

## Hodnotenie zmien a trendov vlastností pôd využívaných na energetické účely

### Assessment of changes and trends in the properties of the soils used for energy purposes

**Jarmila Makovníková, Miloš Širáň**

*A new soil function, which is the use of agricultural outputs for energy purposes, was added to the primary production function of agriculture. Sustainable development associated with the efficient use of natural resources is to ensure that the exploitation of natural resources and the related impact on the environment as well as on the soil quality does not exceed the carrying capacity. Dynamic monitoring of selected indicators of soil quality was realized in a special network of sites on soils used for planting fast growing willow (localities Kuchyňa, Krivá na Orave) and fast growing alder (locality Starňa). During the monitoring positive as well as negative trends on soil quality were determined. The negative trend was observed in the case of soil acidification (decrease of pH value) and soil nutrient content, mainly phosphorus content. The positive trend was observed in the total risk elements content in soil. Remediation capability of willows was manifested with significant reduction of cadmium, zinc and nickel on the locality Kuchyňa. Total cadmium content decreased by 33%, total zinc content by 17% and nickel content by 31,6%.*

#### soil monitoring, soil quality, fast growing willow, fast growing alder

Zásobovacie služby agroekosystémov sú kľúčové pri zabezpečovaní potravinovej bezpečnosti. Súčasťou primárnej zásobovacej agroekosystémovej služby poľnohospodársky využívaných pôd (3) je okrem zabezpečenia potravín aj využívanie dopestovanej biomasy na energetické účely (5). Využívanie poľnohospodárskych pôd na pestovanie energetických plodín je integrované v spracovaných výhladoch a prognózach ďalšieho rozvoja poľnohospodárstva a je aj súčasťou koncepčných, strategických a legislatívnych nástrojov SR a EÚ (8, 16, 17, 19).

Rýchlorastúce dreviny sú energetické rastliny drevinového charakteru s krátkou dobou obrastania a hmotnostným prírastkom prevyšujúcim priemerný prírastok hmoty ostatných drevín. Energetické porasty rýchlorastúcich drevín tvoria perspektívny zdroj palivovej biomasy. Vhodnými drevinami sú vrba biela, vrba košíkarska, jelša, agát biely a topoľ. K energetickým plodinám bylinného charakteru sa zaraďujú rastliny, ktoré sa vyznačujú vysokou produkciou biomasy a adaptabilitou na pôdno-klimatické podmienky. Cielené pestovanie energetických plodín a drevín, v súlade s environmentálnymi štandardami, umožňuje efektívne využívanie predovšetkým menej produkčnej poľnohospodárskej pôdy ako aj degradovanej poľnohospodárskej pôdy (kontaminovanej anorganickými polutantmi). Pre klimatické a pôdne podmienky našej republiky je najvhodnejšie pestovanie vrb a topoľov, pričom je nutné voliť vhodné klony pre konkrétne miesta a regióny (5).

Pestovanie rýchlorastúcich drevín na poľnohospodárskej pôde môže pozitívne ovplyvňovať regulačné agroekosystémové služby, predovšetkým reguláciu klímy (sekvestráciou atmosférického CO<sub>2</sub>) (6), čistenie pôdy (fytoremediácia), reguláciu vodného režimu, vplyva aj na zachovanie biodiverzity a zabraňuje spustnutiu menej produkčných pôd (1, 14, 15, 18).

V súčasnosti nie je metodicky podložený spôsob kontroly kvality pôdy v priebehu a po ukončení pestovania rýchlorastúcich drevín po uskutočnení spätnej rekultivácie. Pri pestovaní rýchlorastúcich drevín môže dôjsť aj k značným zmenám vlastností pôdy. Hodnotenie indikátorov kvality pôdy pri novom spôsobe využívania poľnohospodárskych pôd je preto nevyhnutnou súčasťou ich správneho využívania na energetické účely.

### Materiál a metódy

Monitorovanie kvality pôdy pri pestovaní rýchlorastúcich drevín na poľnohospodárskej pôde prebieha v rámci Čiastkového monitorovacieho systému pôda od roku 2010. Monitorujeme tri lokality, lokalitu lokalizovanú v oblasti Záhorkej nížiny (lokalita Kuchyňa, čiernica kultizemná), lokalitu lokalizovanú v oblasti Oravskej kotliny (lokalita Krivá na Orave, fluvizem) a lokalitu v oblasti Juhoslovenskej kotliny (lokalita Starňa, fluvizem).

Monitorovacia lokalita je kruhového tvaru o polomere 10 m a celkovej ploche 314 m<sup>2</sup> (7). Odber vzoriek prebieha podľa záväzných metodík Čiastkového monitorovacieho systému – pôda (7). V pôdnych vzorkách z monitorovaných lokalít sa stanovujú jednotlivé parametre podľa záväzných metodík (7).

Lokalitu Kuchyňa monitorujeme od roku 2010. Na ploche je porast rýchlorastúcej vrby (*Salix viminalis*) pestovanej na energetické účely (od roku 2006). Len v prvom roku výsadby bolo aplikované organominerálne kvapalné hnojivo Darina. Na jeseň v roku 2012 bol porast rýchlorastúcej vrby zrezaný, v roku 2016 bol na lokalite už čiastočne vyschnutý porast vrby.

Na lokalite Krivá na Orave je fluvizem kultizemná, s porastom rýchlorastúcej vrby (*Salix viminalis*). Porasty sú každoročne hnojené dusíkom v dávke 90 kg·ha<sup>-1</sup> s deľným 30 kg na jar, 30 kg koncom mája a 30 kg v polovici júla a jednorázovo fosforom v dávke 30 kg·ha<sup>-1</sup> a draslíkom v dávke 30 kg·ha<sup>-1</sup>, ktoré sú aplikované s prvou dávkou dusíka. Dusík je vo forme liadku vápenato-amónneho 27% N, fosfor vo forme hyperkornu 26% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a draslík vo forme draselnej soli 58 % K<sub>2</sub>O. Pri správnom obhospodarovaní je možné vrbový porast zberať každé štyri roky pričom celková produkčná schopnosť porastu je okolo 30 rokov. V podmienkach strednej Oravy sa celkový prírastok drevnej hmoty za štvorročné obdobie pohyboval od 23 do 26 ton na hektár (2).

Od roku 2013 monitorujeme lokalitu Starňa. Lokalita Starňa, fluvizem kultizemná, stredne ťažká, sa nachádza vo východnej časti Juhoslovenskej kotliny v Bodvianskej pahorkatine v nadmorskej výške 181 m n.m. v teplej klimatickej oblasti. Na lokalite bola v roku 2013 vysadená jelša (*Alnus glutinosa*). Porast bol v roku 2016 veľmi výrazne zaburinený s výškou cca 0,80 – 1,00 m.

### Výsledky a diskusia

Lokalita Kuchyňa sa nachádza v teplej pahorkatinovej klimatickej oblasti. Patrí k stredne ťažkým pôdam, hlinitým. Obsah skeletu v pôde sa výrazne zvyšuje s hĺbkou, a to

**Tabuľka 1:** Indikátory kvality pôdy – lokalita Kuchyňa

**Table 1:** Soil quality indicators – locality Kuchyňa

Parameter (1)	Hĺbka 0 – 10 cm (2)		Hĺbka 35 – 45 cm (3)	
	rok 2010 (11)	rok 2016	rok 2010	rok 2016
pH v H <sub>2</sub> O	5,81	5,21	5,80	5,26
pH v KCl	5,21	4,92	5,21	4,95
pH v CaCl <sub>2</sub>	5,23	5,02	5,31	5,02
Výmenné katióny v cmol(p <sup>+</sup> )·kg <sup>-1</sup> (4)	Na <sup>+</sup>	0,150	0,088	—
	K <sup>+</sup>	0,506	0,433	—
	Ca <sup>2+</sup>	11,230	11,140	—
	Mg <sup>2+</sup>	0,890	1,004	—
C <sub>ox</sub> v % (5)	2,318	2,79	1,958	2,650
Q <sub>6</sub> <sup>4</sup> (6)	4,09	4,242	3,910	4,290
Makroživiny v mg·kg <sup>-1</sup> (7) (Mehlich III.)	P	73,70	57,68	43,50
	K	163,00	180,20	106,00
	Mg	92,70	115,10	119,00
Stopové prvky v pôde v mg·kg <sup>-1</sup> (celkový obsah v lúčavke kráľovskej) (8)	Cd	1,016	0,523	0,822
	Zn	199,000	133,00	287,000
	Ni	51,500	35,200	69,600
Stopové prvky v pôde v mg·kg <sup>-1</sup> (vo výluhu 1 M NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ) (9)	Cd	0,009	0,009	—
	Zn	0,320	0,520	—
	Ni	0,176	0,133	—
Stopové prvky v rastlinách v mg·kg <sup>-1</sup> (10)	Cd	7,154	4,320	—
	Zn	250,000	160,00	—

(1) parameter, (2) depth 0 – 10 cm, (3) depth 35 – 45 cm, (4) exchangeable cations, (5) total organic carbon, (6) color quotient, (7) macronutrients, (8) trace elements in soil (total content in aqua regia), (9) trace elements in soil (content in 1 M NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> extract), (10) trace elements in plants, (11) year

**Tabuľka 2:** Indikátory kvality pôdy – lokalita Krivá na Orave

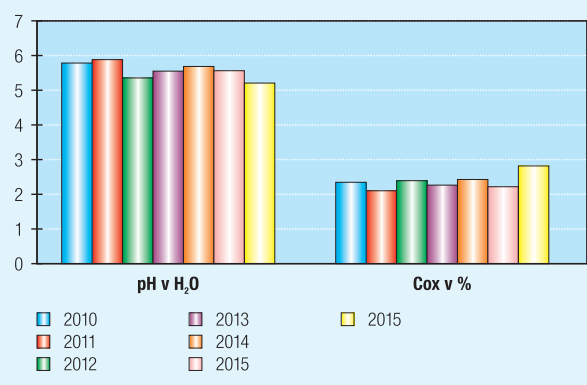
**Table 2:** Soil quality indicators – locality Krivá na Orave

Parameter	Hĺbka 0 – 10 cm		Hĺbka 35 – 45 cm	
	rok 2011	rok 2016	rok 2011	rok 2016
pH v H <sub>2</sub> O	6,96	6,54	6,93	6,80
pH v KCl	6,47	6,33	6,68	6,53
pH v CaCl <sub>2</sub>	6,80	6,48	6,84	6,74
Výmenné katióny v cmol(p <sup>+</sup> )·kg <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup>	0,110	0,079	—
	K <sup>+</sup>	0,310	0,533	—
	Ca <sup>2+</sup>	12,460	10,194	—
	Mg <sup>2+</sup>	1,860	2,056	—
C <sub>ox</sub> v %	2,08	2,03	1,45	1,36
Q <sub>6</sub> <sup>4</sup>	6,49	6,06	5,91	6,18
Makroživiny v mg·kg <sup>-1</sup> (Mehlich III.)	P	37,00	43,20	31,30
	K	110,00	137,33	82,90
	Mg	170,00	228,75	200,00
Stopové prvky v pôde v mg·kg <sup>-1</sup> (celkový obsah v lúčavke kráľovskej)	Cd	0,298	0,210	0,295
	Pb	8,470	16,400	9,430
Stopové prvky v pôde v mg·kg <sup>-1</sup> (vo výluhu 1 M NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )	Cd	0,002	0,001	—
	Pb	0,182	0,047	—
Stopové prvky v rastlinách v mg·kg <sup>-1</sup>	Cd	2,100	1,390	—
	Pb	1,150	8,710	—

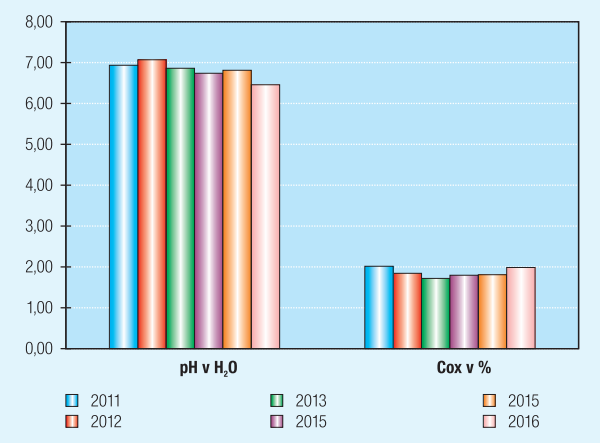
od 5% v hĺbke 0–10 cm do 80% v hĺbke 35–45 cm s hodnotou pôdnej reakcie v slabó kyslej oblasti. Vyšší obsah organickej hmoty nižšej kvality v celom profile spolu s hodnotou pôdnej reakcie a stredným obsahom prístupných živín zaraďujú túto lokalitu k stredne rezistentným pôdam vzhľadom k acidifikácii (1, 10). Celkový obsah anorganických

polutantov na danej lokalite sme hodnotili v súlade s Vyhláškou 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde 220/2004 Z.z. (20, 21). Obsah As je podlimitný a miene stúpa smerom k substrátu. Obsah Cd je najvyšší v hĺbke 0–10 cm a smerom k substrátu klesá, výrazne však prekračuje limitnú hodnotu v hĺbke 0–10 cm,

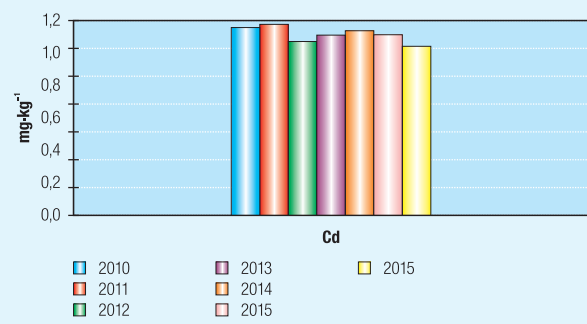
**Obr. 1a:** Zmeny hodnoty pH v H<sub>2</sub>O a C<sub>ox</sub>  
**Fig. 1a:** The changes of pH in H<sub>2</sub>O value and carbon content



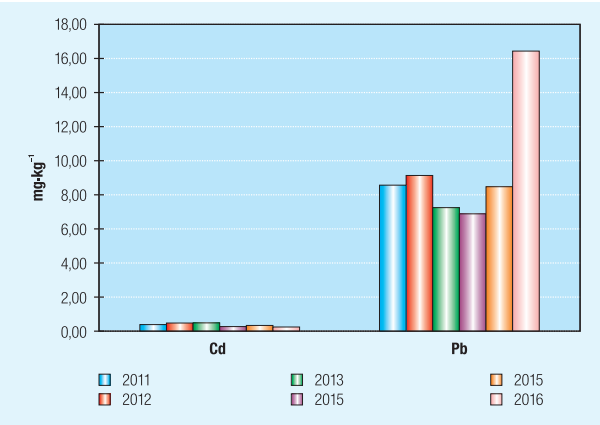
**Obr. 2a:** Zmeny hodnoty pH v H<sub>2</sub>O a C<sub>ox</sub>  
**Fig.2a:** The changes of pH in H<sub>2</sub>O value and carbon content



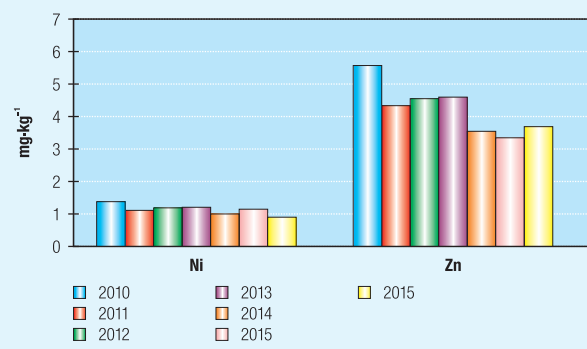
**Obr. 1b:** Zmeny stopových prvkov v pôde – Cd  
**Fig. 1b:** The changes of risc elements in soil – Cd



**Fig. 2b:** The changes of Cd and Pb total content  
**Obr. 2b:** Zmeny v celkovom obsahu Cd a Pb



**Obr. 1c:** Zmeny stopových prvkov v pôde– Ni, Zn  
**Fig. 1c:** The changes of risc elements in soil – Ni, Zn



20–30 cm aj 35–45 cm, lokalita Kuchyňa patrí medzi lokality s nadlimitným obsahom rizikových prvkov (Cd, Zn a Ni) podľa Vyhlášky 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde 220/2004 Z.z. (20, 21).

Priemerné hodnoty sledovaných parametrov (každoročne z 5 odberových miest podľa záväzných metodík Čiastkového monitorovacieho systému – pôda (7)) sú uvedené v tabuľke 1. V hĺbke 0–10 cm ako aj v hĺbke 35–45 cm došlo v porovnaní rokov 2010 a 2016 k výraznému poklesu hodnoty aktívnej pôdnej reakcie (obr. 1a). Klesol obsah prístupného fosforu v pôde, a to o 21,7% (v hĺbke 0–10 cm) a o 17,5% (v hĺbke 35–45 cm) v porovnaní s hodnotou z roku 2010. Obsah prístupného draslíka a horčíka v hĺbke 0–10 je vyšší v porovnaní s rokom 2010, obsah draslíka sa zvýšil o 10% a horčíka o 25%. V hĺbke 35–45 cm

sme zaznamenali výrazné zvýšenie obsahu prístupného draslíka (o 41,5%). Ani v roku 2016 sme nezaznamenali zníženie obsahu organickej hmoty v pôde pri jej využívaní na pestovanie rýchlorastúcich drevín, ktoré uvádza vo svojej práci aj McClean Gary (13). K pozitívnym zmenám v priebehu monitorovacieho obdobia došlo pri celkovom obsahu zinku a niklu. Obsah zinku sa znížil o 33% v porovnaní s rokom 2010, obsah niklu je nižší o 31,6% (obr. 1c), obidva prvky majú v priebehu sledovania klesajúci trend. Celkový obsah zinku aj niklu sa dostal tesne pod limitnú hodnotu. V prípade kadmia (obr. 1b) je obsah tohto prvku v roku 2016 napriek klesajúcemu trendu ešte stále nadlimitný podľa Vyhlášky 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde 220/2004 Z.z. (20, 21).

Remediačná schopnosť vŕby vzhľadom k rizikovým prvkom sa prejavila výrazným znížením obsahu zinku a niklu na danej lokalite. Vŕba patrí k potenciálne rezistentným plodinám vzhľadom k vysokým obsahom rizikových prvkov (6).

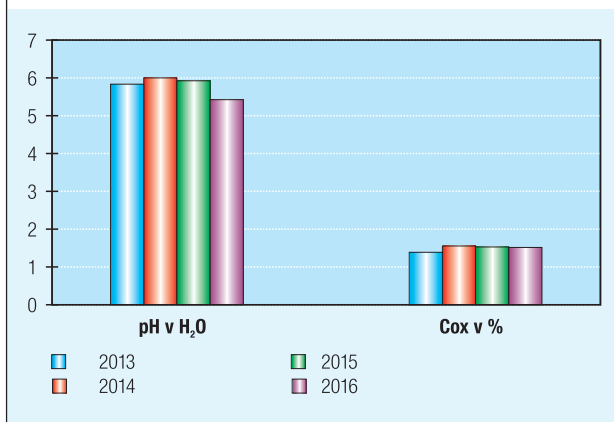
Lokalita Krivá na Orave (tab. 2) patrí k pôdam s neutrálnou hodnotou pôdnej reakcie, vyšším obsahom organickej hmoty s nízkou kvalitou a stredným obsahom prístupných živín, čo zaraďuje túto lokalitu k stredne rezistentným pôdam vzhľadom k acidifikácii (1, 10, 11, 12). Obsah rizikových prvkov je podlimitný v súlade s Vyhláškou 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde

Tabuľka 3: Indikátory kvality pôdy – lokalita Starňa

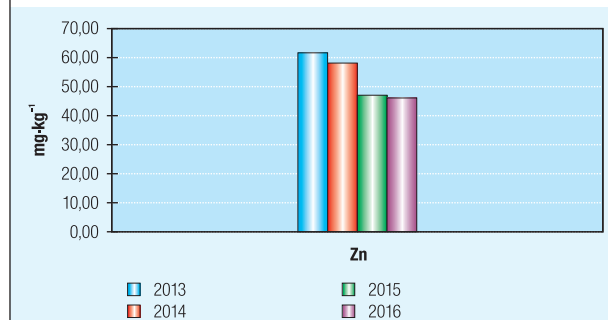
Table 3: Soil quality indicators – locality Starňa

Parameter	Hĺbka 0 – 10 cm		Hĺbka 35 – 45 cm		
	rok 2013	rok 2016	rok 2013	rok 2016	
pH v H <sub>2</sub> O	5,86	5,46	6,23	5,71	
pH v KCl	4,87	4,79	5,24	5,18	
pH v CaCl <sub>2</sub>	5,25	5,25	5,70	5,64	
Výmenné katióny v cmol(p <sup>+</sup> )·kg <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup>	0,093	0,087	–	–
	K <sup>+</sup>	0,440	0,430	–	–
	Ca <sup>2+</sup>	11,800	11,200	–	–
	Mg <sup>2+</sup>	1,730	1,850	–	–
Cox v %	1,370	1,566	0,920	1,300	
Q <sub>6</sub> <sup>d</sup>	4,28	4,76	4,47	4,556	
Makroživiny v mg·kg <sup>-1</sup> (Mehlich III.)	P	83,80	56,85	19,70	20,00
	K	195,67	162,50	72,90	104,07
	Mg	197,00	231,75	289,00	280,75
Stopové prvky v pôde v mg·kg <sup>-1</sup> (celkový obsah v lúčavke kráľovskej)	Cd	0,180	0,208	0,140	0,101
	Pb	14,000	16,900	7,780	17,600
	Zn	61,500	47,000	58,300	61,900
Stopové prvky v rastlinách v mg·kg <sup>-1</sup>	Cd	–	0,750	–	–
	Pb	–	3,780	–	–
	Zn	–	60,500	–	–

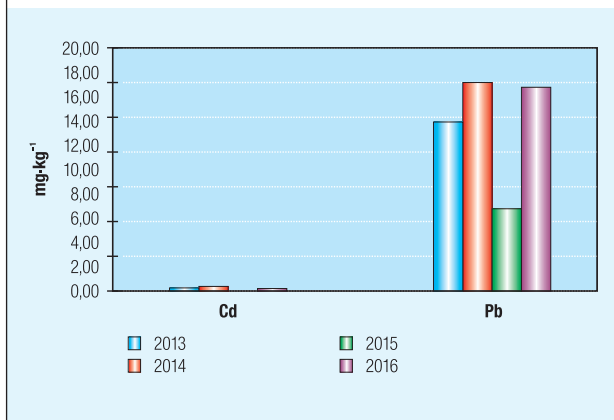
Obr. 3a: Zmeny hodnoty pH v H<sub>2</sub>O a C<sub>ox</sub>  
Fig. 3a: The changes of pH in H<sub>2</sub>O value and carbon content



Obr. 3c: Zmeny v celkovom obsahu Zn v pôde  
Fig 3c: The changes of Zn total content in soil



Obr. 3b: Zmeny v celkovom obsahu Cd a Pb v pôde  
Fig. 3b: The changes of Cd and Pb total content



220/2004 Z.z. (20, 21). Hodnota pH v slabo kyslej až neutrálnej oblasti, stredný obsah organickej hmoty v pôde nízkej kvality spolu s podlimitným celkovým obsahom anorganických polutantov radia túto lokalitu k pôdam s vysokým potenciálom imobilizácie a s nízkym potenciálom transportu vzhľadom na anorganické polutanty (9).

Zmeny hodnoty pôdnej reakcie na tejto lokalite v sledovanom období nie sú preukazné a hodnota pôdnej reakcie v roku 2016 ostáva v neutrálnej oblasti. Mierne sa znížil obsah organickej hmoty v pôde v hĺbke 0–10 cm (obr. 2a) aj v hĺbke 35–45 cm (tab. 2). Pravidelná aplikácia hnojív sa odrazila vo zvýšenom obsahu makroživín (P, K, Mg) v porovnaní s rokom 2011, na rozdiel od lokality Kuchyňa a lokality Starňa (bez pravidelnej aplikácie hnojív), kde došlo ku poklesu hlavne obsahu prístupného fosforu v pôde. Na lokalite Krivá na Orave, napriek tomu, že je situovaná v bezprostrednej blízkosti frekventovanej pozemnej komunikácie, celkový obsah Cd v oboch hĺbkach a celkový obsah Pb (obr. 2b) v oboch hĺbkach, ostáva v podlimitnej oblasti podľa Vyhlášky 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde 220/2004 Z.z. (20, 21). V roku 2016 sme však zaznamenali výrazné zvýšenie

celkového obsahu olova v pôde (až o 94% v porovnaní s rokom 2011), čo sa odrazilo aj v hodnotách olova v nadzemnej časti rýchloraštinovej vrbky.

Lokalita Starňa patrí k pôdam s hodnotou pôdnej reakcie v kyslej oblasti, predovšetkým v hĺbke 0–10 cm, pričom hodnota pôdnej reakcie len mierne stúpa s rastúcou hĺbkou odberu. Nižší obsah organickej hmoty s výrazným úbytkom v hĺbke 35–45 cm, nízkej kvality v celom profile spolu s hodnotou pôdnej reakcie a stredným obsahom prístupných živín (tab.3) zaraďujú túto lokalitu k stredne rezistentným pôdam vzhľadom k acidifikácii (2,10).

Celkový obsah anorganických polutantov na danej lokalite sme hodnotili v súlade s Vyhláškou 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde 220/2004 Z.z.. Obsah všetkých sledovaných prvkov je podlimitný. Hodnota pH v kyslej oblasti, nízky obsah organickej hmoty v pôde nízkej kvality spolu s podlimitným celkovým obsahom anorganických polutantov radia túto lokalitu k pôdam so stredným potenciálom imobilizácie vzhľadom na anorganické polutanty (9). Pri zvýšení obsahu anorganických polutantov by sa táto lokalita pre nízky potenciál sorpcie polutantov dostala do kategórie s nízkym potenciálom imobilizácie.

Lokalita Starňa má nižší obsah organickej hmoty v sledovaných hĺbkach ako lokalita Krivá na Orave (na obidvoch lokalitách ide o fluvizem kultizemnú), podlimitný obsah anorganických polutantov a strednú až dobrú zásobu prístupných živín. V hĺbke 0–10 cm ako aj v hĺbke 35–45 cm (tab. 3) došlo v porovnaní rokov 2013 a 2016 k miernemu poklesu hodnoty aktívnej pôdnej reakcie (obr. 3a). V hĺbke 0–10 cm, v porovnaní s hodnotou z roku 2013, klesol obsah prístupného fosforu v pôde o 32,2% a obsah prístupného draslíka o 16,9%. Pozitívnu zmenu sme zaznamenali v prípade celkového obsahu Zn v pôde, zníženie celkového obsahu Zn o 23,6% v porovnaní s rokom 2013 (obr. 3c), čo sa odrazilo vo vysokom obsahu tohto prvku v odobratej drevnej hmote jeľše. Pri celkovom obsahu kadmia a olova pozorujeme mierny nárast obsahov v pôde (obr. 3b), obsah obidvoch prvkov je však naďalej podlimitný podľa Vyhlášky 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde 220/2004 Z.z. (20, 21).

## Záver

Pri využívaní poľnohospodárskej pôdy na pestovanie energetických plodín na čiernici (lokalita Kuchyňa) pozorujeme mierny pokles hodnoty aktívnej pôdnej reakcie, negatívny trend v obsahu prístupného fosforu a pozitívny trend vo vývoji celkového obsahu rizikových prvkov v pôde. Celkový obsah zinku aj niklu sa v roku 2016 dostal tesne pod limitnú hodnotu. V prípade kadmia je však obsah tohto prvku aj v roku 2016, napriek klesajúcemu trendu, ešte stále nadlimitný podľa Vyhlášky 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde 220/2004 Z.z.. Pravidelná aplikácia hnojív sa odrazila vo zvýšení obsahu makroživín (P, K, Mg) na lokalite Krivá na Orave, na rozdiel od lokalít Kuchyňa a Starňa (bez pravidelnej aplikácie hnojív), kde došlo k výraznému poklesu obsah prístupného fosforu (lokalita Kuchyňa v obidvoch sledovaných hĺbkach a lokalita Starňa v hĺbke 0–10 cm). Na lokalite Starňa klesol celkový obsah zinku v pôde, čo sa odrazilo v obsahu tohto prvku v odobratej drevnej hmote jeľše. Pri celkovom obsahu kadmia a olova sme zaznamenali mierny nárast ich celkových obsahov v pôde (obr. 4b), obsah obidvoch prvkov je však naďalej podlimitný podľa

Vyhlášky 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde 220/2004 Z.z..

## Literatúra

- (1) DEMO M. et al., 1998. Usporiadanie a využívanie pôdy v poľnohospodárskej krajine. Nitra : SPU, 1998, 302 s. ISBN 80–7137–525–X.
- (2) DANIEL J. – HABOVŠTIK, J. 2012. Poľnohospodársky výskum v energetickom programe. In: Agrobioenergetika. <http://cit.2011–10–11>. Dostupné na internete: <http://www.abe.sk/casopis.html>
- (3) DOMINATI, E. – PATTERSON, M. – MACKAY, A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics*, 69, pp.1858–1868.
- (4) GONDA, L. – ABRHAM, Z. – ANDERT, D. – GADUŠ, J. – GUŠTAFÍKOVÁ, T. – KANIANSKA, R. – KIZEKOVÁ, M. – KUNSKY, M. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – MALIŠ, J. – OBRČIANOVÁ, D. – PEPICH, Š. 2010. Poľnohospodárska biomasa – obnoviteľný prírodný zdroj. CVRV Piešťany 2010
- (5) JANDAČKA, J. – MALCHO, M. – MIKULÍK, M. 2007. Biomasa ako zdroj energie. Potenciál, druhy, bilancia a vlastnosti palív. 1. vyd. GEORG Žilina, 2007. 241 s. ISBN 978–80–969161–3–9
- (6) KANIANSKA, R. – JAĎUĐOVÁ, J. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – KIZEKOVÁ, M. – TOMAŠKIN, J. 2016. Ekosystémové služby. Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2016, 244 s., ISBN 978–80–557–1129–4.
- (7) KOLEKTÍV 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. Bratislava: VUPOP Bratislava, 124pp. ISBN 978–80–89128–89–1
- (8) KRIŠŠÁK P. – JANDAČKA, J. – MALCHO, M. 2006. Legislatíva a podporné mechanizmy súvisiace s energetickým využitím biomasy v SR. In: Biomasa ako zdroj energie, 6. – 7. 2006, Ostravica, ČR, str. 24–32, ISBN80–248–1180–0.
- (9) MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – PÁLKA, B. 2007. Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil. In *Plant, Soil and Environment*, vol.53, 2007, č. 8, s.365 – 373
- (10) MAKOVNÍKOVÁ J. 2007. Využitie indikátorov pri identifikácii rizikových oblastí acidifikácie pôdy. Bratislava : VUPOP, 2007, 30 s. ISBN 978–80–89128–37–2.
- (11) MAKOVNÍKOVÁ, J. 2011. Acidifikácia pôd. In: KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., BEŽÁKOVÁ, Z., DODOK, R., HRIVNÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M.: Monitoring a hodnotenie vlastností pôd SR a potenciálov ich vývoja. VUPOP Bratislava, 2011, str. 18–28
- (12) MAKOVNÍKOVÁ, J. 2012. Hodnotenie zmien a trendov vlastností pôd využívaných na energetické účely. In: KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – DODOK, R. – HRIVNÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M.: Monitoring a hodnotenie vlastností pôd SR a potenciálov ich vývoja. Záverečná správa za roky 2010–2012, 137 str, VUPOP Bratislava, 2012, str.113–121.
- (13) MCCLEAN GARY. 2012. The effects of land conversion to bioenergy crops on soil carbon. In *Proceedings 4th international Congress Eurosoil 2012, Bari, Italy, 2–6 July 2012*, p.394.
- (14) PIERCE, F. – LAL R. 1991. Soil management in the 21<sup>st</sup> century. In Lal, F.J. – Pierce, F.J. (eds.), *Soil management for sustainability*. Ankeny : Soil Water Conserv. Soc., 1991, p. 175–180.
- (15) PIERCE, F. – LARSON, W. 1993. Developing criteria to evaluate sustainable land management. In KIMBLE, J.M. (ed), *Utilization of soil survey information for sustainable land use*. Proc. 8th Int. Soil Management Workshop. Lincoln : USDA–SCS, National Soil Surv. Center, 1993, p. 7–14.
- (16) POVRAZ, P. – NAŠČÁKOVÁ, J. – KOTOROVÁ, D. – KOVÁČ, L. 2010. Poľné plodiny ako zdroj biomasy na energetické využitie v podmienkach Slovenska. In. *Inovatívne technológie pre efektívne využitie biomasy v energetike*. str. 66 – 75, Dostupné na internete: [http://enersupply.euke.sk/wp-content/uploads/66–75\\_porvaznascakova-kotorova-kovac.pdf](http://enersupply.euke.sk/wp-content/uploads/66–75_porvaznascakova-kotorova-kovac.pdf)
- (17) STRAKA L. 2009. Energetické využitie fytoomasy pestovanej na Slovensku. In. *Biom.Cz [on-line]* [cit.2010–04–06]. Dostupné na internete: <http://biom.cz/cz-pestovani-biomasy/odborne-clanky>, ISSN 1801–2655

(18) VILČEK, J. 2006. Možnosti a riziká zhodnocovania potenciálu poľnohospodárskej pôdy pomocou energetických plodín. In Obnoviteľné zdroje surovín a energie – šanca pre znevýhodnené regióny. Zemplínska šírava, 2006, s. 47–58. ISBN 80–225–2276–7.

(19) ÚRADNÝ VESTNÍK EURÓPSKEJ ÚNIE. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/28/ES, z 23. apríla 2009 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie a o zmene a doplnení a následnom zrušení smerníc 2001/77/ES a 2003/30/ES. [on-line] [cit.2010–04–06]. Dostupné na internete: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:sk:PDF>>

(20) VYHLÁŠKA Č. 59/2013 Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky

(21) ZÁKON O PÔDE č. 220 (2004). Zbierka zákonov, 220/2004, 2290–2292.

RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.,  
NPPC – Výskumný ústav pôdoznanectva  
a ochrany pôdy Bratislava, RP – Banská Bystrica,  
Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica

Ing. Miloš Širáň, PhD.,  
NPPC – Výskumný ústav pôdoznanectva  
a ochrany pôdy Bratislava, RP – Banská Bystrica,  
Mládežnícka 36, 974 04, tel.: 048/310 02 42,  
e-mail: m.siran@vupop.sk

---

*PodĎakovanie*

*Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu  
výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV–0098–12.*