

## Chuťové vlastnosti syntetického sladidla acesulfamu K

MILAN SUHAJ – MILAN KOVÁČ

**S ú h r n.** Práca zhŕňa vybrané poznatky charakterizujúce chuťové vlastnosti syntetického sladidla acesulfamu K. Uvádzajú sa poznatky o vzťahu štruktúry oxatiazinóndioxidov k ich sladkej chuti, prah citlivosti sladkej a horkej chuti acesulfamu, jeho relatívna sladivosť a ekvivalentná koncentrácia vzhľadom na 5 % roztok sacharózy. Charakterizuje sa kvalita sladkej a horkej chuti sladidla, možnosti zlepšiť chuťový profil prídavkom iných aditívnych látok alebo kombináciou s inými sladidlami. Porovnávajú sa chuťové vlastnosti acesulfamu K s inými syntetickými a prírodnými sladidlami.

Okrem toxikologického hodnotenia a hodnotenia technologickej použiteľnosti sú senzorické vlastnosti aditívnych látok významnou stránkou okruhu problémov, ktoré zaujímajú spotrebiteľov. V prípade syntetických sladidiel je problematika mimoriadne významná, pretože ide o hodnotenie sladkej chuti, ktorá patrí medzi najposudzovanejšie vlastnosti potravín. Zmyslové hodnotenie potravín v uvedenej oblasti je dôležité najmä z toho hľadiska, že sa uvádzajú na trh sladidlá nového typu, pričom podstatné zmeny v druhoch by nemali mať za následok kvalitatívne zmeny v rámci porovnania chuťových vlastností jednotlivých aditívnych látok proti prírodným sladidlám. V predloženej práci zhŕňame doterajšie výsledky hodnotenia chuti nového typu syntetického sladidla, acesulfamu K.

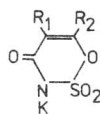
Pre molekuly so sladkou chuťou sú charakteristické dve polárne skupiny v určitom sterickej usporiadaní, ktoré najmä prostredníctvom vodíkových väzieb interagujú s receptorom. Okrem polárnych centier v sladkých zlúčeninách stereospecifický receptor reaguje aj na hydrofóbnou (lipofilnú) časť molekúl, ktorá sa označuje ako centrum disperznej väzby, resp. ako centrum s lipofilnou a hydrofóbnou funkciou [12].

Oxatiazinóndioidy, z ktorých sa ako syntetické sladidlo využíva iba draselná soľ 6-metyl-1,2,3-oxatiazinón-2,2-dioxidu, sú všeobecne všetky sladké, lebo obsahujú sulfimidovú skupinu. Uvedená skupina predstavuje dvojpolárne centrum, kým zvyšná uhlíkatá časť molekuly má hydrofóbny charakter. Röntgenové difrakčné údaje o acesulfame K poukazujú na približne planárny heterocyklický kruh s identickými dĺžkami a uhlami väzieb, ako sa pozorovali pri sacharíne, čo je dôležité z hľadiska štruktúry a stereochemie citlivých miest pre sladký vnem na receptore [5].

### Chuťové vlastnosti acesulfamu K

Prah citlivosti pre sladkú a horkú chuť oxatiazinóndioidov, ako aj hodnoty ich relatívnych sladivostí uvádza tabuľka 1. Najnižšiu sladivosť má základný derivát, nárast hydrofóbneho charakteru substituentu v polohe R<sub>2</sub> (poloha 6)

**Tabuľka 1.** Prah citlivosti sladkej a horkej chuti oxatiazinóndioidov a ich relatívne sladivosti [5]  
**Table 1.** Sensitivity threshold of sweet and bitter taste of oxathiazinonedioxides and their relative sweetening abilities [5]



R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	Prah citlivosti <sup>1</sup> [mmol.l <sup>-1</sup> ]		Relatívna sladivosť <sup>4</sup>
		sladkej chuti <sup>2</sup>	horkej chuti <sup>3</sup>	
H	CH <sub>3</sub>	0,08–0,12	3–7	130
H	CH <sub>2</sub> OH	0,3–0,5	4–8	50
H	CH <sub>2</sub> OCH <sub>3</sub>	0,09–0,16	1–2,5	50
H	CH <sub>2</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	3–4	0,8–2,5	
H	CH <sub>2</sub> Cl	0,04–0,06	0,6–1,2	150
H	CH <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	0,04–0,06	2–6	150
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	0,1–0,2	0,4–0,8	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	0,07–0,11	0,6–1,0	70
Cl	CH <sub>3</sub>	0,015–0,02	0,4–0,9	200
	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub>	0,08–0,1	0,1–0,3	50
Sacharín <sup>5</sup>		0,08–0,1	0,1–0,3	300
Kofeín <sup>6</sup>			1,0–1,2	

<sup>1</sup>Sensitivity threshold; <sup>2</sup>of sweet taste; <sup>3</sup>of bitter taste; <sup>4</sup>Relative sweetening ability; <sup>5</sup>Saccharine; <sup>6</sup>Caffeine.

zvyšuje relatívnu sladivosť, hydrofilné skupiny majú opačný účinok. Na druhej strane však stérické parametre substituentu v tejto polohe sladivosť limitujú, pretože veľké objemové substituenty, ako napr. butyl a fenyl, sladkú chuť znižujú alebo eliminujú. Substituenty v polohe R<sub>1</sub> zapríčínujú iba veľmi slabý nárast relatívnej sladivosti. V prípade, že je substituentom etylová skupina, vzrastie relatívna sladivosť, súčasne však aj horká chuť, čo znemožňuje využiť tieto deriváty na sladenie okrem perspektívne vybraných typov nealkoholických nápojov. Pri posudzovaní sladkej chuti vo vzťahu k zmenenej štruktúre molekuly oxatiazinóndioxidov sa pozorovalo aj to, že zámena O za NH, resp. N-CH<sub>3</sub> spôsobuje stratu sladkej chuti. Substituenty R<sub>1</sub> a R<sub>2</sub> oxatiazinóndioxidov, ako aj ich polárne centrá pôsobia na rovnaké miesto receptorov vnemu sladkej chuti ako štruktúrne podobný sacharín (benzoizotiazolóndioxid) a práve preto je výsledná sladká chuť zmesi týchto dvoch sladidiel iba aditívna a nie synergická [2].

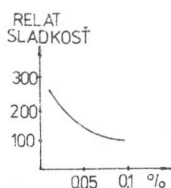
Acesulfam K je v porovnaní s 3 % roztokom sacharózy 200-krát sladší, prah citlivosti pre sladkú chuť je 0,08-0,12 mol.l<sup>-1</sup>, pre horkú chuť 3-7 mmol.l<sup>-1</sup>. Na porovnanie uvádzame v tabuľke 2 prehľad literatúry o relatívnych sladivostiach ostatných sladidiel a ich ekvivalentných koncentrácií vzhľadom na 5 % referenčný roztok sacharózy. Koncentrácia acesulfamu K  $0,257 \pm 0,012$  g.l<sup>-1</sup> ekvivalentná sladkou chuťou 5 % roztoku sacharózy sa zistila technikou relatívnych intenzít [3]. Bakal [8] uvádza 50-60 mg ako účinné množstvo acesulfamu K ekvivalentné dvom kávovým lyžičkám cukru (10 g) v jednej šálke kávy (240 ml).

**Tabuľka 2.** Prehľad účinných koncentrácií a relatívnych sladivostí niektorých prírodných a syntetických sladidiel ekvivalentných podľa sladkej chuti 5% roztoku sacharózy  
**Table 2.** Effective concentrations and relative sweetening abilities of some natural and synthetic sweeteners equivalent to the sweet taste of 5% sucrose solution

Sladidlo <sup>1</sup>	Účinná koncentrácia <sup>2</sup> [g.l <sup>-1</sup> ]	Relatívna sladivosť <sup>3</sup>	Lit. <sup>4</sup>
Sacharóza <sup>5</sup>	50,0 ± 0,9	1	[3]
Fruktóza <sup>6</sup>	41,5 ± 0,9	1,2	[3]
Glukóza <sup>7</sup>	82,1 ± 1,2	0,5-0,8	[3, 8]
Sorbitol <sup>8</sup>	88,2 ± 1,2	0,4-0,57	[3]
Laktitol <sup>9</sup>	141,6 ± 2,9	0,23-0,35	[3]
Acesulfam K <sup>10</sup>	0,257 ± 0,012	130-200	[1-3, 5]
Aspartam <sup>11</sup>	0,390 ± 0,010	128-200	[3, 6]
Sacharín <sup>12</sup>	0,139 ± 0,003	300-500	[3, 6]
Cyklamát sodný <sup>13</sup>	-	30-40	[7, 8]

<sup>1</sup>Sweetener; <sup>2</sup>Effective concentration; <sup>3</sup>Relative sweetening ability; <sup>4</sup>Ref.; <sup>5</sup>Sucrose; <sup>6</sup>Fructose; <sup>7</sup>Glucose; <sup>8</sup>Sorbitol; <sup>9</sup>Lactitol; <sup>10</sup>Acesulfam K; <sup>11</sup>Aspartam; <sup>12</sup>Saccharine; <sup>13</sup>Sodium cyclamate.

Oproti sacharínu je acesulfam K čo do sladivosti o polovicu slabší, ale 4 až 5-krát sladší ako cyklamáty a približne rovnako sladký ako aspartam. S rastúcou teplotou sladkosť roztokov acesulfamu K neklesá, ako je to v prípade iných sladidiel. Závislosť relatívnej sladkosti od koncentrácie sladidla samého ukazuje obrázok 1, podľa ktorého je evidentné, že s narastajúcou koncentraciou sladidla klesá relatívna sladivosť. Z toho vyplýva, že vyššie dávky sladidla nevedú k vyššej sladivosti výrobkov, ale iba k neúčelnej a neekonomickej spotrebe sladidla. V kyslom prostredí chuť sacharózy slabo maskujú kyseliny, preto intenzita sladkej chuti acesulfamu K je v takomto prostredí o niečo vyššia ako v neutrálnom vodnom prostredí.



Obr. 1. Závislosť relatívnej intenzity sladkosti od koncentrácie acesulfamu K.  
Fig. 1. Dependence of the relative intensity of the sweet taste on the concentration of acesulfam K.

V systéme 100-bodovej stupnice sladkej chuti možno intenzitu sladkej chuti acesulfamu K ( $R$ ) vypočítať z rovnice

$$R = 49 (1 - e^{-5.268S}),$$

kde  $S$  je koncentrácia sladidla v  $\text{g.l}^{-1}$  [9].

Okrem intenzity sladkej chuti je dôležitá aj jej charakteristika. Acesulfam K spôsobuje dostatočne rýchly, čistý a silný sladký vnem bez neželateľného oneskorenia pretrvávajúci dlhšie ako v prípade sacharózy. Chuť acesulfamu sa pokladá za lepšiu ako sacharínu, pri ktorom sa prejavuje vedľajšia, tzv. kovová príchuť. Prah citlivosti vedľajšej, horkej chuti je pre acesulfam K 3 až 7  $\text{mmol.l}^{-1}$ , resp. 0,442  $\text{g.l}^{-1}$ , pričom sa charakterizuje ako ostrá, štipľavá, kovová, resp. ako lekárska, podobná tej, akú vykazujú aldehydy a ketóny, nie však kofeín, resp. chinín, typický predstavitelia horkej chuti. Túto chuťovú podobnosť s karbonylovými zlúčeninami spôsobuje pravdepodobne prítomnosť skupiny  $-\text{CO}$  [5]. Pomer prahovej koncentrácie horkej a sladkej chuti sa pre sladké zlúčeniny pohybuje od 0,03 do 80, pre acesulfam K je 50, pre sacharín 60, z čoho vyplýva, že v hodnotení vedľajšej chuti je acesulfam K v porovnaní so sacharínom lepší. Aj napriek tomu sa v odbornej literatúre uvádzajú možnosti eliminácie alebo obmedzovania tejto pachuti acesulfamu najmä prídavkami lecitínu, aminokyselín, chlórdeoxycukrov a iných zlúčenín, ktoré synergizmom zapríčiňujú aj zvýšenie celkovej sladivosti [9].

Na zlepšenie chuťových vlastností acesulfamu K môžu prispieť aj organické kyseliny. V potravinárskom priemysle sú najpoužívanéjšie kyselina citrónová, fosforečná a jablčná. Výhodné je použiť najmä kyselinu jablčnú, ktorej

vnem zotrúva na jazyku dlhšie ako iných kyselín, a jej prídavok umožňuje znížiť inak potrebné množstvo sladidla [13]. Ochucovadlá, ako napr. citrón a vanilka, neovplyvňujú sladkú chuť acesulfamu K, ale negatívne jeho pachut [9].

Senzorické vlastnosti acesulfamu K v porovnaní s ostatnými sladidlami v pečených a nepečených múčnych výrobkoch hodnotili Redlinger a Setser [11]. Tepelný zúhrev pečenia sa realizoval pri 140–160 °C, 30–60 min. Všeobecné poradie intenzity sladkej chuti hodnotených sladidiel v nepečených múčnych výrobkoch bolo

fruktóza > sacharín > sacharóza > acesulfam > aspartam > cyklamáty  
a v pečených výrobkoch

sacharóza > sacharín > fruktóza > acesulfam K > aspartam > cyklamáty  
Poradie sladkosti acesulfamu K v pečených a nepečených výrobkoch sa síce zachová, ale napriek tomu dochádza k čiastočnému zníženiu sladkej chuti v pečených výrobkoch v dôsledku jeho parciálnej tepelnej degradácie. Tieto zmeny sú však v porovnaní s aspartamom, ktorého chuťový profil a strata sladkej chuti sa v dôsledku tepelnej degradácie výrazne menia, zanedbateľné. Poradie sladidiel pri hodnotení vedľajšej chuti bolo

sacharín > cyklamáty > acesulfam K > aspartam > fruktóza > sacharóza  
a v pečených výrobkoch

cyklamáty > sacharín > aspartam > acesulfam K > fruktóza > sacharóza  
Acesulfam K je aj v tomto prípade lepší ako aspartam, hoci spolu so sacharínom sú oba dostatočne tepelne stabilné, majú horšiu vedľajšiu chuť ako prírodné sladidlá a navyiac, čo je pri pečení nevýhodné, nie sú schopné plniť ani ďalšie významné funkcie prírodných cukrov, a to nahradiť objemovú stratu, texturálne vlastnosti a nezúčastňujú sa ani na reakciách neenzymatického hnednutia.

### Zmesi acesulfamu K s inými sladidlami

V zmesi so sacharózou a fruktózou je výsledná sladká chuť aditívneho charakteru a približuje sa k chuti sacharózy. Najlepšia kombinácia acesulfamu K so sacharózou je v hmotnostnom pomere 1:100–150, v prípade kombinácie so sorbitolom 1:150–200, maltitolom 1:150 a izomaltom 1:250–300 [6]. Ako sme už uviedli, v zmesi s inými syntetickými sladidlami možno zistiť silný synergistický efekt najmä s aspartamom, cyklamátmi a dihydrochalkónom [4], nie však so sacharínom kvôli podobnosti ich štruktúry. Optimálne sú zmesi acesulfanu K v hmotnostnom pomere s aspartamom 1:1, cyklamátom sodným

1:3-5 [10], pričom sa uvádza, že v zmesi s týmito sladidlami má acesulfam K o 25-30 % sladšiu chuť než sám o sebe [14], v prípade kombinácie s asparantom sa uvádza až 35 % zvýšenie sladivosti [15]. Pre túto kombináciu sladidiel sa uvádza efektívne množstvo 30 mg a 3 mg acesulfamu K a aspartamu v tabletku stolového sladidla, ktorá je svojou sladivosťou ekvivalentná dvom čajovým lyžičkám cukru (10 g) v jednej šálke kávy (240 ml) [15]. Okrem synergizmu zabezpečuje kombinácia s aspartamom aj zlepšenie chuťového profilu acesulfamu K, zachovanie stability počas dlhšieho skladovania najmä v nealkoholických nápojoch. Kombinácia syntetických a prírodných sladidiel je v súčasnosti moderným trendom rozvoja použitia týchto aditívnych látok, pretože sa takto výraznejšie dosahuje minimalizácia ich príjmu do ľudského organizmu.

## Literatúra

1. GRENBY, T. H. - PARKER, K. J. - LINDLEY, M. G.: Developments in Sweeteners, 2. London-New York, Applied Science Publishers 1983, 328 s.
2. Food Additives and Contaminants Committee Report on the Review of Sweeteners in Food. FAC/REP/34. London, HMSO 1982.
3. TUNALEY, A. - THOMSON, D. M. H. - McEWAN, J. A., Int. J. Food Sci. Technol., 22, 1987, s. 627-635.
4. AHLFELD, H., F. O. Licht's Eur. Zuckerjournal, 125, 1986, č. 18, s. 351-354.
5. ROHSE, H. - BELITZ, H. D., Z. Lebensm.-Unters. Forsch., 187, 1988, s. 425-431.
6. LIPINSKY, G. W. R., Food Chem., 16, 1985, s. 259-269.
7. COUNCIL, C. D., Food Engng., 55, 1983, č. 5, s. 138-139.
8. BAKAL, A. I., Chem. Ind., 18, 1983, s. 700-708.
9. SALLAY, P., Élelmizési Ipar, 17, 1988, č. 6, s. 215-219.
10. LIPINSKY, G. W. R., Int. Food Mark. Technol., June 1987, s. 8-11.
11. REDLINGER, P. A. - SETSER, C. S., J. Food Sci., 52, 1987, č. 5, s. 1391-1413.
12. KRUTOŠÍKOVÁ, A. - UHER, M.: Prírodné a syntetické látky sladkej chuti. Bratislava, Veda 1985, 154 s.
13. SHARROCK, J., Food Proc., 6, 1987, s. 17.
14. Anon., Kvas. Prům., 33, 1987, č. 6, s. 191.
15. NABORS, L. B. - GELARDI, R. C.: Alternative Sweeteners. New York - Basel, M. Dekker 1986, 355 s.

Do redakcie došlo 23. 6. 1989

## **Сензорические свойства синтетического сахаристого вещества ацесульфама К**

### **Резюме**

В работе суммированы предыдущие познания, которые характеризуют сенсорические свойства синтетического сахаристого вещества ацесульфама К. Приведены познания о связи структуры оксатиазинондиоксидов к их сладкому вкусу, порог чувствительности сладкого и горького вкуса ацесульфама, его релятивная способность подслащивать и эквисладкая концентрация по отношению 5 % раствору сахарозы. Характеризовано качество сладкого и горького вкуса сахаристого вещества, возможности улучшения вкусовой характеристики добавкой других пищевых добавок или комбинации с другими сахаристыми веществами. Сроvnены сенсорические свойства ацесульфама К с другими синтетическими и натуральными сахаристыми веществами.

### **Flavour properties of the synthetic sweetener acesulfam K**

#### **Summary**

The paper summarizes several informations characterizing the flavour properties of the synthetic sweetener acesulfam K. Informations on the relation of the structure of oxathiazinonedioxides to their sweet taste are given, the sensitivity treshold of the sweet and bitter taste of acesulfam, its relative sweetening ability and equisweet concentration relatively to 5% sucrose solution. The quality of the sweet and bitter taste of the sweetener is characterized, the possibilities of improving the taste profile by addition of other food additives or by combination with other sweeteners. The flavour properties of acesulfam K are compared with those of other synthetic and natural sweeteners.