

VPLYV BIOUHLIA NA RETENČNÉ VLASTNOSTI HLINITO-PIESOČNATEJ PÔDY

Hana Hlaváčiková, Katarína Brezianská, Viliam Novák

Zlepšovanie fyzikálnych vlastností pôd je významným faktorom zvyšovania poľnohospodárskej produkcie. Na to sa využívajú rôzne organické materiály, jedným z ktorých je aj biouhlie. Biouhlie zvyšuje pórovitosť pôd, viaže na seba vodu a živiny, čo je prospešné pre zdravý vývin rastlín. Na trhu existujú rôzne druhy biouhlia, ktorých vlastnosti zatiaľ nie sú celkom známe. V tejto práci boli testované retenčné vlastnosti biouhlia dodávaného firmou Sonnenerde, Rakúsko, ako aj zmesi biouhlia a hlinito-piesočnatej pôdy, na porušených vzorkách. Merania potvrdili zvýšenú retenčnú kapacitu biouhlia, ale iba v oblasti relatívne veľkých tlakových výšok v rozsahu 0 až -100 cm. Retencia čistého biouhlia bola v porovnaní s čistou pôdou vyššia až o 27 obj. %. Vo vzorkách, v ktorých podiel biouhlia predstavoval 80 t·ha⁻¹ bol tento rozdiel len 3 obj. % a vo vzorkách s podielom biouhlia do 40 t·ha⁻¹ nebol pozorovaný žiadny rozdiel v porovnaní so vzorkami s pôdou bez pridaného biouhlia.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: biouhlie, retenčné krivky, porušené vzorky

INFLUENCE OF A BIOCHAR APPLICATION ON A SANDY-LOAM SOIL WATER RETENTION PROPERTIES. Improving the physical properties of soils is an important factor in increasing agricultural production. For this purpose a variety of organic materials are used, one of which is the biochar. The biochar increases soil porosity, absorbs water and nutrients, which is beneficial to the healthy plant development. On the market there are different types of biochar, whose properties are not yet fully known. In this work have been tested retention properties of biochar supplied by the company Sonnenerde (Austria) and also mixtures of biochar and sandy-loam soil, on disturbed samples in laboratory. The measurements confirmed the improved retention capacity of this kind of biochar but only in relatively small range of pressure heads from 0 to -100 cm. Retention of pure biochar was larger up to 27 vol.% compared with retention of a soil without biochar. In soil samples with portion of biochar corresponding to 80 t·ha⁻¹ this difference was only 3 vol.%. In soil samples with portion of biochar up to 40 t·ha⁻¹ no difference was observed compared to soil samples without applied biochar.

KEY WORDS: biochar, retention curves, disturbed samples

Úvod

V súčasnosti sa zvyšuje tlak na poľnohospodársku výrobu produkovať lacné a pritom kvalitné produkty v podmienkach nárastu extrémov počasia. Sú to čoraz častejšie sa vyskytujúce obdobia sucha alebo naopak, zrážkové udalosti s vysokou intenzitou. Ďalším významným faktorom ovplyvňujúcim vhodné pestovateľské podmienky je degradácia obrábaných pôd vplyvom intenzívnej poľnohospodárskej výroby. Pre zvýšenie poľnohospodárskej produkcie je dôležité zúrodňovanie pôd a skvalitňovanie ich fyzikálnych vlastností. Na to sa využívajú rôzne organické materiály, jedným z nich je

aj biouhlie. Biouhlie zvyšuje pórovitosť pôdy a viaže na seba vodu a živiny, čo je veľmi prospešné pre zdravý vývin rastlín.

Vplyv biouhlia na zvýšenie úrodnosti a zlepšenie hydrofyzikálnych vlastností pôdy je v súčasnosti častou témou výskumu. Výskum bol inšpirovaný antropogénne vytvorenými černoziemami, nazývanými „Terra preta“. Sú to pôdy so zvýšenou úrodnosťou, vysokým podielom organického materiálu a nutričov ako N, P a Ca až do hĺbky 1 m, ktoré sa vyskytujú ako malé ostrovčeky medzi menej úrodnou pôdou (Glaser 1999; Smith, 1999; Zech et al., 1990). Tieto antropogénne pôdy sú staršie ako 2000 rokov a boli objavené v Brazílii v povodí

Amazonky (Woods et al., 1999; Zech et al., 1990), a tiež v západnej Afrike, Benine, Libérii a v savanách južnej Afriky (Blackmore et al., 1990). Kvalitu týchto černoziem spôsobuje vysoký podiel dreveného uhlia, ktoré bolo získavané z pálenia pralesnej vegetácie.

V súčasnosti sa biouhlie vyrába z biomasy počas procesu pyrolýzy, t.j. termochemickým rozkladom organického materiálu pri teplotách od 300 °C do 1000 °C so zníženým prístupom kyslíka. Biomasa sa procesom pyrolýzy mení na biouhlie, ktoré je vysoko pórovitým materiálom, čo môže potenciálne zlepšiť fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti pôdy (Major et al., 2010). Viacerí autori vo svojich prácach uvádzajú, že aplikáciou biouhlia sa zvýšila vlhkosť pôdy (Glaser et al., 2002; Gaskin et al., 2007; Domanová et al., 2015).

Biouhlie sa na rozdiel od klasického uhlia nepoužíva ako palivo, ale slúži najmä k úprave hydrofyzikálnych vlastností pôdy (Abel et al., 2013), čo vedie k zvýšeniu úrodnosti (Major et al., 2010), zvýšeniu retenčnej kapacity pôdy (Laird et al., 2010) a je efektívne pri zachytávaní a dlhodobom ukladaní atmosférického oxidu uhličitého (Lehmann, 2007).

Aj keď bol zistený pozitívny vplyv biouhlia na chemické zloženie pôdy a rast rastlín, jeho vlastnosti v zmesi s pôdou nie sú dostatočne známe. Podľa druhu použitej biomasy, čo môžu byť stromy, kríky, trávnaté rastliny a rôzne druhy organického odpadu, podľa výšky teploty a dĺžky procesu pyrolýzy existujú rôzne druhy biouhlia, ktorých vlastnosti môžu byť odlišné a ich vplyv na hydrofyzikálne charakteristiky pôdy nie je celkom jasný.

Viaceré výsledky štúdií vplyvu biouhlia na retenčné vlastnosti pôdy ukazujú, že biouhlie zvyšuje retenčnú kapacitu pôdy v rozsahu rastlinami využiteľnej oblasti, t.j. v oblasti rozsahu ekvivalentného priemeru pórov 0,2–5 µm (v rozsahu tlakových výšok od poľnej vodnej kapacity po bod vädnutia) (Laird et al., 2010; Liu et al., 2012; Abel et al., 2013; Baronti et al., 2014). Z dostupnej literatúry tiež vyplýva, že pórovitosť biouhlia je vysoká a môže dosahovať hodnoty 80 %. Retenčná kapacita pri nízkych hodnotách tlakových výšok môže byť tiež vysoká kvôli pomerne vysokému mernému povrchu biouhlia, ktorý môže dosahovať hodnoty až 3000 m².g⁻¹ (Guo et al., 2002) z čoho vyplýva, že môže viazať vyššie percento adsorpčnej vody svojím povrchom. Táto voda však nie je dostupná pre rastliny.

Cieľom tejto práce bolo objasniť vplyv biouhlia na retenčné vlastnosti hlinito-piesočnatej pôdy s podielom biouhlia z meraní na porušených vzorkách pripravených v kontrolovaných laboratórnych podmienkach a preveriť retenčné vlastnosti biouhlia na samostatných vzorkách s čistým biouhlím.

Metodika

Vlastnosti pôdy

Pôda použitá na experiment pochádzala z výskumnej bázy SPU v Nitre, z lokality Malanta. Táto pôda bola klasifikovaná ako hnedozem kultizemná, pôdny druh

piesočnato – hlinitá (Domanová et al., 2015).

Vlastnosti biouhlia

Informácie o vlastnostiach biouhlia boli poskytnuté dodávateľom (firmou Sonnenerde, Rakúsko). Biouhlie použité na laboratórny experiment bolo vyrobené z kalov papierového vlákna a obilných šupiek v pomere 1:1 vzhľadom k hmotnosti. Vzniklo pyrolýzou pri teplote 550 °C po dobu 30 minút v reaktore Pyreg (Pyreg GmbH, Dörth, Nemecko). Charakteristiky dodávaného biouhlia sú vyjadrené v hmotnostných podieloch nasledovne: obsah uhlíka (53,1 %), vodíka (1,84 %), dusíka (1,4 %), kyslíka (5,3 %) a popola (38,3 %). Špecifická plocha povrchu biouhlia je 21,7 m².g⁻¹, objemová hmotnosť biouhlia je 0,206 g.cm⁻³, hodnota pH 8,8. Veľkosť frakcie biouhlia bola 0–5 mm.

Metodika prípravy porušených vzoriek

Na prípravu vzoriek bola použitá jemnozerná, ktorú sme získali z čistej pôdy (bez prímеси biouhlia) voľne vysušenej na vzduchu. Pôdne agregáty sme podrútili pneumatickým kladivom a drvinu sme následne preosiali na sito s veľkosťou ôk 2 mm. Boli pripravené 4 sady porušených vzoriek po 5 ks vzoriek.

Prvú sadu piatich vzoriek tvorila čistá pôda bez prímеси biouhlia. Dve sady vzoriek boli tvorené zmiešaním jemnozerného s biouhlím s rozdielnym hmotnostným podielom biouhlia v každej sade vzoriek. Poslednú sadu tvorilo čisté biouhlie.

Pri príprave zmesi sme vychádzali z toho, že biouhlie je v poľných podmienkach často aplikované do pôdy v rozdielnom podiele hmotnosti na jednotkovú plochu povrchu pôdy, následne je premiešané s pôdou v určitej vrstve pôdy (obvykle vo vrstve 10 cm). Preto sme pripravili sady vzoriek s prímесou biouhlia tak, aby jeho množstvo vo vzorkách korešpondovalo s obsahom biouhlia aplikovaného v poľných podmienkach: 40 t.ha⁻¹ a 80 t.ha⁻¹, zapracovaného do 10 cm vrstvy pôdy, čo zodpovedá aplikácii približne množstvu 4 a 8 g suchého biouhlia na 100 cm³ objemu Kopeckého valčeka.

Pri príprave vzoriek sme vychádzali z toho, že objemová hmotnosť čistej pôdy môže mať hodnotu 1,1 g.cm⁻³, čo zodpovedalo priemernými hodnotám objemovej hmotnosti pôdy, ktoré boli získané z neporušených vzoriek z terénu na jeseň 2015. Objemovú hmotnosť čistého biouhlia sme predpokladali 0,2 g.cm⁻³ podľa údajov od výrobcu. Skutočné objemové hmotnosti nami pripravených porušených vzoriek pôdy a biouhlia, ako aj zmesi pôdy a biouhlia boli zistené až po príprave vzoriek a ukončení meraní retenčných kriviek a sú uvedené vo výsledkoch.

Na prípravu vzoriek sme použili štyri plastové nádoby. Do troch z nich sme navážili pôdu, vysušenú voľne na vzduchu, približne pre 6 ks vzoriek, čo zodpovedalo hmotnosti 660 g. Dve nádoby s pôdou sme obohatili o biouhlie v stanovených pomeroch, t.j. 4 g (alebo 8 g) suchého biouhlia na 110 g suchej čistej pôdy. Do štvrtej

nádoby sme dali len čisté biouhlie. Biouhlie sme nepreosievali, bolo aplikované vo frakcii dodávanej výrobcom 0 – 5 mm.

Zmesi pôdy a biouhlia sme dôkladne premiešali. Aby sa s nimi dalo lepšie pracovať, zmesi sme jemným rozprašovačom navlhčovali za súčasného miešania vzorky do požadovanej konzistencie tak, aby zmes bola vlhká. Zmes sme do Kopeckého valčekov nasypávali

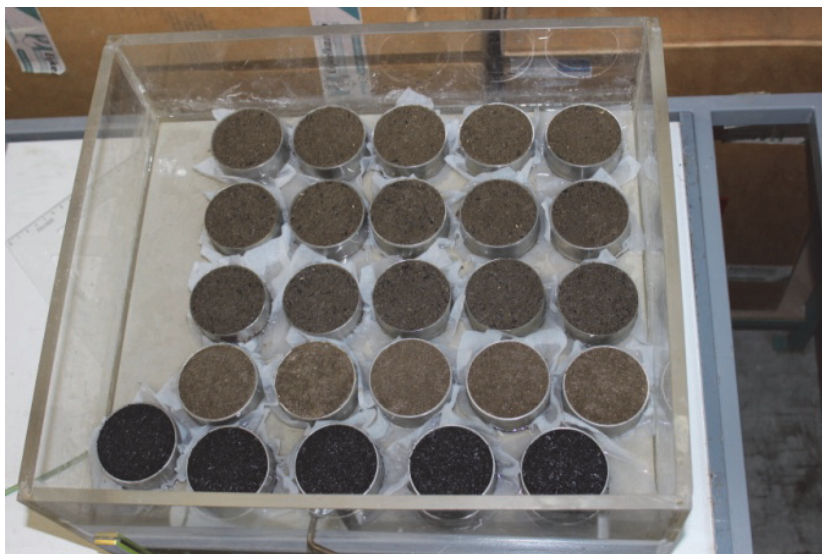
v 0,5 cm vrstvách, manuálne utriasli a dôkladne utlačili gumenou zátkou. Takto boli postupne robené jednotlivé vrstvy až do naplnenia valčeka po okraj. Povrch každej vzorky sme zarovnali pomocou noža.

Postup prípravy vzoriek čistej pôdy a čistého biouhlia bol rovnaký ako v predošlom popise. Prípravu vzoriek je možné vidieť na obr. 1. Hotové vzorky sme odvážili a v ďalšom boli použité na meranie retenčných čiar.



Obr. 1. Ukážka prípravy zmesi biouhlia a pôdy.

Fig. 1. Demonstration of soil and biochar mixtures preparation.



Obr. 2. Pôdne vzorky pripravené na meranie retenčných čiar.

Fig. 2. Soil samples prepared for water retention measurements.

Meranie vlhkostných retenčných kriviek (VRK)

Retencia pripravených vzoriek (vlhkostné retenčné krivky) bola meraná štandardným postupom v pretlakových nádobách (Soil Moisture Equipment Corp., Santa Barbara, CA, USA) pri pretlakoch 2, 4, 6, 10, 30, 56, 100, 300, 480 kPa, čo zodpovedá tlakovým výškam h_w - 20, -40, -60, -100, -300, -560, -1000, -3000, -4800 cm. Vzorky boli spoiatku nasýtené, potom boli na podložke s filtračným papierom vystavené podtlaku 0,2 kPa ($h_w = -2$ cm), čo bol aj prvý bod merania. Vzorky boli pri dosiahnutí ustáleného stavu pri každom nastavenom pretlaku odvážené, nakoniec boli vysušené a znovu odvážené. Zo známych hmotností vzoriek bol vypočítaný objem vody pre každý bod merania.

Merané body vlhkostných retenčných kriviek boli preložené analytickou VRK podľa van Genuchtena (1980).

Nasýtená hydraulická vodivosť (K_s)

Nasýtená hydraulická vodivosť biouhlia a vzoriek pôdy a zmesi pôdy s biouhlím bola meraná na tých istých porušených vzorkách, na ktorých boli robené merania VRK. Bola stanovená z meraní štandardnou metódou premenlivého hydraulického sklonu (Velebný a kol., 2000).

Modelovanie pohybu vody v pôde s obsahom biouhlia

Vplyv rozdielnej retencie vrchnej 10 cm vrstvy pôdy na pohyb vody v pôde a dynamiku objemovej vlhkosti pôdy sme sa snažili demonštrovať použitím matematického modelu HYDRUS-1D (verzia 4.13) (Šimůnek et al., 2008). Pôdny profil bol rozdelený na dve vrstvy: 0 – 10 cm a 10 – 100 cm. Pôdne charakteristiky vrstvy 10 – 100 cm, potrebné ako vstupné charakteristiky t.j. parametre retenčnej krivky a nasýtená hydraulická vodivosť, boli pre všetky scenáre rovnaké, predstavovali pôdu z výskumnej bázy SPU v Nitre. Charakteristiky vrstvy 0 – 10 cm, boli menené podľa zvoleného scenára, t. j. pôda bez biouhlia, pôda s biouhlím s podielom predstavujúcim 40 t·ha⁻¹, 80 t·ha⁻¹ a čisté biouhlie, čo predstavovalo extrémnu situáciu aplikácie čistého biouhlia na povrch pôdy. Nakoľko sme v tejto práci sledovali predovšetkým retenčné vlastnosti pôdy a biouhlia, chceli sme kvantifikovať ich vplyv na výsledky modelovania pohybu vody v pôde. Preto sme v modelovaní použili pre rôzne scenáre jednotnú hodnotu $K_s = 44,2 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, ktorá zodpovedala poľným meraniam z výskumnej bázy SPU. Jednotlivé varianty sa lišili len rozdielnou retenčnou kapacitou tak, ako bola zistená z VRK. Okrajové podmienky boli v modeli nastavené nasledovne: horná okrajová podmienka bola daná meteorologickými charakteristikami, ktoré boli získané z meteorologickej stanice Gabčíkovo pre rok 2000, dolná okrajová podmienka zodpovedala voľnej drenáži. Na povrchu pôdy bol zvolený referenčný trávnatý porast. Priebeh vlhkosti pôdy bol sledovaný v hĺbke 5 a 20 cm a bol porovnaný

pre rozdielne scenáre s hodnotami hydrolimitov, s bodom vädnutia (BV zodpovedá vlhkosti pri tlakovej výške $h_w = -10^{4,18}$ cm) a poľnou vodnou kapacitou (PVK). Poľná vodná kapacita predstavuje takú vlhkosť pôdy, ktorá sa v pôde nachádza po jej počiatčnom nasýtení dlhší čas. Voda z veľkých pórov odtečie rýchlo, nie je pre rastliny využiteľná. PVK predstavuje maximálne množstvo vody viazanej predovšetkým kapilárnymi silami. Táto vlhkosť sa stanovuje väčšinou v poľných podmienkach a je pre rôzne pôdne druhy rozdielna. V tejto práci sme zvolili jednotnú hodnotu PVK, vlhkosť zodpovedajúcu tlakovej výške $h_w = -300$ cm pre čistú pôdu a zmesi pôdy a biouhlia, a pre čisté biouhlie vlhkosť zodpovedajúcu tlakovej výške $h_w = -100$ cm.

Výsledky a diskusia

Z našich meraní retencie pôdnych vzoriek obohatených biouhlím vyplýva, že vplyv biouhlia na nárast retenčnej kapacity pôdy bol pozorovaný iba v oblasti veľkých tlakových výšok, t.j. len v oblasti blízkej nasýteniu pôdy vodou (v oblasti h_w 0 až -300 cm) (obr. 3), a to len približne o 3 obj. % (porovnanie čistej pôdy a pôdy s biouhlím s podielom v množstve 80 t·ha⁻¹). Najvyššiu retenciu sme pozorovali pri čistom biouhli v blízkosti plného nasýtenia vodou. Rozdiel v porovnaní s čistou pôdou bol až 27 obj. %. Avšak retencia biouhlia so znižovaním tlakovej výšky rýchle klesala už pri potenciáli -10 cm (obr. 3). V rozsahu tlakových výšok -300 cm a menej už nebol pozorovaný vplyv biouhlia na retenčnú kapacitu pôdy. Tento výsledok bol v porovnaní s dostupnou literatúrou neočakávaný.

Možno konštatovať, že vplyv biouhlia, použitého v tejto práci, je mimo rozsahu vlhkostí, zodpovedajúcich využiteľnej vodnej kapacite. Z tohto výsledku by bolo možné predpokladať, že tento druh biouhlia významne neovplyvní zásobu vody v pôde v rozsahu odpovedajúcom využiteľnej vodnej kapacite. Avšak tento výsledok by bolo potrebné preveriť dlhodobšími poľnými meraniami, z ktorých je možné analyzovať aj napr. vplyv meniacej sa štruktúry pôdy zmiešanej s biouhlím.

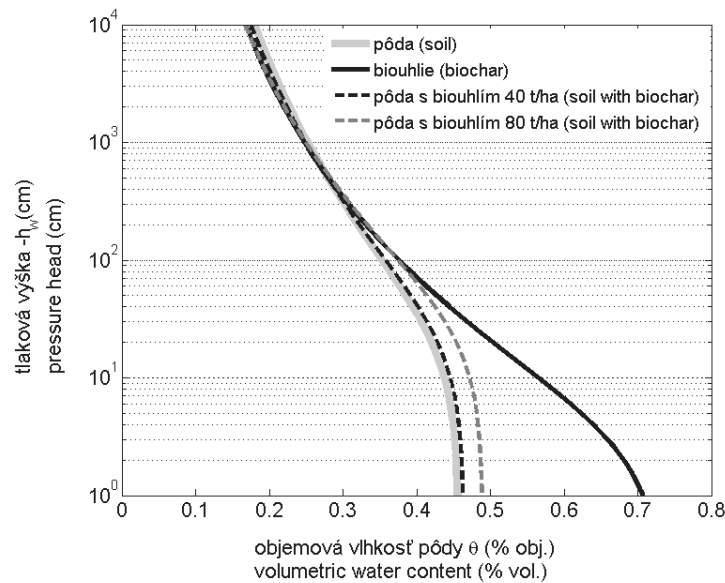
Na obr. 3 sú zobrazené priemerné vlhkostné retenčné krivky. Vzorky pripravené v rámci rovnakej sady merania boli značne homogénne, čo sa prejavilo aj relatívne malými smerodajnými odchýlkami. Rozdiely medzi meranými bodmi vlhkostných retenčných kriviek jednotlivých vzoriek v rámci jednej sady merania pre príslušnú tlakovú výšku, vyjadrené smerodajnou odchýlkou objemovej vlhkosti (SD) a koeficientom variácie (Cv) boli v rozsahu: 0,2 – 1,2 % obj. vlhkosti (SD), 0,008 – 0,066 (Cv) pre čistú pôdu a zmesi pôdy s biouhlím a 0,4 – 2,3 % obj. vlhkosti (SD), 0,019 – 0,044 (Cv) pre čisté biouhlie.

S nárastom podielu biouhlia vo vzorkách pôdy je vidieť pokles objemovej hmotnosti pôdy (z hodnôt 1,5 g·cm⁻³ – čistá pôda, na 0,27 g·cm⁻³ – čisté biouhlie) a naopak nárast nasýtenej hydraulickej vodivosti pôdy (obr. 4).

Priemerná hodnota K_s pre pôdu bez biouhľia je $16,4 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, pre vzorky s podielom biouhľia $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ je to $22,2 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, pre vzorky s podielom biouhľia $80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ je to $33,1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ a pre čisté biouhlie sú hodnoty K_s o jeden až dva rády vyššie s priemernou hodnotou $910 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$.

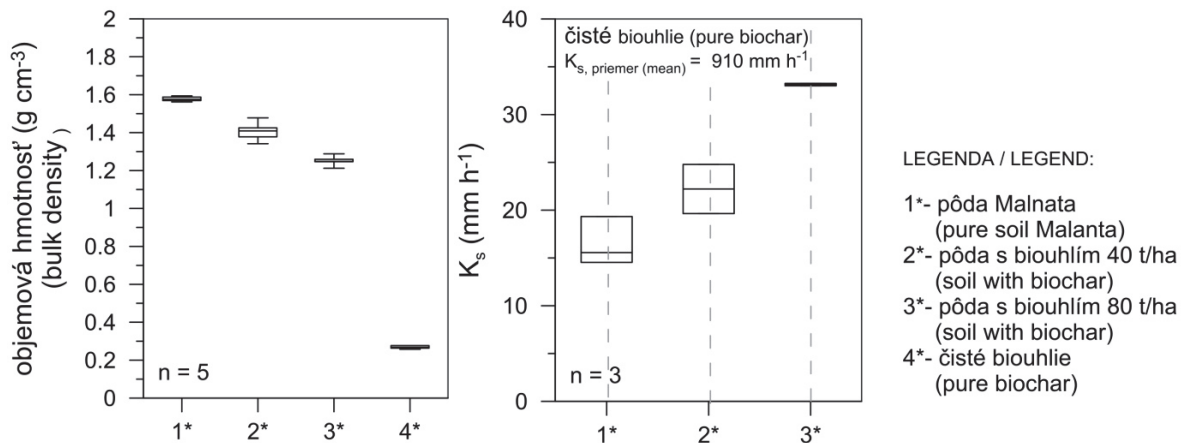
Z výsledkov modelovania pohybu vody v pôde je vidieť najväčší vplyv čistého biouhľia na modelované objemové vlhkosti pôdy (obr. 5) v hĺbke 5 cm, a tento rozdiel

oproti pôde bez biouhľia je hlavne v období zrážok až približne o 20 % objemovej vlhkosti. Vplyv biouhľia v zmesi s pôdou nie je až taký výrazný. Maximálne rozdiely medzi objemovými vlhkosťami pôdy bez biouhľia a pôdy s podielom biouhľia zodpovedajúcim $80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sú do 3 % objemovej vlhkosti. Táto hodnota je napríklad porovnateľná s priemernou chybou merania elektromagnetických prístrojov, určených na meranie objemovej vlhkosti pôdy.



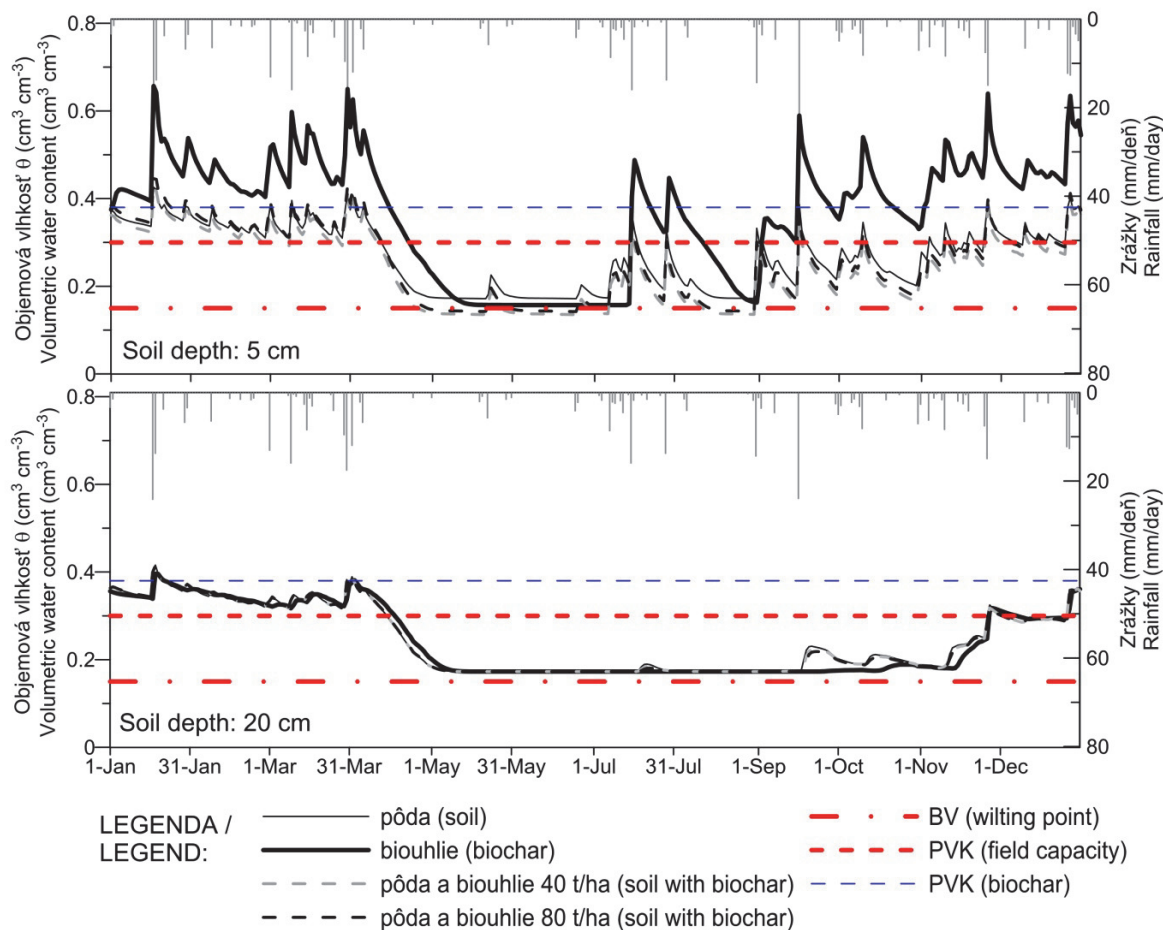
Obr. 3. Priemerné vlhkosťné retenčné krivky z každej sady merania.

Fig. 3. Mean soil water retention curves for different treatments.



Obr. 4. Objemové hmotnosti a nasýtené hydraulické vodivosti K_s . Zobrazené sú hodnoty minimum, 25. percentil, medián a 75. percentil a maximum; n zodpovedá počtu vzoriek v každej sade merania.

Fig. 4. Bulk densities and saturated hydraulic conductivities K_s . Value range: minimum, the 25th percentile, median, the 75th percentile, maximum; n represents the number of soil samples in each treatment.



Obr. 5. Priebeh zrážok a zodpovedajúcich modelovaných vlhkostí v hĺbkach 5 a 20 cm pôdneho profilu, v ktorého vrstve 0–10 cm boli hypoteticky aplikované rozdielne podiely biouhlia. (BV predstavuje hraničnú hodnotu hydrolimitu bodu vädnutia, PVK predstavuje poľnú vodnú kapacitu). Modelované pre Gabčíkovo rok 2000, trávnatý porast.

Fig. 5. Rainfall intensities and modelled volumetric water contents in soil depth of 5 and 20 cm. In the soil depth 0–10 cm was applied different amounts of biochar. Modelled for station Gabčíkovo, year 2000, grass canopy.

V modelovej ukážke sme hodnotili iba vplyv retenčných vlastností biouhlia na dynamiku vody v pôde. Je zrejmé, že ďalšie hydrofyzikálne charakteristiky ako rozdielne hydraulické vodivosti čistej pôdy a zmesi biouhlia a pôdy môžu výsledky ešte zmeniť, čo však nebolo predmetom tejto práce.

Záver

Pre testovanie vplyvu biouhlia dodávaného firmou Sonnenerde, Rakúsko na retenčné vlastnosti pôdy boli vytvorené sady vzoriek s hmotnostným podielom biouhlia 3,63 % a 7,27 %. Okrem toho boli vytvorené sady vzoriek s čistou hlinito-piesočnatou pôdou z výskumnej bázy SPU v Nitre (z lokality Malanta) a čistého bio-

uhlia. Z meraných retenčných čiar nebol celkovo potvrdený výrazný nárast retencie pôdnych vzoriek, ani nárast retencie pôdy v oblasti využiteľnej vodnej kapacity. Najvyššiu retenciu sme pozorovali pri čistom biouhli pri plnom nasýtení vodou. Rozdiel oproti pôde bez prímеси biouhlia bol až 27 obj. %. Avšak retencia biouhlia rýchle klesala už pri tlakovej výške -10 cm. V rozsahu tlakových výšok -300 cm a menej boli rozdiely medzi jednotlivými retenčnými čiarami nevýznamné.

S narastajúcim podielom biouhlia vo vzorkách pôdy bol preukázaný pokles objemovej hmotnosti, naopak nasýtené hydraulické vodivosti narastali. Avšak tento nárast medzi jednotlivými sadami vzoriek s rozdielnym podielom biouhlia bol iba v rozsahu jedného rádu.

Nasýtená hydraulická vodivosť čistého biouhlia bola o jeden až dva rády vyššia. Výsledky tejto práce budú ďalšom výskume porovnané s výsledkami získanými v rámci terénneho výskumu.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla na základe realizácie grantového projektu VEGA 2/0013/15. Prístrojové vybavenie bolo získané vďaka projektu 26220120062 "Centrum excelencie pre integrovaný manažment povodí v menciach sa podmienkach prostredia (CEIMP) financovanom z Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci operačného programu Výskum a vývoj.

Literatúra

- Abel, S., Peters, A., Trinks, S., Schonsky, H., Facklam, M., Wessolek, G. (2013): Impact of biochar and hydrochar addition on water retention and water repellency of sandy soil. *Geoderma*, 202 – 203, 183 – 191.
- Baronti, S., Vaccari, F. P., Miglietta, F., Calzolari, C., Lugato, E., Orlandini, S. (2014): Impact of biochar application on plant water relations in *Vitis vinifera* (L.). *European Journal of Agronomy*, 53, 38 – 44.
- Blackmore, A.C., Mentis, M.T., Scholes, R.J. (1990): The origin and extent of nutrient-enriched patches within a nutrient-poor savanna in South Africa. *J. Biogeogr.*, 17, 463 – 470.
- Domanová, J., Igaz, D., Borza, T., Horák, J. (2015): Retenčné charakteristiky pôdy po aplikácii biouhlia. *Acta Hydrologica Slovaca*, 16(2), 193 – 198.
- Gaskin J., Speir, A., Morris, L.M., Ogden, L., Harris, K., Lee, D., Das, K.C. (2007): Potential for pyrolysis char to affect soil moisture and nutrient status of loamy sand soil. *Georgia Water Resources Conference. Hydrol. Process.*, 17, 89 – 101.
- Glaser, B. (1999): Eigenschaften und Stabilität des Humuskörpers der Indianerschwarzerden Amazoniens. *Bayreuther Bodenkundliche Berichte*, vol 68. Institute of Soil Science and Soil Geography, University of Bayreuth, Bayreuth.
- Glaser, B., Lehmann, J., Zech, W. (2002): Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. *Biol Fertil Soils*, 35, 219 – 230.
- Guo, Y., Yang, S., Yu, K., Zhao, J., Wang, Z., Xu, H. (2002): The preparation and mechanism studies of rice husk based porous carbon. *Materials Chemistry and Physics* 74 (3), 320 – 323.
- Laird, D. et al. (2010): Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil. *Geoderma*, 158, 443 – 449.
- Lehmann, J. (2007): Bio-energy in the black. *Front. Ecol. Environ.*, 5, 381 – 387.
- Liu, J., Schulz, H., Brandl, S., Miehtke, H., Huwe, B., Glaser, B. (2012): Short-term effect of biochar and compost on soil fertility and water status of a dystic cambisol in NE Germany under field conditions. *J. of Plant Nutrition and Soil Science*, 172, 698 – 707.
- Major, J., Lehmann, J., Rondon, M., Goodale, C. (2010): Fate of soil-applied black carbon: down ward migration leaching and soil respiration. *Global Change Biol.*, 16, 1366 – 1379.
- Smith, N. J. H. (1999): The Amazon River forest: a natural history of plants, animals, and people. Oxford University Press, Oxford, 212 p.
- Šimůnek, J., Šejna, M., Saito, H., Sakai, M., van Genuchten, M. Th. (2008): The HYDRUS-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably-saturated media, Version 4.0, Hydrus Series 3, Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, Riverside, CA, USA, 281 p.
- Šurda, P., Rodný, M., Vitková, J., Domanová, J. (2014): Vplyv aplikácie biouhlia na nasýtenú hydraulickú vodivosť poľnohospodársky využívanej pôdy. *Acta Hydrologica Slovaca*, roč. 15, Tem. číslo. 148 – 155.
- van Genuchten, M. Th. (1980): A closed – form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. A. J.*, 44, 987 – 996.
- Velebný, V., Novák, V., Skalová, J., Štekauerová, V., Majerčák, J. (2000): Vodný režim pôdy. STU Bratislava, ISBN 80-227-1373-2, 208 p.
- Woods, W.I., Meyer, D.W., Winham, W.R. (1999): Analysis of cultural soils using near infrared spectroscopy. In: 95th Annual Meeting of the Association of American Geographers, 27 March 1999, Honolulu, Hawaii. Association of American Geographers.
- Zech, W., Senesi, N., Guggenberger, G., Kaiser, K., Lehmann, J., Miano, T.M., Miltner, A., Shroth, G. (1990): Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. *Geoderma*, 79, 117 – 161.

INFLUENCE OF A BIOCHAR APPLICATION ON A SANDY-LOAM SOIL WATER RETENTION PROPERTIES

Biochar is created by pyrolysis process which is the direct thermal decomposition of biomass in the absence of oxygen. It is used for improvement of soil physical and hydrophysical properties, for increase of soil fertility, retention capacity and it plays the role in absorbing and long-term atmospheric carbon dioxide accumulation. Several studies documented that biochar increases soil water retention capacity especially in

the range of plant available water.

The objective of this work was to quantify the influence of biochar on retention properties of sandy-loam soil from the experimental site of the Slovak University of Agriculture in Nitra, which has been used for crop production and agricultural research. Second objective was to quantify water retention of pure biochar. Retention measurements were provided in laboratory on

disturbed samples with volume of 100 cm³ (Kopecký rings). Four different sets were established: a soil without biochar, a soil amended with biochar corresponding to field application of 40 t·ha⁻¹, corresponding to 80 t·ha⁻¹ and samples with pure biochar.

The soil type from the experimental site was classified as Orthic Luvisol, soil texture is sandy-loam. Biochar used in experiments was produced from fiber sludge and grain husks, in proportion 1:1 per weight by company Sonnenerde in Austria. It was produced by pyrolysis at 550° for 30 minutes in a Pyreg reactor (Pyreg GmbH, Dörth, Germany).

The influence of biochar on soil water retention was identified only in the range of large negative pressure heads, i.e. in the range near water saturation. Soil water retention was increased only by 3 vol. % in soil samples amended with biochar corresponding to field application of 80 t·ha⁻¹. The largest water retention was identified in samples with pure biochar at saturation or near saturation. The average volumetric moisture content was then 0.7 cm³ cm⁻³ comparing with values 0.45 cm³ cm⁻³ for pure sandy-loam soil. However, the biochar

water retention near water saturation was large, it decreased very quickly already at pressure head -10 cm. In the range of pressure heads below -300 cm the influence of biochar on soil water retention was not identified. All average soil water retention curves were almost identical in the range of negative pressure heads smaller than -300 cm. It means that this kind of biochar contains only larger amount of pores with higher diameter comparing to porosity of sandy-loam soil and therefore from these results can be assumed that it can not improve substantially the amount of plant available water. However, this result should be further verified by long-term field measurements, where can be analyzed the influence of applied biochar on soil structure development too.

With increasing amount of biochar in soil samples, bulk density decreased, contrary saturated hydraulic conductivity increased. The influence of retention properties of sandy-loam soil and different mixtures of soil and biochar on modeled soil volumetric water contents was not substantial. The maximum differences were up to 3 vol. %.

Ing. Hana Hlaváčiková, PhD.
Ing. Katarína Brezianská, PhD.
Ing. Viliam Novák, DrSC.
Ústav hydrológie SAV
Dúbravská cesta 9
841 04 Bratislava
E-mail: hlavacikova@uh.savba.sk