

Aktuálny stav a vývoj obsahu mikroživín v poľnohospodárskych pôdach Slovenska

Current state and development of micronutrients in agricultural soils of Slovakia

Jozef Kobza

Current state and development of micronutrients (Cu, Zn, Mn) are presented in this contribution. Microelements have been monitored in soil monitoring network which consists of 318 monitoring sites where all main soil types and geology in various climatic regions of Slovakia are included. Therefore the concrete soils concerning their content of micronutrients are evaluated separately with regard to their land use (arable land and grassland). Microelements were determined by analytical procedures of DTPA extraction according to Lindsay-Norvell method. On the basis of obtained results it may be said that the content of microelements (Cu, Zn, Mn) is mostly medium to high.

Finally, only the slight decrease of micronutrients has been indicated during the last 20 years (period of microelements monitoring in Slovakia).

soil monitoring, microelements, copper, zinc, manganese, Slovakia

Názov mikroživiny sa odvodzuje jednak z toho, že ich rastliny potrebujú v porovnaní s makroživinami vo veľmi malých množstvách, ako aj z toho, že ich obsah v pôde je veľmi nízky. Mikroživiny sa vyznačujú tým, že ich nedostatok, ako aj prebytok v pôde v rozpustnej forme pôsobí škodlivo. Obsah mikroživín v pôde závisí od mineralogického zloženia. Vyšší obsah mikroživín majú pôdy, ktoré obsahujú ľahšie zvetrateľný mineralogický podiel, ktorý sa skladá najmä z biotitu, augitu a olivínu. Vysoký obsah mikroživín majú tiež pôdy v blízkosti rudných ložísk a metalického zrudnenia (8). Na druhej strane vápence, ako aj dolomitické vápence neobsahujú potrebné mikroživiny, môžu však obsahovať mangán (6).

V monitorovacej sieti pôd Slovenska sledujeme tri základné mikroživiny, a to meď, zinok a mangán, a to len od 2. monitorovacieho cyklu (od roku 1997). Na ich extrakciu sme použili vylúhovadlo DTPA (kyselina dietyléntriámín-pentaoctová) podľa Lindsay-Norvella (9). Patrí do kategórie slabších vylúhovadiel za účelom stanovenia tých

množstiev prvkov, ktoré sa môžu za určitých podmienok (pôdna reakcia, teplota, vlhkosť, sorpčná kapacita a pod.) pomerne ľahko dostávať cez koreňovú sústavu rastlín do ich vegetatívnych a generatívnych orgánov, a teda kvalitatívne ovplyvňovať produkciu poľnohospodárskych plodín. I keď tieto prvky sa hodnotia prevažne len z pohľadu kontaminácie pôd, svoje postavenie majú v malých koncentráciách aj pri výžive rastlín (5).

V tomto príspevku hodnotíme súčasný, aktuálny stav mikroživín (Cu, Zn, Mn), ako aj ich doterajší vývoj v poľnohospodárskych pôdach Slovenska.

Materiál a metódy

V príspevku sme vychádzali z podkladov permanentného systému monitorovania pôd Slovenska, ktorého sieť bola konštruovaná na základe ekologického princípu. To znamená, že monitorovacie lokality zahŕňajú všetky hlavné pôdne predstavitelne, ako aj pôdotvorné substráty, taktiež klimatické oblasti, znečistené aj relatívne čisté oblasti, špeciálne kultúry (vinice, chmeľnice), pričom zohľadňujeme aj druh pozemku (orná pôda, trvalé trávne porasty). Výsledkom takéhoto prístupu vznikla nepravidelná monitorovacia sieť 318 lokalít v rámci SR, pričom odber a analýzy pôdnych vzoriek sa realizuje v pravidelných 5-ročných cykloch v ornici aj podornici poľnohospodárskych pôd. Analýzy mikroživín (Cu, Zn, Mn) boli vykonané na pracovisku laboratórnych činností pri NPPC – VÚPOP v Bratislave podľa jednotných pracovných postupov rozborov pôd (9) a boli analyzované v extrakte DTPA (kyselina dietyléntriámín-pentaoctová). Dosiahnuté výsledky pochádzajú z najnovšieho – v poradí už piateho ukončeného monitorovacieho cyklu poľnohospodárskych pôd Slovenska (2013 – 2017) a boli spracované a vyhodnotené podľa zaužívaných štatistických postupov podľa konkrétnych pôdnych typov Slovenska.

Pre hodnotenie výsledkov mikroživín v pôdach Slovenska sa v súčasnosti používajú kritéria uvedené v tabuľke 1.

Výsledky a diskusia

V rámci monitoringu pôd Slovenska permanentne sledujeme a hodnotíme základné mikroživiny, a to meď, zinok a mangán v povrchovom horizonte poľnohospodárskych pôd.

1. Meď (Cu)

Meď je jednou z dôležitých mikroživín ktorej nedostatok obmedzuje rast koreňov niektorých rastlín (najmä viniča) a spôsobuje chlorózu listov. Obmedzená môže byť i tvorba kvetov a častým príznakom je i vädnutie rastlín. Je esenciálna pre rastliny, pre zvieratá, ale aj pre človeka, a preto je potrebná v malých množstvách aj v zložkách potravy. Na nedostatok meďi citlivo reaguje šalát a špenát, ale aj

Tabuľka 1: Kritériá pre hodnotenie obsahu mikroživín (7)
Table 1: Criteria for evaluation of micronutrients content (7)

Mikroživiny (1)	Pôdny druh (2)	Obsah (mg.kg ⁻¹) (6)		
		malý (3)	stredný (4)	vysoký (5)
Cu (Lindsay – Norvell)	L, S, T	do 0,80	0,81 – 2,70	nad 2,70
Zn (Lindsay – Norvell)	L, S, T	do 1,00	1,01 – 2,50	nad 2,50
Mn (Lindsay – Norvell)	L, S, T	do 10,0	10,1 – 100,0	nad 100,0

(1) micronutrients, (2) soil use, (3) low, (4) medium, (5) high, (6) content in mg.kg⁻¹

Tabuľka 2: Obsah medi (výluh DTPA) v ornici poľnohospodárskych pôd Slovenska
Table 2: Content of copper (DTPA) in agricultural soils (arable layer) of Slovakia

Pôdy (1)	Druh pozemku (18)	Cu (mg.kg ⁻¹)				
		min. hodnota (21)	max. hodnota (22)	smerodajná odchýlka (23)	variálny koeficient (%) (24)	priemer (25)
Pseudogleje a luvizeme (2)	OP (19)	0,30	2,23	0,38	47,61	0,80 (m) (26)
	TTP (20)	1,36	5,01	1,04	41,78	2,48 (s) (27)
Hnedozeme (3)	OP	0,86	20,20	3,62	109,09	3,31 (v) (28)
Černozeme na sprašiach (4)	OP	0,44	2,29	0,61	56,21	1,10 (s)
Fluvizeme na karb. fluv. sed. (5)	OP	0,26	30,70	7,91	134,89	5,87 (v)
Fluvizeme na nekarb. fluv. sed. (6)	OP	0,91	39,50	8,54	132,93	6,43 (v)
Kambizeme na vulkanitoch (7)	TTP	0,18	3,33	1,12	68,03	1,65 (s)
	OP	0,53	6,57	2,64	96,90	2,73 (v)
Kambizeme na kryštaliniku (8)	OP	0,63	30,20	9,44	175,80	5,37 (v)
	TTP	0,50	46,10	13,20	166,01	7,95 (v)
Kambizeme na flyši (9)	TTP	1,04	5,56	1,16	48,66	2,39 (s)
	OP	0,45	2,51	0,71	51,42	1,39 (s)
Kambizeme na karb. substr. (10)	TTP	0,97	3,08	0,88	45,20	1,95 (s)
	OP	1,14	3,02	1,05	58,25	1,80 (s)
Rendziny na karb. substrátoch (11)	TTP	1,50	4,57	1,13	36,62	3,10 (v)
	OP	0,75	3,89	1,57	61,60	2,56 (s)
Čiernice na karb. fluv. sed. (12)	OP	0,31	3,31	0,86	77,93	1,10 (s)
Čiernice na nekarb. fluv. sed. (13)	OP	1,41	5,70	1,24	41,63	2,99 (v)
Podzoly a rankre podzolové (14)	TTP	0,18	3,65	1,25	144,98	0,86 (s)
Regozeme na karb. pieskoch (15)	OP	0,67	15,40	6,32	149,91	4,22 (v)
Regozeme na nekarb. pieskoch (16)	OP	0,64	0,88	0,12	15,80	0,77 (m)
Slaniská a slance (17)	TTP	2,08	11,30	3,06	78,50	3,91 (v)

(1) Soils, (2) Planosols + Albeluvisols, (3) Luvisols, (4) Chernozems, (5) Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (6) Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (7) Cambisols on volcanic rocks, (8) Cambisols on crystalline rocks, (9) Cambisols on flysch, (10) Cambisols on carbonate rocks, (11) Rendzic Leptosols, (12) Mollic Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (13) Mollic Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (14) Podzols, (15) Regosols on carbonate sands, (16) Regosols on non-carbonate sands, (17) Solonchaks and Solonetz, (18) land use, (19) arable land, (20) grassland, (21) minimum, (22) maximum, (23) standard deviation, (24) coefficient of variability, (25) mean, (26) low content, (27) medium content, (28) high content

repa cviklová a struková zelenina (4). Všeobecne možno povedať, že obsah Cu v prirodzených pôdach je odrazom dvoch hlavných faktorov, a to pôdotvorných substrátov a pôdotvorných procesov (1). Charakteristickým znakom distribúcie Cu v pôdach je jej akumulácia v povrchových humusových horizontoch (adsorpcia, komplexácia s organickými látkami, mikrobiálna fixácia a pod.) (2, 3).

V tabuľke 2 uvádzame základné štatistické charakteristiky medi v ornici v konkrétnych pôdnych predstaviteľoch poľnohospodárskych pôd Slovenska.

Priemerný obsah medi v poľnohospodárskych pôdach Slovenska sa pohybuje prevažne v rozpätí od 0,77 do 7,95 mg.kg⁻¹, čo je obsah malý až vysoký (8). Vyšší obsah medi bol zistený na niektorých kyslých pôdach v oblasti vplyvu geochemických anomálií, taktiež v pôdach pod vinicami, kde sa najmä v minulosti používali mednaté prípravky na ochranu rastlín. Na základe nami dosiahnutých výsledkov, možno konštatovať, že obsah medi v poľnohospodárskych pôdach Slovenska je prevažne stredný (tabuľka 2). Najnižšie hodnoty medi boli zistené na regozemiach na kremitych viatych pieskoch (najmä oblasť Záhoria), ako aj na niektorých pseudoglejoch a luvizemiach, ktoré sa nachádzajú v kotlinových oblastiach Slovenska. Do úvahy treba vziať aj značnú heterogenitu tohto prvku v pôdach Slovenska (tabuľka 2), najmä pri kambizemiach na kryštaliniku, kde sa variálny koeficient dosahuje hodnotu viac ako 100% a ktoré sú do značnej miery ovplyv-

nené výskytom, resp. vplyvom geochemických anomálií najmä v horských a podhorských oblastiach, taktiež na podzoloch a fluvizemiach (výrazný transport pôdno-sedimentárneho materiálu i zo vzdialenejších oblastí) (tabuľka 2). Vzhľadom na to, že v rámci monitorovania pôd SR nie je možné z finančného hľadiska prehodnocovať každú parcelu, odporúčujeme preto na jednotlivých parcelách merať hodnotený prvok vo vzťahu ku konkrétnej pôde a pestovanej plodine.

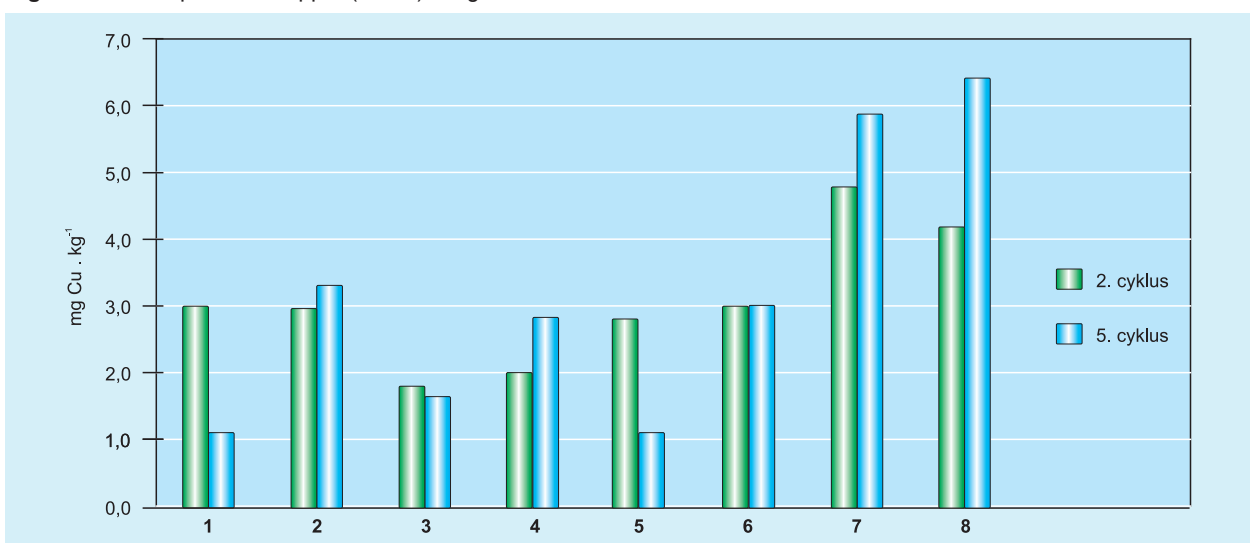
Vývoj obsahu medi za doteraz sledované obdobie je znázornený na obrázkoch 1 a 2.

Doterajší vývoj obsahu medi v hodnotených pôdach Slovenska je viac alebo menej variabilný. Medzi ornými pôdami a pôdami pod trvalými trávnyimi porastami v rámci toho istého pôdneho typu neboli zistené výraznejšie rozdiely, čo ukazuje skôr na prirodzenú zásobenosť tejto mikroživiny v pôdach a jej určité optické disproporcie v časovom horizonte sú skôr výsledkom prirodzenej variability (obrázok 2).

2. Zinok

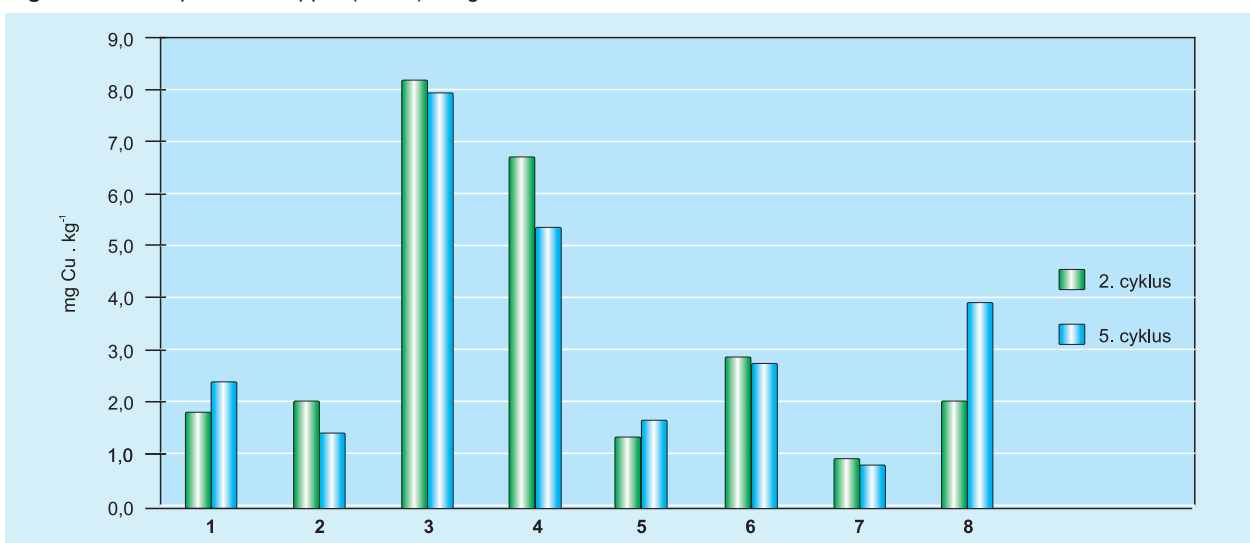
Zinok je v zemskej kôre distribuovaný relatívne rovnomerne s tendenciou jeho koncentrácie v ultrabázických horninách. Je to chalkofílny prvok, ktorý sa koncentruje v jednoduchých sulfidoch (ZnS). Zn je mobilný a pre rastliny prístupný najmä v ľahkých kyslých pôdach. Naopak imobilizácia zinku je podporovaná prítomnosťou vápnika

Obrázok 1: Vývoj obsahu medi (DTPA) v poľnohospodárskych pôdach Slovenska
Figure 1: Development of copper (DTPA) in agricultural soils of Slovakia



(1) Chernozems, (2) Cutanic Luvisols, (3) Planosols + Albeluvisols, (4) Rendzic Leptosols, (5) Mollic Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (6) Mollic Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (7) Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (8) Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments

Obrázok 2: Vývoj obsahu medi (DTPA) v poľnohospodárskych pôdach Slovenska
Figure 2: Development of copper (DTPA) in agricultural soils of Slovakia



(1) Cambisols on flysch (grassland), (2) Cambisols on flysch (arable land), (3) Cambisols on crystalline rocks (grassland), (4) Cambisols on crystalline rocks (arable land), (5) Cambisols on volcanic rocks (grassland), (6) Cambisols on volcanic rocks (arable land), (7) Regosols on acid eolic sands (arable land), (8) salined soils (grassland)

a fosforu (2,3). Zinok je aktivátorom a stabilizátorom enzýmov, riadiacich metabolizmus rastlín. Ovplyvňuje spotrebu cukrov, oxidačné procesy a transformáciu aminokyselín. Pri jeho nedostatku sa znižuje syntéza RNK, bielkovín, škrobu a je porušená tvorba chlorofylu (5).

Za optimálnu hladinu zinku v pôde považujeme hodnoty na úrovni 1,01 – 2,5 mg.kg⁻¹ – stredný obsah (7).

V tabuľke 3 uvádzame základné štatistické charakteristiky zinku v ornici konkrétnych pôdnych predstaviteľov poľnohospodárskych pôd Slovenska.

Obsah zinku v ornici poľnohospodárskych pôd Slovenska sa pohybuje priemerne v rozpätí 0,74 – 5,07 mg.kg⁻¹

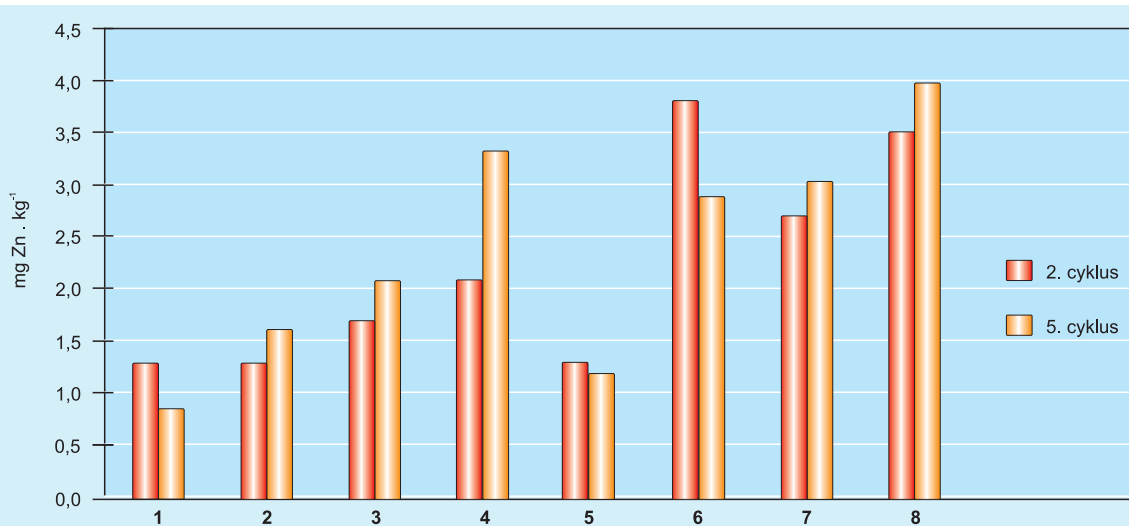
(tabuľka 3), čo je obsah malý až vysoký. Obsah zinku je podobne ako pri medi v pôdach značne variabilný, o čom svedčia hodnoty variačného koeficienta, ktoré sú na niektorých pôdach vyššie ako 100 %, napr. pri pseudoglejoch a luvizemiach, fluvizemiach, ako aj niektorých kambizemiach (tabuľka 3). Najvyššie hodnoty zinku (3 – 4,58 mg.kg⁻¹) boli namerané na podzoloch, na fluvizemiach, ale aj na rendzinách a značnej časti kambizemí, čo sú prevažne horské a podhorské pôdy. Najnižšie hodnoty obsahu zinku boli zistené na černozemiach a niektorých pseudoglejoch a luvizemiach, čo sú naše intenzívne obhospodávané pôdy (0,74 – 0,85 mg.kg⁻¹) – tabuľka 3. Napokon pozitívny

Tabuľka 3: Obsah zinku (DTPA) v ornici poľnohospodárskych pôdach Slovenska
Table 3: Content of zinc (DTPA) in agricultural soils (arable layer) of Slovakia

Pôdy (1)	Druh pozemku (18)	Zn (mg.kg ⁻¹)				
		min. hodnota (21)	max. hodnota (22)	smerodajná odchýlka (23)	variálny koeficient (%) (24)	priemer (25)
Pseudogleje a luvizeme na spraš. hlinách (2)	OP (19)	0,21	3,73	0,80	108,29	0,74 (m) (26)
	TTP (20)	1,05	7,19	1,83	53,34	3,44 (v) (27)
Hnedozeme (3)	OP	0,33	3,55	0,80	49,70	1,61 (s) (28)
Černozeme (4)	OP	0,39	2,32	0,49	58,02	0,85 (m)
Fluvizeme na karb. fluv. sed. (5)	OP	1,08	23,3	4,47	148,19	3,02 (v)
Fluvizeme na nekarb. fluv. sed. (6)	OP	0,56	23,60	5,35	134,80	3,97 (v)
Kambizeme na vulkanitoch (7)	TTP	1,66	3,74	0,73	26,72	2,73 (v)
	OP	2,45	3,73	0,56	19,03	2,92 (v)
Kambizeme na kryštaliniku (8)	OP	0,63	1,98	0,52	44,16	1,18 (s)
	TTP	1,71	15,90	3,67	72,35	5,07 (v)
Kambizeme na flyši (9)	TTP	1,10	8,78	2,10	50,70	4,15 (v)
	OP	0,53	2,16	0,52	40,17	1,30 (s)
Kambizeme na karb. substrátoch (10)	TTP	0,42	2,99	1,09	77,63	1,41 (s)
	OP	0,53	5,74	2,75	104,68	2,62 (v)
Rendziny na vápencoch (11)	TTP	0,69	6,64	2,04	61,28	3,32 (v)
	OP	3,23	6,14	1,20	26,13	4,58 (v)
Čiernice na karb. fluv. sed. (12)	OP	0,56	2,42	0,67	56,46	1,19 (s)
Čiernice na nekarb. fluv. sed. (13)	OP	0,35	5,66	1,65	57,26	2,89 (v)
Podzoly a rankre podzolové (14)	TTP	1,38	8,93	3,09	71,22	4,34 (v)
Regozeme na karb. pieskoch (15)	OP	0,52	2,21	0,64	42,42	1,53 (s)
Regozeme na nekarb. pieskoch (16)	OP	0,95	1,34	0,22	20,52	1,08 (s)
Slaniská a slance (17)	TTP	0,56	3,96	1,16	80,28	1,44 (s)

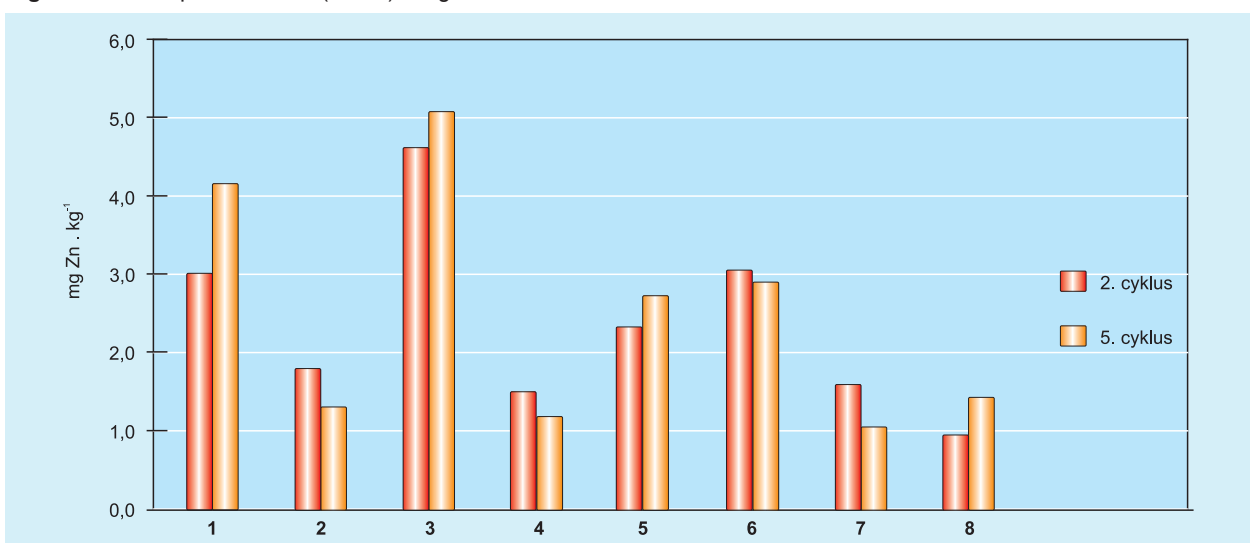
(1) Soils, (2) Planosols + Albeluvisols, (3) Luvisols, (4) Chernozems, (5) Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (6) Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (7) Cambisols on volcanic rocks, (8) Cambisols on crystalline rocks, (9) Cambisols on flysch, (10) Cambisols on carbonate rocks, (11) Rendzic Leptosols, (12) Mollic Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (13) Mollic Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (14) Podzols, (15) Regosols on carbonate sands, (16) Regosols on non-carbonate sands, (17) Solonchaks and Solonetz, (18) land use, (19) arable land, (20) grassland, (21) minimum, (22) maximum, (23) standard deviation, (24) coefficient of variability, (25) mean, (26) low content, (27) high content, (28) medium content

Obrázok 3: Vývoj obsahu zinku (DTPA) v poľnohospodárskych pôdach Slovenska
Figure 3: Development of zinc (DTPA) in agricultural soils in Slovakia



(1) Chernozems, (2) Cutanic Luvisols, (3) Planosols + Albeluvisols, (4) Rendzic Leptosols, (5) Mollic Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (6) Mollic Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (7) Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (8) Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments

Obrázok 4: Vývoj obsahu zinku (DTPA) v poľnohospodárskych pôdach Slovenska
Figure 4: Development of zinc (DTPA) in agricultural soils of Slovakia



(1) Cambisols on flysch (grassland), (2) Cambisols on flysch (arable land), (3) Cambisols on crystalline rocks (grassland), (4) Cambisols on crystalline rocks (arable land), (5) Cambisols on volcanic rocks (grassland), (6) Cambisols on volcanic rocks (arable land), (7) Regosols on acid eolic sands (arable land), (8) salined soils (grassland)

vplyv karbonátov na obmedzenie príjmu niektorých prvkov vrátane zinku dokumentujú aj niektorí autori (11). Za optimálnu hladinu zinku v pôde považujeme hodnoty na úrovni 1,01 – 2,5 mg.kg⁻¹ – stredný obsah (7).

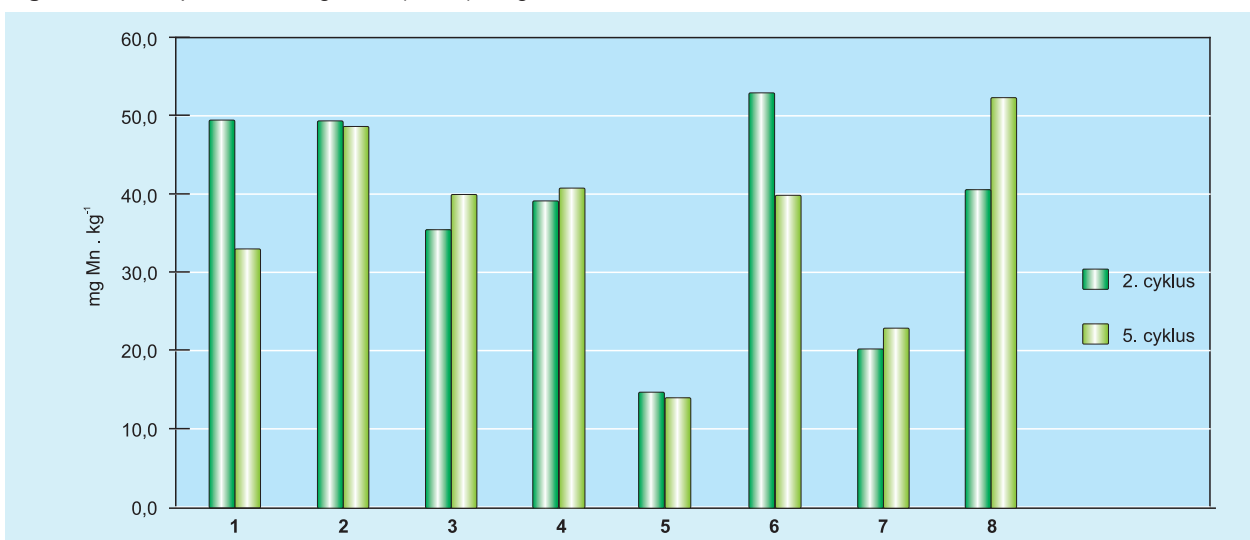
Vývoj obsahu zinku za doteraz sledované obdobie je znázornený na obrázkoch 3 a 4.

Vývoj obsahu zinku je bez výraznejších zmien, určité amplitúdy v smere mierneho zníženia alebo zvýšenia varíruje v rámci prirodzenej variability. Rozdiely v obsahu zinku v poľnohospodárskych pôdach Slovenska od začiatku monitorovania nie sú výrazné.

3. Mangán

Je najbežnejším stopovým prvkom v litosfére. Súčasne ovplyvňuje správanie mnohých iných mikroživín. Rozdiely mangánu v pôdach sú do značnej miery ovplyvnené pedogenezou, tiež súvisia aj s obsahom ílovej frakcie v pôdach (2). Mangán v rastlinách zvyšuje intenzitu dýchania, látkovej premeny a tak stimuluje rozvoj vegetatívnych orgánov. Pozitívne ovplyvňuje tvorbu kyseliny L-askorbovej (vitamínu C), ako aj syntézu RNK a DNK. Jeho nedostatok sa prejavuje obmedzením tvorby chloroplastov, čím

Obrázok 5: Vývoj obsahu mangánu (DTPA) v poľnohospodárskych pôdach Slovenska
Figure 5: Development of manganese (DTPA) in agricultural soils of Slovakia



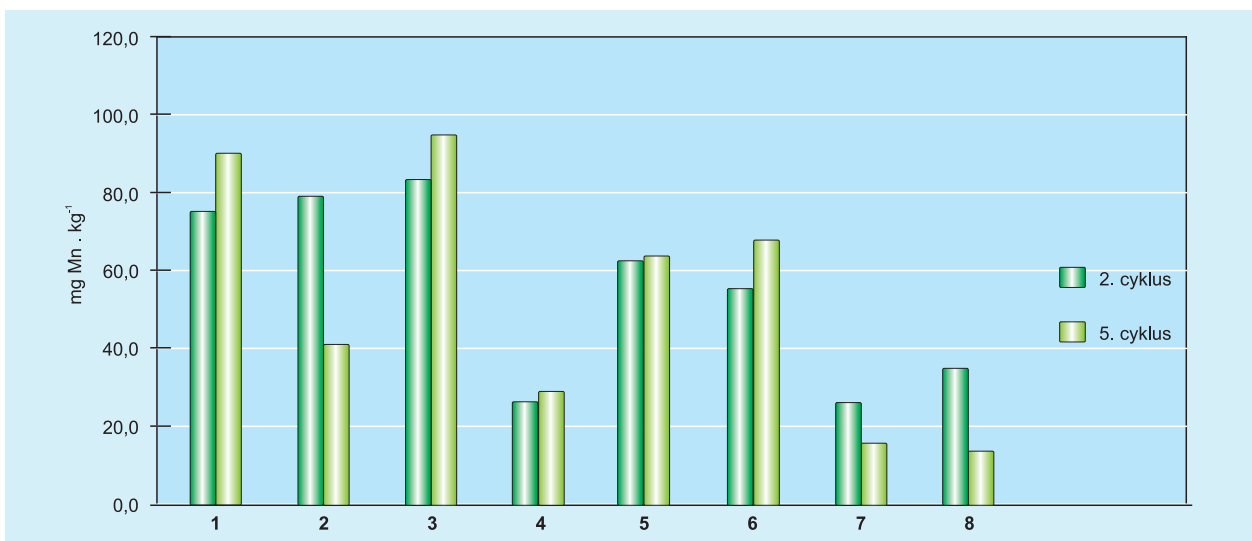
(1) Chernozems, (2) Cutanic Luvisols, (3) Planosols + Albeluvisols, (4) Rendzic Leptosols, (5) Mollic Fluvisols on carbonateous fluvial sediments, (6) Mollic Fluvisols on non-carbonateous fluvial sediments, (7) Fluvisols on carbonateous fluvial sediments, (8) Fluvisols on non-carbonateous fluvial sediments

Tabuľka 4: Obsah mangánu (DTPA) v ornici poľnohospodárskych pôd Slovenska
Table 4: Content of manganese (DTPA) in agricultural soils (arable layer) of Slovakia

Pôdy (1)	Druh pozemku (18)	Mn (mg.kg ⁻¹)				
		min. hodnota (21)	max. hodnota (22)	smerodajná odchýlka (23)	variabilný koeficient (%) (24)	priemer (25)
Pseudogleje a luvizeme na spraš. hlinách (2)	OP (19)	1,95	28,70	6,08	57,28	10,62 (s) (26)
	TTP (20)	12,40	109,00	26,00	37,66	69,03 (s)
Hnedozeme (3)	OP	7,57	115,00	32,36	66,80	48,44 (s)
Černozeme (4)	OP	8,59	70,10	18,98	57,86	32,80 (s)
Fluvizeme na karb. fluv. sed. (5)	OP	9,45	44,70	8,14	35,68	22,81 (s)
Fluvizeme na nekarb. fluv. sed. (6)	OP	19,90	126,00	29,89	57,35	52,13 (s)
Kambizeme na vulkanitoch (7)	TTP	18,40	186,00	55,42	86,55	64,03 (s)
	OP	56,70	86,50	13,42	19,78	67,87 (s)
Kambizeme na kryštaliniku (8)	OP	10,20	38,60	8,79	30,47	28,85 (s)
	TTP	36,80	179,00	39,52	41,48	95,27 (s)
Kambizeme na flyši (9)	TTP	38,80	255,00	57,85	64,02	90,36 (s)
	OP	9,20	104,00	25,62	62,84	40,76 (s)
Kambizeme na karb. substrátoch (10)	TTP	14,90	62,60	22,90	70,27	32,60 (s)
	OP	11,40	36,10	14,00	70,27	19,93 (s)
Rendziny (11)	TTP	13,90	189,00	53,20	90,87	58,54 (s)
	OP	15,70	34,60	8,31	36,34	22,87 (s)
Čiernice na karb. fluv. sed. (12)	OP	6,35	26	5,26	38,17	13,78 (s)
Čiernice na nekarb. fluv. sed. (13)	OP	6,16	125,00	29,96	75,42	39,73 (s)
Podzoly a rankre podzolové (14)	TTP	0,17	6,81	2,21	105,13	2,10 (m) (27)
Regozeme na karb. pieskoch (15)	OP	4,39	17,70	5,05	47,19	10,71 (s)
Regozeme na nekarb. pieskoch (16)	OP	8,51	20,00	6,41	40,34	15,90 (s)
Slaniská a slance (17)	TTP	9,08	23,50	4,64	34,33	13,52 (s)

(1) Soils, (2) Planosols + Albeluvisols, (3) Luvisols, (4) Chernozems, (5) Fluvisols on carbonateous fluvial sediments, (6) Fluvisols on non-carbonateous fluvial sediments, (7) Cambisols on volcanic rocks, (8) Cambisols on crystalline rocks, (9) Cambisols on flysch, (10) Cambisols on carbonateous rocks, (11) Rendzic Leptosols, (12) Mollic Fluvisols on carbonateous fluvial sediments, (13) Mollic Fluvisols on non-carbonateous fluvial sediments, (14) Podzols, (15) Regosols on carbonateous sands, (16) Regosols on non-carbonateous sands, (17) Solonchaks and Solonetz, (18) land use, (19) arable land, (20) grassland, (21) minimum, (22) maximum, (23) standard deviation, (24) coefficient of variability, (25) mean, (26) medium content, (27) low content

Obrázok 6: Vývoj obsahu mangánu (DTPA) v poľnohospodárskych pôdach Slovenska
Figure 6: Development of manganese (DTPA) in agricultural soils of Slovakia



(1) Cambisols on flysch (grassland), (2) Cambisols on flysch (arable land), (3) Cambisols on crystalline rocks (grassland), (4) Cambisols on crystalline rocks (arable land), (5) Cambisols on volcanic rocks (grassland), (6) Cambisols on volcanic rocks (arable land), (7) Regosols on acid eolic sands (arable land), (8) salined soils (grassland)

sa znižuje fotosyntéza, v dôsledku čoho je nižšia tvorba sacharidov a škrobu (5).

V tabuľke 4 uvádzame základné štatistické charakteristiky mangánu v ornici v konkrétnych pôdnych predstaviteľoch poľnohospodárskych pôd Slovenska.

Priemerný obsah mangánu v ornici poľnohospodárskych pôd Slovenska sa pohybuje v širokom rozpätí 2,10 – 95,27 mg.kg⁻¹ (tabuľka 4), čo je obsah malý až stredný (7). Potvrdili to aj doterajšie výsledky agrochemického skúšania pôd (ASP) na poľnohospodárskych pôdach Slovenska (8). Najnižšie hodnoty obsahu mangánu sme zistili na podzolochoch, regozemiach a zasolených pôdach (2,10 – 15,90 mg.kg⁻¹). Nedostatok mangánu vzniká skôr nevhodnými stanovištnými podmienkami, ako jeho neprítomnosťou v pôde (4).

Najvyššie hodnoty obsahu mangánu boli zistené prevažne na kambizemiach (tabuľka 4). Doterajší vývoj obsahu mangánu v poľnohospodárskych pôdach Slovenska je graficky znázornený na obrázkoch 5 a 6.

Vzhľadom na to, že je známa značná priestorová prirodzená heterogenita obsahu mangánu v pôdach, tendencia jeho vývoja v pôdach Slovenska nie je preto jednoznačná, čo sme potvrdili aj v predchádzajúcich prácach (8, 10). Jeho určitá variabilita v čase je skôr spôsobená spôsobom kultivácie, ako aj pedogénnymi procesmi, najmä eróziou pôd, pretože táto mikroživina sa do pôdy bežne neaplikuje a neaplikovala sa ani v minulosti. Celkovo však môžeme konštatovať, že ani pri mangáne nevykazujeme v priemere deficit v našich pôdach s výnimkou veľmi kyslých pôd – podzolov a rankrov podzolových, regozemí a zasolených pôd – slanísk a slančov. Obsah mangánu v prevažnej väčšine intenzívne využívaných poľnohospodárskych pôd je v priemere stredný (tabuľka 4).

Záver

V príspevku sme sa pokúsili zhodnotiť aktuálny stav a doterajší vývoj mikroživín (Cu, Zn, Mn) v poľnohospodárskych pôdach Slovenska.

Na základe našich doterajších najnovších zistení z výsledkov monitoringu pôd Slovenska možno konštatovať, že obsah základných mikroživín (Cu, Zn, Mn) v poľnohospodárskych pôdach sa pohybuje v pomerne širokom rozpätí, a to od malej až po vysokú zásobenosť, pričom v priemere prevažuje stredná zásobenosť. Z tohto pohľadu nie je v súčasnosti potreba vykonávať špeciálne regulačné opatrenia na úpravu zásobenosti mikroživín v poľnohospodárskych pôdach Slovenska, i keď v poslednom období sme zaznamenali predsa len ich určitý pokles. Vzhľadom na to, že v rámci monitorovania pôd Slovenska nie je možné z finančného hľadiska prehodnocovať každú parcelu, ako aj vo vzťahu k ich preukázanej značnej variabilite, doporučujeme na jednotlivých parcelách merať mikroživiny vo vzťahu ku konkrétnej pôde a pestovanej plodine. Prípadné lokálne deficity, prejavované určitými karenčnými poruchami poľných plodín, je možné napraviť formou foliárneho postreku príslušnou živinou, ako ekonomicky najpriateľnejší spôsob. Avšak pri zakladaní vytrvalých kultúr (ovocné sady, vinice, chmeľnice) je potrebné prípadné deficity v obsahoch jednotlivých mikroživín odstrániť aplikáciou príslušného hnojiva do pôdy na hodnotu stredného obsahu. Tieto opatrenia nie je potrebné vykonávať každoročne, postačia – vzhľadom na doterajší vývoj obsahu mikroživín v pôdach Slovenska – dlhodobejšie intervaly (1-krát za 10 – 15 rokov).

Literatúra

- (1) ALLOWAY, B. J. 1999. Schwermetalle in Boden. Berlin : Springer, Verlag, 1999, 540 p.
- (2) ČURLÍK, J.- ŠEFČÍK, P. 1999. Geochemický atlas SR. Časť V: Pôdy. Bratislava : MŽPSR a VÚPOP, 1999, 99s. + mapové prílohy. ISBN 80-88833-14-0.
- (3) ČURLÍK, J. 2011. Potenciálne toxické stopové prvky a ich distribúcia v pôdach Slovenska. 1. vyd., Bratislava : PF UK, 2011, 462 s. ISBN 978-80-967696-3-6.
- (4) DEMO, M. – HRIČOVSKÝ, I. – BIELEK, P. – FEHÉR, A. – FRANČÁKOVÁ, H. – GINTEROVÁ, A. – HANÁČKOVÁ, E. – HRAŠKA, Š. – HRONSKÝ, Š. – HÚSKA, D. – JUREKOVÁ, Z. – LANDA, Z. – POSPÍŠIL, R. – REHÁK, Š. – RÓZOVÁ Z. – SÝKOROVÁ, Z. – VALŠÍKOVÁ, M. 2002. Trvalo udržateľné technológie v záhradníctve. Nitra : SPU, 2002, 581 s. ISBN 80-8069-056-1.
- (5) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU, Šafa : Duslo, a. s. 2000, 422 s. ISBN 80-7137-777-5.
- (6) IVANIČ, J. – BENKO, V. – BIZÍK, J. – FECENKO, J. – MASARYK, Š. 1975. Výživa a hnojenie plodín. 1. vyd., Bratislava : Príroda, 1975, 358 s.
- (7) JURÁNI, B. – NEUBERG, J. – ZELENÝ, F. 1985. Hnojenie mikroživinami. Komplexní metodika výživy rastlín. Praha : UVTIZ, 1985, s. 151–169.
- (8) KOBZA, J. – GÁBORIK, Š. 2008. Súčasný stav a vývoj obsahu makro- a mikroelementov v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Bratislava : VÚPOP, 2008, 58 s. ISBN 978-80-89128-47-1.
- (9) KOBZA, J. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČIKOVÁ, G. – BEZÁK, P. – DODOK, R. – GREČO, V. – CHLPÍK, J. – LIŠJAK, M. – MALIŠ, J. – PÍŠ, V. – SCHLOSSEROVÁ, J. – SLÁVIK, O. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. Bratislava : VÚPOP, 2011, 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1.
- (10) KOBZA, J. – BARANČIKOVÁ, G. – DODOK, R. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – PÁLKA, B. – PAVLENDA, 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). Bratislava : NPPC – VÚPOP, 2014, 252 s. ISBN 978-80-8163-004-0. ISBN 978-80-89128-89-1.
- (11) LUBBEN, S. – SAUERBECK, D. 1991. The uptake and distribution of heavy metals by spring wheat. In Water, Air and Soil Pollution, 37-58, 1991, pp. 239–247.

prof. Ing. Jozef Kobza, CSc.
NPPC – Výskumný ústav pôdozvedectva
a ochrany pôdy Bratislava,
RP – Banská Bystrica, Mládežnícka 36,
974 04 Banská Bystrica
a FPV – UMB, Tajovského 40,
974 01 Banská Bystrica, tel.: 048/310 02 41,
e-mail: j.kobza@vupop.sk



Ilustračné foto