

# 食用甜味剂的评价方法

林少宝, 丘通强, 李征

(广州风行牛奶有限公司, 广东 广州 510510)

**摘要:** 本文对甜味剂评价过程中的评定人员、评价方法, 以及对复合甜味剂的评价方法作了介绍, 并介绍了利用电子舌和电子鼻评价甜味剂的方法。

**关键词:** 甜味剂; 评定人员; 评价方法; 电子鼻; 电子舌

**中图分类号:** TS202.3; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1673-9078(2007)03-0099-04

## Evaluation of Sweetness

LIN Shao-bao, QIU Tong-qiang, LI Zheng

(Fengxing Milk Co. Ltd., Guangzhou 510510, China)

**Abstract:** The evaluation member and methods for sweetness, especially for compound sweetness, was introduced here. Moreover, using electronic tongue and electronic nose to evaluate sweetness were also mentioned in this paper.

**Key words:** sweetness; evaluating member; evaluation way; electronic tongue; electronic nose

甜味剂是指赋予食品甜味的食品添加剂, 按其来源可分为天然甜味剂和人工合成甜味剂; 按其营养价值来分可分为营养性甜味剂和非营养性甜味剂; 按其化学结构和性质来分可分为糖类甜味剂和非糖类甜味剂。截止到 2002 年, 我国已批准使用的甜味剂有 20 种。据统计, 甜味剂是世界食品添加剂中产值最大的一类, 在全球食品添加剂销售额中, 甜味剂贸易额高达 100 多亿美元。我国的甜味剂生产已有数十年的历史。近几年来, 随着我国食品饮料工业的快速发展, 市场需求量不断扩大, 甜味剂年产量也以 10% 以上速度增长。

由于目前对甜度的测量主要靠感官评价、等甜度法进行衡量。随着甜味剂的逐渐升温, 对甜味剂口感的测量也变得十分重要。

## 1 甜度、风味的评定

### 1.1 评定人员

目前对甜味剂进行评定的人员大都经过专业培训。一般以女性居多或男女各半, 选择 10 或 18 名评审员。平均年龄一般在 40~50 岁, 要求无吸烟、饮酒习惯者。

对甜味剂评价可粗分为四个方面: 甜度数值的评价、细微差别测试、评定者对甜味敏感度的测试及描述性分析。另外, 心理学家还发展了许多方法用于感官评价和消费者的测试, 必须注意的是这些方法具有

收稿日期: 2006-12-14

不同的测试目的, 选用时应给予注意<sup>[1]</sup>。

### 1.2 单一甜味剂的甜度评价

试验方法根据等甜度法<sup>[2]</sup>进行, 每次提供待测样品与 3 个随机放置的不同浓度的蔗糖溶液, 要求品尝成员找出与测试样品甜度相当的蔗糖溶液, 即为等甜蔗糖浓度 (ES)。并在测试前要求品尝成员比较 3 个蔗糖溶液的甜度, 并排序。每位成员还要对样品的口感和风味作出评价, 其中包括甜味感觉速度、刺激性、温凉感和后余味等。

以相对甜度[RS]表示某甜味剂在某一等甜蔗糖溶液 (ES) 时, 其甜度为蔗糖甜度 (=1) 的倍数:

$$\text{相对甜度[RS]} = \frac{\text{等甜蔗糖浓度}\%}{\text{甜味剂浓度}\%} \quad (1)$$

表 1 列举了几种甜味剂的相对甜度经验公式<sup>[3]</sup>。

表 1 几种高甜度甜味剂的相对甜度经验公式

甜味剂	经验公式	相关系数(r)	RS <sub>(1)</sub> 倍	RS <sub>(2)</sub> 倍	RS <sub>(3)</sub> 倍
AK 糖	$RS=208.1-0.8422 \cdot ES^2$	-0.9913	207	201	187
阿斯巴甜	$RS=244.1-27.84 \cdot ES^{2/3}$	-0.9988	215	186	163
甜菊糖	$RS=245.9-33.70 \cdot ES^{1/2}$	-0.9958	212	188	171
甜蜜素	$RS=43.33-1.555 \cdot ES^{1/2}$	-0.9924	42	41	40
糖精钠	$R=663.1-228.7 \cdot ES^{1/4}$	-0.9976	440	362	321

注: RS<sub>(1)</sub>、RS<sub>(2)</sub>、RS<sub>(3)</sub>分别表示某甜味剂在等甜蔗糖浓度为 1%、3%、5% 时的相对甜度。

### 1.3 复合甜味剂的甜度评价

在测定复合甜味剂的协同效应时, 先由经验公式计算出每种甜味剂的预定等甜蔗糖浓度 (ES) 的相

对甜度,再由公式(1)计算出甜味剂浓度,测出按计算出的各自浓度复配好的复合甜味剂的ES后,由下式计算出增效系数,对复合甜味剂进行甜度评价。

增效系数=复合甜味剂的ES÷每种甜味剂的理论甜度之和

Tomout等<sup>[4]</sup>为了对低热饮料中的果糖与糖精、APM或ACK的两种或三种混合物的甜度进行评价,采用等甜度法发现果糖有较高相对甜度,在低热饮料中采用含有果糖的复合甜味剂,只要加入2%~3%的蔗糖,就可达到传统蔗糖饮料的口感。

#### 1.4 复合甜味剂整体风味的评价

Matysiak和Noble<sup>[5]</sup>以APM、APM/ACK或蔗糖为橙味饮料的甜味剂,并对比了其甜味和果味与时间的关系,发现60%APM和40%ACK混合物的甜味和果味的持久性最接近于蔗糖,达到最高果味的时间比单用APM或蔗糖快。Lim等<sup>[6]</sup>研究了酥饼中的高甜复合甜味剂[APM/CYC(甜蜜素)、APM/CYC/SAC(糖精)、ACK/SAC、APM/SAC/ACK、ACK/APM、APM/SAC]及其甜味与时间的关系,发现所有复合甜味剂的时间与甜度关系与蔗糖相近。但应注意用时间强度关系来评价高甜复合甜味剂是不足的<sup>[6-8]</sup>,因为时间强度关系研究一般限于1或2个特性(这里指甜味和苦味),而描述性分析则重点在于产品的整体品尝风味描绘。Redlinge和Setser<sup>[9]</sup>采用了限制性的专业词汇(最初甜味、最高甜味、残留甜味、无甜后味)来描述与5%蔗糖溶液等甜度的甜味剂特性。Ayya和Lawless<sup>[8]</sup>研究了高甜复合甜味剂(蔗糖/APM、APM/ACK、SAC/APM、ACK/SAC),但报道的数据限于甜味、苦味及协同增效作用。后味(苦味、无甜味)作为大多数高甜甜味剂(BlendHis)的特性,对理解其复合甜味剂与蔗糖的区别很重要,但仅从感官信息角度(时间、强度与描述性分析)来评价高甜复合甜味剂还是不够的<sup>[9-10]</sup>。

为了更好地对高甜复合甜味剂(BlendHis)进行品尝风味描述,Hanger等人<sup>[12]</sup>提出了一种较全面的描述规则并将其与蔗糖进行比较。他们配制了与4%蔗糖溶液等甜度的各种单一或复合的甜味剂溶液。之所以选4%的蔗糖溶液是因有的报道说很难测定一些与高浓度下的蔗糖溶液等甜的甜味剂的浓度<sup>[12]</sup>。而此处需要比较单一甜味剂及它们的复合甜味剂的风味描述。10位事先经过培训的评定者(女性,35~50岁)通过5组定向/投票评定对甜味剂的风味和口感特性加以描述并投票。在定向评定时,评定者要对所有14种甜味剂溶液(用任意3位数编号)加以评价,用专业词汇描述。然后进行包括16种特性的小规模投票,

评定者要评价6种甜味剂溶液(重复3次)。以特性为主要因素的一次性方差分析决定哪些特性作最后的投票。适合的特性取决于那些评定者能明显判断的特性(可能的F值 $\leq 0.10$ )。最后在选票中列出13种特性,顺序如下:甜味、体积感、苦味、异味、口干感、喉咙刺激感、口中覆盖感、收敛性、1min时苦后味(bitter-AT)、1min时甜后味(Sweet-AT)、1min时异后味(off-flavor-AT)、2min时苦后味(bitter-AT2)和2min时收敛后味(AST-AT2)。

另外有对复合甜味剂进行综合评分法的研究<sup>[13]</sup>,筛选出综合性能较好的配方。综合指标涉及到增效系数、口感、透明度、等甜蔗糖甜度成本。增效系数采用等甜度法,口感采用感官测定法,透明度测定采用721分光光度计。根据各因素极差取权重,综合评分=0.5×增效系数+2×口感+1×透明度-2×等甜蔗糖甜度成本。

#### 1.5 电子舌和电子鼻在甜味剂评价中的应用

电子舌(electronic tongue)技术是20世纪80年代中期发展起来的一种分析、识别液体“味道”的新型检测手段。它主要由传感器阵列(sensor arrays)和模式识别系统组成,传感器阵列对液体试样作出响应并输出信号,信号经计算机系统进行处理和模式识别后,得到反映样品味觉特征的结果。这种技术也被称为味觉传感器(taste sensors)技术或人工味觉识别(artificial taste recognition)技术,与普通的化学分析方法相比,其不同在于传感器输出的并非样品成分的分析结果,而是一种与试样某些特性有关的信号模式(signal patterns),这些信号通过具有模式识别能力的计算机分析后,能得出对样品味觉特征的总体评价<sup>[14]</sup>。

目前某些传感器可实现对味觉的敏感,如pH计可用于酸度检测,导电计可用于咸度的检测,比重计或屈光度计可用于对甜度的检测。但这些传感器只能检测味觉物质的某种物理化学特性,并不能模拟实际生物味觉敏感功能,测量的物理化学参数要受到外界非味觉物质的影响;这些特性也不能反映味觉物质之间的关系,如协同和抑制效应等;另外,数字是精确的测量值与人类对外界事物的符号化的模糊式描述,如对甜味的描述“有点甜”、“较甜”、“很甜”、“甜的发腻”等等,不能统一。于是就提出了多通道阵列味觉传感器加上模式识别法的人工味觉系统,如日本的K.Hayashi等设计的多通道类脂膜味觉传感器。

味觉传感器的重点其实并不在于准确的检测出各组分的含量,而是要把涉及到成分相互作用的内在信

息翻译成诸如味觉强度和重量之类的概念。<sup>[15]</sup>

实现味觉传感器的一种有效的方法是使用类似于生物系统的材料作传感器的敏感膜。已有研究表明,当类脂薄膜的一侧与味觉物质接触时,膜两侧的电势将发生变化,从而对味觉物质产生响应,且可检测出各味觉物质之间的相互关系,并具有类似于生物味觉感受的相同方式,即具有仿生性。用类脂膜作为味觉物质换能器的味觉传感器能够以类似个人的味觉感受相同的方式检测出味觉物质。目前,从不同的机理看,味觉传感器大致有以下几种:多通道类脂膜传感器<sup>[16-19]</sup>、基于表面等离子体共振、表面光伏电压技术等。模式识别也有以下几种方法。由于神经网络比较接近人的味觉感受机理,所以最初人们用人工神经网络来模拟味觉感受。混沌识别是最新发展方向<sup>[20-22]</sup>,混沌是一种遵循一定非线性规律的随机运动,它对初始条件敏感,混沌识别具有很高的灵敏度,因此用混沌识别是可行的。

目前的传感器可以很容易的区分几种饮料,比如

咖啡,啤酒和离子饮料。有报道对 33 种不同品牌的啤酒利用电子舌技术进行评价,能够清楚的显示不同的味觉特征,同时样品不需要进行预处理,可以满足工业生产的需要。

使用味觉传感器的一大优点是不需要对食物进行任何预处理,把饮料倒入杯子里很快就可以测出味道来了,即使用味觉传感器可以测出味道随时间的变化。例如:有些复合甜味剂预达到蔗糖类似口味,我们可以根据电子舌进行测量,显示出得矩阵数据,来模仿蔗糖的风味或者是达到增强甜味的目的。

### 1.6 人为评定与味觉传感器的比较

人类的感官系统是一套极为复杂而且科学的化学感受器。人体口腔内的味感受体主要是味蕾,其次是自由神经末梢。味蕾通常由 40~60 个味细胞所组成,味细胞表面由蛋白质、脂质及少量的糖类、核酸和无机离子组成,不同的呈味物质与味细胞上不同的受体作用。在表 3 中总结了人为评定与味觉传感器的优缺点。

表 3 等甜度法与味觉传感器评价的优缺点分析

	优点	缺点
等甜度法	以人体为实验载体,灵敏度高,适于在实验室试验使用,灵活覆盖面广	存在人为因素的制约,重复性较差,语言描述不够准确,难以满足食品工业自动化生产趋势的要求
味觉传感器	具有可重复性,不需要对样品作预处理,可以满足食品工业自动化的大生产	实验设备较昂贵,需要有专业的技术理论作依托,要把涉及到成分相互作用的内在信息翻译成电子信号

## 2 结束语

目前,对甜味剂的开发利用逐渐升温,尤其是复合甜味剂的发展前景更好。而现在对甜味剂的评价主要还是依靠人为的评价,等甜度法依然存在着一人为干扰的因素。人工味觉系统的研究将会对甜味剂评价起到重要的作用。由于人类的味觉器官是非常复杂的,因此电子舌的应用还不能尽善尽美,但是可以和人为的评价方法相接结合,相辅相成,一定会是甜味剂的评价方法更加有说服力。

## 参考文献

- [1] Michael O Mahony .Food Technology,1991, (11): 128.
- [2] Cameron .A. I.Saccharin functionality and safety. Food Technology. 1987,4 (1) : 117-118.
- [3] 汪文陆、刘庆峰、李韶雄.AK 糖与其他甜味剂混合使用时甜度和风味的评价.食品科学 1994, (10): 9-12.
- [4] Ph Van Tomout, J Pelgroms,J Van Der Meeren. [J]. Food Sic, 1985, 50: 469.
- [5] Noble A C,Matysiak NL, Bonnans.Food Technol,1991,45:

121-124,126.

- [6] Mstsiak N L,Noble A C.Food Sci,1991,56:823.
- [7] Lim H, Seter C S, Kim S S. Food Sci,1989,54:625-628.
- [8] Ayya N,Lawless H T. Food Technol,1992,17:245-259.
- [9] Redling P A,Seter C S.Food Sci,1987,52:451.
- [10] Ott D B Edwards C L,Palmer T.Food Sci,1991,56:535.
- [11] Hanger L Y,Lotz A,Lepeniots S . Food Sci,1996,61:456.
- [12] Ketelsen S M,Keay C L,Wiet S G. Food Sci,1993,58:1418.
- [13] 黄南竹.复合甜味剂配方的研究[J].中国食品添加剂, 2004, (4): 26-28.
- [14] Legin A V, Rudnitskaya AM. The feature soft the electronic-tongue in comparison with the characteristics of the discrete ion-selective sensors [J]. Sensorsand Actuators B 1999, (58):466-468.
- [15] KiyoshiToko Tastesensor. Sensorsand Actuators B, 2000, 64: 205-215.
- [16] KANG Shirr Won, LEE Sur Mi, JANG SUr Won, KIM Sur Jin. Development of multichannel taste sensor using Evanescent filed absorption of the optical fiber[C]. Transducer'99, June1,p3.3. (下转第 82 页)