

ZMĚNY KVALITY A MNOŽSTVÍ NADLOŽNÍHO HUMUSU PŘI PŘIROZENÉM ZMLAZENÍ BUKOVÝCH POROSTŮ NA ÚZEMÍ ŠKOLNÍHO LESNÍHO PODNIKU KOSTELEC NAD ČERNÝMI LESY

Changes of the quality and quantity of surface humus at the natural regeneration of beech stands on the territory of the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy

Abstract

The article presents original research results of the humus form dynamics in the semi-natural European beech stand in the National Natural Reserve Voděradské bučiny, on the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy (Czech University of Life Sciences Prague) territory. The accumulation and chemical characteristics of particular humus form layers were studied: dry matter amount, pH, soil adsorption and exchangeable acidity characteristics as well as plant available and total nutrient contents. The humus form sampling took place in four replications by particular humus form layers (L, F, H, Ah), the analyses were performed individually. Sampling was oriented in the stand parts with closed canopy, compared with the state in gaps formed during natural and semi-natural forest regeneration (decay stage of the stand left for spontaneous development). Results confirmed considerable changes of quantity and quality of surface humus in the gaps. The amount decreased by ca 25 % several years after canopy opening, especially in the H horizon, the pH, bases content and base saturation increased, as well as the content of macronutrients (with exception of the total calcium). The results described considerable changes of humus forms during the natural and semi-natural forest cycles connected with the stand regeneration.

Klíčová slova: humusové formy, bučiny, akumulace humusu, půdní chemismus, obnova buku, přirozené lesy

Key words: humus forms, beech stands, humus accumulation, soil chemistry, beech regeneration, semi-natural forests

ÚVOD

Humusové formy, tj. holorganické vrstvy a nejsvrchnější část minerálního půdního profilu, vykazují řadu klíčových funkcí v ekosystému lesa (GREEN, TROWBRIDGE, KLINKA 1993). Jejich narušení vyvolává rychlou degradaci stanoviště (ULBRICOVÁ, PODRÁZSKÝ 2003) a naopak jejich obnova představuje nezbytný předpoklad opětovné revitalizace a obnovy produktivity lesa (REMEŠ, PODRÁZSKÝ 2003).

Dosud byla a prozatím je dynamika humusových forem na okraji zájmu lesnického a ekologického výzkumu a byly studovány pouze některé aspekty vývoje půdního humusu v závislosti na lesnických aktivitách (ŠARMAN 1982, 1985, 1986, WRIGHT 1957). Rovněž tak jsou k dispozici výsledky dokládající negativní dopad některých pěstebních a melioračních opatření na stav svršku lesních půd (PODRÁZSKÝ, ULBRICOVÁ 2003).

Zcela mimo zájem výzkumu pak jsou studie týkající se změn v přírodních a přirozených lesích, obecně se však předpokládá negativní antropický dopad na dynamiku nadložního humusu v důsledku vlivů lesního hospodářství (např. holoseče) v lesích hospodářských. K dispozici je pouze omezený rozsah výzkumných výsledků, které však tento předpoklad plně nepodporují a neprokazují tak velký rozdíl v dynamice humusových forem v přírodních, polopřírodních a hospodářských lesích (PODRÁZSKÝ, VIEWEGH 2005, PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005c).

Cílem prezentované studie je doložit vývoj množství a kvality nadložního humusu a humusových forem obecně v polopřírodním (přirozeném) bukovém porostu během počáteční doby obnovy. Kvantita a pedochemické vlastnosti jednotlivých holorganických a nejsvrchnějších minerálních horizontů byla sledována v porostních částech ponechaných od r. 1955 spontánnímu vývoji, srovnávány byly plně zapojené plochy s plochami v mezerách zápoje, kde docházelo ke zmlazování dřevin.

MATERIÁL A METODY

Experiment byl založen na území Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy (KARNET, MALÍK 2006) v porostu 417A16a/8a, věk jednotlivých etází (kohort) je stanoven na 155 a 80 let. Stanovištní podmínky jsou popsány lesním typem 4B1, nadmořská výška lokality je 470 m n. m., průměrná roční teplota je 7,5 - 8,5 °C a průměrné roční srážky 650 mm.

Půdní vzorky byly odebrány 5. listopadu 2003 v mezerách zápoje s přirozeným zmlazením buku a v plně zapojených částech bez přizemní vegetace. Stanoviště odpovídá počátečním fázím stadia rozpadu (PODLASKI 2004). V obou případech byly kvantitativně odebrány vzorky holorganických vrstev s pomocí železného rámečku 25 x 25 cm ve čtyřech opakováních, horizont Ah nebyl odebírán kvantitativně. Byly provedeny individuální analýzy vzorků. Bylo stanoveno:

- množství sušiny holorganických vrstev vážením do konstantní hmotnosti při 105 °C a výpočet zásoby na ploše 1 ha,
- obsah celkového uhlíku (humusu) metodou Springer-Klee, obsah celkového dusíku Kjeldahlovou metodou,
- půdní reakce, jako pH v H₂O a 1 N KCl, potenciometricky,
- charakteristiky sorpčního komplexu metodou Kappena: S – obsah bázi, T-S (H) – hydrolytická acidita, T – kationtová výměnná acidita a V – nasycení sorpčního komplexu bázemi,
- přístupné živiny byly stanoveny ve výluhu 1% kyselinou citronovou – tato metoda je sice používána pouze v českém lesnictví, ale na druhé straně umožňuje srovnání se staršími výsledky. Výsledky jsou standardně uvedeny jako obsah živin v oxidové formě. Obsah fosforu byl stanoven spektrometricky, draslíku plamennou fotometrií, ostatní prvky pomocí AAS,

- charakteristiky výměnné acidity stanovené ve výluhu KCl,
- obsah celkových živin v holorganických horizontech, po mineralizaci směsí kyseliny sírové a selenu. Analýzy provedla laboratoř Tomáš se sídlem ve VÚLHM-VS Opočno.

Výsledky byly zpracovány programem Statistika, byla využita jednofaktorová analýza variance na 95% hladině významnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Množství povrchového humusu bylo v mezerách zápoje značně sníženo (tab. 1). Rozdíly dosáhly až 25 % zásoby nadložních humusových horizontů ve prospěch prosvětlených míst se zmlazením. Tento jev byl pravděpodobně způsoben různou intenzitou dekompozice opadu, především ve vrstvě H, humifikační. Vytváření mezer v zápoji je tak provázáno zvýšenou mineralizací této vrstvy, zahrnující humifikovaný materiál, zatímco množství méně transformovaných horizontů je mezi oběma typy stanoviště víceméně srovnatelné. Obsah humusu (celkového uhlíku) nevykazoval patrné změny po snížení zápoje, stejně jako obsah celkového dusíku (tendence zvýšeného obsahu ve vrstvách F a H v mezerách není průkazná). Podobná množství akumulovaného nadložního humusu byla doložena v porostech různých lesních dřevin, jehličnatých i listnatých, v nižších, srovnatelných polohách (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005a). V našem případě doložené trendy byly podobné změnám ve vyšších polohách v polopřirodních porostech s obdobným druhovým složením bez ohledu na různou míru akumulace (PODRÁZSKÝ, VIEWEGH 2005). Rovněž při holosečných zásazích docházelo ke změnám v zásobě nadložního humusu a celkového dusíku do zhruba 25% celkového maximálního množství (HEINSDORF et al. 1986). Změny v zastínění půd jsou ale v případě sledovaného porostu pouze dočasné a velikost mezer je velmi malá, takže nelze předpokládat environmentální rizika, na rozdíl od případů velkoplošného odlesnění nebo rozpadů lesů bez následné obnovy (SVOBODA, PODRÁZSKÝ 2005).

Hodnoty půdní reakce aktivní byly vyšší ve vrstvách nadložního humusu v rozvolněných místech (tab. 2). Rozdíly byly v nejsvrchnějších horizontech statisticky významné. Ještě více byl tento trend patrný v případě pH potenciální (v KCl), s výjimkou vrstvy opadu. Podobná tendence byla doložena pro obsah bázi (hodnota S) a ještě výraznější pro nasycení sorpčního komplexu bázemi (hod-

nota V). Tyto změny indikují výrazně intenzivnější mineralizační aktivity ve světlínách, následně pak obohacení nadložního humusu o báze (relativní nárůst koncentrací). Jako důsledek tohoto vývoje byla v holorganických vrstvách světlin vyšší i kationtová výměnná kapacita (hodnota T), v hydrolytické aciditě (hodnota T-S nebo H) nebyly pozorovány rozdíly. Podobné rozdíly, menšího rozsahu, byly doloženy i v probírkových experimentech, na plochách s menší hustotou porostu (HAGER 1988, NAUMANN 1987, PODRÁZSKÝ, MOSER 2003, ŠARMAN 1985), mající za následek intenzivnější rozklad a transformaci opadu. Změny půdního chemismu byly rovněž srovnatelné s variabilitou doloženou pro vývojové cykly polopřirodních lesů v jiných podmínkách (PODRÁZSKÝ, VIEWEGH 2005).

Výměnná titrační acidita byla velice vyrovnaná v substrátech z obou typů stanoviště, ale v případě mezer v zápoji byl zdůrazněn podíl výměnného vodíku (H⁺), zatímco v porostních částech s plnou clonou dominoval mnohem výrazněji výměnný hliník (tab. 3).

Dynamika přístupných živin je shrnuta v tabulce 4. Obsah přístupného fosforu byl významně vyšší v holorganických vrstvách světlin, situace byla právě opačná v nejsvrchnější vrstvě minerální půdy. Translokace či biologická mobilizace náročnějšími dřevinami, jejich intenzivně rostoucími stadii nebo přizemní vegetací, může tento jev docela dobře vysvětlit, stejně jako v jiných případech (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2002). Na stejných mikrostanovištích byly statisticky významně vyšší i obsahy draslíku, zřejmě díky relativnímu obohacení nebo mobilizaci přizemní vegetací. Zejména travní opad je bohatší na tuto živinu, což se projevuje i na jiných typech stanovišť, například buldozerových plochách v Krušných horách tam, kde je dominantní opad travin (PODRÁZSKÝ, ULBRICHOVÁ 2004, ULBRICHOVÁ, PODRÁZSKÝ, SLODIČÁK 2005). Identické trendy, rovněž statisticky významné v případě některých horizontů, byly doloženy i pro dvojmocné kationty vápník a hořčík.

Obsah celkových živin (tab. 5) vykazoval velmi podobný trend, s výjimkou obsahu celkového vápníku. Všechny studované makroelementy byly ve zvýšené míře koncentrovány v substrátech pocházejících z mezer v zápoji. V řadě případů byly rozdíly dokonce statisticky významné. Trend, který byl prokázán pro obsah celkového vápníku, vyžaduje další studium. Je myslitelná zvýšená mobilizace v místech se zvýšenou intenzitou biologických procesů, doprovázená následnými ztrátami v důsledku vyplavení.

Tab. 1.

Akumulace organické hmoty a celkového dusíku v jednotlivých vrstvách humusových forem v různých porostních částech
Accumulation of organic matter and total nitrogen in particular humus form layers of different stand parts

		Humus/ (Springel - Klee) (%)	Celk. dusík/ Total nitrogen (Kjeldahl) (%)	Zásoba (g/vzorek)/ Supply (g/sample)	Akumulace sušiny/ Accumulation of dry matter t/ha
Mezera/Gap	L+F1	50,1	1,0	8,9	1,424
	F2	58,5	1,7	55,2	8,832
	H	40,1	1,6	77,2	12,352
	Ah	13,5	0,5	Celkem/Totally	22,608
Zapojený porost/ Closed stand	L+F1	50,5	1,0	8,8	1,408
	F2	54,7	1,6	52,1	8,336
	H	37,6	1,4	116,4	18,624
	Ah	13,4	0,5	Celkem/Totally	28,368

Tab. 2.

Půdní reakce a charakteristiky půdního sorpčního komplexu v jednotlivých vrstvách humusových forem v různých porostních částech

Soil reaction and adsorption complex characteristics in particular humus form layers of different stand parts

		pH/H ₂ O	pH/KCl	S (mval/100g)	T-S (mval/100g)	T (mval/100g)	V (%)
Mezera/Gap	L+F1	5,3a	4,8	34,6	12,1	46,7a	74,1a
	F2	5,1	4,7a	74,9a	24,0	98,8a	75,8 a
	H	4,4	4,0	37,7	30,4	68,0	55,6
	Ah	3,9	3,4	7,5	10,4	17,9	47,8
Zapojený porost/ Closed stand	L+F1	5,0b	4,9	38,1	14,8	52,9b	72,0b
	F2	4,8	4,4b	51,6b	28,1	79,6b	64,2b
	H	4,1	3,7	27,2	30,5	57,7	47,3
	Ah	3,8	3,3	6,8	16,4	23,2	28,6

Pozn.: S – obsah bází, T-S – hydrolytická acidita, T – kationtová výměnná kapacita, V – nasycení sorpčního komplexu bázemi; Rozdílné indexy u hodnoty sledovaného znaku mezi testovanými porostními částmi znamenají statisticky signifikantní diferencii na hladině významnosti 95 %.

Note.: S – base content, T-S – hydrolytic acidity, T – cation exchangeable capacity, V – saturation of sorption complex by bases

Different indexes for values of observed characteristics among tested stand parts present statistically significant differentiation of significance level 95 %.

Tab. 3.

Charakteristiky výměnné titrační acidity v jednotlivých vrstvách humusových forem v různých porostních částech

Exchangeable titration acidity characteristics in particular humus form layers of different stand parts

		Výměnná titrační acidita/ Exchangeable titrable acidity (mval/kg)	Výměnný H ⁺ / Exchangeable H ⁺ (mval/kg)	Výměnný Al ³⁺ / Exchangeable Al ³⁺ (mval/kg)
Mezera/Gap	L+F1	39,5	25	14,5
	F2	23,2	10,9a	12,2
	H	20,4	8,8	11,9
	Ah	33,1	0,45	32,6
Zapojený porost/ Closed stand	L+F1	35,5	18,3	19,4
	F2	22,2	5,9b	16,2
	H	20,7	5,6	15,1
	Ah	39	0,12	38,8

Tab. 4.

Obsah přístupných živin v jednotlivých vrstvách humusových forem v různých porostních částech

Plant available nutrients content in particular humus forms layers of different stand parts

		P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	CaO (mg/kg)	MgO (mg/kg)	Fe ₂ O ₃ (mg/kg)
Mezera/Gap	L+F1	1488	4427	5600	1504	96
	F2	1064a	2080a	10133	1352a	102
	H	878a	860a	5253	590	440
	Ah	278a	172	717	106	805
Zapojený porost/ Closed stand	L+F1	1345	4320	5600	1771	51
	F2	560b	1034b	7213	834b	158
	H	559b	483b	3707	352	486
	Ah	414b	173	692	107	2541

Tab. 5.

Obsah celkových živin v jednotlivých vrstvách humusových forem v různých porostních částech

Total nutrients content in particular humus forms layers of different stand parts

		N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Mezera/ Gap	L+F1	1,00	0,10	0,50a	1,04	0,12
	F2	1,69a	0,14a	0,24	0,92	0,11
	H	1,47	0,14	0,26	0,04	0,09
	Ah	-	-	-	-	-
Zapojený porost/ Closed stand	L+F1	1,05	0,10	0,44b	1,24	0,11
	F2	1,556	0,11b	0,20	0,43b	0,08
	H	1,43	0,13	0,26	0,05	0,06
	Ah	-	-	-	-	-

Výsledky studie tak potvrzují relativně významné změny humusových forem během iniciačních stadií obnovy po prolomení zápoje a vytváření mezer v rozsahu pouze několika let. Byl doložen příznivější stav půdního chemismu, což zároveň podporuje růst a vývoj semenáčků a pokročilejšího zmlazení buku. Na druhé straně, okolní stromy stále poskytují ekologický kryt proti nepříznivým mikroklimatickým faktorům a podporují rychlejší odrůstání jedinců. Příznivější růst mladých buků ve clonném postavení prokázaly i další práce (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005b). K dispozici není větší počet srovnatelných údajů v literatuře, nicméně srovnání s holosečně obnovovanými porosty ukazuje na zhruba podobný rozměr změn (HEINSDORF et al. 1986). I v případě dalších přirozených lesních porostů byly rozsah i směr změn půdních charakteristik podobného charakteru (PODRÁZSKÝ, VIEWEGH 2005). Přes relativně značné proměny zásoby nadložního humusu a jeho kvality v průběhu obnovy porostů, umělé i přirozené, tak není ve většině případů zřejmě aktuální nebezpečí negativních a nevratných změn ve sledované složce lesních ekosystémů.

ZÁVĚR

Humusové formy podléhají v přírodních a přirozených bučinách značným změnám v relativně krátkých časových úsecích. Vytváření mezer v zápoji a počátek přirozené obnovy porostu jsou spojeny rovněž s patrnými a významnými změnami ve stavu povrchového humusu a nejsvrchnější části minerální půdy. Změny mohou být shrnuty následovně:

- pokles zásoby holorganických vrstev až o 25 % během několika let,
- půdní reakce v mezerách roste, v některých případech i průkazně,
- podobný trend byl doložen pro obsah bází a nasycení sorpčního komplexu bázemi, tj. stav sorpčního komplexu sledovaných půdních horizontů se významně zlepšil,
- vzrostl rovněž obsah přístupných i celkových živin na místech se změněnou dynamikou humusových forem,
- lze předpokládat významné změny v pedobiologické aktivitě po vytváření mezer v zápoji, spojené s relativním obohacením povrchových humusových vrstev,
- změny v humusových formách přírodních a přirozených bukových porostů v průběhu obnovy porostů mohou nabýt poměrně značného rozsahu, podobného lesům hospodářským.

Poznámka:

Tato prezentace vznikla v rámci řešení grantu NAZV č. 1G58031 „Význam přírodě blízkých způsobů pěstování lesů pro jejich stabilitu, produkční a mimoprodukční funkce“. Autoři děkují pracovníkům ŠLP v Kostelci nad Černými lesy za podporu své činnosti a dále slovínským kolegům za spolupráci při společných aktivitách.

LITERATURA

- GREEN, R. N., TROWBRIDGE, R. L., KLINKA, K.: Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science*, 39, Monograph Nr. 29, 1993, Supplement to Nr. 1, 49 s.
- HAGER, H.: Stammzahlreduktion. Die Auswirkungen auf Wasser-, Energie- und Nährstoffhaushalt von Fichtenjungwüchsen. Wien, Universität für Bodenkultur 1988. 189 s.
- HEINSDORF, D., KRAUSS, H. H., TÖLLE, H.: Entwicklung der C- und N-Vorräte nach Kahlschlag auf ärmeren anhydromorphen Sandböden unter Kiefer. *Beiträge für die Forstwirtschaft*, 20, 1986, č. 1, s. 8-13.
- NAUMANN, G.: Bodenbeeinflussung durch waldbauliche Massnahmen. *Allg. Forstzeitschrift*, 42, 1987, č. 6, s. 122-124.
- KARNET, P., MALÍK, V.: Forestry and game management in the north part of Central Bohemian Upland. In: Neuhofrová, P. (ed.): Faculty of Forestry and Environment of CUA Prague. Research and Education. Kostelec nad Černými lesy 20. 6. 2006. Praha, ČZU 2006, s. 137-142.
- PODLASKI, R.: A development cycle of the forest with fir (*Abies alba* MILL.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) in its species composition in the Światokrzyski National Park. *Journal of Forest Science*, 50, 2004, č. 2, s. 55-66.
- PODRÁZSKÝ, V., MOSER, W. K.: Vliv výchovných zásahů na stav humusových forem. In: Vliv hospodářských zásahů a spontánní dynamiky porostů na stav lesních ekosystémů. Kostelec nad Černými lesy 20. – 21. 11. 2003. Praha, ČZU FLE 2003, s. 4.
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J.: Dopad pěstování stanovištně nepůvodních dřevin na stav humusových forem v nivě Jalového potoka – Černokostecká oblast. *Zprávy lesnického výzkumu*, 47, 2002, č. 1, s. 21-24.

- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J.: Effect of tree species on the humus form state at lower altitudes. *Journal of Forest Science*, 51, 2005a, č. 2, s. 60-66.
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J.: Effects of the canopy environment and of the nutrition improvement on the beech plantation prosperity. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 36, 2005b, č. 8, s. 108-112.
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J.: Retenční schopnost svrchní vrstvy půd lesních porostů s různým druhovým složením. *Zprávy lesnického výzkumu*, 50, 2005c, č. 1, s. 46-48.
- PODRÁZSKÝ, V., ULBRICHOVÁ, I.: Surface liming of immission clear-cuts: benefits and risks. *Ekológia/Ecology*, 22, Supl. 1, 2003, č. 1, s. 277-283.
- PODRÁZSKÝ, V., ULBRICHOVÁ, I.: Restoration of forest soils on reforested abandoned agricultural lands. *Journal of Forest Science*, 50, 2004, č. 6, s. 249-255.
- PODRÁZSKÝ, V., VIEWEGH, J.: Comparison of humus form state in beech and spruce parts of the Žákova hora National Nature Reserve. *Journal of Forest Science*, 51, Special Issue, 2005, s. 29-37.
- REMEŠ, J., PODRÁZSKÝ, V.: Effects of preparatory stands on forest site restoration. *Ekológia/Ecology*, 22, Supl. 1, 2003, č. 1, s. 291-293.
- SVOBODA, M., PODRÁZSKÝ, V.: Forest decline and pedobiological characteristics of humus forms in the Šumava National Park. *Journal of Forest Science*, 51, 2005, č. 4, s. 141-146.
- ŠARMAN, J.: Vliv probírky na povrchový humus ve smrkovém porostu. *Lesnictví/Journal of Forest Science*, 28, 1982, č. 1, s. 31-42.
- ŠARMAN, J.: Vliv probírky na humusový profil v bukovém porostu. *Lesnictví/Journal of Forest Science*, 31, 1985, č. 4, s. 341-349.
- ŠARMAN, J.: Vliv různé intenzity prořezávky v dubové mlazině na některé půdní vlastnosti. *Lesnictví/Journal of Forest Science*, 32, 1986, č. 7, s. 637-644.
- ULBRICHOVÁ, I., PODRÁZSKÝ, V.: Mechanised site preparation and restoration of degraded site. *Ekológia/Ecology*, 22, Supl. 1, 2003, č. 1, s. 388-391.
- ULBRICHOVÁ, I., PODRÁZSKÝ, V., SLODIČÁK, M.: Soil forming role of birch in the Ore Mts. *Journal of Forest Science*, 51, Special Issue, 2005, s. 54-58.
- WRIGHT, T. W.: Some effects of thinning on soil of a Norway spruce plantation. *Forestry*, 30, 1957, č. 2, s. 123-133.

Changes of the quality and quantity of surface humus at the natural regeneration of beech stands on the territory of the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy

Summary

The article presents original research results of the humus form dynamics in the semi-natural European beech stand in the National Natural Reserve Voděradské bučiny, on the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy (Czech University of Life Sciences Prague) territory. The study was performed in the forest stand 417A16a/8a, the age of particular age classes (cohorts) is around 155 and 80 years. The site conditions are characterized by the forest type 4B1, altitude 470 m, average year temperature 7.5 - 8.5 °C, mean annual precipitation 650 mm. The soil samples were taken in November 5, 2003 in the gaps with beech regeneration and in fully closed stand parts without vegetation cover. In both cases, 4 replications were taken quantitatively by a steel frame 25 x 25 cm, separately for horizons: L + F1, F2, H (holorganic), as well as for the uppermost mineral horizon Ah. Individual analyses of particular samples were provided. Following chemical analyses were performed in particular samples: DM content and amount at 105 °C, the total humus (Springer-Klee) and nitrogen (Kjeldahl) contents, soil reaction in water and 1 N KCl solution, soil adsorption complex characteristics by Kappen, the plant available nutrients (citric acid) and total nutrients content (mineralization by sulphuric acid and selen), the parameters of exchangeable acidity in the KCl solution.

The results are summarized in Tables 1 – 5. Humus forms in the semi-natural beech stand underwent considerable changes in a relatively short time. The gap formation and the beginning of the stand regeneration are connected also with visible and significant changes in the state of surface humus, as well as the uppermost part of the mineral soil body. The changes can be summarized:

- decrease in the quantity of the surface humus by ca 25 %,
- the soil reaction, expressed as pH values, increased significantly in the gaps,
- the same tendency was documented for the base content and base saturation, so the adsorption complex was improved considerably,
- the content of plant available nutrients and total nutrients was higher in the humus layers in gaps too,
- we can suppose significant changes in the soil biological activity after gap formations, connected with the relative enrichment of the surface humus layers.

In the natural and semi-natural forests, the shifts in the soil (humus form) status can be of considerable extent. The results are comparable with the changes at artificial as well as natural regeneration of forest stands in other cases, available in the literature.

Recenzováno