

KOVOVÁ CHUŤ PŘÍRODNÍCH LÁTEK A JEJICH DERIVÁTŮ

ZDENĚK WIMMER^{a,b}, LUBOMÍR OPLETAL^c,
JANA ČOPÍKOVÁ^d, JITKA MORAVCOVÁ^a,
KHALED SALEH OMAR ABDULMANEA^a,
OLDŘICH LAPČÍK^a a PAVEL DRAŠAR^a

^a Ústav chemie přírodních látek, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6, ^b Ústav experimentální botaniky AV ČR, Izotopová laboratoř, Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4, ^c Katedra farmaceutické botaniky a ekologie, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova v Praze, Heyrovského 1203, 500 05 Hradec Králové, ^d Ústav chemie a technologie sacharidů, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

Klíčová slova: přírodní látka, chuť kovová, potravní doplněk, obnovitelné zdroje

Obsah

1. Úvod
2. Přírodní látky chuti kovové
3. Nežádoucí projevy kovové chuti
4. Omezení vnímání kovové chuti
5. Závěr

1. Úvod

Článek je dalším z řady recentních přehledů, ve kterých tento časopis popisuje rozmanitost přírodních látek^{1–7} a který může sloužit i jako vhodná učební pomůcka. Chuťové vjemy jsou dlouhou dobu předmětem vědeckého výzkumu⁸.

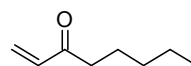
Kovová chuť⁹ není jedním z pěti zásadních chuťových principů (sladký, slaný, kyselý, hořký a umami)¹⁰, některými autory je však tato vlastnost jako chuť uváděna. Samotné ionty kovů se však účastní např. vnímání vůní a pachů¹¹. Organoleptický vjem kovové chuti může znehodnotit například maso či zeleninu v konzervě, pokud byl její kovový obal špatně chráněn izolační vrstvou uvnitř.

Jako fenomén podobný kovové chuti je zkoumána i chuť „elektrická“, která s přítomností kovových iontů v elektrolytech ústní dutiny může souviset¹²; zajímavou „chuť“, či spíše galvanický pocit má člověk s amalgámovými plombami, když kousne do předmětu z neušlechtilého kovu.

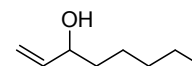
2. Přírodní látky chuti kovové

Chuť kovu znají zvířata od doby bronzové a železné, proto nevezmou návnadu masa z pasti, pokud byla návnada krájena kovovým nožem¹³. Půjde zřejmě o kontaminaci masa oxidy a solemi kovů z povrchu kovových nástrojů. Kovovou chuť železa a mědi cítí člověk v pitné vodě ještě při koncentracích cca 0,05 mg l⁻¹ pro ionty železa a 0,61 mg l⁻¹ pro ionty mědi¹⁴. Nepříjemnou kovovou chuť může mít i titan použitý pro dentální náhrady¹⁵. Kovovou chuť¹⁶ nalezneme nejvýrazněji u solí rtuti a stříbra a dále železa, mědi a cínu, ať již organických (laktát, glukonát) nebo anorganických kyselin. Merckův Index¹⁷ uvádí šest látek s kovovou chutí. Typicky anorganickou sloučeninou s kamencově kovovou chutí je „bílý rtuťnatý precipitát“ HgClNH₂ a ostře kovově chutnající ZnBr₂. Kovová chuť byla zaznamenána též u uhličitánu lanthanitého¹⁸.

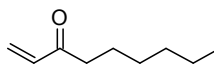
Říká se, že čerstvá krev má kovovou chuť. O povaze této chuti však nejsou další informace v odborné literatuře, může to být tím, že slaný je údajně sám hem¹⁹. V literatuře se vyskytuje dokonce termín „blood-like, metallic bitter taste“²⁰. Bylo zjištěno, že okt-1-en-3-on je zodpovědný za kovovou chuť mléčných produktů²¹. Podobné látky z houby *Tricholoma matsutake* Sing., jmenovitě 1-okten-3-on a 1-okten-3-ol, jsou dávány do souvislosti s kovovou chutí²². Někdy je tento vjem popisován jako kovová vůně a mezi nejaktivnější látky je zařazován též non-1-en-3-on (cit.²³).



okt-1-en-3-on



okt-1-en-3-ol

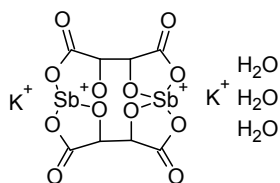


non-1-en-3-on

U alkaloidů z lupiny (*Lupinus albus*) (spartein, lupinin, epilupinin, angustifolin, lupanin, 13-hydroxylupanin) je známa hořká chuť; při sledování 7 senzorických vlastností semen několika odrůd lupiny se však ukázalo, že tyto látky mohou mít i chuť kovovou, možná podpořenou jinými látkami v semenech (trísloviny): pozitivní korelace se ukázala mezi chutěmi hořkou, kovovou a dřevnatou a obsahem alkaloidů. Jednotlivé alkaloidy ani trísloviny však nebyly ve spojení s žádným ze smyslových znaků²⁴. Poznání těchto souvislostí má velký význam při šlechtění,

protože se stává ve formě mnohých odrůd významným objektem potravinářského a pícninářského využití.

Sladce kovovou chuť má vinan antimonito-draselný, používaný jako mořidlo v barvířství a částečně i jako anti-helmintikum. Kovovou chuť se sladkým nádechem pak mají hexamethylentetramin, urotropin a některé kvarterní amoniové soli²⁵.

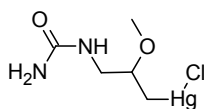


vinan antimonito-draselný

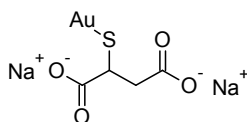


urotropin

Hořko-kovovou chuť má diuretikum chlormerodin, čistě kovovou pak zlatnosodná sůl kyseliny thiojablečné, používaná jako antireumatikum Myochrysin.

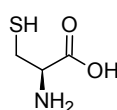


chlormerodin

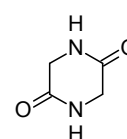


Myochrysin

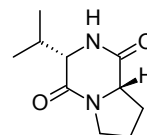
kovové pachuti²⁷. Kovovou chuť má mít L-cystein²⁸. Některé 2,5-di-keto-piperaziny (cyklické dipeptidy; jako např. cyklo(L-Val-L-Pro)) z piva, hovězího masa, či vznikající při pražení kakaových bobů, mají hořce-kovovou chuť²⁹. V dichloromethanovém extraktu pražených kakaových bobů bylo nalezeno 25 takových diketopiperazinů²⁰. V souvislosti s jejich studiem je nutno zmínit i veličinu, tzv. nadprahovou hodnotu rozeznání DoT (Dose over Threshold), která se stanoví jako poměr koncentrace použité a prahové (kdy je ještě efekt rozeznáván). Používá se i termín chuťová zředovací analýza TDA (Taste Dilution Analysis), která přidá například k HPLC další rozměr stanovení, například UV/VIS – chuť. Výsledky jsou významně korelovatelné, pokud chuťové vjemy u jednotlivých frakcí z HPLC odpovídají identifikovaným látkám³⁰.



L-cystein



2,5-diketopiperazin



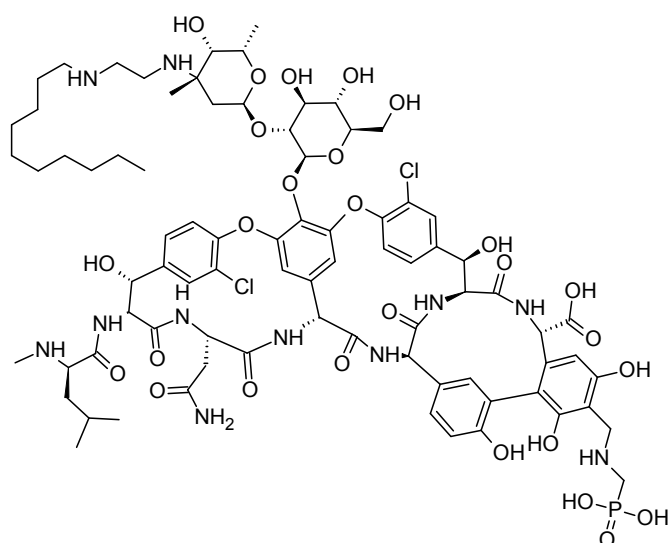
cyklo(L-Val-L-Pro)

Baktericidní (i MRSA) lipoglykopeptid telavancin (Vibativ) má údajně kovovou chuť, nebo její vnímání vyvolává²⁶.

Umělá sladidla jako sacharin, aspartam (Nutrasweet), acesulfam-K a cyklamát u některých lidí vyvolávají pocit

3. Nežádoucí projevy kovové chuti

O biologické podstatě této chuti není zatím mnoho známo, byť je zmiňována jistá role kanálů TRPA1 (Transient Receptor Potential Ankyrin 1)³¹ a TRPV1



telavancin

(Transient Receptor Potential Vanilloid 1)²⁷. Jsou hledány možnosti predikce této chuti, při kterých mohou být využity objektivní fyzikální metody. Jednou z takových metod může být NMR spektrometrie využitelná jako „magnetický jazyk“ pro chuťový popis konzervovaných rajčat, zahrnující kromě zjištění různých sensorických vlastností také identifikaci kovové chuti³². Je však známo, že člověk může pociťovat slanou a někdy i slano-kovovou chuť při některých chorobách (*keratosis obturans*, „metal fume fever“ (MFF), kvasinkových onemocněních vyvolaných především kvasinkami rodu *Candida*, příčinou může být i diagnostikovatelná závada či změna chuti, tzv. dysgeusie aj.)*³³ a při stavech silné dehydratace. Byla také popsána zajímavá kakogeusie**, která nastala po požití semen borovice (*Pinus* sp.)³⁴. Ačkoliv stav po několika dnech odezněl, není dosud zřejmé, jak velkou část populace (zejména asijské) může tento proces postihnout.

Kovová chuť v ústech může být spojena s otravou některými anorganickými jedy a je popisována i u počátečních stavů těhotenství či jistých cyklických hormonálních stavů (fluktuační estrogenu) anebo u onemocnění ledvin a hypervitaminose D. Snadno si ji v některých případech vysvětlíme, jak již bylo řečeno, přítomností zejména neúšlechtilých kovů v ústní dutině. Bývá popisována i po léčeni některými léky, jako např. botulotoxinem A³⁵, lidokainem³⁶, cimetidinem³⁷, tetracyklinem³⁸, fluorouracilem³⁹, metronidazolem⁴⁰ či methylprednisolonem⁴¹ a řadou dalších léčiv. Tato chuť se však vyvíjí i při některých obtížně diagnostikovaných stavech⁴² anebo chirurgických zákrocích (po implantaci stentu do koronární arterie)⁴³.

Nežádoucí kovová chuť může vznikat i v průběhu konzervace a zpracování potravinářských surovin, např. mražením masa lososa, kde je navozena volnými polyneenasycenými mastnými kyselinami⁴⁴.

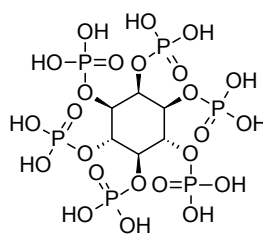
4. Omezení kovové chuti

Ze všech „chutí“ se zdá být kovová tou nejméně žádoucí, jak je patrné např. z výzkumu nových umělých sladidel; právě u této skupiny široce používaných látek může tvořit dodatečný nepříznivý pocit. Je tedy žádoucí její odstranění. Touto chutí disponují některé kationty, bohužel velmi běžně využívané v potravinářství, v produktech dentální hygieny, při výrobě krmiv, ale také v produkci léčivých přípravků. Jsou proto hledány přísady, které by tuto chuť významně maskovaly.

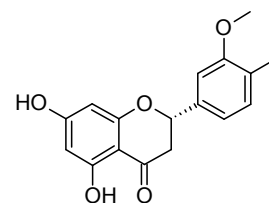
V případě produktů dentální hygieny to mohou být směsi aminokyselin a proteinů, které zároveň zmírňují svíravou chuť přípravků⁴⁵. V tomto typu přípravků bývají velmi často přítomny ionizovatelné zinečnaté soli, které jsou nositeli kovové chuti. Příznivě se uplatnilo použití laurylalkoholu a některých silic (mátové) nebo jejich slo-

žek (karvonu, anetholu)⁴⁶, polyolu a anetholu⁴⁷, polyaminového komplexu⁴⁸. Kovovou chuť nejen zinečnatých iontů, ale i jiných iontů údajně účinně odstraňuje přísada L-mentholu a *N*-methyl-*p*-menthan-karboxamidu⁴⁹. Dalším významným prvkem, jehož soli navozují kovovou chuť, je železo. Kovovou a svíravou chuť iontů železa v nápojích či potravinách tlumí přísada polyfenolů z čajovníkových listů⁵⁰, u farmaceutických přípravků xylitol a extrakt z kořenu rehmanie (*Rehmannia glutinosa*)⁵¹. Kationty železa (ale také mědi, zinku, manganu, kobaltu, niklu a hliníku) lze vázat na laktoferriny a snížit kovovou příchutí přípravků na minimum⁵².

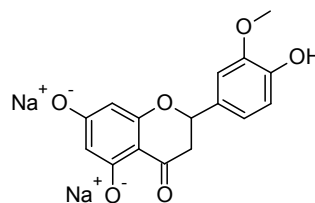
Omezení kovové chuti u vzorků potravy (vína) obsahujících kovy může být m.j. působením fytové kyseliny (phytic acid, látky překvapivě se vyskytující v některých významných rostlinách jako zásobárna zbytků kyseliny fosforečné)⁵³, soli hydroxyflavanonů⁵⁴, γ -karagenanu⁵⁵ a dalších sloučenin^{56,57}.



fytová kyselina



hydroxyflavanon X



příklad soli flavanonu

Zajímavá bude jistě i souvislost kovové chuti s kovovou vůní⁵⁸, která bývá vysvětlována tak, že např. síran železnatý v ústech napomáhá tvorbě tékavých oxidačních produktů lipidů, které jsou retronasálně vnímány s kovovou vůní^{59,60}, může to souviset s výše popsanými látkami jako non-1-en-3-on. Práh citlivosti je velmi nízký⁶¹ a dosahuje koncentrací kolem 10 μ M. Že to nebude všechno jednoduché, ukazuje např. i fakt, že silná pole (3 T a více), použitá při zobrazování pomocí magnetické rezonance (MRI), mohou vyvolat pocit kovové chuti⁶².

*Dysgeusie je závada či porucha chuti, ageusie znamená totální nedostatek chuťových vjemů a hypogeusie je snížení citlivosti chuťových vjemů; všechny mohou být diagnostikovatelnými chorobami. **Kakogeusie, resp. metalogeusie, je patologické vnímání kovové chuti po přijetí některých látek nebo potravin.

5. Závěr

Přehled přírodních látek kovové chuti ukazuje zajímavost této skupiny obnovitelných materiálů, přispívá k poznání biodiverzity sekundárních metabolitů a může přispět k inspiraci např. potravinářských a farmaceutických chemiků při hledání nových možností využití takových látek v praxi. Hledání nových spojitostí mezi vnímavým chutí použitelných nejen v humánní, ale i zemědělské praxi (živočišné výrobě, kde se kovová chuť může uplatnit jako negativní faktor), je však jen jednou stránkou problému, druhou je hledání postupů (a látek) – modifikátorů vnímání⁶³, které mohou tento vjem zesilovat nebo tlumit.

Autoři tímto děkují MŠMT za podporu v rámci výzkumného záměru č. MSM6046137305 a grantu NAZV Q1111A166.

Stručné odborné životopisy autorů:

Prof. Ing. Zdeněk Wimmer, DrSc. (<http://www.ueb.cas.cz/cs/users/wimmer>), narozen: 1952; vědní obor: chemie přírodních látek, organická chemie; Web of Science: publikace 124, H index 14, citace 853, bez autocitací 392.

Doc. RNDr. Lubomír Opletal, CSc. (<http://www.phyto.cz/doc-rndr-lubomir-opletal-csc>), narozen: 1952; vědní obor: fytochemie, rostlinné metabolity, obsahové látky vyšších rostlin a hub; Web of Science: publikace 60, H index 10, citace 313, bez autocitací 266

Prof. Ing. Jana Čopíková, CSc.; vědní obor: chemie a technologie sacharidů; Web of Science: publikace 89, H index 10, citace 385, bez autocitací 334

Prof. Ing. Jitka Moravcová, CSc. (http://www.vscht.cz/lam/new/lide_moravcova.html), narozena: 1950; vědní obor: chemie a stereochemie sacharidů a jejich derivátů, bioaktivní přírodní látky, separační metody; Web of Science: publikace 61, H index 10, citace 441, bez autocitací 395

Prof. Dr. RNDr. Oldřich Lapčík (http://www.vscht.cz/lam/new/lide_lapcik.html), narozen: 1960; vědní obor: chemie přírodních látek, imunoanalýza, separační techniky, vztah mezi sekundárními metabolity a nutriční hodnotou rostlinných potravin; Web of Science: publikace 67, H index 16, citace 894, bez autocitací 767

Prof. RNDr. Pavel Drašar, DSc. (http://www.vscht.cz/lam/new/lide_drasar.html), narozen: 1948; vědní obor: chemie přírodních látek, organická chemie; Web of Science: publikace 161, H index 13, citace 730, bez autocitací 488

LITERATURA

1. Maruna M., Šturdíková M., Ondřejíčková P.: Chem. Listy 104, 103 (2010).
2. Lapčík O., Opletal L., Moravcová J., Čopíková J., Drašar P.: Chem. Listy 105, 452 (2011).
3. Kolečkář V., Řeháková Z., Brojerová E., Kuča K., Jun D., Macáková K., Opletal L., Drašar P., Jahodář L., Chlebek J., Cahlíková L.: Chem. Listy 106, 113 (2012).
4. Opletal L., Wimmer Z., Čopíková J., Lapčík O., Moravcová J., Cahlíková L., Drašar P.: Chem. Listy 105, 761 (2011).
5. Čopíková J., Moravcová J., Lapčík O., Opletal L., Drašar P.: Chem. Listy 105, 938 (2011).
6. Doležilková I., Macková M., Macek T. L.: Chem. Listy 105, 346 (2011).
7. Kamlar M., Uhlík O., Kohout L., Harmatha J., Macek T.: Chem. Listy 104, 93 (2010).
8. Boudreau J. C.: Naturwissenschaften 67, 14 (1980).
9. Henkin R.I.: JAMA-J. Amer. Med. Assoc. 270, 1369 (1993).
10. Chandrashekar J., Hoon M. A., Ryba N. J. P., Zuker C. S.: Nature 444, 288 (2006).
11. Wang J., Z. Luthey-Schulten A., Suslick K. S.: PNAS 100, 3035 (2003).
12. Ohla K., Toepel U., le Coutre J., Hudry J.: Biol. Psych. 85, 446 (2010).
13. Mowat F.: *Nedělejte poplach (Never Cry Wolf)*, Svoboda, Praha 1968.
14. Omur-Ozbek P., Dietrich A. M.: J. Water Health 9, 1 (2011).
15. Ohkubo C., Hanatani S., Hosoi T.: J. Oral Rehab. 35, 706 (2008).
16. Moncrieff R.W.: *The Chemical Senses*, London, Hill 1967.
17. The Merck Index, 13. vyd. Merck & Co. Inc., Whitehouse Station, 2001, electronic version by CambridgeSoft, Cambridge.
18. Filiopoulos V., Koutis I., Trompouki S., Hadjiyannakos D., Lazarou D., Vlassopoulos D.: Ther. Apher. Dial. 15, 20 (2011).
19. Matsumura N., Shimizu T.: JP 01157357 (1989); Chem. Abstr. 111, 593369 (1989).
20. Stark T., Hofmann T.: J. Agric. Food Chem. 53, 7222 (2005).
21. Stark W., Forss A. A.: J. Dairy Res. 29, 173 (1962).
22. Cho I. H., Lee S. M., Kim S. Y., Choi H. K., Kim K. O., Kim Y. S.: J. Agric. Food Chem. 55, 2323 (2007).
23. Lubran M. B., Lawless H. T., Lavin E., Acree T. E.: J. Agric. Food Chem. 53, 8325 (2005).
24. DuPont M. S., Muzquiz M., Estrella I., Fenwick G. R., Price K. R.: J. Sci. Food Agric. 65, 95 (1994).
25. Bandelin F. J., Tuschhoff J. V.: J. Am. Chem. Soc. 74, 4271 (1952).
26. Attwood R. J., LaPlante K. L.: Am. J. Health-Syst. Pharm. 64, 2335 (2007).
27. Riera C. E., Vogel H., Simon S. A., le Coutre J.: Am. J. Phys., Regul. Integ. Comp. Physiol. 293, R626 (2007).
28. Hettinger T. P., Myers W. E., Frank M. E.: Chem. Senses 15, 755 (1990).

29. Stark T., Hofmann T.: *J. Agric. Food Chem.* **53**, 7222 (2005).
30. Frank O., Ottinger H., Hofmann T.: *J. Agric. Food Chem.* **49**, 231 (2001).
31. Simon S. A.: *Chem. Senses* **34**, E27 (2009).
32. Malmendal A., Amoresano C., Trotta R., Lauri I., De Tito S., Novellino E., Randazzo A.: *J. Agric. Food Chem.* **59**, 10831 (2011).
33. Frank M. E., Hettinger T. P., Mott A. E.: *Crit. Rev. Oral Biol. Med.: Offic. Publ. Am. Assoc. Oral Biologists* **3**, 371 (1992).
34. Munk M.-D.: *J. Med. Toxicol. : Offic. J. Am. Coll. Med. Toxicol.* **6**, 158 (2010).
35. Murray C., Solish N.: *Dermatol. Surgery* **29**, 562 (2003).
36. Bigeleisen P. E.: *Anesth. Analg.* **89**, 1239 (1999).
37. Melchior W. R., Jaber L. A.: *Ann. Pharmacol.* **30**, 158 (1996).
38. Magnasco L. D., Magnasco A.J.: *Clin. Pharm.* **4**, 455 (1985).
39. Han S. Y., Youker S.: *J. Drugs. Dermatol.* **10**, 1201 (2011).
40. Stein R. B., Hanauer S. B.: *Drug Safety* **23**, 429 (2000).
41. Mignogna M. D., Lo Muzio L., Ruoppo E., Fedele S., Lo Russo L., Bucci E.: *J. Oral Pathol. Med.* **31**, 339 (2002).
42. Will U., Eger H., Hartmut S., Meyer F.: *BMJ Case Rep.* 2009; MEDLINE 2011618102.
43. Becker D., Maurovich-Horvat P., Jambrik Z., Barczy G., Merkely B.: *Int. J. Cardiol.* 2011; v tisku, doi:10.1016/j.ijcard.2011.10.033; MEDLINE 2012373101.
44. Refsgaard H. H. F., Brockhoff P. M. B., Jensen B.: *J. Agric. Food Chem.* **48**, 3280 (2000).
45. Fukasawa T., Ebine Y.: *Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 2000159647 A 20000613* (2000); *Chem. Abstr.* 2000, 388864.
46. Bilali E.: *PCT Int. Appl. WO 2000028952 A1 20000525* (2000); *Chem. Abstr.* 2000, 351333.
47. Takatsuka T., Nakao A.: *Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 11246376 A 19990914* (1999); *Chem. Abstr.* 1999, 583114.
48. Domke T. W., Bergmann W. R.: *Can. Pat. Appl. CA 2152982 A1 19951231* (1995); *Chem. Abstr.* 1996, 147893.
49. Ishiguro K., Shioki K., Kameda K., Kakutani H.: *Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 2003137755 A 20030514* (2003); *Chem. Abstr.* 2003, 368871.
50. Kobayashi N., Uchida T., Sakura, T., Takahashi T.: *Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 08266249 A 19961015* (1996); *Chem. Abstr.* 1996, 745578.
51. Nakano, Hiroshi: *Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 2000169385 A 20000620*; *Chem. Abstr.* 2000, 408802.
52. Uchida T., Sakurai T., Oda T., Hamashita K., Tomisawa A., Aikawa H., Takahashi, T.: *Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 10176000 A 19980630* (1998); *Chem. Abstr.* 1998, 423978.
53. Trela B. C.: *Amer. J. Enol. Viticult.* **61**, 253 (2010).
54. Ley J. P., Krammer G., Kindel G., Gatfield I.-L., Mueller M.: *Ger. Offen. DE 10122898* (2002), *Chem. Abstr.* **137**, 865564 (2002).
55. Calton G. J., Wood L. L.: *US 20020187180* (2002); *Chem. Abstr.* **138**, 946845 (2002).
56. May R., Roy G., Lee T.: *U.S. Pat. Appl. Publ. US 20080226801 A1 20080918* (2008), *Chem. Abstr.* **149**, 331150.
57. Ichiba T.: *Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 2011135805 A 20110714* (2011); *Chem. Abstr.* **155**, 151457.
58. Dietrich A.M.: *J. Water Sup. Res. Technol., Aqua* **58**, 562 (2009).
59. Epke E.M., McClure S.T., Lawless H.T.: *Food Qual. Pref.* **20**, 133 (2009).
60. Nann H.: *Mitt. Forsch. Prob. Edelmetalle* **7**, 55 (1933).
61. Epke E. M., Lawless H. T.: *Physiol. Behavior.* **92**, 487 (2007).
62. Moller H. E., von Cramon D. Y.: *Rofo-Forsch. Geb. Rontgen. Bild. Ver.* **180**, 293 (2008).
63. Moravcová J., Opletal L., Lapčík O., Čopíková J., Uher M., Drašar P.: *Chem. Listy* **101**, 1002 (2007).

Z. Wimmer^{a,b}, L. Opletal^c, J. Čopíková^d, J. Moravcová^a, K. S. O. Abdulmanea^a, O. Lapčík^a, and P. Drašar^a
(^a Department of Chemistry of Natural Compounds, Institute of Chemical Technology, ^b Institute of Experimental Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, ^c Department of Pharmaceutical Botany and Ecology, Faculty of Pharmacy, Charles University, Hradec Králové, ^d Department of Carbohydrate Chemistry and Technology, Institute of Chemical Technology, Prague): **Metallic Taste of Natural Compounds and Their Derivatives**

A review of natural compounds and their derivatives with metallic taste shows the importance of this group of renewable materials. The review contributes to the knowledge of biodiversity of secondary metabolites that can be utilized, among others, in food and pharmaceutical industry.