

Chemicko–fyzikálna charakteristika andozemí ako dôležitý atribút ich hodnotenia v podmienkach Slovenska

Chemical – physical characteristics of Andosols as an important attribute of their evaluation in conditions of Slovakia

Jozef Kobza

Andosols are situated on neovolcanic mountains of neogene period with dominance of vitric components. Their area is 2 447 ha in Slovakia and with similar soils (e.g. Andic Cambisols) is together 6 791 ha, what is 0.14% of soil cover in Slovakia. The prevalent part of Andosols is situated under forest mostly on depressions (over 500 m over sea), particularly on the convexed forms (e.g. upper part of Sitno hill).

Andosols and their chemical and physical characteristics have been studied on three soil profiles under neovolcanic mountainous conditions (Poľana, Štiavnické vrchy and Kremnické vrchy mountains). Important chemical (pH, Corg., Nt, Feo, Fed, Ald, P, K and their fractional composition) and physical properties (mechanical composition, bulk density) have been studied and evaluated in this contribution.

On the basis of obtained results it was found out that Andosols in conditions of Slovakia are humous (content of Corg. > 6%) and deep soils, acid to strongly acid (pH/KCl < 5) with low content of available phosphorus and potassium and low bulk density (< 0.9 g·cm⁻³).

Andosols, chemical properties, physical properties, Slovakia

Výskyt pôd s andickými vlastnosťami je len sporadický na neovolkanickom podloží s obsahom vitrických substancií. Uvedené pôdy boli na Slovensku už popísané viacerými autormi (14, 15, 16, 17, 18) najmä v lesných pôdach, menej na poľnohospodárskych pôdach (5). Keďže i v súčasnosti prebiehajú pomerne bohaté diskusie o charaktere a výskyte týchto pôd i mimo lesov, pokúsili sme sa v tomto príspevku o určité porovnanie pôd s andickými vlastnosťami pod rôznymi kultúrami (les, trávny porast), ako aj na rôznych neovolkanických pohoriach.

Areál rozšírenia pôd s andickými vlastnosťami je viazaný na neovolkanické pohoria neogénneho veku s prevahou vitrických substancií. Ich výmera predstavuje v SR 2 447 ha (andozeme) spolu s prechodnými subtypmi (napr. kambizeme andozemné) je ich výmera 6 791 ha, čo predstavuje 0,14% pôdneho fondu SR. Prevažná časť týchto pôd sa vyskytuje pod lesmi v depresných formách mikroreliefu (nad 500 m n. m.), časť z nich sa vyskytuje aj na jeho konvexných formách (napr. vrchol Sitna).

Chemické a fyzikálne vlastnosti uvedených pôd boli študované na 3 pôdnych profiloch neovolkanických pohorí stredného Slovenska (Kalamárka pod Poľanou – Poľana, Sitno – Štiavnické vrchy a Suchá hora – Kremnické vrchy). Boli zisťované základné chemické vlastnosti (pH/H₂O, CO_x, N_t, obsah prístupného fosforu a draslíka, formy fosforu a draslíka podľa ich rozpustnosti a väzieb s Fe, Al, a Ca, tiež kryštalické a amorfné formy železa – Fed, Feo a hliníka – Ald, Alo) a fyzikálne vlastnosti (zrnitostné zloženie, objemová hmotnosť).

Materiál a metódy

Hodnotené a porovnávané boli 3 pôdne profily: Kalamárka (Poľana) – trávny porast,

Sitno (Štiavnické vrchy) – trávny porast, Suchá hora (Kremnické vrchy) – les.

Boli sledované nasledovné parametre:

- pH/KCl (0,2 M KCl),
- pH/H₂O,
- prístupný fosfor (Mehlich III.) a draslík (Mehlich III.),
- frakcionácia fosforu podľa Scharafata (12) a draslíka podľa Bujdoša (2),
- stanovenie organického fosforu podľa Deana (1),
- obsah humusu (podľa Ľjurina),
- Fe_o (podľa Tamma) (21),
- Fe_d (podľa Coffina) (3),
- Al_o (podľa Tamma) (21),
- Al_d (podľa Coffina) (3),
- N_t (Kjeldahl),
- zrnitosť a objemová hmotnosť.

Metodické postupy sú uvedené v samostatnej práci (9).

Výsledky a diskusia

Základné chemické vlastnosti sú uvedené v tabuľke 1.

Na základe dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že sa jedná o pôdy kyslé až silne kyslé (pH/KCl ≤ 4,8). Jedna z dôležitých charakteristík je podľa Šályho (18) nízky rozdiel medzi pH/H₂O a pH/KCl, ktorý sa u iných pôd prakticky nevyskytuje. Z porovnávaných pôdnych profilov je najnižší rozdiel (Δ pH) práve v pôdnom profile pod lesom (Suchá hora) (0,1–0,3). Spôsobuje to zvýšená hodnota izoelektrického bodu alofánov.

Charakteristický pre tieto pôdy je tiež nízky až veľmi nízky obsah prístupných živín. Obsah prístupného fosforu je nízky. Obsah prístupného draslíka je pod lesom nízky, pod trvalými trávnyimi porastami vyhovujúci (8). Určitá nerovnomernosť distribúcie prístupných živín, najmä draslíka v pôdnom profile je spôsobená heterogenitou pôdno–litológického prostredia, ktorá je pre horské oblasti charakteristická, pretože na uvedených lokalitách nedošlo ani v minulosti k aplikácii priemyselných ani organických hnojív v výnimkou prirodzeného rozkladu surovej organickej hmoty rastlinného a živočíšneho pôvodu.

Z pohľadu zásobenosti týchto pôd živinami sú zaujímavé aj formy fosforu a draslíka podľa ich rozpustnosti a väzieb na Fe, Al a Ca (tab. 2)

Z ľahkorozpustných foriem fosforu prevláda frakcia viazaná na Fe a Al, čo je charakteristické pre kyslé pôdy. Pomer PFeAl:PCa sa pohybuje v rozpätí 20–60:1. Ľahkorozpustné frakcie PFeAl a PCa predstavujú len malú časť (1–7%) zo sumy anorganického a organického fosforu. Obsah organického fosforu v týchto pôdach je zvlášť významný. Tak napr. v porovnaní s ďalšími pôdami Slovenska (4, 6), vysoký obsah organického fosforu bol zistený

Tabuľka 1: Základné chemické vlastnosti pôdnych profilov andozemí

Table 1: Basic chemical properties of soil profiles of Andosols

Lokalita a kultúra (1)	Hĺbka (cm) (2)	pH/H ₂ O	pH/KCl	Δ pH	P (Mehlich III) mg·kg ⁻¹	K (Mehlich III.) mg·kg ⁻¹	C _{ox} %	N _i %	C/N
Kalamárka (Poľana) TTP (3)	0–10	5,5	4,8	0,7	45,6	142,7	5,5	0,47	11,7
	20–30	5,3	4,6	0,7	31,4	163,2	4,6	0,31	14,8
	35–45	5,3	4,5	0,8	37,3	171,2	4,7	0,25	18,8
Sitno (Štiavnické vrchy) TTP	0–10	5,2	4,3	0,9	27,1	163,2	10,5	0,87	12,1
	20–30	5,2	4,3	0,9	21,8	75,6	7,8	0,80	9,7
	35–45	5,3	4,4	0,9	21,8	114,3	5,6	0,55	10,2
Suchá hora (Kremnické vrchy) Les (4)	0–10	4,3	4,0	0,3	21,2	125,7	12,7	0,92	13,8
	70–80	4,5	4,3	0,2	19,5	60,8	7,8	—	—
	125–135	4,6	4,5	0,1	20,0	51,7	5,5	—	—

(1) locality and land use, (2) depth in cm, (3) grassland, (4) forest

Tabuľka 2: Frakčné zloženie fosforu a draslíka

Table 2: Fractional composition of phosphorus and potassium

Lokalita (1)	Hĺbka v cm (2)	P _{FeAl} (LRF) (3)	P _{FeAl} (TRF) (4)	P _{Ca} (LRF)	P _{Ca} (TRF)	P _{org.} (5)	K _{H₂O} (6)	K _{vým.} (7)	K _{mob.} (8)	K _{pot.} (9)
		mg·kg ⁻¹								
Kalamárka	0–10	192	1 576	9,5	261	960	18,3	56,2	120	460
Sitno	0–10	24	256	1,5	27	1950	29,1	72,5	90	420
Suchá hora	0–10	32,7	480	0,5	56	1960	36,5	56,2	70	320

(1) locality, (2) depth in cm, (3) easily soluble fraction, (4) hardly soluble fraction, (5) organic phosphorus, (6) watersoluble potassium, (7) exchangeable potassium, (8) mobile reserve of potassium, (9) potential supply of potassium

Obr. 1: 3 pôdne profily andozemí (foto: J. Kobza)

Fig. 1: 3 soil profiles of Andosols (photo: J. Kobza)



Kalamárka (Poľana)



Sitno (Štiavnické vrchy)



Suchá hora (Kremnické vrchy)

práve v andozemiach, resp. v pôdach s andickými vlastnosťami (960 – 1 960 mg·kg⁻¹) – tab. 2.

Z jednotlivých foriem draslíka pripadá na vodorozpustnú formu (K_{H₂O}) len 3–7% a na výmennú formu draslíka 8–12% zo sumy všetkých frakcií draslíka. Obsah mobilnej rezervy a potencionálnej zásoby draslíka je v týchto pôdach nižší v porovnaní s ostatnými pôdami Slovenska (6).

Existencia humóznosti týchto pôd bola potvrdená. Obsah humusu v A horizontoch porovnávaných pôdnych profilov kolíše v rozpätí 9,5–21,9%. Obsah humusu v nižšie

ležiacich horizontoch je o niečo nižší (7,9–13,4%). Vysoký obsah humusu v študovaných pôdach je zapríčinený tvorbou komplexov alofán – organická hmota. Prítomnosť alofánov v týchto pôdach už bola skôr identifikovaná (14, 15, 19, 11).

Obsah N_i je v korelácii s vysokým obsahom humusu, ktorý sa v porovnávaných pôdnych profiloch pohybuje v rozpätí 0,47–0,92% (tab. 1). Tieto hodnoty sú v porovnaní s ostatnými pôdami Slovenska najvyššie (10). Pomer C : N kolíše v rozpätí 11,7–13,8, čo zodpovedá humusovej forme moder (18).

Tabuľka 3: Zastúpenie pedogénnych oxidov Fe a Al v pôdnych profiloch andozemí

Table 3: Distribution of Fe and Al pedogenic oxides in soil profiles of Andosols

Lokalita (1)	Hĺbka (cm) (2)	Fe _o (3)	Fe _d (4)	Fe _d - Fe _o	Fe _o / Fe _d	Al _o (5)	Al _d (6)	Al _o + 1/2 Fe _o	Melanický index (MI) (7)
Kalamárka (TTP) (8)	0 – 10	1,16	2,04	0,88	0,57	2,92	0,06	3,50	1,75
	20 – 30	1,16	2,10	0,94	0,55	2,50	0,05	3,08	–
	35 – 45	1,12	2,20	1,08	0,51	2,62	0,05	3,18	–
Sitno (TTP)	0 – 10	1,12	2,09	0,97	0,53	3,00	0,14	3,58	1,98
	20 – 30	1,20	2,29	1,09	0,52	2,45	0,19	3,05	–
	35 – 45	1,26	2,40	1,14	0,52	2,23	0,16	2,86	–
Suchá hora (Les) (9)	0 – 10	1,01	1,81	0,80	0,53	3,15	2,73	3,65	2,63
	20 – 30	1,01	1,69	0,68	0,63	2,02	2,07	2,52	2,24
	35 – 45	1,14	1,94	0,80	0,62	3,02	3,02	3,59	2,31

(1) locality, (2) depth in cm, (3) oxalate iron, (4) dithionite iron, (5) oxalate aluminium, (6) dithionite aluminium, (7) melanitic index, (8) grassland, (9) forest

Tabuľka 4: Základné fyzikálne vlastnosti pôd andozemí

Table 4: Basic physical properties of Andosols

Lokalita (1)	Hĺbka (cm) (2)	< 0,002 mm (%)	0,002–0,01 mm (%)	0,01–0,05 mm (%)	0,05–2 mm (%)	ρ _d (3) g·cm ⁻³
Kalamárka (TTP) (4)	0–10	10,45	34,12	31,61	23,82	0,88
	20–30	10,41	36,68	30,70	22,81	–
	35–45	11,18	37,86	31,44	19,52	–
Sitno (TTP)	0–10	10,02	12,76	38,66	38,56	0,85
	20–30	11,10	18,98	43,02	26,90	–
	35–45	12,04	32,29	36,44	19,23	–
Suchá hora (Les) (5)	0–10	8,53	10,43	21,48	59,56	0,42
	20–30	4,94	11,35	18,16	65,55	–
	35–45	5,77	8,83	16,44	68,96	–

(1) locality, (2) depth in cm, (3) bulk density, (4) grassland, (5) forest

Z hľadiska ďalších chemických vlastností, ale aj genézy týchto pôd majú svoje opodstatnenie aj pedogénne oxidy Fe a Al. Tvoria sa pri zvetrávaní hornín a v priebehu vývoja pôdy prekonávajú charakteristické zmeny. Na základe ich distribúcie v pôdnom profile je možné poukázať na heterogenitu alebo homogenitu pôdneho profilu, ako aj na jeho relatívny vek (7).

Obsah Fe_d v hodnotených pôdnych profiloch je prevažne vyšší ako 2%. Možno teda konštatovať, že sa jedná o pôdy staré (recentné až subrecentné pôdy majú obsah Fe_d často nižší ako 1). Obsah Fe_o (amorfného železa) je vo všetkých pôdnych profiloch pomerne vyrovnaný. Jeho vyšší obsah v pôdnom profile Sitno je zrejme spôsobený lepšími vlhkostrnými podmienkami, kde sa tento pôdny profil nachádza. Podiel kryštalických foriem Fe (Fe_d - Fe_o) je viac menej vyrovnaný v pôdnych profiloch, podobne ako aj tzv. pomer aktivity (Fe_o/Fe_d), vyjadrujúci stupeň pohyblivosti. Melanický index v našich podmienkach je vyšší ako 1,7, čo zodpovedá skôr fulvickým humusovým horizontom na rozdiel od melanických humusových horizontov, kde táto hodnota je nižšia ako 1,7 (13).

Fyzikálne vlastnosti sú tiež jedným z dôležitých parametrov študovaných pôd. Zrnitostné zloženie a objemová hmotnosť porovnávaných pôdnych profilov sú uvedené v tabuľke 4.

Prevládajúcou zrnitostnou frakciou v hodnotených pôdnych profiloch je prachová frakcia (0,01–0,05 mm). Jedným zo základných klasifikačných kritérií andozemí je hodnota objemovej hmotnosti (ρ_d ≤ 0,9 g·cm⁻³) (13, 20). Toto kritérium je vo všetkých hodnotených pôdnych profiloch splnené.

Záver

Experimentálne výsledky ukazujú, že pôdy s výraznejšími andickými vlastnosťami sa nachádzajú na lokalite Suchá hora (pod lesom). Jedná sa najmä o objemovú hmotnosť nižšiu ako 0,9 g·cm⁻³, C_{ox} > 6%, N_t < 1%, pH/KCl < 5,0. Obsah prístupných živín – fosforu a draslíka je prevažne nízky. Na základe niektorých špecifických analýz (Fe_o, Fe_d, Al_o, Al_d) možno konštatovať, že pôdne profily Kalamárka a Sitno sú relatívne mladšie ako pôdny profil na Suchej hore (pod lesom) – pôdy v typickejšom vývoji. Vychádzajúc z uvedených skutočností bližšie k andozemiam má pôdny profil na Suchej hore. Pôdne profily na Sitne a najmä na Kalamárke (trvalý trávny porast) majú bližšie k prechodným subtypom – kambizemiam andozemným (nesplňajú všetky požiadavky na andické znaky). Uvedená skutočnosť má bližšie k názoru, že modálne andozeme sa vyskytujú prevažne pod lesmi. Totiž problém klasifikácie pôd s andickými vlastnosťami spočíva nielen v morfológii pôd, ale aj v kompletizácii všetkých analytických diagnostických kritérií.

Literatúra

- (1) BLACK, C. A. et al. 1965. Methods of Soil Analyses. Part 2, Madison, Wisconsin, U.S.A. 1965, 1038–1040 pp.
- (2) BUJDOŠ, G. 1978. Formy draslíka v hlavných pôdnych typoch Slovenska. Agrochémia č. 7, 1978, s. 195–199.
- (3) COFFIN, D. E. 1963. A method for the determination of free iron in soils and clays. Canad. J. of Soil Sci., 43, 1963, 1:7–17.
- (4) HRTÁNEK, B. 1994. Frakcie fosforu v orniciach niektorých hlavných pôdnych typov Slovenska. In: Ved. práce VÚPÚ Bratislava č. 18, 1994, s. 87–99.

- (5) JURÁNI, B. 1972. Komplexný prieskum poľnohospodárskych pôd okresu Zvolen. Laboratórium pôdoznavectva (VÚPÚ) Bratislava, 1972 (správa).
- (6) KOBZA, J. – STYK, J. 1997. Phosphorus and potassium retrospective monitoring in main soils of Slovakia. In: Ved. práce VUPU Bratislava 20/II., 1997, 167–174 pp.
- (7) KOBZA, J. 1999. Contribution to Andosols of some volcanic mountains in Central Slovakia. In: Papers of SSCRI Bratislava 22, 1999, 83–88 pp.
- (8) KOBZA, J. – GÁBORÍK, Š. 2008. Súčasný stav a vývoj obsahu makro– a mikroelementov v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. VÚPOP Bratislava, 57 s. ISBN 978–80–89128–47–1.
- (9) KOBZA, J. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – BEZÁK, P. – DODOK, R. – GREČO, V., CHLPIK, J. – LIŠTJAK, M., MALIŠ, J., PÍŠ, V. – SCHLOSSEROVÁ, J. – SLÁVIK, O. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. VÚPOP Bratislava, 136 s. ISBN 978–80–891–28–89–1.
- (10) KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – DODOK, R. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – PÁLKA, B. – PAVLENDÁ, P. – SCHLOSSEROVÁ, J. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2014. Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2007–2012). Výsledky za 4. monitorovací cyklus. NPPC – VÚPOP Bratislava, 252 s. ISBN 978–80–8163–004–0.
- (11) LINKEŠ, V. 1997. Andozeme poľnohospodárskych pôd Slovenska. (manuscript). VUPU Bratislava, 1997, 3s.
- (12) SCHARAFAT, I. 1970. Vorschlag einer verbesserten Methode zur Fraktionierung der Bodenphosphate. Die Phosphorsaure, 1970, 28, 4, 272–286.
- (13) SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA 2014. Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia. Druhé upravené vydanie. Bratislava: NPPC – VÚPOP Bratislava 2014, 96 p. ISBN: 978–80–8163–005–7.
- (14) ŠÁLY, R. – MIHÁLIK, A. 1970. Tonminerale in Waldböden der Slowakei. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde. B. 127, H, 3, 1970, 200–210.
- (15) ŠÁLY, R. – MIHÁLIK, A. 1971. Výskyt alofánu a možnosti jeho určenia v niektorých pôdach stredného Slovenska. Mineralica Slovaca, 3, 10, 1971, 135–144.
- (16) ŠÁLY, R. – MIHÁLIK, A. 1977. Andosolové pôdy západných Karpát. In: Proceedings of the symposium: Soil as a site factor for forests of the temperate and cool zones. Vol. I. Zvolen, Slovakia, 1977, 185–192.
- (17) ŠÁLY, R. 1978. Pôda – základ lesnej produkcie. VŠLD Zvolen, 1978, 229s.
- (18) ŠÁLY, R. 1982. Pedológia a mikrobiológia. VŠLD Zvolen, 1982, 384s.
- (19) ŠÁLY, R. 1985. Excursion Guidebook, Zvolen, 1985.
- (20) ŠÁLY, R. et al. 2000. Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. VÚPOP Bratislava, Societas pedologica Slovaca, 2000, 76 s.
- (21) TAMM, O. 1922. Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes in Boden. Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt, 1922, 19:387–404.

prof. Ing. Jozef Kobza, CSc.,

*NPPC – Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy
Bratislava,*

*RP – Banská Bystrica, Mládežnícka 36,
974 04 Banská Bystrica, Tel.: 048/3100241,
e-mail: j.kobza@vupop.sk*