

Kořenové exsudáty cukrové řepy: složení a význam jejich studia a Azetidin-2-karboxylová kyselina v cukrovce

ROOT EXUDATES OF SUGAR BEET:
COMPOSITION AND THE SIGNIFICANCE OF THEIR STUDY AND AZETIDIN-2-CARBOXYLIC ACID IN SUGAR BEET

Valerie Vranová, Klement Rejšek, Pavel Formánek – Mendelova univerzita v Brně

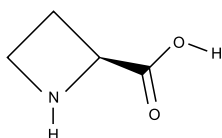
Kořenové exsudáty rostlin

Látky uvolňované zdravými a nepoškozenými kořeny rostlin do půdy jsou kolektivně nazývány „kořenovými exsudáty“. Složení těchto látek se mění v závislosti na rostlinném druhu, věku rostliny, přítomnosti živin a polutantů, aplikaci herbicidů, intenzitě osvětlení atd. (1). Ze škály iontů a látek produkovaných do půdy kořeny rostlin (O_2 , H_2O , CO_2 , H^+ , HCO_3^- , OH^- , NO_3^- , K^+ , HCN , NH_4^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} , aminokyseliny, iminokyseliny, amidy, cukry, organické kyseliny, aromatické látky, plyny jako je ethylen, vitamíny, peptidy a proteiny, enzymy, hormony, alkoholy a ketony, olefiny, urea a fytoalexiny) (2–7), jsou cukry, organické kyseliny a aminokyseliny dominantními složkami vodorozpustné frakce kořenových exsudátů rostlin (8). Složení kořenových exsudátů rostlin a intenzita kořenové exsudace jsou studovány z různých důvodů. Těmito důvody jsou zejména determinace významu kořenových exsudátů v mobilizaci živin a výživě rostlin, množství CO_2 uvolňovaného z kořenů rostlin do okolní atmosféry, vliv kořenových exsudátů rostlin na složení mikrobiálního společenstva, výskyt fyto toxinů a regulaci růstu okolních rostlin, význam kořenové exsudace v degradaci organických i anorganických polutantů v půdě včetně jejich sorpce a přístupnosti, vliv kořenové exsudace na uvolňování methanu z půdy, klíčení semen, fotosyntézu atd. (4, 8–24).

Kořenové exsudáty cukrové řepy

V kořenových exsudátech C_3 a C_4 rostlin byly obecně identifikovány 4 dominantní cukry (glukosa, fruktosa, arabinosa a sukrosa), 5 dominantních organických kyselin (citronová, jablečná, jantarová, šťavelová a vinná), a 17 dominantních aminokyselin (alanin, kyselina asparagová a glutamová, leucin, methionin, fenylalanin, serin, tyrosin, valin, glycin, arginin, histidin, isoleucin, lyzin, prolin, threonin a asparagin) (8, 14, 25–45). V kořenových exsudátech cukrové řepy (rostlina C_3 metabolismu) byly identifikovány z cukrů glukosa a sukrosa, z organických kyselin kyselina šťavelová, oxaloctová, citronová, mléčná, octová, fumarová, salicylová a citrajablečná, z aminokyselin kyselina

Obr. 1. Azetidin-2-karboxylová kyselina ($C_4H_7NO_2$)



asparagová a glutamová, serin, arginin, glycin, threonin, alanin, valin, fenylalanin, isoleucin, leucin a lyzin (46). Organické kyseliny (šťavelová, oxaloctová, citronová) jsou více exsudovány kořenovými špičkami cukrové řepy v porovnání s dalšími částmi kořenového systému.

Současný výzkum kořenové exsudace cukrové řepy je zaměřen na identifikaci organických kyselin produkovaných kořeny této rostliny z důvodu mobilizace anorganicky vázaného fosforu či draslíku v půdě. Kromě kyselin jako jsou kyselina šťavelová, oxaloctová nebo citronová se ukázaly být významné z hlediska mobilizace anorganicky vázaného fosforu v půdě kořeny cukrové řepy kyseliny salicylová a citrajablečná (47). Bylo prokázáno, že exsudace organických kyselin kořeny cukrové řepy klesá se vzrůstem koncentrace fosforu v nadzemních částech této rostliny (48). Deficience draslíku rovněž vede k významně vyšší exsudaci organických kyselin kořeny cukrové řepy, a to zejména kyseliny malonové (49).

Kromě mobilizace anorganicky vázaného fosforu produkci organických kyselin jsou kořeny cukrové řepy schopny extracelulární produkce enzymu kyselé fosfomonoesterázy, který umožňuje zpřístupnění organicky vázaného fosforu (50). Tento enzym je často stanovován i v rámci sumy kořenových exsudátů rostlin, je převážně vázán na povrchu kořenů a jeho část je produkována do okolního prostředí (51). Poznatky o významu extracelulárně produkované kyselé fosfomonoesterázy kořeny cukrové řepy z hlediska výživy fosforem zatím chybí a dosavadní výzkum v této oblasti byl spíše soustředěn na aktivitu kyselé fosfomonoesterázy přítomné přímo v kořenech cukrové řepy (52).

Výzkum kořenových exsudátů rostlin z hlediska výživy fosforem a draslíkem představuje aktuální směr, k němuž je možno dále připojit studium fyto toxických a jiných látek, významných pro zemědělskou produkci.

Azetidin-2-karboxylová kyselina

Azetidin-2-karboxylová kyselina (AZ2K) (obr. 1.) je toxická heterocyklická neproteinogenní aminokyselina, která je v rostlinných pletivech syntetizována z proteinogenní aminokyseliny methioninu, a tato biosyntéza dále vede k formaci 2'-deoxymugineové kyseliny. Toxicita AZ2K (homologu prolinu) je dána její misinkorporací do proteinů místo aminokyseliny prolinu. V rostlinách plní AZ2K řadu funkcí – ochrana vůči požerkům, induktor stresu a antimikrobiální aktivita. AZ2K vykazuje řadu toxických a teratogenních účinků (zahrnujících řadu malformací) u řady živočichů (myš, křeček, kachna, králík, kuře atd.); AZ2K také působí jako inhibitor transportu iontů u rostlin a byl

prokázán její inhibiční vliv na růst sazenic (43, 54–57). Rezistenci rýže a buňek kultur vůči AZ2K na druhé straně prokázali Nielsen et al. (1986). Bylo také zaznamenáno chybné formování lidských proteinů (kolagen nebo hemoglobin) vlivem AZ2K (59); existuje řada AZ2K-indukovaných disfunkcí lidských proteinů, které mohou být relevantní různým onemocněním (60). Některé studie demonstrují inkorporaci AZ2K v kolagenu syntetizovaném *in vitro* (61, 62).

Výskyt AZ2K v cukrové řepě

AZ2K byla nalezena v různých rostlinách, a to zejména v konvalince vonné (*Convallaria majalis*), kokoříku mnohokvětém (*Polygonatum multiflorum*) atd. Stopy AZ2K byly detekovány v řepě (*Beta vulgaris*) (55), koncentrace AZ2K pohybují v rozmezí 1–5 % volného prolinu. Kyselina L-azetidin-2-karboxylová se tak stává součástí potravních řetězců a objevuje se i v lidské stravě (60). Vedlejší produkty při výrobě cukru z cukrové řepy mohou být zdrojem AZ2K v potravním řetězci z důvodu přenosu této látky přes mléčný a masný průmysl. Koncentrace AZ2K v melase byly detekovány v hodnotách 0,34 mg na 100 g, pro cukrové řízky byly koncentrace AZ2K stanoveny v rozsahu 0,021–0,058 mg na 100 g (60). Přítomnost AZ2K ve vedlejších produktech zpracování cukrové řepy, využívaných ve výživě hospodářských zvířat, může vést ke vzniku různých druhů onemocnění těchto zvířat a je předpokladem přenosu této toxické neproteinogenní aminokyseliny do lidské stravy, proto studium AZ2K by mělo být významným námětem dalšího výzkumu.

Tato práce vznikla za podpory Výzkumného záměru LDF MENDELU č. MSM6215648902 Les a dřevo – podpora funkčně integrovaného lesního hospodářství a využívání dřeva jako obnovitelné suroviny (úkol č. 4/2/3) a projektu IGA LDF MENDELU č. 47 Rozšíření současných poznatků o biologicky přístupných aminokyselinách v půdě a jejich utilizaci půdními mikroorganismy či kořeny rostlin.

Souhrn

Cukry, organické kyseliny a aminokyseliny představují dominantní složky kořenových exsudátů rostlin. Produkce těchto látek kořeny cukrové řepy byla studována a v rámci těchto látek byly celkově identifikovány 2 typy cukrů, 8 organických kyselin a 12 aminokyselin. Současný výzkum kořenové exsudace cukrové řepy je soustředěn na identifikaci významu organických kyselin podléhajících se na mobilizaci anorganicky vázaného fosforu a draslíku v půdě. Z těchto kyselin se ukázaly být významné kyselina šťavelová, oxaloctová nebo citronová, salicylová, citrajablečná a malonová. Význam kořenů cukrové řepy z hlediska zpřístupňování organicky vázaného fosforu v půdě prostřednictvím produkce extracelulární kyselí fosfomonoesterázy, včetně významu tohoto zdroje z hlediska celkové výživy fosforem, nebyl doposud evaluován ve světové vědecké literatuře. Výskyt toxické a teratogenní neproteinogenní azetidin-2-karboxylové kyseliny (AZ2K) ve stopách byl zaznamenán v řepě cukrové i kuchyňské. Tato kyselina se tak stává součástí potravních řetězců, a to jak přímou konzumací či přenosem přes konzumaci vedlejších produktů výroby cukru hospodářskými zvířaty. Přítomnost AZ2K tak může vést ke vzniku různých onemocnění hospodářských zvířat a člověka. Stanovení významu vstupů AZ2K do potravních řetězců přes využití cukrové či kuchyňské řepy by měla být předmětem dalšího výzkumu.

Klíčová slova: kořenové exsudáty, organické kyseliny, fosfor, draslík, fosfomonoesteráza, cukrová řepa, azetidin-2-karboxylová, potravní řetězec.

Literatura

- REJŠEK, K.; FORMÁNEK, P.; VRANOVÁ, V.: Amino acids in the rhizosphere: a review. In DEVANE, R. T. (Ed.). *New Plant Physiology Research*. New York: Nova Science Publishers, 2009, s. 111–133. ISBN 978-1-60741-102-4.
- CURL, E. A.; TRUETOLOVE, B.: *The Rhizosphere*. New York: Springer-Verlag, 1986, 290 s. ISBN 3-540-15803-0
- VANČURA, V.: Plant metabolites in soil. In VANČURA, V., KUNC, F. (Eds.). *Soil microbial associations: control of structures and functions*. Praha: Academia, 1988, s. 57–144. ISBN 0444989617.
- GRAYSTON, S. J.; VAUGHAN, D.; JONES, D.: Rhizosphere carbon flow in trees, in comparison with annual plants: the importance of root exudation and its impact on microbial activity and nutrient availability. *Appl. Soil Ecol.*, 5, 1996 (1), s. 29–56.
- PAYNEL, F.; MURRAY, J.; CLIQUET, J. B.: Root exudates: a pathway for short-term N transfer from clover and ryegrass. *Plant Soil*, 229, 2001 (2), s. 235–243.
- UREN, N. C.: Type, amounts, and possible functions of compounds released into the rhizosphere by soil-grown plants. In PINTON, R., VARANINI, Z., NANNIPIERI, P. (Eds.). *The rhizosphere: Biochemistry and organic substances at the soil-plant interface*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis, 2007, s. 1–21. ISBN-10:0849338557; ISBN-13:978-0849338557.
- NEUMANN, G.; RÖMHELD, V.: The release of root exudates as affected by the plant physiological status. In PINTON, R., VARANINI, Z., NANNIPIERI, P. (Eds.). *The rhizosphere: Biochemistry and organic substances at the soil-plant interface*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis, 2007, s. 23–72. ISBN-10:0849338557; ISBN-13:978-0849338557.
- AULAKH, M. S. ET AL.: Characterization of root exudates at different growth stages of ten rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Plant Biol.*, 3, 2001 (2), s. 139–148.
- PROVIDENTI, M. A.; LEE, H.; TREVORS, J. T.: Selected factors limiting the microbial degradation of recalcitrant compounds. *J. Ind. Microbiol.*, 12, 1993 (6), s. 379–395.
- FRIEBE, A. ET AL.: Phytotoxins from shoot extracts and root exudates of *Agropyron repens* seedlings. *Phytochemistry*, 38, 1995 (5), s. 1157–1159.
- BOYLE, J. J.; SHANN, J. R.: The influence of planting and soil characteristics on mineralization of 2,4,5-T in rhizosphere soil. *Environ. Qual.*, 27, 1998 (3), s. 704–709.
- LUGTENBERG, B. J. J.; KRAVCHENKO, L. V.; SIMONS, M.: Tomato seed and root exudate sugars: composition, utilization by *Pseudomonas* biocontrol strains and role in rhizosphere colonization. *Environ. Microbiol.*, 1, 1999 (5), s. 439–446.
- KUZYAKOV, Y.: Review: Factors affecting rhizosphere priming effects. *J. Plant Nutri. Soil Sci.*, 165, 2002 (4), s. 382–396.
- GRANSEE, A.: Effects of root exudates on nutrient availability in the rhizosphere. In HORST, W. J. ET AL. (Eds.). *Plant nutrition-food security and sustainability of agro-ecosystems*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001, s. 626–627. ISBN 0792371054.
- BAUDOIN, E.; BENIZRI, E.; GUCKERT, A.: Impact of artificial root exudates on the bacterial community structure in bulk soil and maize rhizosphere. *Soil Biol. Biochem.*, 35, 2003 (9), s. 1183–1192.
- YU, J. Q. ET AL.: Effects of root exudates and aqueous root extracts of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelochemicals, on photosynthesis and antioxidant enzymes in cucumber. *Biochem. Sys. Ecol.*, 31, 2003 (2), s. 129–139.
- BERTIN, C.; YANG, X.; WESTON, L. A.: The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant Soil*, 256, 2003 (1), s. 67–83.
- MUCHA, A. P. ET AL.: Exudation of organic acids by a marsh plant and implications on trace metal availability in the rhizosphere of estuarine sediments. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 65, 2005 (1–2), s. 191–198.
- SANDNES, A.; ELDHUSET, T. D.; WOLLEBEK, G.: Organic acids in root exudates and soil solution of Norway spruce and silver birch. *Soil Biol. Biochem.*, 37, 2005 (2), s. 259–269.



20. LAMBERS, H. ET AL.: Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: Matching morphological and physiological traits. *Ann. Bot.*, 98, 2006 (4), s. 693–713.
21. OUVRAD, S.; LAPOLE, D.; MOREL, J. L.: Root exudates impact on phenanthrene availability. *Water, Soil Pollut., Focus* 6, 2006 (3–4), 343–352.
22. EL HALMOUCH, Y.; BENHARRAT, H.; THALOUARN, P.: Effect of root exudates from different tomato genotypes on broomrape (*O. aegyptiaca*) seed germination and tubercle development. *Crop Prot.*, 25, 2006 (5), s. 501–507.
23. SHU, L. ET AL.: Formation of cluster roots and citrate exudation by *Lupinus albus* in response to localized application of different phosphorus sources. *Plant Sci.*, 172, 2007 (5), s. 1017–1024.
24. HAICHAR, F. Z. ET AL.: Plant host habitat and root exudates shape soil bacterial community structure. *ISMEJ.*, 2, 2008 (12), s. 1221–1230.
25. KLEIN, D. A. ET AL.: Rhizosphere microorganism effect on soluble amino acids, sugars and organic-acids in the root zone of *Agropyron cristatum*, *Agropyron smithii* and *Bouteloua gracilis*. *Plant Soil*, 110, 1988 (1), s. 19–25.
26. KRAVCHENKO, L. V. ET AL.: The effect of tryptophan present in plant roots exudates on the phytostimulating activity of rhizobacteria. *Microbiology*, 73, 2004 (2), s. 156–158.
27. SHAO, F. M.; CHRISTIANSEN, M. N.: Cotton seedling radicle exudates in relation to susceptibility to *Verticillium* wilt and *Rhizoctonia* root rot. *J. Phytopath.*, 105, 1982 (3–4), s. 351–359.
28. BARBER, D. A.; GUNN, K. B.: The effect of mechanical forces on the exudation of organic substances by the roots of cereal plants grown under sterile conditions. *New Phytol.*, 73, 1974 (1), s. 39–45.
29. XIA, J. H.; ROBERTS, J. K. M.: Improved cytoplasmic pH regulation, increased lactate efflux, and reduced cytoplasmic lactate levels are biochemical traits expressed in root tips of whole maize seedlings acclimated to a low-oxygen environment. *Plant Physiol.*, 105, 1994 (2), s. 651–657.
30. JONES, D. L.; DARRAH, P. R.: Influx and efflux of organic-acids across the soil-root interface of *Zea mays* L. and its implications in rhizosphere C flow. *Plant Soil*, 173, 1995 (1), s. 103–109.
31. MA, Z.; MIYASAKA, S. C.: Oxalate exudation by taro in response to Al. *Plant Physiol.*, 118, 1998 (3), s. 861–865.
32. LIU, Y. ET AL.: Rhizosphere effect and root growth of two maize (*Zea mays* L.) genotypes with contrasting P efficiency at low P availability. *Plant Sci.*, 167, 2004 (2), s. 217–223.
33. LESUFFLEUR, F. ET AL.: Root amino acid exudation: measurement of high efflux rates of glycine and serine from six different plant species. *Plant Soil*, 294, 2007 (1–2), s. 235–246.
34. WANG, P. ET AL.: Variation of wheat root exudates under aluminium stress. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 2006 (26), s. 10040–10046.
35. SCHWAB, S. M.; MENGE, J. A.; LEONARD, R. T.: Quantitative and qualitative effects of phosphorus on extracts and exudates of sudangrass roots in relation to vesicular-arbuscular mycorrhiza formation. *Plant Physiol.*, 73, 1983 (3), s. 761–765.
36. BACILIO-JIMÉNEZ, M. ET AL.: Chemical characterization of root exudates from rice (*Oryza sativa*) and their effect on the chemotactic response of endophytic bacteria. *Plant Soil*, 249, 2003 (2), s. 271–277.
37. PHILLIPS, D. A. ET AL.: Microbial products trigger amino acids exudation from plant roots. *Plant Physiol.*, 136, 2004 (1), s. 2887–2894.
38. PHILLIPS, D. A.; FOX, T. C.; SIX, J.: Root exudation (net efflux of amino acids) may increase rhizodeposition under elevated CO₂. *Global Change Biol.*, 12, 2006 (3), s. 561–567.
39. VANČURA, V.; GARCIA, J. L.: Root exudates of reversibly wilted millet plants (*Panicum Miliaceum* L.). *Ecol. Plant. IV*, 1969 (1), s. 93–98.
40. RICHTER, M.; WILMS, F.; SCHEFFER, F.: Determination of root exudates in sterile continuous flow culture. II. Short term and long term variations of exudation intensity. *Plant Physiol.*, 43, 1968 (11), s. 1747–1754.
41. NARDI, S. ET AL.: Biological activity of soil organic matter mobilized by root exudates. *Chemosphere*, 46, 2002 (7), s. 1075–1081.
42. NARDI, S. ET AL.: Chemical characteristics and biological activity of organic substances extracted from soils by root exudates. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69, 2005, s. 2012–2019.
43. ZHANG, J. H. ET AL.: Bioassay and identification of root exudates of three fruit tree species. *J. Integr. Plant Biol.*, 49, 2007 (3), s. 257–261.
44. KAYAMA, M.: Comparison of the aluminium tolerance of *Miscanthus sinensis* Anderss. and *Miscanthus sacchariflorus* Benthams in hydroculture. *Int. J. Plant Sci.*, 162, 2001 (5), s. 1025–1031.
45. FORMÁNEK, P. ET AL.: Amino acids in root exudates of *Miscanthus x Giganteus*. *Amino Acids*, 37, 2009 (Special Issue), s. 49.
46. SAMAL, D.: *Potassium uptake efficiency mechanisms and root exudates of different crop species*. Göttingen, 2007, 155 s. Disertační práce na Faculty of Agricultural Sciences, Georg-August-University, Göttingen, [online] http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=986869759&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=986869759.pdf.
47. KHORASSANI, R.: *Identification by HPLC-MS of new detected compounds in sugar beet root exudates for soil P mobilization*. Göttingen, 2008, 120 s. Disertační práce, Cuvillier Verlag, Göttingen. ISBN-10:3867276110; ISBN-13:9783867276115.
48. BEISSNER, L.; RÖMER, W.: [online] <http://natres.psu.ac.th/Link/SoilCongress/bdd/symp43/350-t.pdf>.
49. BAZARGAN, K.: Effect of root exudates on potassium dynamics in wheat and sugar beet rhizosphere. In *18th World Congress of Soil Science*. July 9–15, 2006, Philadelphia, Pennsylvania, USA, [online] <http://www.18wcss.org/18wcss/techprogram/P15060.HTM>.
50. REJŠEK, K.: Acid phosphomonoesterase activity of ectomycorrhizal roots in Norway spruce pure stands exposed to pollution. *Soil Biol. Biochem.*, 23, 1991 (7), s. 667–671.
51. ASMAR, F.; GISSEL-NIELSEN, G.: Extracellular phosphomono- and phosphodiesterase associated with and released by the roots of barley genotypes: a non-destructive method for the measurement of the extracellular enzymes of roots. *Biol. Fertil. Soils*, 25, 1997 (2), s. 117–122.

52. SINGH B.; WORT D. J.: Effect of vanadium on growth, chemical composition, and metabolic processes of mature sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants. *Plant Physiol.*, 44, 1969 (9), s. 1321–1327.
53. TRISTRAM, H.; NEALE, S.: The activity and specificity of the proline permease in wildtype and analogue-resistant strains of *Escherichia coli*. *J. Gen. Microbiol.*, 50, 1968 (1), s. 121–137.
54. BELL, E. A.: Nonprotein amino acids of plants: Significance in medicine, nutrition, and agriculture. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 2003 (10) s. 2854–2865.
55. RUBENSTEIN, E. ET AL.: Azetidine-2-carboxylic acid in garden beets (*Beta vulgaris*). *Phytochemistry*, 67, 2006 (9), s. 898–903.
56. WATANABE, N.; LAM, E.: Arabidopsis Bax inhibitor-1: A rheostat for ER stress-induced programmed cell death. *Plant Signal Behav.*, 3, 2008 (8), s. 564–566.
57. VRANOVÁ, V. ET AL.: Non-protein amino acids: plant, soil and ecosystem interactions. *Plant Soil*, 342, 2011 (1–2), s. 31–48.
58. NIELSEN, E. ET AL.: Biochemical characterization of the natural resistance of rice to the proline analogue azetidin-2-carboxylic acid. *Plant Sci.*, 44, 1986 (3), s. 147–154.
59. RUBENSTEIN, E.: Biologic effects and clinical disorders caused by nonprotein amino acids. *Medicine*, 79, 2000 (2), s. 80–89.
60. RUBENSTEIN, E. ET AL.: Azetidine-2-carboxylic acid in the food chain. *Phytochemistry*, 70, 2009 (1), s. 100–104.
61. TAKEUCHI, T.; PROCKOP, D. F.: Biosynthesis of abnormal collagens with amino acid analogues: I. Incorporation of l-azetidine-2-carboxylic acid and cis-4-fluoro-l-proline into protocollagen and collagen. *Biochim. Biophys. Acta*, 175, 1969 (1), s. 142–155.
62. LANE, J. M.; DEHM, P.; PROCKOP, D. J.: Effect of the proline analogue azetidine-2-carboxylic acid on collagen synthesis in vivo. I. Arrest of collagen accumulation in growing chick embryo. *Biochim. Biophys. Acta*, 236, 1971, s. 517–527.

Vranova V., Rejsek, K., Formanek, P.: Root Exudates of Sugar Beet: Composition and the Significance of Their Study and Azetidin-2-Carboxylic Acid in Sugar Beet

Sugars, organic acids and amino acids are dominant components of plant root exudates. These compounds also occur in root exudates of sugar beet where 2 sugars, 8 organic acids and 12 amino acids were identified. Current research of sugar beet root exudates is focused to determine significance of organic acids in mobilization of inorganically bound phosphorus and potassium in soil. Oxalic, oxalacetic, citric, salicylic, citramalic or malonic acids were found to be significant in this aspect. The significance of extracellular acid phosphomonoesterase produced by sugar beet roots from the point of its role in total phosphorus nutrition has not been evaluated in the World literature so far.

Occurrence of toxic and teratogenic non-protein azetidin-2-carboxylic acid (AZ2K) in sugar beet and table beet in trace amount was reported in different works. This amino acid may enter food chains through direct consumption or transfer via byproducts of sucrose production used as a feed for livestock. Presence of AZ2K thus may lead to development of various disease in livestock or human. Further research should concentrate on determining the significance of AZ2K inputs to food chains using sugar beet and table beet.

Key words: root exudates, organic acids, phosphorus, potassium, phosphomonoesterase, sugar beet, azetidin-2-carboxylic acid, food chain.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Valerie Vranová, Ph. D., Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav geologie a pedologie, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: vranova@mendelu.cz

