující procedury: stanovení celkového uhlíku a dusíku v půdním vzorku spalovací metodou,

stanovení P metodou OES - ICP ve výluhu půd lučavkou královskou, stanovení výměnných kationtů (Ca, Mg, K) metodou AAS v půdních výluzech a stanovení přístupného fosforu spektrometricky v půdním výluhu. Data byla zpracovávána metodami popisné statistiky a procedurami ANOVA (na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, pokud není uvedeno jinak) v softwaru UNISTAT.

VÝSLEDKY

Sušina

Opad akumulovaný v horizontu L pod vyšetřovanými smrkovými porosty představuje na jeden hektar 5 228 (30letý porost - A) až 6 332 (40letý porost - B) kilogramů sušiny (obr. 2). V horizontu F bylo zjištěno 20 365 (porost B) až 20 817 (porost A) kg sušiny na hektar. Největší rozdíl (potvrzený na hladině $p \leq 0,10$) mezi porovnávanými lokalitami s různě starými smrkovými porosty

Tab. 2.

Půdní reakce (pH), poměr C/N a obsah dostupných živin (průměrné hodnoty se směrodatnými odchylkami) v horizontech H a Ah šetřených porostů smrku ztepilého na lokalitách A a B (viz obr. 1) u vodního díla Fláje v Krušných horách

Values (mean with standard deviation) of pH ratio, C/N ratio and amount of plant-available nutrients in horizon H and Ah in observed Norway spruce stands on localities A and B (see Fig. 1) near water reservoir Fláje in the Krušné hory Mts.

Horizont/ Horizon	Lokalita/Locality		pH	pH	C/N	P	K	Ca	Mg
			(H ₂ O)	(KCl)					
H	A	Průměr/Mean	4,6	3,6	17	12	276	1886	223**
		Smoch/S.D.	0,16	0,19	1,8	4,7	76,1	540,2	67,0
	B	Průměr/Mean	4,8	3,8	17	15	215	2316	733
		Smoch/S.D.	0,49	0,56	0,8	2,4	58,3	748,9	263,6
Ah	A	Průměr/Mean	4,5	3,6	15	6	117	559	79*
		Smoch/S.D.	0,2	0,17	0,9	0,0	27,2	174,0	31,3
	B	Průměr/Mean	4,6	3,6	15	6	112	673	239
		Smoch/S.D.	0,39	0,33	0,5	1,0	21,1	468,9	154,9

Smoch/S.D. – Směrodatná odchylka/Standard deviation, Signifikantní rozdíly/Significant differences (* $p \leq 0,10$, ** $p \leq 0,05$)

byl zjištěn v horizontu H, kde bylo akumulováno 26 726 (porost A) a 44 991 (porost B) kg sušiny na hektar. Celkem je tak uloženo na hektar v humusových horizontech L + F + H pod 30letým porostem (A) 53 tun a pod 40letým porostem (B) 72 tun sušiny.

Celkový obsah živin

Celkové množství živin akumulovaných v jednotlivých horizontech (v kg na ha) korespondovalo ve většině případů se zjištěným množstvím sušiny (obr. 3). V horizontu L bylo na hektar detekováno celkem 6 až 8 kg P, 8 až 11 kg K, 49 až 55 kg Ca a 4 až 6 kg Mg, přičemž rozdíly mezi sledovanými lokalitami nebyly signifikantní. Pouze obsah dusíku byl signifikantně ($p \leq 0,10$) nižší na lokalitě A (71 kg.ha⁻¹) ve srovnání s lokalitou B (100 kg.ha⁻¹).

V horizontu F bylo zjištěno na hektar 410 až 441 kg N, 28 až 31 kg P, 29 až 41 kg K, 115 až 126 kg Ca a 28 až 40 kg Mg. Rozdíly mezi lokalitami nebyly signifikantní.

Největší množství živin bylo zjištěno v horizontu H, přičemž u dusíku (331 kg.ha⁻¹ na lokalitě A a 634 kg.ha⁻¹ na lokalitě B), fosforu (28 a 51 kg.ha⁻¹), vápníku (61 a 190 kg.ha⁻¹) a hořčíku (46 a 115 kg.ha⁻¹) bylo těchto živin zjištěno na lokalitě A signifikantně méně. U draslíku bylo také zjištěno menší množství této živiny na lokalitě A (28 kg.ha⁻¹) ve srovnání s lokalitou B (43 kg.ha⁻¹), rozdíly však nebyly statisticky potvrzeny.

Dostupné živiny

Obsah rostlinám dostupných živin klesal směrem k hlouběji uloženému horizontu, tj. od horizontu H k horizontu Ah (tab. 2). Obsah fosforu byl 12 až 15 mg.kg⁻¹ v horizontu H a 6 mg.kg⁻¹ v horizontu Ah. Draslíku bylo přítomno 215 až 276 mg.kg⁻¹ v horizontu H a 112 až 117 mg.kg⁻¹ v horizontu Ah. Největší hodnoty byly zaznamenány u vápníku, 1 886 až 2 316 v horizontu H a 559 až 673 mg.kg⁻¹ v horizontu Ah. Rozdíly mezi lokalitami nebyly signifikantní. Pouze u hořčíku, kterého bylo zaznamenáno 223 (lokalita A) a 733 (lokalita B) mg.kg⁻¹ v horizontu A a 79 (lokalita A) a 239 (lokalita B) mg.kg⁻¹ v horizontu Ah, byly rozdíly potvrzeny statisticky (tab. 2).

Další půdní charakteristiky

Hodnoty pH byly srovnatelné v obou vyšetřovaných horizontech H a Ah (4,5 až 4,8 v H₂O a 3,6 až 3,8 v KCl) a rozdíly mezi lokalitami nebyly signifikantní (tab. 2). Poměr C/N se snižoval směrem k hlouběji uloženému horizontu, přičemž hodnoty byly prakticky shodné na obou vyšetřovaných lokalitách (17 v horizontu H a 15 v horizontu Ah).

DISKUSE A ZÁVĚR

Opad akumulovaný v horizontu L pod vyšetřovanými smrkovými porosty představuje na jeden hektar 5,2 (30letý porost - A) až 6,3 (40letý porost - B) tun sušiny, což odpovídá již publikovaným výsledkům z porostů smrku ztepilého srovnatelného věku (např. BILLEHANSEN, HANSEN 2001). Pokud v takovýchto smrkových porostech ročně opadá 2 až 5 tun organické hmoty (NOVÁK, SLODIČÁK 2004), lze odhadnout, že horizont L na sledovaných lokalitách v Krušných horách obsahuje přibližně dvouletý (jedno až tříletý) opad.

Podle provedených šetření je akumulováno na hektar v humusových horizontech L + F + H pod 30letým porostem (A) celkem 53 tun a pod 40letým porostem (B) celkem 72 tun sušiny. Tyto údaje korespondují s hodnotami zjištěnými ve smrkových porostech srovnatelného věku a hustoty na bývalých zemědělských půdách v PLO Sudetské mezihoří (PODRÁZSKÝ 2006) a PLO Nízký Jeseník (SLODIČÁK et al. 2005).

Pokud sečteme celkový obsah živin ve všech humusových horizontech (L + F + H), můžeme konstatovat pod 30letým smrkovým porostem (lokalita A) na hektar celkem 812 kg dusíku, 65 kg fosforu, 80 kg draslíku, 231 kg vápníku a 78 kg hořčíku. Pod starším ca 40letým porostem (lokalita B) byl s výjimkou draslíku zjištěn vyšší obsah celkových živin na hektar: 1 775 kg dusíku, 87 kg fosforu, 80 kg draslíku, 365 kg vápníku a 161 kg hořčíku. Ze srovnání s již zmiňovanou studií (SLODIČÁK et al. 2005) ze 40letého smrkového porostu na bývalé zemědělské půdě (avšak 5. LVŠ) vyplývá, že množství akumulovaného dusíku (720 až 950 kg.ha⁻¹), fosforu (80 až 120 kg.ha⁻¹) a hořčíku (100 až 130 kg.ha⁻¹) je srovnatelné

s údaji zjištěnými na našich lokalitách v Krušných horách. Pro draslík jsou však hodnoty zjištěné v Krušných horách o ca 500 kg. ha⁻¹ nižší a naopak pro vápník o 70 až 200 kg. ha⁻¹ vyšší. Jestliže předpokládáme, že lokality v ochranném pásmu vodních zdrojů byly vyloučeny z vápnění, nelze tímto zvýšený podíl celkového vápníku dostatečně zdůvodnit.

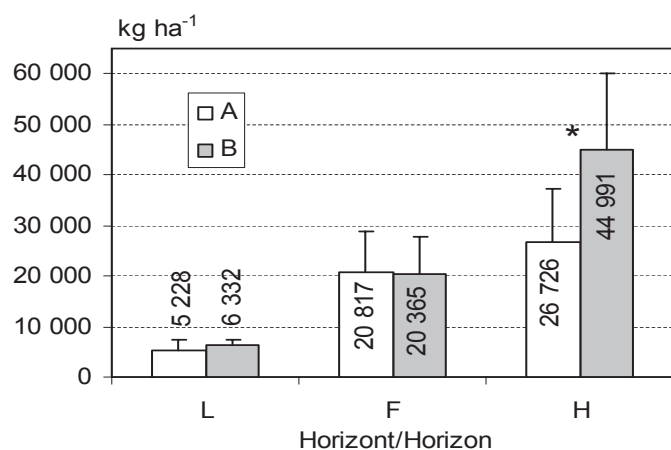
Množství dostupného fosforu v horizontech H (12 až 15 mg. kg⁻¹) a Ah (6 mg. kg⁻¹) lze považovat při srovnání s údaji z celé oblasti Krušných hor (KULHAVÝ et al. 2008) spíše za podprůměrné. Bylo tak potvrzeno, že stromy jsou zde odkázány na příjem fosforu z vrstvy holorganických horizontů, přičemž proces uvolňování této živiny z opadu je poměrně rychlý (PRESCOTT et al. 1993).

Naopak ve srovnání s údaji z celé oblasti Krušných hor (KULHAVÝ et al. 2008) lze námi detekovaný obsah draslíku označit za nadprůměrný a v případě vápníku a hořčíku dokonce za vysoce nadprůměrný. V kontextu celé ČR jsou však tyto údaje srovnatelné s výsledky z bývalých zemědělských půd s mladými smrkovými porosty (KACÁLEK et al. 2009).

Podle hodnot pH (3,6 až 3,8 v KCl) lze klasifikovat půdy na vyšetřovaných lokalitách jako silně kyselé. Do této kategorie spadá také většina stanovišť v oblasti Krušných hor (KULHAVÝ et al. 2008). Zjištěný poměr C/N (17 v horizontu H a 15 v horizontu Ah) lze považovat za velmi příznivý, s dobrými předpoklady pro biologický rozklad a uvolňování dusíku a dalších živin (SINGER, MUNS 1996).

Na základě provedené analýzy humusových horizontů pod mladými porosty smrku ztepilého na dvou typických lokalitách kolem přehradní nádrže Fláje v Krušných horách lze konstatovat:

- Akumulace opadu v humusových horizontech pod smrkovými porosty se s věkem zvyšuje. Pod 30 až 40letými doposud nevychovávanými porosty však nebyla zaznamenána extrémní akumulace opadu. Zjištěné množství sušiny v horizontech L + F + H (50 až 70 tun na hektar) bylo srovnatelné s údaji zjištěnými v porostech obdobného věku na jiných lokalitách.

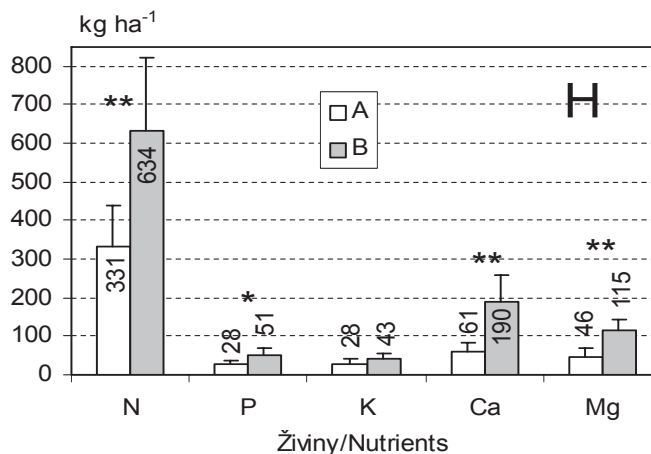
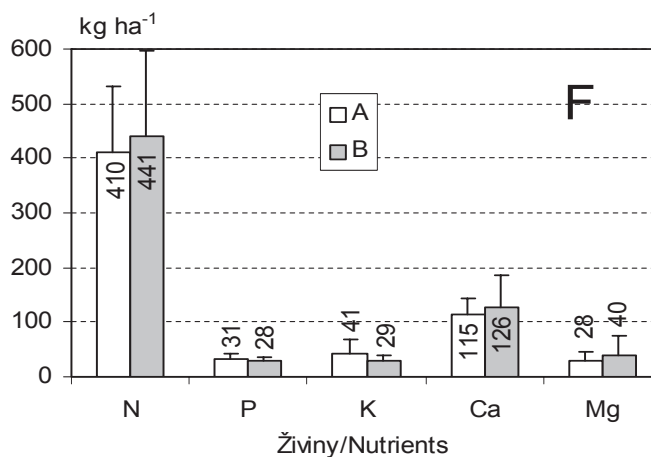
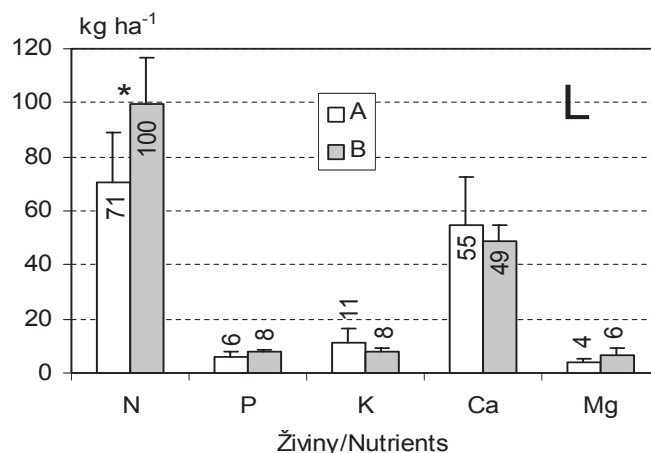


Obr. 2.

Množství sušiny (průměrné hodnoty se směrodatnými odchylkami) v humusových horizontech (L, F a H) pod smrkovými porosty na lokalitách A (věk 30 let) a B (věk 40 let) u vodního díla Fláje v Krušných horách (signifikantní rozdíly * p ≤ 0,10)

Amount of dry mass (mean values with standard deviations) in humus horizons (L, F and H) under Norway spruce stands on localities A (age of 30 years) and B (age of 40 years) near water reservoir Fláje in the Krušné hory Mts. (significant differences * p ≤ 0.10)

- Ve věku 30 až 40 let je uloženo v humusových horizontech pod vyšetřovanými smrkovými porosty na hektar celkově 800 až 1 200 kg dusíku, 70 až 90 kg fosforu, 80 kg draslíku, 230 až 370 kg vápníku a 80 až 160 kg hořčíku.



Obr. 3.

Celkové množství živin (průměrné hodnoty se směrodatnými odchylkami) v humusových horizontech (L, F a H) pod smrkovými porosty na lokalitách A (věk 30 let) a B (věk 40 let) u vodního díla Fláje v Krušných horách (signifikantní rozdíly * p ≤ 0,10, ** p ≤ 0,05)

Total amount of nutrients (mean values with standard deviations) in humus horizons (L, F and H) under Norway spruce stands on localities A (age of 30 years) and B (age of 40 years) near water reservoir Fláje in the Krušné hory Mts. (significant differences * p ≤ 0.10, ** p ≤ 0.05)

Šetřené smrkové porosty vykazují dynamický růst srovnatelný (podle výčetní základny) s nejlepšími bonitami, zřejmě díky relativně dobrému zásobení živinami, způsobenému lokalizací na bývalých zemědělských půdách. Současné zakmenění výrazně přesahuje tabulkové hodnoty pro plné zakmenění (G tabulkové podle věku a horní výšky na lokalitě A 26 m², skutečnost 55 m², na lokalitě B 39,9 m², skutečnost 66 m²). Doporučovaná péstební opatření k zamezení budoucího nadměrného hromadění surového humusu v porostech v ochranném pásmu vodních zdrojů (SLODIČÁK 2008), tj. udržování zakmenění na hodnotě kolem 0,7 (podle výčetní základny), tak musí být prováděna s ohledem na tuto skutečnost.

Poděkování:

Tato studie vznikla v rámci řešení dlouhodobého výzkumného záměru Ministerstva zemědělství MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- BILLE-HANSEN J., HANSEN K. 2001. Relation between defoliation and litterfall in some Danish *Picea abies* and *Fagus sylvatica* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16: 127-137.
- 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.
- Instrukce MLVH ČSR č. 13/1982 k hospodaření na lesních pozemcích v ochranných pásmech vodních zdrojů. *Věstník MLVH ČSR*, částka 14 z 15. července 1982: 3-6.
- KACÁLEK D., NOVÁK J., DUŠEK D., BARTOŠ J., ČERNOHOUS V. 2009. How does legacy of agriculture play role in formation of afforested soil properties? *Journal of Forest Science*, 55: 9-14.
- Kolektiv 2007. Ochrana vod. Pracovní metodika pro privátní poradce v lesnictví. Brandýs nad labem, ÚHÚL: 37 s.
- KULHAVÝ J., ŠRÁMEK V., LOMSKÝ B., FIALA, P. MATĚJKA K., BORŮVKA L., MENŠÍK L. 2008. Stav lesních půd zájmové oblasti. In: Slodičák M. a kol. (eds.): *Lesnické hospodaření v Krušných horách*. Hradec Králové, Lesy České republiky; Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 71-98. ISBN 978-80-86945-04-0 (LČR Hradec Králové); 978-80-86461-91-5 (VÚLHM Strnady)
- LAURÉN A., KOIVUSALO H., AHTIKOSKI A., KOKKONEN T., FINÉR L. 2007. Water protection and buffer zones: How much does it cost to reduce nitrogen load in a forest cutting? *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22: 537-544.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2004. Structure and accumulation of litterfall under Norway spruce stands in connection with thinning. *Journal of Forest Science*, 50: 101-108.
- PODRÁZSKÝ V. 2006. Effect of thinning on the formation of humus forms on the afforested agricultural lands. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 37: 157-163.
- PRESCOTT C., TAYLOR B. R., PARSONS W. F. J., DURALL D. M., PARKINSON D. 1993. Nutrient release from decomposing litter in Rocky Mountain coniferous forests: influence of nutrient availability. *Can. J. For. Res.*, 23: 1576-1586.
- SINGER M. J., MUNNS D. N. 1996. *Soils, an Introduction*. New Jersey, Prentice Hall: 480 s.
- SLODIČÁK M. 2008. Specifika péstebních opatření s ohledem na celospolečenskou funkci lesa. In: Slodičák a kol. (eds.): *Lesnické hospodaření v Krušných horách*. Hradec Králové, Lesy České republiky; Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 359-365. ISBN 978-80-86945-04-0 (LČR Hradec Králové); 978-80-86461-91-5 (VÚLHM Strnady)
- SLODIČÁK 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: 157-166.
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 137/1999 Sb. ze dne 10. června 1999, kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů.

HUMUS AND NUTRIENTS ACCUMULATION UNDER YOUNG NORWAY SPRUCE STANDS IN PROTECTIVE ZONE OF WATER RESOURCES IN THE KRUŠNÉ HORY MTS.

SUMMARY

In the frame of silviculture research in the Krušné hory Mts., we observed current status of quantity and quality of humus horizons under young (30 and 40-year old) spruce stands on two typical localities (Fig. 1, Tab. 1) around the water reservoir Fláje. The main objective of silvicultural management in the forests in the protective zone of water resources and reservoirs is stabilization of hydrologic and water management functions. Due to risk of possible contamination of these water resources by humic acids, measures against the oversized litter accumulation in humus horizons under Norway spruce stands are demanded.

In horizon L we found 5,228 kg and 6,332 kg of dry mass per hectare in locality A (stand age of 30 years) and B (stand age of 40 years), respectively (Fig. 2). Totally per hectare 20,817 kg (locality A) and 20,365 kg (locality B) of dry mass were stored in horizon F. The highest amount of dry mass per hectare was found in horizon H (26,726 kg in locality A and 44,991 in locality B) and differences were significant ($p \leq 0.10$). It was confirmed that amount of dry mass in humus horizons under spruce stands increased together with age of stands. Accumulation of litter was not extreme under 30 and 40-year old spruce stands, which were unthinned up to now. Observed amount of dry mass in horizons L + F + H (50 - 70 thousand kg per hectare) is comparable with the results from stands at the same age on the other localities.

At the age of 30 - 40 years, totally 800 - 1,200 kg of N, 70 - 90 kg of P, 80 kg of K, 230 - 370 kg of Ca and 80 - 160 kg of Mg were stored per hectare under observed spruce stands in holorganic horizons L + F + H (Fig. 3).

In case of plant-available nutrients, we found nutrients amounts (Tab. 2) which were comparable with other results from the Norway spruce stands on former agricultural lands and at the corresponding age. Observed horizons were classified by pH values (3.6 - 3.8 in KCl) as heavy acid. Majority of forest localities in the Krušné hory Mts. are referred to this category. Ratio of C/N (17 and 15 in horizons H and Ah, respectively) was classified as very favourable to decomposition and release of nutrients probably due to former agricultural land.

According to basal area, the investigated stands can be compared to the best site index stands. The possible reason of these outstanding growth parameters is relatively high nutrient content of previous agricultural lands. Present stocking is markedly higher compared to table data (growth table data for basal area on plot A 26 m², reality 55 m², on plot B 39.9 m², reality 66 m²). Recommended measure against future immoderate and undesirable humus accumulation in the stands growing in the protective zone of water resources and reservoirs is keeping the stocking on the level 0.7 by thinning. The fact, that the present stands are highly overstocked, must be taken into account.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jiří Novák, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 420 494 668 392; e-mail: novak@vulhmop.cz