



PRÍSPEVOK K PROBLEMATIKE URČOVANIA ŠPECIFICKEJ HMOTNOSTI SUBHORIZONTOV OPADU LESNÝCH PÔD

JANA BÚTOROVÁ

*Katedra pedológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského Bratislava, Mlynská dolina B 2,
SK – 842 15 Bratislava, e-mail: butorova@fns.uniba.sk*

BÚTOROVÁ, J., 2013: Contribution to particle density determination issues of forest soils litter subhorizons. *Lesnícky časopis - Forestry Journal*, **59**(1): 38–43, 2013, tab. 3, ref. 16, ISSN 0323 – 1046. Original paper.

According to national and international laboratory methods, the density of soil samples is determined by pycnometer in heated samples crushed by ultrasound. In mineral soils, the elementary unit of density is represented by a mineral grain of quartz, granite, andesite, etc. On the other hand, in organic soils, the elementary unit is represented by a leaf (or just a part of it), needles, stems and roots. Heating of the mineral grain causes its release from the soil aggregate. Organic parts of the soil are losing air vacuoles by heat treatment while in the same time, carbohydrates, proteins, oils and resins create new chemicals which are heavier than water. That is a reason why density determination of litter subhorizons in forest soils needs to have different rules in comparison with mineral soil samples. Samples with more than 50 volume per cent of organic matter are not treated by heat and do not decompose. In case of high mineral soil content, mineral parts are removed from the sample and their density is determined. The final density is based on mathematically processed data.

Key words: *forest soils, litter subhorizons, particle density*

Podľa metodík používaných na Slovensku aj v zahraničí, sa špecifická (merná) hmotnosť pôdy stanovuje pyknometricky, v drvených, ultrazvukom rozbitých a varených vzorkách. Kým v minerálnych pôdach je elementárnou jednotkou špecifickej hmotnosti minerálne zrno kremeňa, žuly, andezitu a pod., v organických pôdach je to list, ihličie, steblo a koreň (celý alebo časť). Varením sa minerálne zrno z pôdneho agregátu uvoľní. V organických zložkách pôdy sa varením strácajú vakuoly plné vzduchu, pričom uhľohydráty, bielkoviny, tuky a smoly sa zrážajú na chemické zlúčeniny ťažšie ako voda. Preto by sa stanovenia špecifickej hmotnosti subhorizontov opadu lesných pôd mali riadiť inými pravidlami a postupom pri príprave vzoriek, ako je to pri vzorkách s prevahou minerálnych elementárnych častíc. Pripravené a náležite nastrihané, prípadne aj podrvené vzorky s prevahou organických látok (>50 % objemových) sa nevaria a chemicky nerozkladajú. V prípade zreteľného podielu minerálnej zložky pôdy, túto časť zo vzorky odstránime, a jeho špecifickú hmotnosť stanovíme u nás zaužívaným spôsobom. Výsledná špecifická hmotnosť spočíva v matematickom spracovaní získaných údajov.

Kľúčové slová: *lesné pôdy, subhorizonty opadu, špecifická hmotnosť*

1. Úvod a problematika

Špecifická hmotnosť pôdy vyjadruje hmotnosť objemovej jednotky (m^3) pevnej fázy pôdy bez pórov a bez vody. Je to v podstate hustota pevnej fázy pôdnej hmoty (ZAUJEC *a kol.*, 2009). Predstavuje pomer hmotnosti pevného podielu k jeho objemu, ktorý sa zisťuje z objemu vody vytesnenej pevným pôdnym podielom.

Špecifická hmotnosť pôdy sa na Slovensku stanovuje v drvených, alebo ultrazvukom rozbitých a vare-

ním upravených vzorkách (HRAŠKO *a kol.*, 1962; ŠÁLY, CIESARIK, 1991; FIALA *a kol.*, 1999). Ich príprava spočíva v preosiatí podrvenej zeminy cez sito s 2 mm otvorami. Zo zeminy sa majú mechanicky odstrániť listy, koreňky, ihličie, stonky a ich úlomky. Následne sa vzorka 3 – 4 minúty varí, aby sa z nej odstránil vzduch. V minerálnych pôdach je to postup, ktorý uvoľňuje elementárne zrná z pôdných agregátov. Pre organické (textúrne histické) pôdne horizonty s podielom viac ako 50 %

objemových (20 % hmotnostných) a subhorizonty opadu, to nie je vhodná metóda. Dochádza totižto k chemickým zmenám organických látok, ktoré sa prejavujú aj na ich hustote. Preto zahraničné metodiky stanovenia špecifickej hmotnosti (HEISKANEN, 1992; WOOD *et al.*, 2002; KEITH, SMETTEN, 2005; BANCO-CANQUI *et al.*, 2006) varenie pôdných vzoriek s prevahou organických látok nepovažujú za celkom vhodnú metódu. Nevarením sa totižto približujeme viac k skutočnému stavu pôdnej hmoty, nakoľko extrémne zahrievanie nie je prirodzeným prírodným procesom.

Špecifická hmotnosť organických látok podľa údajov literatúry (SMOLÍK, 1957; FOSBERG, 1977; ŠÁLY, 1988; BEDRNA, 1989; LIDE, 2002; SÁŇKA, MATERNA, 2004; REDDING *et al.*, 2005; ZAUJEC *a kol.*, 2009 *atď.*) je v zriedkavejších prípadoch v rozpätí 0,1 – 0,6 g.cm⁻³, rašeliny 0,2 – 0,8 g.cm⁻³, častejšie však 1,2 – 1,6 g.cm⁻³, humusu 1,0 – 1,6, zatiaľ čo minerálnych látok najčastejšie 2,5 – 2,7 g.cm⁻³.

Cieľom príspevku je poukázať na vplyv prípravy vzoriek na stanovenie špecifickej hmotnosti opadankových horizontov, predovšetkým subhorizontov opadu lesných pôd a navrhnúť metódu na vhodnejší postup jej určenia.

2. Metodika a materiál

Na stanovenie niektorých fyzikálnych vlastností opadankových horizontov, a to najmä subhorizontov opadu lesných pôd sme použili suché opadané lístie duba letného (*Quercus robur*), buka lesného (*Fagus sylvatica*) a lípy malolistej (*Tilia cordata*), ako aj ihličie smrekovca opadavého (*Larix decidua*), borovice lesnej (*Pinus sylvestris*) a jedle bielej (*Abies alba*). Lístie a ihličie sme nazbierali v listnatých a zmiešaných lesoch Malých Karpát pri Bratislave. Pre tieto najmenšie celistvé organické elementy pôdnej hmoty opadankových horizontov, nastrihané do rôznej veľkosti, sme stanovili špecifickú hmotnosť a následne sme z nich vytvorili miešanky v rôznych pomeroch s pieskom alebo sprašou. Niektoré fyzikálne a chemické údaje o použitom piesku a spraši sú v práci BÚTOROVÁ, BEDRNA (2012). Navyše sme stanovili ich špecifickú hmotnosť nielen po varení vzoriek, ale aj bez ich varenia. Udávame priemerné hodnoty viacerých meraní.

Vo vzorkách lístia, ihličia a miešaniek sme po ich príprave, a teda po ich podrvení, preosiatí a povarení podľa metodík HRAŠKO *a kol.* (1962) a FIALA *a kol.* (1999) stanovili špecifickú hmotnosť pomocou pyknometra. Tak sme stanovili špecifickú hmotnosť nastrihaných listov duba letného (*Quercus robur*), buka lesného (*Fagus sylvatica*) a lípy malolistej (*Tilia cordata*), ako aj ihličia smrekovca opadavého (*Larix decidua*), borovice lesnej (*Pinus sylvestris*) a jedle bielej (*Abies alba*), ako aj miešaniek listov lípy a ihličia borovice s pieskom a sprašou aj bez varenia a lípy a smrekovca aj bez drvenia. V práci udávame priemerné hodnoty viacerých stanovení a pri

miešankách stanovené hodnoty špecifickej hmotnosti v laboratóriu, ako aj vypočítané hodnoty.

Okrem stanovenia špecifickej hmotnosti organických zložiek pôdy v podobe opadankového lístia a ihličia rôznych drevín sme sa zamerali okrajovo aj na zistenie špecifickej hmotnosti koreňov, konárikov a štiepok dreva, ktoré sa často vyskytujú v opadankovom detritickom horizonte lesných pôd.

Pri príprave a výpočtoch hodnôt špecifickej hmotnosti miešaniek listov buka a ihličia borovice s pieskom a sprašou sme vychádzali z hodnôt pre nevarené vzorky rozmerov < 2 mm 0,254 g.cm⁻³ (pri buku) a 0,622 g.cm⁻³ (pri borovici), ako aj < 2 mm piesku (2,660 g.cm⁻³) a spraše (2,668 g.cm⁻³), zatiaľ čo pri varených vzorkách adekvátne 0,921, 1,098, 2,505 a 2,664 g.cm⁻³.

Konečná fáza metodického postupu stanovenia špecifickej (mernej) hmotnosti vzoriek opadankových horizontov (Oo) lesných pôd, osobitne subhorizontov opadu (Ool) bola zameraná na návrh rozdielneho prístupu prípravy vzoriek s jemnozrnnou minerálnou textúrou (>30 % hmotnostných jemnozrnných minerálnych častíc menších ako 2 mm a <50 % skeletu), z humolito-vých pôd (30 – 50 % objemových organických častíc), ako aj z histických pôd (>50 % objemových organických častíc).

3. Výsledky

Stanovenia špecifickej hmotnosti suchého opadankového lístia a ihličia rôznych drevín (tab. 1 a 2) ukázali, že varením vzoriek sa v porovnaní s nevarenými zvýšili hodnoty špecifickej hmotnosti 2 až 4-krát, pričom v listoch nepatrne výraznejšie v porovnaní s ihličím. Zatiaľ čo hodnoty špecifickej hmotnosti nevarených listov sa pohybovali v rozpätí 0,077 – 0,696 g.cm⁻³ a najčastejšie 0,205 – 0,429 g.cm⁻³, varených vzoriek to bolo adekvátne 0,875 – 1,718 g.cm⁻³, prípadne najčastejšie 0,922 – 1,408 g.cm⁻³.

Pri ihličí sme namerali v nevarených vzorkách hodnoty v rozsahu 0,218 – 0,683 g.cm⁻³ a najčastejšie 0,389 – 0,551 g.cm⁻³ zatiaľ čo vo varených vzorkách 0,825 – 1,823 g.cm⁻³ a najčastejšie 1,098 – 1,460 g.cm⁻³.

Priemerné hodnoty špecifickej hmotnosti nevarených listov boli 0,341 g.cm⁻³ a varených 1,141 g.cm⁻³, zatiaľ čo nevareného ihličia 0,458 g.cm⁻³ a vareného 1,242 g.cm⁻³. Zatiaľ čo nevarené lístie a ihličie plávalo na vode, varené vzorky klesali vo vode ku dnu pyknometra.

Veľkosť nastrihaných listov ani ihličia nevykazovala výraznejšie trendy ani zníženia, ani zvýšenia hodnôt špecifickej hmotnosti. Zmenšovaním rozmerov nastrihaných listov a ihličia sa spravidla nepatrne hodnota špecifickej hmotnosti zvyšovala. Drvenie varených aj nevarených vzoriek o rozmeroch < 2 mm sa častejšie prejavilo znížením jej hodnoty. Pri nevarených vzorkách najčastejšie o 0,1 g.cm⁻³, zatiaľ čo pri varených o 0,2 – 0,4 g.cm⁻³.

Tabuľka 1. Špecifická hmotnosť suchého lístia lipy malolistej (*Tilia cordata*) (L) a ihličia smrekovca opadavého (*Larix decidua*) (S) v subhorizonte opadu lesných pôd

Table 1. The particle density of dry leaves of Small-leaved Lime (*Tilia cordata*) (L) and needles of European larch (*Larix decidua*) (S) in soil litter subhorizons

Číslo ¹⁾	Vzorka ²⁾	Rozmery v mm ³⁾	Varené = V Nevarené = N Drvené = D ⁴⁾	Hmotnosť suchej vzorky v g ⁵⁾	Hmotnosť pyknometra s vodou v g ⁶⁾	Hmotnosť pyknometra so vzorkou v g ⁷⁾	Špecifická hmotnosť v g.cm ⁻³ ⁸⁾
1	L	> 20	N	0,081	132,513	132,054	0,149
2	L	10 – 20	N	0,079	132,513	131,485	0,071
3	L	5 – 10	N	0,078	132,513	132,418	0,427
4	L	2 – 5	N	0,093	132,513	132,154	0,205
5	L	> 20	V	0,129	132,513	132,550	1,408
6	L	10 – 20	V	0,121	132,513	132,554	1,521
7	L	5 – 10	V	0,113	132,513	132,556	1,623
8	L	2 – 5	V	0,108	132,513	132,504	0,921
9	S	25	N	0,292	132,513	132,224	0,503
10	S	10 – 20	N	1,056	132,513	131,408	0,489
11	S	5 – 10	N	0,948	132,513	131,443	0,470
12	S	2 – 5	N	0,052	132,513	130,682	0,235
13	S	25	V	0,381	132,513	132,432	0,825
14	S	10 – 20	V	0,708	132,513	132,451	0,919
15	S	5 – 10	V	0,765	132,513	132,609	1,144
16	S	2 – 5	V	0,657	132,513	132,629	1,214
17	L	< 2	N	0,228	132,513	132,886	0,267
18	L	< 2	N + D	0,205	138,923	138,801	0,625
19	L	< 2	V	0,196	132,513	132,594	1,718
20	L	< 2	V + D	0,235	132,513	132,596	1,550
21	S	< 2	N	0,367	132,513	132,233	0,361
22	S	< 2	N + D	0,034	132,513	132,390	0,218
23	S	< 2	V	0,163	132,513	132,586	1,823
24	S	< 2	V + D	0,337	132,513	132,619	1,460

¹⁾N^o, ²⁾Sample: L – Leaves of Small-leaved lime, S – Needles of European larch, ³⁾Levels in mm, ⁴⁾V – Cook, N – No cook, D – crushed, ⁵⁾Weight of dry sample g, ⁶⁾Weight of pycnometer with water in g, ⁷⁾Weight of pycnometer with sample in g, ⁸⁾Particle density in g.cm⁻³

Špecifická hmotnosť vyseparovaných koreňov machu, vresu, čučoriedok, brusníc a iných bylín, polokrov a krov zo subhorizontov opadu listnatých, ihličnatých a zmiešaných lesov Malých Karpát, Liptovských a Vysokých Tatier vykazovala hodnoty v nevarených vzorkách o veľkosti častíc < 2 mm v rozsahu 0,558 – 0,953 g.cm⁻³, a teda v priemere 0,755 g.cm⁻³ a varených vzorkách 1,828 g.cm⁻³. Podobne tomu bolo s úlomkami stebiel, bylín, drevných štiepok a úlomkov konárikov rôznych veľkostí, ktorých špecifická hmotnosť nevarených vzoriek sa pohybovala v rozpätí 0,526 – 0,928 g.cm⁻³, a teda priemerne 0,727 g.cm⁻³ a varených 1,153 g.cm⁻³.

Použitý piesok a spraš na prípravu miešaniiek s listami a ihličím (tab. 3) mali špecifickú hmotnosť vo varených vzorkách v rozpätí 2,507 – 2,821 g.cm⁻³, priemerne 2,664 g.cm⁻³ (piesok) a 2,423 – 2,632 g.cm⁻³, priemerne 2,505 g.cm⁻³ (spraš). Nevarené vzorky mali adekvátne priemerné hodnoty pri piesku 2,660 g.cm⁻³ a spraši 2,668 g.cm⁻³. Varením sa teda znížila a zvýšila ich špecifická hmotnosť len v malej miere v rozsahu jednotlivých nameraných hodnôt.

Namerané a vypočítané hodnoty špecifickej hmotnosti miešaniiek organických a minerálnych komponentov opadankových horizontov a subhorizontov opadu lesných pôd (tab. 3) vykazovali rozdielne údaje nielen v závislosti na kvalite a podiele jednotlivých komponentov, ale aj na spôsobe prípravy vzoriek (drvenie, varenie). Ak v miešankách prevládali minerálne komponenty (jemnozrnná a humolitová textúra), tak rozdiely medzi varenými a nevarenými vzorkami predstavovali 100 – 200 kg.m⁻³ (0,1 – 0,2 g.cm⁻³). Prevažia organických komponentov vo vzorkách s histickou textúrou zvýšila tieto rozdiely v hodnotách špecifickej hmotnosti až na 300 – 600 kg.m⁻³ (0,3 – 0,6 g.cm⁻³). Podobné údaje sme namerali aj pri rozdielnej príprave vzoriek odobraných z opadankových horizontov a subhorizontov opadu lesných pôd.

4. Diskusia

O príprave a vyhodnotení špecifickej hmotnosti textúrne organických a organicko-minerálnych opadankových horizontov a subhorizontov opadu lesných pôd

Tabuľka 2. Špecifická hmotnosť suchého lístia duba letného (*Quercus robur*) (D), buka lesného (*Fagus sylvatica*) (B) a ihličia borovice lesnej (*Pinus sylvestris*) (O) a jedle bielej (*Abies alba*) (J) nevarená (N), varená (V) v subhorizonte opa-du lesných pôd

Table 2. Particle density of dry leaves of English oak (*Quercus robur*) (D) and European beech (*Fagus sylvatica*) (B) and needles of Scots pine (*Pinus sylvestris*) (O) and European silver fir (*Abies alba*) (J), no cook (N) and cook (V) in soil litter subhorizons

Číslo ¹⁾	Vzorka ²⁾	Rozmery v mm ³⁾	Špecifická hmotnosť v g.cm ^{-3,4)}	
			nameraná ⁴⁾	vypočítaná ⁵⁾
1	DN	> 20	0,347	
2	DN	10 – 20	0,253	
3	DN	5 – 10	0,360	
4	DN	2 – 5	0,429	
5	DN	< 2	0,696	
6	DV	> 20	0,992	
7	DV	10 – 20	0,875	
8	DV	5 – 10	0,922	
9	DV	2 – 5	0,926	
10	DV	< 2	0,908	
11	BN	> 20	0,339	
12	BN	10 – 20	0,260	
13	BN	5 – 10	0,408	
14	BN	2 – 5	0,371	
15	BN	< 2	0,254	
16	BV	> 20	1,169	
17	BV	10 – 20	0,957	
18	BV	5 – 10	0,687	
19	BV	2 – 5	1,164	
20	BV	< 2	0,921	
21	JN	> 20	0,435	
22	JN	10 – 20	0,683	
23	JN	5 – 10	0,389	
24	JN	2 – 5	0,221	
25	JN	< 2	0,575	
26	JV	> 20	1,183	
27	JV	10 – 20	1,308	
28	JV	5 – 10	1,163	
29	JV	2 – 5	1,355	
30	JV	< 2	1,477	
31	ON	> 20	0,580	
32	ON	10 – 20	0,559	
33	ON	5 – 10	0,529	
34	ON	2 – 5	0,551	
35	ON	< 2	0,622	
36	OV	> 20	1,050	
37	OV	10 – 20	1,253	
38	OV	5 – 10	1,201	
39	OV	2 – 5	1,395	
40	OV	< 2	1,098	

¹⁾N⁰, ²⁾Characteristic of the samples: B – Leaves of European beech, P – Needles of Scots pine, M – Sand A – Loess, V – Cook, N – No cook, ³⁾Different parts in weight, ⁴⁾Particle density in g cm⁻³ measured, ⁵⁾Particle density in g cm⁻³ calculated

Tabuľka 3. Špecifická hmotnosť nevarených (N) a varených (V) miešaniiek listov buka lesného (*Fagus sylvatica*) (B) a ihličia borovice lesnej (*Pinus sylvestris*) (P) o rozmeroch < 2 mm s pieskom (M) a sprašou (A) v rôznych pomeroch

Table 3. Particle density of no cook (N) and cook (V) mixed samples of leaves of European beech (*Fagus sylvatica*) (B) and needles of Scots pine (*Pinus sylvestris*) (P) with levels < 2 mm with sand (M) and loess (A)

Číslo ¹⁾	Vzorka ²⁾	Pomer miešaniiek ³⁾	Špecifická hmotnosť v g.cm ⁻³	
			nameraná ⁴⁾	vypočítaná ⁵⁾
1	NBM	1 : 1	1,679	1,457
2	NBM	1 : 2	1,784	1,858
3	NBM	2 : 1	0,729	1,056
4	NBM	1 : 4	1,949	2,179
5	NBM	4 : 1	0,448	0,735
6	VBM	1 : 1	2,107	1,754
7	VBM	1 : 2	2,314	2,031
8	VBM	2 : 1	1,738	1,476
9	VBM	1 : 4	2,476	2,253
10	VBM	4 : 1	1,532	1,254
11	NBA	1 : 1	0,944	1,461
12	NBA	1 : 2	1,415	1,863
13	NBA	2 : 1	0,583	1,058
14	NBA	1 : 4	1,795	2,185
15	NBA	4 : 1	0,401	0,737
16	VBA	1 : 1	2,051	1,745
17	VBA	1 : 2	2,348	2,020
18	VBA	2 : 1	2,027	1,470
19	VBA	1 : 4	2,516	2,239
20	VBA	4 : 1	1,656	1,251
21	NPM	1 : 1	1,667	1,641
22	NPM	1 : 2	1,961	1,981
23	NPM	2 : 1	1,160	1,301
24	NPM	1 : 4	2,286	2,252
25	NPM	4 : 1	0,965	1,030
26	VPM	1 : 1	2,078	1,842
27	VPM	1 : 2	2,159	2,090
28	VPM	2 : 1	1,863	1,594
29	VPM	1 : 4	2,381	2,288
30	VPM	4 : 1	1,581	1,396
31	NPA	1 : 1	1,464	1,645
32	NPA	1 : 2	1,800	1,986
33	NPA	2 : 1	1,113	1,304
34	NPA	1 : 4	2,284	2,259
35	NPA	4 : 1	0,877	1,031
36	VPA	1 : 1	1,989	1,836
37	VPA	1 : 2	2,262	2,079
38	VPA	2 : 1	1,728	1,588
39	VPA	1 : 4	2,558	2,275
40	VPA	4 : 1	1,583	1,392

¹⁾N⁰, ²⁾Characteristic of the samples: B – Leaves of European beech, P – Needles of Scots pine, M – Sand A – Loess, V – Cook, N – No cook, ³⁾Different parts in weight, ⁴⁾Particle density in g cm⁻³ measured, ⁵⁾Particle density in g cm⁻³ calculated

a ich jednotlivých komponentov je v domácej aj zahraničnej literatúre dostatok údajov. Menej sa však poukazuje na rozdielne hodnoty získané po drvení a varení vzoriek v porovnaní so strihanými a nevarenými vzorkami.

V príspevku REDDING *et al.* (2005) sa autori okrem stanovenia špecifickej hmotnosti subhorizontov opadu pod osikou, smrekom a borovicou v lesoch Kanady, pomocou pyknometra a varených vzoriek ($1,53 - 1,60 \text{ g.cm}^{-3}$), zamerali aj na mnohé publikované údaje uvedené inými autormi. Žiaľ, vo viac ako polovici prameňov sa neuvádzajú metódy stanovenia. Napriek tomu výsledky poukazujú na rozdielne hodnoty najmä surového humusu (detritu), humusu a dreva v rozpätí $0,35 - 0,85 \text{ g.cm}^{-3}$ v porovnaní s organickou hmotou celého nadložného horizontu jednotlivých pôd ($1,30 - 1,61 \text{ g.cm}^{-3}$).

V pôdoznameckej encyklopédii (KEITH a SMETTEM, 2005) sa odporúča pre vzorky pôdy s prevládáním organických látok postupovať pri stanovení špecifickej hmotnosti s pomocou pyknometra pri konštantnej teplote a teda bez varenia. Podobne ako pri pôdnej vzorke s prevahou minerálnych častíc sa navrhuje preosiatie cez sito s 2 mm otvormi. Nakoľko organické zložky pôdy sú na rozdiel od minerálnych zložiek prevažne lístkových, steblových alebo niťovitých tvarov, treba pred preosiatím vzoriek tieto nedrviť ale nastrihať do príslušnej veľkosti.

Jednoznačne odporúčame stanovovať špecifickú hmotnosť opadankových horizontov lesných pôd, a to predovšetkým subhorizontov opadu (Ool) z ihličia, lístia, raždia, kôry, koreňov a ďalších odumretých zvyškov rastlín a živočíchov bez ich intenzívnejšieho rozkladu (menej ako 10 % objemových amorfnej organickej hmoty), ako aj subhorizontu drviny (Oof), s nízkym až stredným obsahom amorfnej organickej hmoty (30 – 50 % objemových) bez varenia a drvenia vzoriek, ale len s dokonalým nastrihaním detritu do veľkosti 2 mm.

Subhorizont meliny (Ooh) s vyšším obsahom uhlíka, ale minerálnych častíc v množstve do 50 % objemových (30 % hmotnostných) z hmoty pôdnej vzorky, podobne ako povrchový horizont humolitovej textúry si vyžaduje stanovenie špecifickej hmotnosti osobitne pre organickú a minerálnu zložku, prípadne jej zistenie s varením aj bez varenia. Organický podiel zistíme spálením a výslednú špecifickú hmotnosť prepočítame matematicky.

Pri príprave pôdnych vzoriek na stanovenie špecifickej hmotnosti s viac ako 30 % hmotnostných minerálnych častíc (minerálna jemnozrnná textúra) treba naďalej tieto podrviť, preosiať a povariť.

5. Záver

V príspevku sa poukazuje na vplyv prípravy vzoriek, a to najmä varenia na stanovenie špecifickej hmotnosti organických opadankových horizontov a subhorizontov opadu lesných pôd. Za týmto účelom sa stanovili špecifické hmotnosti s použitím pyknometra nevarených a varených vzoriek suchých opadaných listov lipy malolistej

(*Tilia cordata*), duba letného (*Quercus robur*) a buka lesného (*Fagus sylvatica*), ako aj ihličia jedle bielej (*Abies alba*), borovice lesnej (*Pinus sylvestris*) a smrekovca opadavého (*Larix decidua*) rôznych rozmerov. Stanovenia (tab. 1 a 2) ukázali, že varením vzoriek sa v porovnaní s nevarenými zvýšili hodnoty špecifickej hmotnosti 2 až 4-krát, pričom v listoch nepatrne výraznejšie v porovnaní s ihličím. Priemerné hodnoty špecifickej hmotnosti nevarených listov boli $0,341 \text{ g.cm}^{-3}$ a varených $1,144 \text{ g.cm}^{-3}$, pričom nevareného ihličia $0,458 \text{ g.cm}^{-3}$ a vareného $1,242 \text{ g.cm}^{-3}$. Zatiaľ čo nevarené lístie a ihličie plávalo na vode, varené vzorky klesali vo vode ku dnu pyknometra. Veľkosť nastrihaných listov ani ihličia nevykazovala výraznejšie trendy ani zníženia, ani zvýšenia hodnôt špecifickej hmotnosti. Zmenšovaním rozmerov nastrihaných listov a ihličia sa spravidla nepatrne hodnota špecifickej hmotnosti zvyšovala. Drvenie varených aj nevarených vzoriek o rozmeroch $< 2 \text{ mm}$ sa častejšie prejavilo znížením hodnoty špecifickej hmotnosti. Pri nevarených vzorkách najčastejšie o $0,1 \text{ g.cm}^{-3}$, zatiaľ čo pri varených o $0,2 - 0,4 \text{ g.cm}^{-3}$.

Špecifické hmotnosti nevareného piesku ($2,660 \text{ g.cm}^{-3}$) a spráše ($2,668 \text{ g.cm}^{-3}$) sa varením zmenili iba nepatrne ($2,664$ a $2,505 \text{ g.cm}^{-3}$). Namerané a vyrátané hodnoty špecifickej hmotnosti miešaniek organických a minerálnych komponentov opadankových horizontov subhorizontov opadu lesných pôd (tab. 3) vykazovali rozdielne údaje nielen v závislosti na kvalite a podiele jednotlivých komponentov, ale aj na spôsobe prípravy vzoriek (drvenie, varenie). Ak v miešankách prevládali minerálne komponenty (jemnozrnná a humolitová textúra), tak rozdiely medzi varenými a nevarenými vzorkami predstavovali $100 - 200 \text{ kg.m}^{-3}$ ($0,1 - 0,2 \text{ g.cm}^{-3}$). Prevaha organických komponentov vo vzorkách s histickou textúrou zvýšila tieto rozdiely v hodnotách špecifickej hmotnosti až na $300 - 600 \text{ kg.m}^{-3}$ ($0,3 - 0,6 \text{ g.cm}^{-3}$).

V zahraničnej literatúre (HEISKANEN, 1992; KEITH a SMETTEM, 2005; BANCO-CANQUI *et al.*, 2006) sa varenie pôdnych vzoriek s prevahou organických látok nepovažuje za celkom vhodnú metódu a odporúča sa vzorky nevariť.

Na základe výsledkov výskumu odporúčame stanovovať špecifickú hmotnosť opadankových horizontov lesných pôd, a to predovšetkým subhorizontov opadu (Ool) z ihličia, lístia, raždia, kôry, koreňov a ďalších odumretých zvyškov rastlín a živočíchov bez ich intenzívnejšieho rozkladu (menej ako 10 % objemových amorfnej organickej hmoty), ako aj subhorizontu drviny (Oof), s nízkym až stredným obsahom amorfnej organickej hmoty (30 – 50 % objemových) bez varenia a drvenia vzoriek, ale len s dokonalým nastrihaním detritu do veľkosti 2 mm.

Subhorizont meliny (Ooh) s vyšším obsahom uhlíka, ale minerálnych častíc v množstve do 50 % objemových (30 % hmotnostných) z hmoty pôdnej vzorky, podobne ako povrchový horizont humolitovej textúry si vyžaduje

stanovenie špecifickej hmotnosti osobitne pre organickú a minerálnu zložku, prípadne jej zistenie s varením aj bez varenia. Organický podiel zistíme spálením a výslednú špecifickú hmotnosť prepočítame matematicky.

Pri príprave pôdnych vzoriek na stanovenie špecifickej hmotnosti s viac ako 30 % hmotnostných minerálnych častíc (minerálna jemnozrnná textúra) treba naďalej tieto podvrviť, preosiať a povariť.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná riešením GP VEGA2/0157 Vplyv nadložných organických horizontov pôdy na hydrologické procesy a GUK/642/2012. Osobitne som povďačná za cenné rady a pomoc doc. Ing. Zoltánovi Bedrnovi, DrSc. a za laboratórne práce Emílii Bednárovej z Katedry pedológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave.

Literatúra

- BANCO-CANQUI, H., LAL, R., POST, W., IZAURRALDE, R., SHIPITALO, M. J., 2006: Organic Carbon Influences on Particle Density and Rheological Properties. *Soil Sci. Soc. Amer. Journal*, **70**: 1407 – 1414.
- BEDRNA, Z., 1989: Substráty na pestovanie rastlín, základy pestovania. Bratislava: Príroda, 266 s.
- BÚTOROVÁ, J., BEDRNA, Z., 2012: Príspevok k určovaniu textúry pokrývkových organických horizontov pôdy. *Phytopedon (v tlači)*.
- FIALA, K., KOBZA, J., MATUŠKOVÁ, L., BREČKOVÁ, V., MAKOVNÍKOVÁ, J., BARANČIKOVÁ, G., PECHOVÁ, B., BÚRIK, V., CHROMANIČOVÁ, A., HOUSKOVÁ, B., VÁRADIOVÁ, D., 1999: Záväzné metódy rozborov pôd. Čiastkový monitorovací systém – Pôda. Bratislava: VÚPOP, 142 s.
- FOSBERG, M., 1977: Heat and water transport properties in conifer duff and humus. USDA Forest servis Res. Pap. RM-195, Fort Collins CO. 25 p.
- HRAŠKO, J., ČERVENKA, L., FACEK, ZB., KOMÁR, J., NĚMEČEK, J., POSPÍŠIL, F., SROVÝ, V., 1962: Rozbory pôd. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 342 s.
- HEISKANEN, J., 1992: Comparison of three methods for determining the particle density of soil with liquid pycnometers. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **23**, p. 151-165.
- KEITH, R., SMETTEN, J., 2005: Particle Density. Chapter 258, Encyclopedia of Soil Science. Second Edition. Rattan Lal LRC Press, 385 p.
- LIDE, D. R. (ed.), 2002: CRC handbook of chemistry and physics. 83rd, ed. CRC Oress, Boca Raton, FL. 425 p.
- REDDING, T. E., HANNAM, K. D., QUIDEAU, S. A., DEVITO, K. J., 2005: Particle Density of Aspen, Spruce and Pine Forest in Alberta, Canada. *Soil Sci. Soc. Amer. Journal*, **69**: 1503-1506.
- ŠAŇKA, M., MATERNA, J., 2004: Indikátory kvality zemědělských a lesných půd ČR. Praha: Planeta 2004. Ministerstvo životního prostředí ČR, 84 s.
- SMOLÍK, L. 1957: Pedologie. Praha: SNTL, 400 s.
- ŠÁLY, R., 1988: Pedológia a mikrobiológia. Zvolen: VŠLD, 378 s.
- ŠÁLY, R., CIESARIK, M., 1991: Návodny na cvičenia. Zvolen: VŠLD, 123 s.
- WOOD, M. J., DOUGLAS, R. A., SANDS, R., 2002: a Comparison of Three Methods for Measuring the Density of Forest Soils in New Zealand. New Zealand: Universitet of Cartesbury. *International Journal of Forest Engineering*, **15**: 125-141.
- ZAUJEC, A., CHLPIK, J., NÁDAŠKÝ, J., SZOMBATHOVÁ, N., TOBIAŠOVÁ, E., 2009: Pedológia a základy geológie. Nitra: SPU v Nitre, 400 s.

Summary

The article highlights influence of sample preparation methods, mainly heat treatment of samples for density determination in litter subhorizons of forest soils. The density was determined by pycnometer in both, heat-treated samples as well as in samples without heat treatment. Dry lime, oak and beech leaves as well as fir, pine and larch needles of different sizes were used as samples. The results of density determination (Table 1 & 2) show increased values (twice up to four times) in heat-treated samples in comparison with samples without heat treatment, leaves slightly more than needles. The average density value of heat-treated leaves is 1.144 g.cm⁻³, of leaves without heat treatment 0.341 g.cm⁻³, of heat-treated needles 1.242 g.cm⁻³, and of needles without heat treatment 0.458 g.cm⁻³. While leaves and needles without heat treatment swam when they were put into the water, on the other hand, heat-treated samples fell to the bottom of pycnometer. The size of cut leaves and needles seems not to have any impact on increasing or decreasing of density values. When size of cut leaves and needles decreased, density value slightly increased. When parts of the samples less than 2 mm long were crushed, density values often slightly decreased in both types of samples, heat-treated and those without heat treatment. In case of samples without heat-treatment, value of 0.1 g.cm⁻³ decrease was observed, while in case of heat-treated samples, value of 0.2 to 0.4 g.cm⁻³ decrease was observed.

Density of sand (2.660 g.cm⁻³) and loess (2.668 g.cm⁻³) was only slightly changed by heat treatment to 2.664 g.cm⁻³ in case of sand and 2.505 g.cm⁻³ in case of loess. Detected density values of organic and mineral component mixtures in overlaying horizons of forest soils showed different data (Table 3), not only depended on quality and amount of components, but also on the sample preparation method (crushing, heat treatment). If there was prevalence of mineral components (fine-grained texture), differences between heat treated samples and those without heat treatment represented 100 – 200 kg.m⁻³ (0.1 – 0.2 g.m⁻³). The prevalence of organic components increased the difference in density values up to 300 – 600 kg.m⁻³ (0.3 to 0.6 g.m⁻³). Similar data were measured also when different preparation methods were used in testing samples from overlaying horizons of forest soils.

Heat treatment of soil samples with the vast majority of organic matter is not considered as a suitable laboratory method in foreign literature sources (HEISKANNEN, 1992; KEITH & SMETTEM, 2005; BANCO-CANQUI *et al.*, 2006), those do not recommend to use heat treatment in processing soil samples.

It is recommended to determine density without heat treatment of samples, without crushing samples, only to cut the detritus to 2 mm long fragments as needed in case of overlaying horizons of forest soils, especially for litter subhorizon (Ool) consisting of needles, leaves, sticks, bark, roots, and other remains of dead plants and animals without intensive decomposition (less than 10 volume per cent of organic matter) and for wood pulp subhorizon (Oof) with lower content of organic matter (30 to 50 volume per cent).

For melina subhorizon (Ooh), with higher carbon content containing 50 volume per cent (30 weight per cent) of mineral parts in soil sample, it is needed to determine density for organic and for mineral part separately as well as in case of surface horizon with organic-mineral texture. The organic content is possible to determine by burning the sample and consequently counting the final value of the density. Soil samples with more than 30 weight per cent of mineral parts (fine-grained) have to be crushed, sieved and heat-treated to determine the density.

Translated by author
Revised by J. Lásková