

Najvyššiu produkciu bioplynu (takmer 180 ml) vykazoval po 16 dňoch Ibuprofen 500 $\mu\text{g.l}^{-1}$. Ostatné zlúčeniny približne kopírujú svoje produkcie bioplynu po 7 dňoch. Priemerná hodnota produkcie bioplynu pri referenčnej vzorke bola 110 ml, pričom výraznejšie vyššiu produkciu dosiahli len Diklofenak 10 $\mu\text{g.l}^{-1}$, Karbamazepín v oboch koncentráciách a Ibuprofen 500 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

* * *

V štúdiu sme sa zaoberali sledovaním vplyvu vybraných farmaceutických zlúčenín na produkciu bioplynu v podmienkach mezofilnej anaeróbnej fermentácie. Po 16 dňoch trvania procesu možno konštatovať, že výraznejšie vyššiu hodnotu produkcie bioplynu oproti hodnotám bez pridania liečiva dosiahli len Diklofenak 10 $\mu\text{g.l}^{-1}$, Karbamazepín v oboch koncentráciách a Ibuprofen 500 $\mu\text{g.l}^{-1}$. Počas testu mali vzorky antibiotík vo väčšine prípadov inhibičný vplyv a testy vykazovali nižšie produkcie bioplynu. Ostatné vzorky liečiv buď neovplyvňovali alebo mierne zvyšovali produkciu bioplynu. Z doterajších výsledkov môžeme konštatovať, že vo všeobecnosti liečivá v malej miere môžu ovplyvňovať produkciu bioplynu v bioplynových staniciach, resp. vo vyhnívacích nádržiach, pričom aj veľmi nízke koncentrácie liečiv v kaloch môžu mierne ovplyvňovať tieto produkcie.

Aj z tejto štúdie je zjavné, že výskyt farmaceutických zlúčenín je potrebné brať ako nevyhnutné zlo a daň moderného života našej spoločnosti. Postupný prechod týchto látok z odpadových vôd a čistiarenských kalov do povrchových a podzemných vôd, resp. aj do pitných vôd je len otázkou času. Je nevyhnutné sa začať zaoberať aj opatreniami na zabránenie alebo aspoň na obmedzenie vstupu týchto látok do ďalších zložiek životného prostredia.

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0122-12.

Literatúra

- Carballa, M., Omil, F., Ternes, T., Lema, J. M.: Fate of Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs) during Anaerobic Digestion of Sewage Sludge. *Water Research*, 2007, 41, p. 2139 – 2150.
- Halling-Sorensen, B., Nors Nielsen, S. N., Lanzky, P. F., Ingerslev, F., Holten Lützhof, H. C., Jorgensen, S. E.: Occurrence, Fate and Effects of Pharmaceutical Substances in the Environment – A Review. *Chemosphere*, 1998, 36, p. 357 – 393.
- Heberer, T.: Occurrence, Fate, and Removal of Pharmaceuticals Residues in the Aquatic Environment: a Review of Recent Research Data. *Toxicology Letters* 2002, 131, p. 5 – 17.
- Mackuľak, T., Birošová, L., Bodík, I.: Výskyt antibiotík v odpadových vodách na Slovensku a ich možný dopad na životné prostredie. In: Zb. konferencie Rekonštrukcie stokových sietí a ČOV, Podbanské, 14. – 16. 10. 2013. Bratislava: VÚVH, 2013, s. 281 – 285.
- Martín, J., Camacho-Munoz, D., Santos, J. L., Aparicio, I., Alonso, E.: Occurrence of

Pharmaceutical Compounds in Wastewater and Sludge from Wastewater Treatment Plants. *Journal of Hazardous Materials*, 2012, 468, p. 40 – 47.

Očenášková, K.: Vplyv vybraných liečiv na produkciu bioplynu v podmienkach mezofilnej fermentácie. Diplomová práca. Bratislava: FCHPT STU, 2014, 97 s.

Petrovic, M., Škrbič, B., Živančev, J., Ferrando-Climent, L., Barcelo, D.: Determination of 81 Pharmaceutical Drugs by High Performance Liquid Chromatography Coupled to Mass Spectrometry with Hybrid Triple Quadrupole-Linear Ion Trap in Different Types of Water in Serbia. *Science of the Total Environment*, 2014, 468, p. 415 – 428.

Richardson, S. D., Ternes, T. A.: Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues. *Analytical Chemistry*, 2011, 83, p. 4614 – 4648.

Verlicchi, P., Aukidy, M. Al, Zambello, E.: Occurrence of Pharmaceutical Compounds in Urban Wastewater: Removal, Mass Load and Environmental Risk after a Secondary Treatment – A Review. *Science of the Total Environment*, 2012, 429, p. 123 – 155.

Zhang, Y., Geisen, S.-U., Gal, C.: Carbamazepine and Diclofenac: Removal in Wastewater Treatment Plants and Occurrence in Water Bodies. *Chemosphere*, 2008, 73, p. 1151 – 1161.

Ing. Mílota Fáberová,

milota.faberova@stuba.sk

Ing. Kristína Očenášková,

kristina.ocenaskova@gmail.com

Ing. Tomáš Mackuľak, PhD.,

tomas.mackulak@stuba.sk

Doc. Ing. Igor Bodík, PhD.,

igor.bodik@stuba.sk

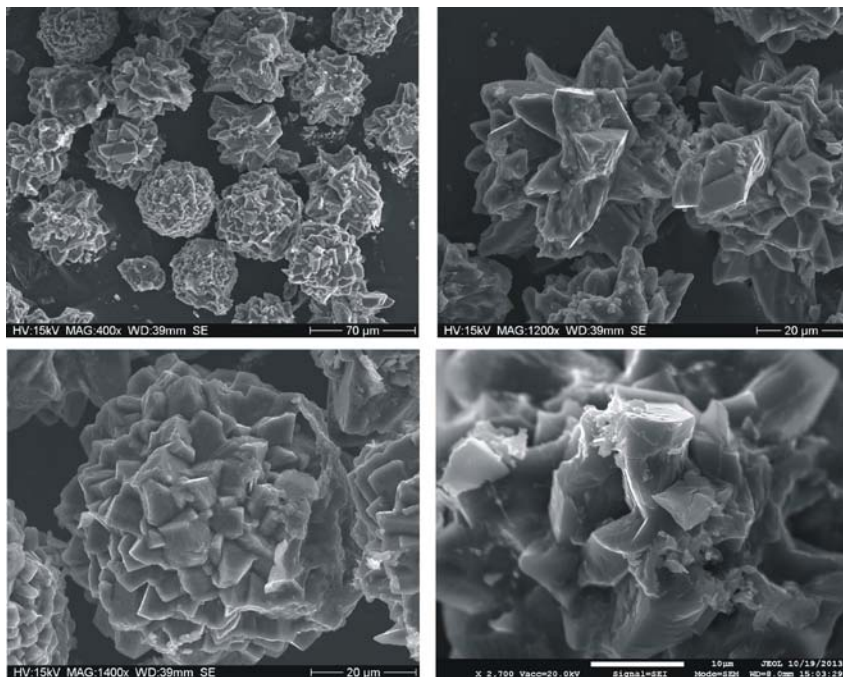
Oddelenie environmentálneho inžinierstva Fakulty chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

Oxaláty vo forme kryštálov sú v prírode hojne zastúpené v horninách, pôde, ale taktiež tvoria dôležitú súčasť živej prírody. Ich prítomnosť bola dokázaná medzi zástupcami baktérií, húb, rastlín a živočíchov. Kryštály oxalátov vápnika (Ca oxaláty) patria vôbec medzi prvé objekty, ktoré boli pozorované pod svetelným mikroskopom. Tento objav potvrdil prítomnosť týchto častíc pri väčšine rastlinných druhov.

Oxaláty ako dôležité biominerály v rastlinách a ich význam pri sekvestracii uhlíka

V rastlinách sa vyskytujú vo forme solí vápnika, horčíka, draslíka, sodíka a ďalších prvkov. Predovšetkým Ca oxaláty patria medzi najrozšírenejšiu formu nachádzajúcu sa v pletivách rast-

lín, zahŕňajúc až 215 rastlinných čeladi. Rastliny môžu akumulovať oxaláty v rozsahu 3 – 80 % celkovej suchej hmoty. Udáva sa, že až 90 % totálneho obsahu vápnika v rastline môže byť súčasťou



Obr. 1. Kryštály Ca oxalátov (whewellit) drúzovitej povahy separované z listov rebarbory (*Rheum rhubarbarum*) (SEM) – 400x, 1 200x, 1 400x a 2 700x zväčšené. Foto: Mária Čaplovičová, 2013

oxalových solí (Horner, Wagner, 1995). Typickými zástupcami oxalických rastlín schopnými akumulovať vo svojich pletivách zvýšené množstvá Ca oxalátov sú napr. kaktusy, ktoré ich môžu obsahovať viac než 80 % v suchej hmote (Garvie, 2006). Vyššie obsahy nájdeme taktiež v niektorých úžitkových a kultúrnych plodinách (špenát, rebarbora, cvikla, pohánka, mandle).

Podľa viacerých autorov Ca oxaláty v rastlinách plnia rôzne regulačné, obranné a mechanické funkcie (kontrola hladiny kationov v rastline, obrana pred požieraním živočíchmi, detoxifikácia rizikových prvkov, zachytenie a odraz svetla, podpora stability rastlinných pletív, vnímanie gravitácie). Avšak niektoré zo spomínaných funkcií vyžadujú relevantnejšie experimentálne dôkazy o ich skutočnom význame. Na rozdiel od rastlín je tvorba Ca oxalátov v živočíšnych organizmoch nežiaduca a môže mať nepriaznivé účinky. Najčastejším príkladom je tvorba močových kameňov, ktoré sú čiastočne alebo takmer celé tvorené Ca oxalátmi.

Okrem fyziologických funkcií oxalátov v rastlinách majú tieto biominerály aj ekologický význam v životnom prostredí. Ca oxaláty sa po odumretí

rastlín v pôde natrvalo neukladajú, avšak ani nedegradujú na základné komponenty. V závislosti od vonkajších podmienok nastáva ich postupná transformácia na karbonáty vápnika, ktoré plnia dôležitú úlohu pri sekvestracii uhlíka – transfer oxidu uhličitého alebo ďalších foriem uhlíka z atmosféry do iných dlhodobou fungujúcich rezervoárov, akými sú oceány a moria, geologické útvary, pôda a biota za účelom redukcie obsahu oxidu uhličitého v atmosfére (Lal, 2008; Cailleau et al., 2014; Čurlík, Kolesár, 2014). Týmto spôsobom môžu niektoré druhy rastlín významne ovplyvniť celkové množstvo uskladneného atmosférického uhlíka v pôde vo forme autigénnych karbonátov. Práve v dnešnej dobe je tomu pripisovaná dôležitá úloha z hľadiska potreby nachádzať nové spôsoby ako znížiť narastajúci objem tzv. skleníkových plynov v atmosfére, medzi ktoré patrí práve oxid uhličitý.

Vznik, formy výskytu, distribúcia a funkcie oxalátov v rastlinách

Oxaláty sú rozpustné alebo nerozpustné soli kyseliny oxalovej, ktorá sa prirodzene nachádza v rastlinách.

Táto kyselina sa vytvára pri metabolizme rastlín viacerými možnými spôsobmi (rozklad oxaloacetátov, premena glykolátov a kyseliny askorbovej). Vodorozpustné soli tvorí s Na^+ , K^+ , NH_4^+ a nerozpustné s Ca^{2+} , Mg^{2+} a Fe^{2+} . Kyselina oxalová sa v rastlinách akumuluje z fotosyntetizujúceho uhlíka a prvky ako vápnik, horčík, draslík, sodík alebo stroncium, ktoré s ňou tvoria oxaláty, sú rastlinou odoberané z pôdy cez koreňovú zónu. Vplyv fotosyntézy je významný nielen pre syntézu kyseliny oxalovej, ale taktiež oxalátov v rastline.

Kryštály Ca oxalátov sa najčastejšie tvoria vo vnútri vakuol špecifických rastlinných buniek nazývaných idioblasty. Extracelulárna tvorba kryštálov je ojedinelejšia. Distribúcia idioblastov v rastlinách je podmienená taxonomicky. V súvislosti s vyzrážaním kryštálov oxalátov podliehajú idioblasty rozličným ultraštruktúrnym zmenám.

Tvar a rozmiestnenie kryštálov v rastlinách je závislé od jednotlivého druhu a je geneticky podmienené. Kryštály oxalátov môžu mať rozličný tvar (ihličky, drúzy alebo prizmy). Dve najčastejšie sa vyskytujúce formy Ca oxalátov v rastlinách sú whewellit a weddellit (obr. 1). V rastlinách sú oxaláty koncentrované v závislosti od jednotlivých druhov predovšetkým v listoch, stonkách alebo semenách. Napriek nie celkom objasnenej distribúcii oxalátov v rámci jednotlivých rastlinných orgánov, štúdie u čeľadí *Polygonaceae*, *Amaranthaceae* a *Chenopodiaceae* objavili vyššiu koncentráciu oxalátov v listoch a stonkách ako v koreňoch a semenách. Tieto čeľade, kam patrí viacero úžitkových plodín (špenát, rebarbora, laskavec, cvikla alebo pohánka), zahŕňajú najpočetnejšiu skupinu rastlín s nadmernou koncentráciou oxalátov vo svojich pletivách. Listy týchto druhov dosahujú najvyššie koncentrácie oxalátov v rámci rastliny. Stonky a stopky obsahujú nižšie množstvá. V listoch pohánky bola zistená až dvojnásobne vyššia koncentrácia kyseliny oxalovej ako v stonke. Avšak u mrlíka z čeľade *Amaranthaceae* bol pozorovaný

vyšší podiel tejto kyseliny v stonke rastliny než v listovej stopke (Siener et al., 2006). Príklady obsahov oxalátov v niektorých úžitkových druhoch rastlín uvádzame v tab. 1. Na celkovú distribúciu oxalátov v rámci rastliny majú vplyv taktiež pôdne a klimatické podmienky, obdobie rastu a kultivačné podmienky.

Za najvýznamnejšiu úlohu oxalátov v rastlinách je považovaná funkcia kontroly hladiny voľného vápnika a kyseliny oxalovej a iónová rovnováha. Rastliny práve syntézou oxalátov kontrolujú obsah kyseliny oxalovej a vápenatých iónov vo svojich pletivách a zabraňujú tak ich možnému toxickému vplyvu. V prípade nedostatku vápnika je rastlina schopná spätne ho uvoľniť z oxalátov. Dôležitou funkciou je taktiež ochrana pred herbivornými živočíchmi a cicavým hmyzom, čo dokazuje ihličkovitý tvar kryštálov oxalátov. Niektoré rastliny sa dokážu brániť aj voči potenciálnemu toxickému vplyvu prvkov ako je hliník, olovo alebo kadmium, ich inkorporovaním do štruktúry kryštálov oxalátov (Nakata, 2012). Spomínané funkcie oxalátov sa v závislosti od jednotlivých rastlín môžu prejavovať v rozličnej miere a nemusia platiť pri každom druhu zákonite.

Význam oxalátov pri sekvestracii uhlíka v pôdach

V poslednom období sa široká verejnosť intenzívnejšie zaoberá otázkou zvyšovania oxidu uhličitého (CO_2) v atmosfére, ktorý patrí medzi hlavné skleníkové plyny podieľajúce sa na globálnych klimatických zmenách na Zemi. Krajiny sa rôznymi metódami, ako aj obmedzeniami snažia o jeho trvalý pokles v atmosfére. Sekvestrácia je jednou z metód, ako prispieť k celkovému odbúraniu CO_2 z ovzdušia.

Pôda predstavuje tretí najväčší rezervoár, v ktorom je nazhromaždené 2- až 4-krát viac uhlíka ako v atmosfére a približne 4-krát viac ako sú jeho obsahy v biote.

Rastliny ako fotosyntetizujúce organizmy na Zemi odoberajú z ovzdu-

šia CO_2 a využívajú ho na tvorbu sacharidov, ktoré sú ich základnými stavebnými zložkami. Tieto zložené zlúčeniny uhlíka sa po odumretí rastliny rozložia na základné komponenty a CO_2 sa spätne uvoľní do atmosféry. Avšak rastliny, ktoré okrem iného využívajú atmosférický CO_2 na tvorbu oxalátov, dokážu uhlík dlhodobo ukladať v pôde vo forme autigénnych karbonátov (Garvie, 2006; Cailleau et al., 2014; Čurlík, Kolesár, 2014).

Autigénne (sekundárne, pedogénne) karbonáty sú dôležité zložky pôdneho prostredia, ktoré majú v pôdach často významné zastúpenie. Z ekologického hľadiska predstavujú dôležitý rezervoár pôdneho anorganického uhlíka, ktorý z globálneho hľadiska predstavuje 30 až 40 % celkového obsahu pôdneho uhlíka (Jeny, 1994). Anorganický uhlík je na rozdiel od organického (humus) rezistentnejší a predstavuje vhodnejšieho kandidáta pre dlhodobú sekvestráciu v pôde. I napriek tejto skutočnosti bola doteraz pozornosť vedcov upriamovaná skôr na cyklus organického uhlíka v životnom prostredí.

Tvorba autigénnych karbonátov v pôdach cez Ca oxalátovú fázu je nezanedbateľným, prirodzeným sa vyskytujúcim dejom v prírode, ktorým je celkový CO_2 – uhlík odoberaný z atmosféry a sekvestrovaný dlhodobo v rezistentných pôdnych mineráloch. Okrem iného môže tento proces nepriamo prispievať aj k zvyšovaniu pôdnej úrodnosti.

Ca oxaláty sa po odumretí rastlín natrvalo neuchovávajú v pôde. Postupne sa, v závislosti od pôdnych podmienok, rozkladajú a stávajú súčasťou nového biogeochemického kolobehu. Organominerálne formy oxalátov vplyvom oxalotrofných baktérií a húb pomerne ľahko oxidujú. Vznikajúce karbonátové a hydrogénkarbonátové ióny sa následne zlúčia s kationmi vápnika, ktoré sa uvoľnili z oxalátov a vyzrážajú sa sekundárne kalcity. Pre tvorbu týchto minerálov sú potrebné 3 základné zložky: 1) kationy vápnika, 2) oxalicke rastliny, 3) oxalotrofné baktérie a

huby (Garvie, 2006; Cailleau et al., 2014).

Tento zložitý proces, ktorý vedie od fotosyntetickej fixácie CO_2 v rastlinách za vzniku kyseliny šťaveľovej cez jej reakciu s vápnikom, tvorbou Ca oxalátov, až po ich rozklad v pôde a reprecipitáciu za vzniku autigénnych karbonátov, ovplyvňuje celkový kolobeh anorganického uhlíka a vápnika v prírode. Na podporu tejto teórie slúžia i výsledky štúdia Garvieho (2006), potvrdzujúce, že v prostredí s vysokou hustotou kaktusov *Carnegiea gigantea*, ktoré môžu obsahovať až 85 % oxalátov v suchej hmote rastliny, je miera sekvestrácie atmosférického uhlíka rovná približne 40 g.m^{-2} . Viditeľná premena Ca oxalátov na kalcit bola pozorovaná v rozkladajúcej sa biomase kaktusov. Množstvo takto vzniknutých sekundárnych karbonátov v púšti bolo vypočítané na $2,4 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$. Je možné predpokladať, že oblasti s aridnou klímou a vysokou hustotou kaktusov, ako aj tropické pralesy s významným zastúpením oxalotrofnej bioty, budú mať významnú úlohu z hľadiska sekvestrácie uhlíka. Akýkoľvek deštruktívny zásah (exploatácia pralesov, následná erózia pôdy a odnos pôdnych častíc) v tomto prostredí bude mať negatívny vplyv na množstvo sekvestrovaného uhlíka v pôde.

* * *

Oxaláty patria medzi špecifické biominerálne formy uhlíka vyskytujúce sa vo viacerých mikroorganizmoch, hubách, živočíchoch a predovšetkým v rastlinách. Oxalicke rastliny syntetizujú kyselinu oxalovú (šťavelovú) z fotosynteticky získaného uhlíka a z prvkov odoberaných koreňmi z pôdy vytvárajú najčastejšie nerozpustné soli vápnika, Ca oxaláty. Celkové množstvo Ca oxalátov v rastlinách kolíše nielen v závislosti od podielu vápnika v pôde, ale taktiež v závislosti od jednotlivých druhov rastlín. Niektoré úžitkové plodiny (rebarbora, špenát, pohánka, cvikla atď.) môžu predstavovať významný zdroj Ca oxalátov. Z hľadiska ľudskej

KONTAKTY

Tab. 1. Obsahy celkových a rozpustných foriem oxalátov v niektorých úžitkových plodinách (obsah v čerstvej hmote) (mg.kg⁻¹)

Rastlinný druh		Rastlinná časť	Totálny obsah oxalátov		Rozpustný obsah oxalátov	
Slovenský názov	Latinský názov		rozsah	priemer	rozsah	priemer
Láskavec chvostnatý ¹	<i>Amaranthus caudatus</i>	semená	2 280 – 2 360	2 320	555 – 1 065	810
Pohánka obyčajná ¹	<i>Fagopyrum esculentum</i>	semená	1 190 – 1 780	1 430	567 – 1 049	822
Rebarbora dlanitá ¹	<i>Rheum rhabarbarum</i>	stonky	5 700 – 19 000	12 350	3 800	3 800
Šťavel záhradný ¹	<i>Rumex acetosa</i> L. var. <i>hortensis</i>	listy	13 910	13 910	2 580	2 580
Repa obyčajná (cvikla) ¹	<i>Beta vulgaris</i> L. ssp. <i>vulgaris</i> var. <i>conditiva</i>	korene	1 600	1 600	593	593
Repa obyčajná (mangold) ¹	<i>Beta vulgaris</i> L. ssp. <i>vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>	listy	4 360 – 16 140	8 740	1 340 – 5 010	3 270
Špenát siaty ¹	<i>Spinacia oleracea</i>	listy	16 340 – 22 850	19 590	8 000 – 12 570	10 290
Rajčiak jedlý ²	<i>Solanum lycopersicum</i>	plody	□	32	□	23
Ríbezľa červená ²	<i>Ribes rubrum</i>	plody	□	302	□	123
Slivka domáca ²	<i>Prunus domestica</i>	plody	□	114	□	35
Ananás pestovaný ²	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	plody	□	51	□	12
Vinič hroznorodý (zelené hrozno) ²	<i>Vitis vinifera</i>	plody	□	29	□	26
Egrešovec obľý ²	<i>Averrhoa carambola</i>	plody	□	4 361	□	3 011
Kustovníca cudzia ²	<i>Lycium barbarum</i>	plody	□	1 382	□	1 099
Egreš indický ²	<i>Phyllanthus emblica</i>	plody	□	75 665	□	38 554

Vysvetlivky: ¹ – rastliny z čeľadí Polygonaceae, Amaranthaceae a Chenopodiaceae (Siener et al., 2006); ² – novozélandské a importované ovocie (Nguyễn, Savage, 2013)

a živočíšnej výživy je potrebné tento obsah kontrolovať, keďže konzumáciou rastlín s vysokým obsahom Ca oxalátov môže dôjsť k významným zdravotným problémom, spojených predovšetkým s tvorbou obličkových kameňov. Predpokladá sa, že dávka nepresahujúca 300 mg oxalátov na deň pri adekvátnom príjme vápnika by nemala predstavovať možné riziko vzniku obličkových kameňov u človeka (Norris, Messina, 2011). Po odumretí rastlín sa Ca oxaláty v pôde rozkladajú a transformujú na autigénny kalcit. Týmto spôsobom dochádza v pôdach k dlhodobej sekvestracii uhlíka v autigénnych karbonátoch. Takto vzniknuté sekundárne (pedogénne) karbonáty majú v pôdach často významné zastúpenie a ich podiel niekedy predstavuje až 30 % z celkového množstva pôdnych zložiek.

Predpokladá sa, že až 80 % rastlín je schopných produkovať oxaláty. I napriek tomu nebola doteraz oxalátom a teda rastlinám schopným ich syntézy, pripisovaná významná úloha pri sekvestracii uhlíka v pôdach.

Na základe doterajších výskumov venujúcich sa premene oxalátov na autigénne karbonáty je potrebné rátať s úlohou týchto rastlín v globálnom znižovaní obsahu CO₂ v atmosfére.

Literatúra

- Cailleau, G. et al.: Detection of Active Oxalate – Carbonate Pathway Ecosystems in the Amazon Basin: Global Implications of a Natural Potential C Sink. *Catena*, 2014, 116, p. 132 – 141.
- Čurlík, J., Kolesár, M.: Anorganická sekvestrácia uhlíka v autigénnych karbonátoch a ich distribúcia v pôdach na spráši: mikromorfologické aspekty. *Acta Geologica Slovaca*, 2014, 6, 2, s. 191 – 202.
- Garvie, L. A. J.: Decay of Cacti and Carbon Cycling. *Naturwissenschaften*, 2006, 93, 3, p. 114 – 118.
- Horner, H. T., Wagner, B. L.: Calcium Oxalate Formation in Higher Plants. In: Khan, S. R. (ed.): *Calcium Oxalate in Biological Systems*. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1995, p. 53 – 72.
- Jenny, H.: *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*. New York: Dover, 1994, 281 p.
- Lal, R.: Carbon Sequestration. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*, 2008, 363, 1492, p. 815 – 830.
- Nakata, P. A.: Plant Calcium Oxalate Crystal

Formation, Function, and its Impact on Human Health. *Front. Biol.*, 2012, 7, 3, p. 254 – 266.

Nguyễn, H. V. H., Savage, G. P.: Oxalate Content of New Zealand Grown and Imported Fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2013, 31, p. 180 – 184.

Norris, J., Messina, V.: *Vegan for Life: Everything You Need to Know to Be Healthy and Fit on a Plant-Based Diet*. Da Capo Press, 2011, 304 p.

Siener, R. et al.: Oxalate Contents of Species of the Polygonaceae, Amaranthaceae and Chenopodiaceae Families. *Food Chemistry*, 2006, 98, 2, p. 220 – 224.

Mgr. Martin Kolesár,

kolesar@fns.uniba.sk

Katedra geochemie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

Ing. Mária Čaplovičová, CSc.,

caplovicova@fns.uniba.sk

Katedra ložiskovej geológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

Doc. RNDr. Ján Čurlík, DrSc.,

curlikj@gmail.com

Svätoplukova 24, 902 01 Pezinok