

Acta fytotechnica et zootechnica 2  
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2012, s. 42 – 46

## FYZIKÁLNE VLASTNOSTI ORNEJ PÔDY ZMENENEJ NA LESNÚ S PORASTOM INTRODUKOVANÝCH KRYPTOMÉRIÍ JAPONSKÝCH

### SOIL PHYSICAL PROPERTIES OF ARABLE SOIL CONVERTED INTO FOREST SOIL WITH GROWTH OF INTRODUCED JAPANESE CEDAR

Nora POLÁKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The aim of the work was to determine the differences in physical properties between land on which introduced Japanese cedar has been grown for 41 years (land had been used as arable till year 1960) and arable land which has been intensively used for crop production. First soil pit was located under cedar growth in Arboretum and second one on arable land near to Arboretum. Morphological characteristics and physical properties were detected in soil pits. Soil profiles differed in horizons thickness, homogenization, colour, rooting. Homogenization of ploughing layer of former arable land under cedars was not detectable; therefore the soil was classified as Stagni-Haplic Luvisol. Both profiles exceeded the critical values of bulk density and porosity, thus they were compacted. The volume of non-capillary pores ( $P_N$ ) was lower in the whole profile of arable land. In the topsoil, the average volume of PN was 6.2%, in the Btg and Btg/C horizons it reached 1% and 2.5%. In the layer 0.2 – 0.4 m,  $P_N$  were completely reduced. In the Au horizon under cedars the  $P_N$  volume was 14.7% and in Btg horizon 5.8% despite the clayey-loam texture. Arable soil has a larger volume of available water capacity. Soil structure of ploughing layer was very unstable and contained 40.8% of microaggregates, in topsoil under cedars it was 30.6%. The results showed that the soil physical properties did not significantly improve after 41 years (consider soil texture) since the soil under cedars had stopped to be used as arable.

**Keywords:** soil of changed ecosystem, arable soil, soil morphological properties, soil physical properties

Arborétum Mlyňany bolo založené pred 120 rokmi ako súkromná zbierka grófa Ambrózyho. Je rozdelené na: pôvodný Ambrózyho park založený v r. 1892; plochu Východoázijskej dendroflóry založenej v r. 1964 na bývalej ornej pôde; plochu Severoamerickej dendroflóry; plochu Kórejskej dendroflóry; a expozíciu drevín zo Slovenska (Tábor a Pavlačka, 1992).

O pôdnych vlastnostiach ktoré boli ovplyvnené zmenou prirodzených ekosystémov na agroekosystémy (Szombathová et al., 2001; 2010a) alebo dokonca na urbánne ekosystémy (Szombathová et al., 2004; Tobiašová, 2010) je pomerne veľa informácií. Naopak, o vlastnostiach bývalej ornej pôdy zmenenej na lesný ekosystém, navyše s porastom cudzokrajných introdukovaných drevín zatiaľ nie sú informácie.

Preto cieľom práce bolo zistiť, aké sú rozdiely vo fyzikálnych vlastnostiach medzi pôdou, na ktorej sa už 41 rokov pestujú introdukované kryptomérie japonské (pôda sa do roku 1960 využívala ako orná) a ornou pôdou, ktorá sa intenzívne využíva na pestovanie poľnohospodárskych plodín.

## Materiál a metódy

### Lokalita Arborétum Mlyňany

Arborétum Mlyňany (48° 19' s. š.; a 18° 21' v. d.) sa nachádza na južnom Slovensku na severnom okraji Podunajskej nížiny v údolí rieky Žitavy, na mierne zvlnenom teréne s hlavným sklonom SZ, v nadmorskej výške 165 – 217 m n. m. Zvlnený terén je južným výbežkom Hronského Inovca a Tríbeča. Objekt leží na mladotretohornom geologickom útvare so zastúpenými neogénnymi ílmi, pieskami a štrkopieskami (Stenhübel, 1957). Na tomto podloží je takmer na celej ploche naviaty sprašový materiál, ktorý je väčšinou odvápnenny (Cífra, 1958). Z pôdnych subtypov sú najviac zastúpené hnedozem pseudoglejová, menej hnedozem modálna a hnedozem kultizemná pseu-

doglejová (Szombathová, 2010b). Územie Arboréta patrí do teplej, suchej klimatickej oblasti, kde priemerná ročná teplota je 10,6 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 541 mm (Hrubík a Hoška, 2007).

### Lokalizácia pôdoznaleckých sond

Vlastnosti dlhodobu obrábanej pôdy (v blízkosti Arboréta) boli porovnávané s vlastnosťami pôdy, ktorá bola do roku 1960 využívaná ako orná a v roku 1964 na nej boli vysadené introdukované kryptomérie japonské (*Cryptomeria japonica*, D. Don). Na každom stanovišti bola vykpaná pôdoznalecká sonda, v ktorých boli zisťované morfológické, fyzikálne a chemické pôdne charakteristiky. Sondy boli od seba vzdialené približne 100 metrov.

Po vykpaní pôdoznaleckých sond boli popísané morfológické parametre pôdnych profilov a na ich základe boli klasifikované. Orná pôda ako hnedozem kultizemná pseudoglejová a pôda pod porastom kryptomérií ako hnedozem pseudoglejová (MKSP, 2000).

Na stanovenie fyzikálnych vlastností boli odobrané neporušené pôdne vzorky do Kopeckého valčekov v troch opakovaníach. V neporušených vzorkách pôdy po 0,1 m vrstvách až do hĺbky 0,8 m boli štandardnými metódami stanovené:

- merná hmotnosť, objemová hmotnosť, pórovitosť, hydrofyzikálne vlastnosti (Fiala et al., 1999),
- agregátové zloženie humusových horizontov metódou Bakšajeva (Hraško et al., 1962),
- zrnitostné zloženie pôdy – pipetovacou metódou (Fiala et al., 1999).

## Výsledky a diskusia

Morfologické znaky (tab. 1, 2) poukázali na značné rozdiely medzi jednotlivými pôdnymi profilmi, ktoré sa odlišovali najmä

**Tabuľka 1** Stratigrafia a morfológia pôdneho profilu hnedozeme kultizemnej pseudoglejovej (orná pôda)

Horizont (1)	Hĺbka v m (2)	Opis horizontu (3)
Akp	0,0 – 0,3	– hnedý (10YR 4/4), bez škvrnosti, navlhnutý, drobný, hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, stredné prekorenenie, bez uhličitanov
Btg	0,3 – 0,6	– hnedý (10YR 4/6), škvrnitý (oxidačno-redukčné znaky), navlhnutý, súdržný, hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, bez prekorenenia, bez uhličitanov
Btg/C	0,6 – 0,8	– žltohnedý (10YR 5/6), škvrnitý (oxidačno-redukčné znaky), navlhnutý, súdržný, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, bez prekorenenia, bez uhličitanov
Cc	>1,5	– žltohnedý (10YR 5/8), bez škvrnosti, navlhnutý, súdržný, hlinitý, polyedrická štruktúra, bez novotvarov a prekorenenia, uhličitan >5%

Akp – orníkový horizont, Btg – luvický mramorovaný horizont, Btg/C – prechodný, luvický mramorovaný horizont/pôdotvorný substrát, Cc – karbonátový pôdotvorný substrát

Akp – arable horizon, Btg – luvic pseudogleic horizon, Btg/C – luvic pseudogleic horizon/soil forming substrate, Cc – carbonate soil forming substrate

**Table 1** Stratigraphy and morphology of soil profile of cultivated Stagni-Haplic Luvisol (arable soil)

(1) horizon; (2) depth; (3) horizon description

**Tabuľka 2** Stratigrafia a morfológia pôdneho profilu hnedozeme pseudoglejovej pod porastom kryptomérií japonských (*Cryptomeria japonica*, D. Don)

Horizont (1)	Hĺbka v m (2)	Opis horizontu (3)
Oo	0,02 – 0,0	– lesný opad
Au	0,0 – 0,2	– hnedý (10YR 4/6) (za vlhka), vlhký, hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, bez novotvarov, povlaky ílu, stredné prekorenenie, bez uhličitanov
Btg	0,2 – 0,8	– žltohnedý (10YR 5/8) (za vlhka), vlhký, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, povlaky ílu, Mn bročky, oxidačné znaky, stredné prekorenenie, bez uhličitanov
Btg/C	>1,0	– tmavý žltó-oranžový (10YR 6/4) (za vlhka), vlhký, ílovito-hlinitý, bez skeletu, polyedrická štruktúra, Mn bročky, slabé prekorenenie, v hĺbke 0,9 – 1,1 m obsah $\text{CaCO}_3$ 0,3 – 1 %, a v hĺbke >1,1 m obsah $\text{CaCO}_3$ >3 %

Oo – horizont lesného opadu, Au – umbrický humusový horizont, Btg – luvický mramorovaný horizont, Btg/C – prechodný, luvický mramorovaný horizont/pôdotvorný substrát

Oo – litter, Au – umbric humus horizon, Btg – luvic pseudogleic horizon, Btg/C – luvic pseudogleic horizon/soil forming substrate

**Table 2** Stratigraphy and morphology of soil profile of Stagni-Haplic Luvisol under Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*, D. Don)

(1) horizon; (2) depth; (3) horizon description

v mocnosti horizontov, homogenizácii, farbe, hĺbke a intenzite prekorenenia. Samozrejme, že na ornej pôde sa nenachádzal opadankový horizont, ktorý je typický len pre lesné ekosystémy. Pod porastom kryptomérií bol po 41 rokoch ich pestovania už vytvorený tmavšie sfarbený humusový Au horizont (umbrický), kým na ornej pôde bola hrúbka Akp horizontu (kultizemný orníkový) daná hĺbkou obrábania a homogenizácie ornice (0,3 m). Znakom homogenizácie orníkového horizontu bývalej ornej pôdy pod porastom kryptomérií už neboli viditeľné, preto táto pôda nebola klasifikovaná ako kultizemný subtyp, ale ako hnedozem pseudoglejová (Szombathová, 2010b).

Fyzikálne vlastnosti pôdy ovplyvňujú chemické a biologické procesy v pôde, preto je ich charakteristika dôležitá pri zisťovaní kvality pôdy. Hodnoty mernej hmotnosti ( $\rho_d$ ) sa v oboch profiloch menili nerovnomerne (tab. 3). Príčinou ich kolísania v profiloch mohol byť rôznorodý pôdotvorný substrát, ktorým boli neogénne sedimenty prekryté nerovnako mocnými vrstvami eolických a svahových sedimentov, ako i pôdotvorné procesy illimerizácia a pseudoglejovatenie. Napriek skutočnosti, že v humusových horizontoch zvyčajne bývajú nižšie hodnoty mernej hmotnosti z dôvodu vylahčujúceho účinku organickej hmoty (Skopp, 2000), v skúmaných profiloch bola vyššia  $\rho_d$  práve v nich (tab. 3). Príčinou môže byť už spomenutá značná rôznorodosť pôdotvorného substrátu.

Objemová hmotnosť ( $\rho_d$ ) patrí k najhlavnejším ukazovateľom zhutnenia pôdy (Bedrna, 2002; Šimanský et al., 2008a). Hodnoty objemovej hmotnosti pôdy sa v porovnávaných profiloch výrazne líšili. Orníkový horizont bol až na vrstvu 0,0 – 0,1 m zhutnený a v priemere dosahoval hodnotu  $\rho_d$  až 1,55 t.m<sup>-3</sup>, ktorá

je už kritická pre piesočnato-hlinitý pôdny druh (Fulajtár, 2006). Po prekročení kritických hodnôt korene rastlín už len veľmi ťažko prerastajú pôdou. Extrémne vysoké hodnoty  $\rho_d$  (1,69; 1,67 t.m<sup>-3</sup>) boli zistené vo vrstve 0,2 – 0,4 m. Objemová hmotnosť v Btg a Btg/C horizontoch presahovala kritické hodnoty pre hlinitý (>1,45 t.m<sup>-3</sup>) a ílovito-hlinitý (>1,40 t.m<sup>-3</sup>) druh pôdy. Hodnoty  $\rho_d$  pod porastom kryptomérií boli v celom pôdnom profile nižšie v porovnaní s ornou pôdou, no keďže sa jedná o ílovito-hlinitý pôdny druh, kritické hodnoty boli aj tak presiahnuté (tab. 6).

Hodnoty celkovej pórovitosti (P) odrážali meniace sa hodnoty objemovej hmotnosti pôdy v profiloch. Objem nekapilárnych pórov ( $P_n$ ) bol nižší v celom profile ornej pôdy v porovnaní s pôdou pod porastom kryptomérií (tab. 3). V ornici bol priemerný objem PN len 6,2 %, v Btg a Btg/C horizontoch len 1 % a 2,5 %. Vo vrstvách 0,2 – 0,4 m a 0,7 – 0,8 m boli PN úplne zredukované. V porovnaní s profilom ornej pôdy, v Au horizonte pod kryptomériami bol objem PN 14,7 % a v Btg horizonte 5,8 % i napriek ílovito-hlinitéj textúre.

Brady a Weil (1999) konštatovali, že ak objem makropórov klesne pod 10 % celkového objemu pôdy, mikrobiálna aktivita a rast rastlín môžu byť vo väčšine pôd značne potlačené. Antropogénne utlačenie pôdy ťažkou technikou sa prejavuje a je najnebezpečnejšie najmä v povrchových vrstvách pôdy, alebo v hĺbkach, kde ešte zasahuje fyziologicky účinný pôdny profil. Antropogénnym utláčaním sa v prvom rade znižuje najmä objem makropórov, ktorý klesá až o 50 %. Menej je zasiahnutý objem mikropórov, ktorý sa dokonca môže na úkor makropórov aj zvýšiť (Teepe et al., 2004; Frey et al., 2009). Zvýšené zastúpenie mikropórov z celkovej pórovitosti, v priemere

**Tabuľka 3** Vybrané fyzikálne vlastnosti na ornej pôde a pod porastom kryptomérií japonských

Profil (1)	Hĺbka (2)	$\rho_s$	$\rho_d$	$P$	$P_N$	$P_K$	$P_S$	$V_A$	$\Theta_p$
	v m	v t.m <sup>-3</sup>		v obj. %					
Orná pôda (3)	0,0 – 0,1	2,51	1,36	45,8	12,6	31,2	1,9	13,6	18,0
	0,1 – 0,2	2,49	1,60	35,7	5,9	28,3	1,5	6,3	16,1
	0,2 – 0,3	2,52	1,69	32,9	–	31,8	1,2	0,3	21,1
	0,3 – 0,4	2,46	1,67	32,1	–	32,1	–	–	21,8
	0,4 – 0,5	2,45	1,61	34,3	0,5	32,5	1,2	0,7	21,1
	0,5 – 0,6	2,46	1,62	34,1	0,7	32,1	1,4	1,0	22,8
	0,6 – 0,7	2,46	1,62	34,1	1,6	30,8	1,7	2,0	18,0
	0,7 – 0,8	2,46	1,66	32,5	–	32,5	–	–	19,8
Kryptomérie (4)	0,0 – 0,1	2,58	1,35	47,7	19,4	24,8	3,5	20,8	9,0
	0,1 – 0,2	2,63	1,45	44,9	10,0	32,7	2,1	10,7	13,9
	0,2 – 0,3	2,62	1,51	42,4	7,3	34,3	0,7	7,7	14,6
	0,3 – 0,4	2,63	1,53	41,8	5,7	32,1	3,9	6,2	8,0
	0,4 – 0,5	2,56	1,53	40,2	5,1	34,4	0,7	5,6	12,6
	0,5 – 0,6	2,60	1,54	40,8	6,3	33,8	0,7	6,5	9,5
	0,6 – 0,7	2,59	1,51	41,7	4,9	35,9	0,8	5,2	17,4
	0,7 – 0,8	2,59	1,59	38,6	5,5	32,4	0,5	5,8	11,3

$\rho_s$  – merná hmotnosť,  $\rho_d$  – objemová hmotnosť redukovaná,  $P$  – pórovitosť,  $P_N$  – objem nekapilárnych pórov,  $P_S$  – objem semikapilárnych pórov,  $P_K$  – objem kapilárnych pórov,  $V_A$  – minimálna vzdušná kapacita,  $\Theta_p$  – využiteľná vodná kapacita

$\rho_s$  – particle density,  $\rho_d$  – dry bulk density,  $P$  – porosity,  $P_N$  – non-capillary pores,  $P_S$  – semi-capillary pores,  $P_K$  – capillary pores,  $V_A$  – air porosity,  $\Theta_p$  – available water capacity

**Table 3** Selected physical properties of arable soil and soil under Japanese cedar growth (1) profile, (2) depth, (3) arable soil, (4) cedar**Tabuľka 4** Zastúpenie štruktúrnych agregátov (preosiatych za sucha) v humusových horizontoch

Lokalita (1)	Zastúpenie frakcií agregátov preosievanych za sucha v % (4)							K	MWD
	>7 mm	5 – 7 mm	5 – 3 mm	3 – 1 mm	1 – 0,5 mm	0,5 – 0,25 mm	<0,25 mm		
Orná pôda (2)	18,59	24,09	23,67	21,26	7,89	2,55	1,95	3,9	3,5
Kryptomérie (3)	17,87	33,16	22,85	12,33	2,30	0,64	10,85	2,5	3,7

K – koeficient štruktúrnosti podľa Revuta, MWD – stredný vážený priemer štruktúrnych agregátov

K – structural coefficient by Revut, MWD – mean weight diameter of the structural aggregates

**Table 4** Percentage of structure aggregates (dry sieving) in the humus horizons (1) locality, (2) arable soil, (3) cedar, (4) percentage of aggregates fractions after dry sieving**Tabuľka 5** Zastúpenie vodoodolných agregátov (preosiatych vo vode) v humusových horizontoch

Lokalita (1)	Zastúpenie frakcií agregátov po preosiatí vo vode v % (4)							MWD	Kv	Sw
	>5 mm	5 – 3 mm	3 – 2 mm	2 – 1 mm	1 – 0,5 mm	0,5 – 0,25 mm	<0,25 mm			
Orná pôda (2)	2,12	6,00	8,50	10,88	15,00	17,24	40,76	0,7	5,1	0,81
Kryptomérie (3)	8,00	1,64	3,60	8,56	13,80	33,84	30,56	0,8	4,9	0,94

MWD – stredný vážený priemer vodoodolných agregátov, Kv – koeficient zraniteľnosti makroagregátov, Sw – index stability vodoodolných agregátov

MWD – mean weight diameter of the water-stable aggregates, Kv – vulnerability coefficient, Sw – stability index

**Table 5** Percentage of water-stable aggregates (wet sieving) in the humus horizons (1) locality, (2) arable soil, (3) cedar, (4) percentage of aggregates fractions after wet sieving

až 90 %, bolo pozorované aj v profile skúmanej ornej pôdy (tab. 3). V utlačenej pôde dochádza k znižovaniu množstva a prepojenosti makropórov, čím narastá pravdepodobnosť vytvorenia anaeróbných podmienok (Teepe et al., 2004; Frey et al., 2009), zvyšuje sa povrchový odtok vody a s ním spojená vodná erózia pôdy (Greacen a Sands, 1980; Celik, 2005) a znižuje sa priepustnosť pôdy pre vodu a vzduch (Frey et al., 2009).

Hodnoty minimálnej vzdušnej kapacity ( $V_A$ ) sa v oboch skúmaných pôdnych profiloch znižovali s hĺbkou, pričom veľmi výrazné zníženie objemu vzduchu v profiloch bolo zazname-

nané najmä v Btg horizontoch (tab. 3). Jůva (1964) uviedol, že pôda pod trvalým trávny porastom musí mať minimálne 5 – 10 objemových % vzduchu a orná pôda aspoň 15 %. Z výsledkov vyplýva, že ak sú kapilárne a časť semikapilárnych pórov zaplnené vodou, v ornej pôde nie je dostatok vzduchu pre dýchanie koreňov rastlín a pre ostatné živé organizmy (v Akp horizonte bola priemerná  $V_A$  6,7 %). Rovnako i Btg horizont v pôde pod kryptomériami mal nedostatočnú minimálnu vzdušnú kapacitu, čiže pôda pri maximálnej kapilárnej vodnej kapacite neposkytuje koreňom drevín, ktoré siahajú hlbšie ako

Tabuľka 6 Zrnitostné zloženie pôdných profilov

Lokalita (1)	Horizont (4)	Pôdny druh Δ (5)	Zrnitostné frakcie v % (6)						Pôdny druh Novák (7)
			>0,25 mm	0,25 – 0,05 mm	0,05 – 0,01 mm	0,01 – 0,002 mm	<0,002 mm	<0,01 mm	
Orná pôda (2)	Akp	ssh	3,7	26,2	42,3	15,8	12,1	27,8	PH
	Btg	si	13,7	13,6	29,8	7,0	36,0	42,9	H
	Btg/C	si	3,8	18,1	32,2	7,8	38,1	45,9	IH
	Cc	ssh	8,4	22,0	33,5	11,4	24,7	36,1	H
Kryptomérie (3)	Au	si	5,7	23,0	23,8	10,2	37,2	47,5	IH
	Bt	ti	3,2	25,4	15,8	6,0	49,6	55,7	IH
	Btg	ti	5,6	25,2	19,2	8,3	41,6	49,9	IH

ssh – prachovito-hlinitá, si – ílovito-hlinitá, ti – ílovitá, PH – piesočnato-hlinitá, H – hlinitá, IH – ílovito-hlinitá  
ssh – silt loam, si – clay loam, ti – clay, PH – sandy loam, H – loam, IH – clayey-loam

Table 6 Particle – size distribution in soil profiles

(1) locality, (2) arable soil, (3) cedar, (4) horizon, (5) texture, (6) textural fractions, (7) soil texture according to Novák scale

0,2 m dostatok vzduchu (tab. 3). Na druhej strane, hlavný objem koreňov kryptomérií je v humusových, dokonca v nadložných horizontoch (Mori et al., 2009) a na drevinách dosiaľ neboli pozorované výrazné prejavy nedostatočného prevzdušnenia pôdy. Naopak, najmä v letných, na zrážky chudobných mesiacoch bol zistený značný nedostatok vody v pôde a s tým spojené fyziologické prejavy na drevinách (Hrubík et al., 2007).

Hodnoty využiteľnej vodnej kapacity ( $\Theta_p$ ) sú uvedené v tabuľke 3. Z údajov vyplýva, že pôda pod porastom kryptomérií má nízku využiteľnú vodnú kapacitu v celom profile, v priemere v Au horizonte len 11,5 % a v Btg horizonte 12,2 %. Nízke hodnoty  $\Theta_p$  sú v dôsledku vysokého obsahu frakcie íl, keď v Au horizonte mala frakcia <0,002 mm zastúpenie 37 %, a v Btg horizonte dokonca až 50 %. Negatívny korelačný vzťah medzi obsahom ílu a prístupnosťou vody rastlinám je známy (Šimanský et al., 2008a).

V ornej pôde bol v porovnaní s pôdou pod kryptomériami väčší objem využiteľnej vodnej kapacity. V ornici bola priemerná  $\Theta_p$  18 % a v Btg horizonte 22 %. Na druhej strane, frakcia ílu bola v Au horizonte len 12 % a v Btg 36 %.

Zastúpenie štruktúrnych agregátov (preosiaty za sucha) v humusových horizontoch je uvedené v tabuľke 4. Hodnoty poukázali na priaznivejšie agregátové zloženie v ornej pôde, pretože frakcia mikroagregátov (<0,25 mm) bola zastúpená len 1,9 %, kým pod porastom kryptomérií mala frakcia zastúpenie až 10,8 %. Aj vyššie hodnoty koeficienta štruktúrnosti ( $K$ ) podľa Revuta (1964) potvrdili priaznivejšie zloženie štruktúrnych agregátov v ornej pôde. Na druhej strane, ak porovnáme nami zistené charakteristiky štruktúrnych agregátov s vlastnosťami štruktúry zisťovanej na inej ornej pôde, napr. na Malante, kde hodnoty  $K$  boli 5 v ekologickej a 5,5 v integrovanej sústave hospodárenia na pôde (Tobiašová a Šimanský, 2009), prípadne s pôdou v prirodzených ekosystémoch, napr. v Arboréte pod porastmi smrekov, javorov, tisov, vavrínovcov boli hodnoty  $K > 13$  (Szombathová, 2010b), konštatujeme v nami skúmanej ornej pôde aj v pôde pod kryptomériami nepriaznivú štruktúru.

Značné prerozdelenie zastúpenia jednotlivých veľkostných frakcií nastalo pri zisťovaní zastúpenia vodo odolných agregátov (tab. 5). Bolo zistené, že štruktúra ornice bola veľmi nestabilná a percento mikroagregátov sa zvýšilo až na 40,8. Aj v pôde pod kryptomériami toto % vzrástlo na 30,6. Takéto vysoké zastúpenie frakcie mikroagregátov skôr zodpovedalo pôde kultivovanej ako pôde lesného ekosystému (Celik, 2005; Šimanský et al., 2008b; Tobiašová a Šimanský, 2009). Priaznivejšie vlastnosti pôdnej štruktúry boli zistené pod porastom kryptomérií, nakoľko hodnoty stredného váženého priemeru vodo odolných

agregátov ( $MWD$ ) a indexu stability vodo odolných agregátov boli väčšie a hodnoty koeficientu zraniteľnosti makroagregátov menšie v porovnaní s ornou pôdou (tab. 5). Z uvedeného vyplýva, že vlastnosti pôdnej štruktúry sa podstatne nezlepšili ani po 41 rokoch, od kedy sa pôda pod kryptomériami prestala využívať ako orná.

Zrnitostné zloženie pôdy je uvedené v tabuľke 6. Z hodnôt vyplýva, že v porovnaní s ornou pôdou, celý pôdny profil pod porastom kryptomérií mal vyššie zastúpenie frakcie ílu a bol ílovito-hlinitý, kým Akp horizont ornej pôdy bol dokonca piesočnato-hlinitý. V minulosti počas privalových dažďov dochádzalo práve na Východoázijskej ploche Arboréta k viditeľnému prísunu pôdneho materiálu oderodovaného z okolitej ornej pôdy. Teda v pôde pod porastom kryptomérií k obohateniu profilu ílom došlo dôsledkom akumulácie jemnozrnného materiálu z okolitých svahov, ale aj dôsledkom procesov illimerizácie a pseudoglejovatenia.

Z hľadiska pôdnej textúry bol zřejmý veľký nárast frakcie ílu v Btg-luvickom mramorovanom horizonte (tab. 6). Koeficient textúrnej diferenciacie medzi Akp a Btg horizontmi ornej pôdy bol dokonca až 3,0 a medzi Au a Btg horizontmi pôdy pod porastom kryptomérií 1,3. Z uvedených výsledkov vyplýva značný posun ílu z vrchných do podpovrchových horizontov v procese illimerizácie.

## Súhrn

Cieľom práce bolo zistiť, aké sú rozdiely vo fyzikálnych vlastnostiach medzi pôdou, na ktorej sa už 41 rokov pestujú introdukované kryptomérie japonské (pôda sa do roku 1960 využívala ako orná) a ornou pôdou, ktorá sa intenzívne využíva na pestovanie poľnohospodárskych plodín. Sondy boli lokalizované 1. pod porastom kryptomérií v Arboréte Mlyňany a 2. na ornej pôde v blízkosti Arboréta. V sondách boli zisťované morfológické znaky a fyzikálne vlastnosti pôdy. Pôdne profily sa odlišovali v mocnosti horizontov, homogenizácii, farbe, hĺbke a intenzite prekorenenia. Homogenizácia ornícového horizontu bývaléj ornej pôdy pod kryptomériami už nebola viditeľná, preto bola klasifikovaná ako hnedozem pseudoglejová. Oba pôdne profily mali prekročené kritické hodnoty objemovej hmotnosti a pórovitosti, teda boli zhutnené. Objem nekapilárnych pórov ( $P_N$ ) bol nižší v celom profile ornej pôdy. V ornici bol priemerný objem  $P_N$  6,2%, v Btg a Btg/C horizontoch 1% a 2,5%. Vo vrstvách 0,2 – 0,4 m a 0,7 – 0,8 m boli  $P_N$  úplne zredukované. V Au horizonte pod kryptomériami bol objem  $P_N$  14,7% a v Btg horizonte 5,8% i napriek ílovito-hlinitej textúre. V ornej pôde

bol väčší objem využiteľnej vodnej kapacity. Štruktúra ornice bola veľmi nestabilná a mikroagregáty boli zastúpené 40,8%, v pôde pod kryptomériami 30,6%. Z výsledkov vyplýva, že fyzikálne vlastnosti pôdy sa podstatne nezlepšili ani po 41 rokoch (pri zohľadnení textúrneho zloženia), odvtedy čo sa pôda pod porastom kryptomérii prestala využívať ako orná.

**Kľúčové slová:** pôda zmeneného ekosystému, orná pôda, morfológické vlastnosti pôdy, fyzikálne vlastnosti pôdy

#### Podakovanie

Práca vznikla s podporou projektu VEGA 1/0084/13.

#### Literatúra

- BEDRNA, Z. 2002. Environmentálne pôdoznanectvo. Bratislava: VEDA, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 2002. 352 s. ISBN 80-224-0660-0.
- BRADY, N. G. – WEIL, R. R. 1999. The Nature and Properties of Soils. 12. ed. New Jersey: Prentice – Hall, Inc. Simons & Schuster A Viacon Comp., 1999. 881 p. ISBN 0-13-852444-0.
- CELIK, I. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Meditarrean highland of Turkey. In Soil Till. Res., vol. 83, 2005, p. 270 – 277.
- CIFRA, J. 1958. Stručná charakteristika pôdnych pomerov Arboréta Mlyňany. In Prírodné podmienky Arboréta Mlyňany I : zborník prác. Bratislava : SAV. s. 79 – 96.
- FREY, B. – KREMER, J. – RÜDT, A. – SCIACCA, S. – MATTHIES, D. – LÜSCHER, P. 2009. Compaction of forest soils with heavy logging machinery affects soil bacterial community structure. In European Journal of Soil Biology, vol. 45, 2009, no. 4, p. 312 – 320.
- FIALA, K. – KOBZA, J. – MATÚŠKOVÁ, Ľ. – BREČKOVÁ, V. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BŮRIK, V. – LITAVEC, T. – HOUŠKOVÁ, B. – CHROMANIČOVÁ, A. – VÁRADIOVÁ, D. – PECHOVÁ, B. 1999. Závazné metódy rozborov pôd. Čiastkový monitorovací systém – Pôda. Bratislava : VÚPOP, 1999. 142 s.
- FULAJTÁR, E. 2006. Fyzikálne vlastnosti pôdy. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2006. 142 s. ISBN 80-89128-20-3.
- GREACEN, E. L. – SANDS, R. 1980. Compact forest soils: a review. In Aust J. Soil. Res. vol. 18, 1980, p. 163 – 189.
- HRAŠKO, J. – ČERVENKA, L. – FACEK, Z. – KOMÁR, J. – NĚMEČEK, J. – POSPÍŠIL, F. – SIROVÝ, V. 1962. Rozbory pôd. Bratislava : Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1962. 335 s.
- HRUBÍK P. et al. 2007. Klimatické podmienky Arboréta Mlyňany SAV vo vzťahu i introdukovaným drevinám. In Acta horticulturae et ergotecturae. Nitra : SPU, roč. 10, 2007, č. 2, s. 29 – 37.
- HRUBÍK, P. – HOŤKA, P. 2007. Charakteristika klimatických podmienok Arboréta Mlyňany SAV za obdobie 1971 – 2006 (2007). In Aklimatizácia a introdukcia drevín v podmienkach globálneho otepľovania : zborník abstraktov z konferencie s medzinárodnou účasťou. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. 2007. s. 28 – 37. ISBN 978-80-969760-1-0.
- JŮVA, K. 1964. Vodohospodárske meliorace. Techn. Průvodce. Sv. 44. Praha: SNTL, 1964.
- MKSP. 2000. Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska, Bratislava : Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2000. 76 s. ISBN 80-85361-70-1.
- MORI, K. – BERNIER, N. – KOSAKI, T. – PONGE, J. F. 2009. Tree influence on soil biological activity: What can be inferred from the optical examination of humus profiles? In European Journal of Soil Biology, vol. 45, 2009, p. 290 – 300.
- Revut, I. B. 1964. Obosnovanie novogo metoda opredelenija vodopročnosti počvennyh makroagregatov. In Sbor. Rabot po metodike issledovaniy v oblasti fiziky počv. Leningrad. 1964.
- SKOPP, J. M. 2000. Physical properties of primary particles. In M. E. Sumner, Ed. Handbook of Soil Science. Boca Raton : CRC Press, 2000. p. 3 – 15.
- STEINHÜBEL, G. 1957. Arborétum Mlyňany v minulosti a dnes. Bratislava : SAV, 1957. 145 s.
- SZOMBATHOVÁ, N. – ZAUJEC, A. – PARAČKOVÁ, A. 2001. Difference in some soil properties between cultivated and natural soils. In Ekológia, vol. 20, 2001, no. 3, p. 292 – 298.
- SZOMBATHOVÁ, N. 2010a. Chemické a fyzikálno-chemické vlastnosti humusových látok pôd ako ukazovateľ antropogénnych zmien v ekosystémoch (lokality Báb a Dolná Malanta), Nitra : SPU, 2010. 96 s. ISBN 978-80-552-0329-4.
- SZOMBATHOVÁ, N. 2010b. Vplyv introdukovaných a domácich druhov drevín na vlastnosti pôdy Arboréta Mlyňany, SAV: Habilitačná práca. Nitra : SPU, 2010. 124 s.
- SZOMBATHOVÁ, N. – SOBOCKÁ, J. – EŠTOK, M. 2004. Urban soil of some locations in town Nitra. In Soil Anthropization VIII. Bratislava: Soil Science and Conservation Research Institute, 2004, p.114 – 120. ISBN 80-89128-12-2.
- ŠIMANSKÝ, V. – TOBIAŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÁ, A. 2008a. Physical properties of Haplic Luvisol under different farming systems and crop rotations. In Agriculture, vol. 54, 2008, no. 3, p. 131 – 137.
- ŠIMANSKÝ, V. – TOBIAŠOVÁ, E. – CHLPÍK, J. 2008b. Soil tillage and fertilization of Orthic Luvisol and their influence on chemical properties, soil structure stability and carbon distribution in water-stable macro-aggregates. In Soil Till. Res., vol. 100, 2008, p. 125 – 132.
- TÁBOR, I. – PAVLAČKA, R. 1992. Arborétum Mlyňany. Bratislava : Veda, 1992, 62 s. ISBN 80-224-0355-5.
- TEEPE, R. – BRUMME, R. – BEESE, F. – LUDWIG, B. 2004. Nitrous oxide emission and methane consumption following compaction of forest soils, In Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 68, 2004, p. 605 – 611.
- TOBIAŠOVÁ, E. 2010. Pôdna organická hmota ako indikátor kvality ekosystémov. Vedecká monografia. Nitra : SPU, 2010, 107 s. ISBN 978-80-552-0459-8.
- TOBIAŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009. Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. Nitra : SPU, 2009, 114 s. ISBN 978-80-552-0196-2.

---

#### Kontaktná adresa:

doc. Ing. Nora Polláková, PhD., Katedra pedológie a geológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: nora.pollakova@uniag.sk

---