

IDENTIFIKACE SENZORICKY AKTIVNÍCH LÁTEK MINERÁLNÍCH VOD S CITRONOVOU PŘÍCHUTÍ POMOCÍ PLYNOVÉ CHROMATOGRAFIE S OLFAKTOMETRICKÝM DETEKTOREM

IVETA ŠÍSTKOVÁ, ANNA HAUBELTOVÁ,
VÁCLAV POHŮNEK a HELENA ČÍŽKOVÁ

*Ústav konzervace potravin, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6
helena.cizkova@vscht.cz*

Došlo 13.4.16, přepracováno 6.9.16, přijato 16.2.17.

Klíčová slova: olfaktometrický detektor, plynová chromatografie, nealkoholické nápoje, sensoricky aktivní látky, citronové aroma

Úvod

Pro zjištění sensoricky aktivních látek, či zda se daný vzorek výrobku sensoricky (kvalitativně i kvantitativně) shoduje se vzorkem standardním, jsou vedle klasické sensorické analýzy dostupné moderní analytické metody využívající různé typy senzorů, tzv. elektronický nos¹, či spojení plynové chromatografie s olfaktometrickým detektorem (GC-O, cit.^{2,3}). Metoda GC-O kombinuje vysoké rozlišení chromatografického dělení látek se sensorickým hodnocením eluátu (detektorem je proškolená osoba = hodnotitel, či panel hodnotitelů) vycházejícího z chromatografické kolony. Kvalitativní a kvantitativní hodnocení vůně je možné díky přítomnosti speciálního vývodu, tzv. olfaktometrického portu. Eluát vycházející z chromatografické kolony je děličem toku dělen mezi detektor (MS či FID) a olfaktometrický port, kam je přiváděn vyhřívanou trubicí, aby se zabránilo kondenzaci méně těkavých látek na stěnách olfaktometrického portu². GC-O umožňuje určit, zda látka opouštějící chromatografickou kolonu je sensoricky aktivní v dané koncentraci, čili jestli se vyskytuje ve vzorku v koncentraci vyšší, než je podnětový práh dané látky, jakou má vůni (popis vjemu), jak dlouho vjem trvá a jakou má intenzitu.

U GC-O je nutné pamatovat na lidský faktor ovlivňující tuto techniku a jeho limity. Chyby typické pro sensorické hodnocení se mohou objevit i u GC-O². U GC-O se navíc hodnotitel musí vypořádat s rozdílnými vůněmi objevujícími se pouze po dobu několika sekund v nepravidelných intervalech chromatografické analýzy, která obvykle trvá desítky minut. Pro zmírnění diskomfor-

tu způsobeného vysušováním nosní sliznice z důvodu čichání horkého vzduchu vycházejícího z olfaktometrického portu je doporučeno připojit zařízení pro zvlhčování vzduchu⁴. Pro minimalizaci odchylek mezi jednotlivými hodnoceními je nutné zajistit: (1) výběr proškolených a na analyzované látky dostatečně citlivých hodnotitelů; (2) konstantní podmínky analýzy pro všechny hodnotitele (mj. stejné pořadí vzorků, stejná škála pro hodnocení intenzity); (3) přiměřená délka trvání analýzy (max. 30 min, při delších analýzách je možnost rozdělit analýzu mezi dva hodnotitele, kteří se po dané době vystřídají); (4) laboratoř, kde je umístěn GC-O musí být prostá cizích vůní a zvuků a musí splňovat podmínky pro celkovou fyzickou a psychickou pohodu hodnotitelů (konstantní teplota, osvětlení)².

Bylo vyvinuto několik metod pro sběr a vyhodnocení dat získaných pomocí GC-O, jejich rozdělení, princip, výhody, omezení a aplikace jsou uvedeny v tab. I.

Nejpoužívanější aroma v nápojovém průmyslu je aroma citrusové, obvykle syntetického původu, u kterého bylo identifikováno přes 200 látek¹⁸. Avšak pouze některé z identifikovaných látek se podílejí na vytvoření výsledné vůně nápojů (tzv. sensoricky aktivní látky)². Proto stanovení látek odpovědných za aroma výrobku pouhou kvantifikací může přecenit důležitost látek obsažených ve vysokých koncentracích a přehlédnout kritické sloučeniny pro dané aroma, které se vyskytují v nízkých či stopových koncentracích³. Cílem této práce je stanovit sensoricky aktivní látky odpovědné za citronové aroma ochucených minerálních vod.

Experimentální část

Vzorky

Vzorky 5 komerčních minerálních vod s citronovou příchutí (označení A–E) v 1,5 l PET lahvích byly zakoupeny v tržní síti. Jednalo se o sycené vody (všechny jemně perlivé kromě vzorku A, který byl perlivý), slazené cukrem (a v případě vzorku E i sladidly cyklamát sodný, sacharin, acesulfam K, aspartam), s přísadkou kyseliny citronové, výrobky (kromě vzorku A) byly chemicky konzervované. Všechny vzorky byly skladovány za doporučených podmínek skladování a analyzovány do 6 týdnů od data výroby.

Analýza těkavých látek pomocí SPME-GC-MS

Isolace látek byla provedena mikroextrakcí tuhou fází (SPME, solid phase microextraction) na vlákně DVB/CarboxenTM/PDMS StableFlexTM (50/30 μ m; Supelco, Bellefonte, PA, USA). Teplota 4 g odplyněného (30 s na ultrazvuku) vzorku v 10ml vialce trvala 1 min při teplotě 40 °C, čas extrakce 30 min při teplotě 40 °C a desorpce 4 min při teplotě 240 °C, split 1:1. Separace látek probíhala na plynovém chromatografu 7890B s hmotnostním detektorem 5977A a kolonou HP-5MS 5% Phenyl Methyl Siloxane (30 m \times 250 μ m \times 0,25 μ m); vše od firmy Agi-

Tabulka I
Přehled a charakteristika nejběžnějších metod GC-O (cit.⁴⁻⁷)

Metody	Metody detekce frekvence (Detection frequency methods)	Metody následného odhadu intenzity (Posterior intensity methods)	Časově-intenzitní metody (Time-intensity methods)	Metody zředovací (Dilution analysis methods)
Princip	Zaznamenání detekce vůně pomocí skupiny hodnotitelů.	Odhad vnímané intenzity vůně, která se zaznamenává až po eluci píku dle předem dohodnuté stupnice intenzity.	Zaznamenání intenzity a trvání vnímané vůně současně s elucí chromatografického píku.	Postupné zředování vzorku až po dosažení podnětového prahu všech látek, tzn. žádá vůně již dále není vnímána.
Varianty metody	DF technika (detection frequency); NIF technika (nasal impact frequency); SNIF technika (surface of NIF)		OSME metoda (osme = řecky vůně, pach, zápach)	AEDA metoda (aroma extract dilution analysis); CHARM metoda (combined hedonic aroma response measurement)
Počet hodnotitelů	6–12	3–10	3–10	1–3
Záznam signálu	ano/ne; trvání vůně (v případě SNIF)	ano/ne + záznam intenzity dle stupnice	průběžný záznam intenzity (posun jezdcem zaznamenávacího zařízení = fingerspan metoda)	ano/ne; trvání vůně (v případě CHARM)
Výsledek	DF: suma záznamů dané látky hodnotiteli; (S)NIF: každý z n hodnotitelů přispívá $1/n$ k finálnímu výsledku ((S)NIF=1, tj. detekce látky všemi hodnotiteli).	Skóre intenzity (tj. průměr intenzit získaných od jednotlivých hodnotitelů).	Skóre intenzity (tj. průměr intenzit získaných od jednotlivých hodnotitelů).	OAV (odor activity value): poměr koncentrace dané látky ve vzorku k podnětovému prahu dané látky. FD (factor dilution, u AEDA): nejvyšší ředění vzorku, kdy je ještě vůně detegována.
Výhody	Nevyžaduje trénovaný panel hodnotitelů, dobrá opakovatelnost metody, jednoduchost.	Dobrá korelace s výsledky získanými klasickou senzoricou analýzou a DF metodou.	Během jedné analýzy získán profil senzoricke aktivních látek a jejich intenzit.	Kvantitativní popis potenciálu vůně dané látky. Dobrá přenositelnost a všeobecná platnost získaných výsledků
Omezení	Získané výsledky se vztahují pouze na intenzitu vůně vnímanou při dané koncentraci látky ve vzorku. Se zvyšující se koncentrací dané látky nad práh detekce je výsledek stejný, tj. (S)NIF=1.	Značné odchylky mezi hodnotiteli, rozdílný odhad intenzity dané vůně. Nutnost školených hodnotitelů.	Nutnost použití panelu školených hodnotitelů, jinak velké rozdíly mezi hodnotiteli.	Časová náročnost (počet ředění/analýz jednoho vzorku 10–12). Nutnost hodnotitelů expertů.
Vybrané aplikace v oblasti nealkoholických nápojů	Minerální voda ⁸ , pomerančový džus ^{9,10} , cukrový meloun ¹¹ , aj.	Pomerančový džus a silice ¹² , aj.	Pomerančový džus ¹³ , greppruitová silice ¹⁴ , aj.	Citrusové sycené nápoje ¹⁵ , silice z citronové kůry ¹⁶ , pomerančový džus ¹⁷ , cukrový meloun ¹¹ , aj.

lent Technologies (Santa Clara, CA, USA). Mobilní fáze: helium, konstantní průtok $1,4 \text{ ml min}^{-1}$. Teplotní průběh: $60 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 2 min, pak $10 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ do $320 \text{ }^\circ\text{C}$ s výdrží 2 min, celkový čas analýzy 30 min. Teplota MS detektoru: zdroj $230 \text{ }^\circ\text{C}$, kvadrupól $150 \text{ }^\circ\text{C}$, transfer line (převodní potrubí) $280 \text{ }^\circ\text{C}$.

Těkavé látky byly identifikovány porovnáním hmotnostních spekter s databází spekter NIST 08 MS Database (Natl. Inst. of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA) a zjištěnými retenčními indexy (RI, dle²²). Ověření identifikace pro vybrané těkavé látky (D-limonen, α -terpineol, *p*-cymen a γ -terpinen) proběhlo zároveň srovnáním se standardem. Použité standardy (D-limonen ($\geq 99\%$), α -terpineol (90%), *p*-cymen ($\geq 97\%$) a γ -terpinen (97%)) byly od firmy Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA).

Identifikace sensoricky aktivních látek pomocí GC-O

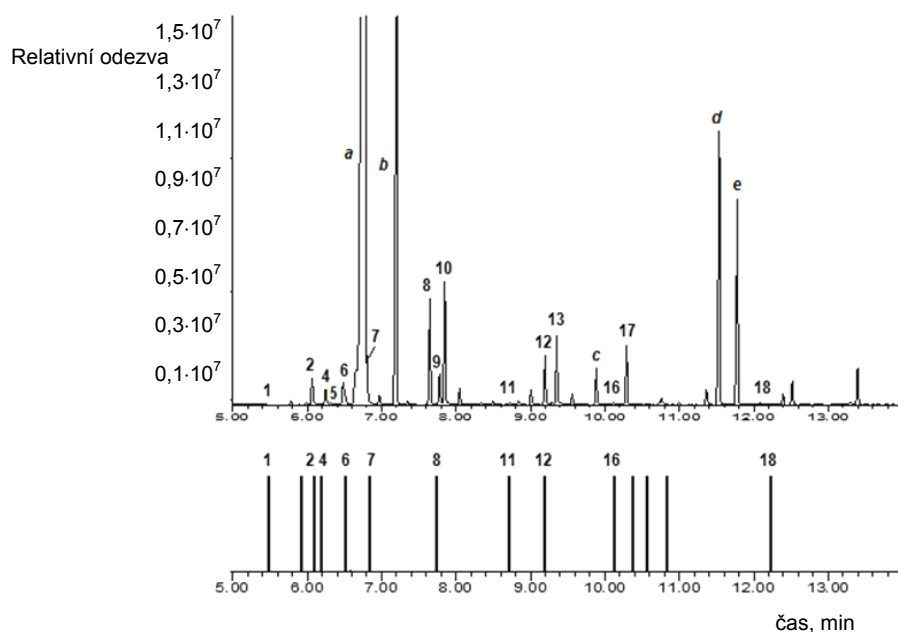
Identifikace sensoricky aktivních látek byla provedena na olfaktometru (JAS, Moers, Německo) spojeného s SPME-GC-MS (viz výše). Eluát byl na výstupu z GC kolony dělen v poměru 1:1 mezi MS detektor a olfaktometr (trubice vyhřívána na $210 \text{ }^\circ\text{C}$). Panel 7 školených hodnotitelů z Ústavu konzervace potravin, Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, metodou detekce frekvence (detection frequency methods, tzv. NIF technikou) zaznamenal aromagramy testovaných vzorků nápojů. Látky s detekcí frekvence ≥ 2 z celkového počtu sedmi hod-

nocení byly považovány za sensoricky aktivní, látky, které detegoval pouze jeden z hodnotitelů, byly brány jako šum¹¹. Hodnotitelé byli zároveň požádáni o zaznamenání charakteru vjemu.

Výsledky a diskuse

SPME-GC-MS analýza těkavých látek

Pro identifikaci těkavých látek citronového aroma byl proměřen soubor 5 komerčních vzorků minerálních vod s citronovou příchutí. Pomocí SPME-GC-MS analýzy bylo celkem identifikováno 63 látek citronového aroma, z toho 19 alkoholů, 9 seskviterpenů, 8 monoterpenů, 8 aldehydů, 5 esterů, 4 oxidy, 4 alifatické uhlovodíky, 3 ketony a po jednom furanu, aromatickém uhlovodíku a neznámé látce (rozdělení dle¹⁹). Výskyt a zastoupení identifikovaných látek bylo rozdílné v rámci proměřených vzorků. Nejvíce látek bylo identifikováno u vzorku A, 57, o celkové ploše 437×10^6 , nejméně pak u vzorku C, 34, o celkové ploše 12×10^6 . Nejvíce zastoupenou látkou byl D-limonen (24,2 až 72,6%), dále pak isocineol, eukalyptol, citral, linalool, terpinolen, α -terpineol, γ -terpinen, β -citral a nerol acetát. Další látky nedosáhly relativního zastoupení 5% ani u jednoho vzorku. Uvedené výsledky jsou v souladu s literárními údaji, kdy dle cit.²⁰ k profilu těkavých látek citrusového aroma nápoje nejvíce přispívá D-limonen, dále pak γ -terpinen, linalool a citral.



Obr. 1. Porovnání profilu těkavých látek získaných pomocí SPME-GC-MS analýzy (nahore) a individuálního aromagramu sensoricky aktivních látek získaného pomocí GC-O metody detekce frekvence (dole) pro vzorek A (čísla odpovídají číslům látek v tab. II; a – D-limonen, b – γ -terpinen, c – β -citral, d – nerol acetát, e – geranyl acetát; neoznačené záznamy u GC-O detegoval pouze jeden hodnotitel, proto jsou považovány za šum)

Tabulka II
Seznam senzoričky aktivních látek testovaných vzorků minerálních vod (A, B, C, D, E) s citronovou příchutí určených na základě GC-O analýzy panelem 7 školených hodnotitelů

Č.	RČ ^a (min)	Název látky	CAS ^b	RI ^c	Popis vůně ^d	Relativní zastoupení (min–max)	NIF ^e				
							A	B	C	D	E
1	5,45	kamfen	79-92-5	953	citrusová kůra, po rozpouštědle	<0,1–0,2 %	0,29	0,14	n.d.	n.d.	0,14
2	6,07	β-myrcen	123-35-3	992	zatuclá, jehličnanová	0,3–0,7 %	0,29	n.d.	n.d.	0,29	n.d.
3	6,09	2,3-dehydro-1,8-cineol	92760-25-3	992	svěží, mentos	<0,1–1,3 %	n.d.	0,29	0,43	n.d.	n.d.
4	6,25	oktanal	124-13-0	1006	svěží, citronová, pomerančová kůra, ovocná	n.d.–0,3 %	0,86	0,14	0,43	0,57	0,57
5	6,31	neidentifikováno ^f			citrusová	<0,1–0,9 %	0,29	n.d.	n.d.	0,14	n.d.
6	6,49	isocineol	470-67-7	1018	mátová, citrusová, po rozpouštědle	0,5–28,8 %	0,71	0,86	0,43	1,00	1,00
7	6,77	eukalyptol	470-82-6	1030	mátová	0,5–14,7 %	1,00	0,86	0,71	1,00	0,86
8	7,65	terpinolen	586-62-9	1090	nasládlá, ovocná	1,7–5,8 %	0,29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
9	7,79	linalool	78-70-6	1100	levandulová, květinová, svěží	0,4–8,8 %	0,57	1,00	n.d.	1,00	0,86
10	7,84	nonanal	124-19-6	1104	sladká, ovocná, po trávě	0,1–1,9 %	0,57	n.d.	n.d.	n.d.	0,14
11	8,72	isoborneol	124-76-5	1158	zatuclina, hlína	<0,1–0,4 %	0,71	0,14	n.d.	n.d.	n.d.
I	7,97	nedetegováno GC-MS ^g			ovocná vůně	n.d.	n.d.	0,29	n.d.	n.d.	n.d.
12	9,20	α-terpineol	98-55-5	1195	zatuclá, terpenická, nepřijemně citrusová	0,8–5,3 %	0,43	0,14	0,29	0,29	0,43
13	9,35	dekanal	112-31-2	1209	pomerančová kůra, nepřijemná	0,1–1,2 %	0,57	0,14	n.d.	0,29	0,29
14	9,65	citronelol	106-22-9	1233	citrusové mýdlo	n.d.–0,6 %	n.d.	0,57	n.d.	0,14	n.d.
15	10,03	nerol	106-25-2	1233	terpenická, citrusová	n.d.–0,1 %	0,14	0,29	n.d.	n.d.	n.d.
16	10,12	neidentifikováno ^f			zatuclá, terpenická, po růžích	n.d.–0,3 %	0,14	0,57	n.d.	0,29	0,29
17	10,28	citral	141-27-5	1254	citrusová, svěží	n.d.–10,8 %	0,14	0,43	0,29	n.d.	n.d.
II	12,13	nedetegováno GC-MS ^g			svěží květinová vůně	n.d.	n.d.	0,29	n.d.	n.d.	n.d.
18	12,28	trans-β-bergamoten	13474-59-4	1431	citrusová, dřevitá	n.d.–0,1 %	0,29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

^a Retenční čas vůně na aromagramu; ^b CAS registrační číslo chemické látky; ^c retenční index pro DB5 kolonu²²; ^d popis vjemu získaný panelem hodnotitelů při GC-O analýze; ^e nasal impact frequency (každý z *n* hodnotitelů přispívá 1/*n* k finálnímu výsledku; NIF = 0,14; detekce 1 hodnotitelem (1/7), je považováno za šum); ^f neidentifikováno = nelze určit konkrétní látku z důvodu nízké shody MS spektra s NIST databází spekter; ^g nedetegováno GC-MS (n.d.) = bez odezvy detektoru (GC-MS), ale záznam vůně hodnotiteli (GC-O)

GC-O identifikace sensoricky aktivních látek

Látky odpovědné za citronovou vůni nápojů byly určeny pomocí GC-O analýzy metodou detekce frekvence, která umožňuje v průběhu krátkého časového úseku a bez nutnosti specifického školení panelu hodnotitelů určit sensoricky aktivní látky vzorku²¹. Obr. 1 porovnává profil těkavých látek vzorku A získaný ze SPME-GC-MS analýzy a aromagram sensoricky aktivních látek stejného vzorku zaznamenaný jedním z hodnotitelů metodou detekce frekvence.

Tabulka II uvádí seznam 18 identifikovaných sensoricky aktivních látek vzorků minerálních vod s citronovou příchutí pomocí GC-O. Nejvíce sensoricky aktivních látek bylo detegováno u vzorku A – 13, u vzorku B bylo detegováno 10 látek, z nichž 2 látky (č. I a II v tab. II) nebyly identifikovány z důvodu stopové koncentrace ve vzorku, nižší než mez detekce použité metody GC-MS. Jednalo se o ovocnou vůni (zaznamenanou v RČ=7,97 min) a svěží květinovou vůni (RČ=12,13 min). U ostatních vzorků bylo detegováno 6, 7 a 8 látek (vzorky C, E a D). Námi detegované sensoricky aktivní látky jsou v souladu s literárními údaji pro syčené nápoje s citronovou příchutí¹⁵ a citrusové aroma^{16, 19}. Podle práce⁴, látky, které jsou detegovány častěji než jiné, jsou považovány za důležitější, s větším vlivem na vůni daného vzorku. Žádný z hodnotitelů nedetegoval citrusovou vůni D-limonenu, navzdory jeho vysokému zastoupení ve vzorcích (24,2–72,6 %), což je v souladu s literaturou²³. Nicméně, jak uvádí autoři práce²³, je D-limonen nezbytnou součástí citrusového aroma, avšak jeho zvýšená koncentrace v nápoji je spojena s negativními sensorickými vjemy (defektní pach i chuť).

Citronové aroma nápojů je komplexní směsí látek a žádná jednotlivá složka nemůže být identifikována, jako mající převládající vliv na výslednou vůni²⁴. Jak je vidět z tab. II, minerální vody s citronovou příchutí obsahují několik skupin látek majících velmi podobné sensorické vlastnosti a blízké retenční indexy. Jedná se o látky 2,3-dehydro-1,8-cineol, isocineol a eukalyptol s typickou mátovou vůní; citral, nerol a citronelol s jasnou citronovou vůní, skupina aldehydů (oktanal, dekanal, nonanal), které jsou běžnou součástí citrusového aroma a jejich nevyváženost ve složení přispívá k nižší kvalitě vnímané vůně a chuti nápoje^{15, 23}, a látky s typicky terpenickou, zatuchlou vůní terpinolen a α -terpineol. Jak uvádí cit.¹⁵, látky v každé skupině jsou si strukturně podobné, což naznačuje možnost vzájemných reakcí a přeskupování. Je známo, že terpeny podléhají kyselé katalyzovaným reakcím²⁵. Například citral, látka zodpovědná za svěží citrusovou vůni, podléhá v kyselém prostředí degradačním procesům, které jsou urychlovány působením vysoké teploty, světla a kyslíku²⁵. Fotolýzou citralu vznikají látky negativně ovlivňující aroma výrobku (zatuchlá vůně), které lze potvrdit sensorickou analýzou, ale nelze je identifikovat metodou GC-MS²⁶.

Závěr

Zastoupení těkavých, resp. sensoricky aktivních látek minerálních vod s citronovou příchutí se liší v rámci vzorků a souvisí s rozdílnými výrobci nápojů a dodavateli arom. Isocineol a eukalyptol byly metodou GC-O určeny jako sensoricky aktivní látky u všech 5 vzorků minerálních vod s citronovou příchutí, oktanal, linalool a α -terpineol byly určeny u 4 analyzovaných vzorků. Naopak nejvíce ve vzorcích zastoupená látka, D-limonen, nebyla hodnotiteli pomocí GC-O detegována. GC-O analýza se dle naměřených výsledků jeví jako účinná technika nejen k identifikaci klíčových sensoricky aktivních látek, ale i k detekci látek negativně ovlivňujících výsledné aroma výrobku a tím k predikci trvanlivosti a stability aroma.

LITERATURA

1. Kalvoda R.: Chem. Listy 94, 215 (2000).
2. Plutowska B., Wardencki W.: Food Chem. 107, 449 (2008).
3. Högnadóttir Á., Rouseff R. L.: J. Chromatogr. A 998, 201 (2003).
4. von Ruth S. M.: Biomol. Eng. 17, 121 (2001).
5. Pollien P., Ott A., Montigon F., Baumgartner M., Munoz-Box R., Chaintreau A.: J. Agric. Food Chem. 45, 2630 (1997).
6. Delahunty C. M., Eyres G., Dufour J.-P.: J. Sep. Sci. 29, 2107 (2006).
7. Zöllner B. d'A., Dugo P., Dugo G., Mondello L.: J. Chromatogr. A 1186, 123 (2008).
8. Linssen J. P. H., Janssens J. L. G. M., Roozen J. P., Posthumus M. A.: Food Chem. 46, 367 (1993).
9. Arena E., Guarrera N., Campisi S., Nicolosi Asmundo C.: Food Chem. 98, 59 (2006).
10. Bezman Y., Rouseff R. L., Naim M.: J. Agric. Food Chem. 49, 5425 (2001).
11. Pang X., Guo X., Qin Z., Yao Y., Hu X., Wu J.: J. Agric. Food Chem. 60, 4179 (2012).
12. Qiao Y., Xie B. J., Zhang Y., Zhang Y., Fan G., Yao X. L., Pan S. Y.: Molecules 13, 1333 (2008).
13. Mastello R. B., Janzantti N. S., Monteiro M.: Food Res. Int. 77, 591 (2015).
14. Lin J., Rouseff R. L.: Flavour Fragrance J. 16, 457 (2001).
15. Hausch B. J., Lorjaroenphon Y., Cadwallader K. R.: J. Agric. Food Chem. 63, 112 (2015).
16. Cannon R. J., Kazimierski A., Curto N. L., Li J., Trinnaman L., Janiczuk A. J., Agyemang D., Da Costa N. C., Chen M. Z.: J. Agric. Food Chem. 63, 1915 (2015).
17. Marin A. B., Acree T. E., Hotchkiss J. H., Nagy S.: J. Agric. Food Chem. 40, 650 (1992).
18. Rouseff R., Naim M., v knize: *Flavor Chemistry* (Risch S. a spol., ed.), kap. 8. American Chemical Society, Washington DC 2000.
19. Dugo G., Mondello L.: *Citrus Oils: Composition, Advanced Analytical Techniques, Contaminants, and*

- Biological Activity*, str. 196. CRC Press, Boca Raton 2011.
20. Rouseff R., v knize: *Flavours and Fragrances* (Berger R. G., ed.), kap. 6. Springer-Verlag, Berlín 2007.
 21. Yu H.-Z., Chen S.-S.: *Food Res. Int.* 43, 2081 (2010).
 22. http://www.flavornet.org/f_kovats.html, staženo 20. března 2016.
 23. Perez-Cacho P. R., Rouseff R.: *J. Agric. Food Chem.* 56, 9785 (2008).
 24. Šnebergrová J., Čížková H., Rajchl A., Ševčík R., Voldřich M.: *J. Food Nutr. Res.* 51, 156 (2012).
 25. Weerawatanakorn M., Wu J.-Ch., Pan M.-H., Ho Ch.-T.: *J. Food Drug Anal.* 23, 176 (2015).
 26. Iwanami Y., Tateba H., Kodama N., Kishino K.: *J. Agric. Food Chem.* 45, 463 (1997).

I. Šístková, A. Haubeltová, V. Pohůnek, and H. Čížková (*Department of Food Preservation, University of Chemistry and Technology, Prague*): **Identification of Sensory Active Compounds of Citrus Mineral Water by Gas Chromatography-Olfactometry**

The aim of this study was to investigate aroma active compounds of 5 samples of mineral water with lemon flavour. A total of 63 volatile compounds of lemon aroma were identified using solid phase microextraction in combination with gas chromatography-mass spectrometry, of which 20 were determined as aroma active by gas chromatography-olfactometry. The occurrence and representation of the identified substances varied within measured samples. The most abundant compounds that occurred in all samples were D-limonene, isocineole, eucalyptol, linalool, and α -terpineol. However, compounds represented in large amounts should not be overestimated at the expense of minor compounds. As indicated in the literature and proved by the results of gas chromatography-olfactometry, e.g. the most abundant D-limonene was not detected by evaluators who, however, were able to detect minor compounds such as octanal, isoborneol and nerol. These compounds can be described as key aroma active ingredients.