

表 5 特征远红外与普通热风烘干的干制品营养成分比较

蔬菜种类	营养成分	特征远红外(mg/100g)				普通热风烘干(mg/100g)			
		Vc	Ca	Fe	Zn	Vc	Ca	Fe	Zn
大葱	干	37.85	0.746	94.1	22.3	—	16	0.4	0.21
	鲜	4.49	0.061	8.66	1.72	25	46	0.8	0.25
菠菜	干	15.59	1.26	301.0	55.9	82	411	25.9	3.91
	鲜	8.69	0.139	39.4	6.04	49	13	2.4	1.59

2.2.2 特征远红外对浆果的干制效果

浆果类水果如葡萄、草莓等用特征远红外技术干制时若采用整果干制,干制效果不理想,若将草莓切片或丝则可以改善干制效果。但由于葡萄不可能进行切分,而其表面又有蜡质层,所以水分很难从浆果中散失。果蔬在干制后期干燥速度均十分缓慢,若此时能结合特征远红外干制,无论是在干制时间还是干制效果上均可得到改善,还能延长贮藏期及有效地防止产品的褐变。

2.3 结论

特征远红外技术是微波与远红外技术的有机结合。其光线穿透力强、能耗低、辐照均匀、干制时间短,不会引起物料物理结构的变化,能良好地保持物料的色、香、味。“特征远红外”装置的研制,在果蔬脱水干制方面无

疑是一项突破,它具有一定的创造性和实用性。通过实验发现,若将特征远红外设备的物料盘改为可转动式的,将会使光照更加均匀。

参考文献

- 1 孙建成. 脱水苹果的生产加工技术. 食品科学, 1994, 11, 29~32.
- 2 李里特. 远红外技术在食品加工中应用的原理和问题. 食品工业科技, 1990, 6, 3~7.
- 3 王俊等. 微波干燥黄桃及预处理对其影响的研究. 食品科学, 1996, 4, 39~42.
- 4 天津轻工业学院, 无锡轻工业学院合编. 食品工艺学(上册). 北京: 轻工业出版社, 1982.
- 5 王俊等. 香菇热风干燥工艺试验研究. 食品科学, 1994, 2, 37~39.
- 6 李业波. 国外果蔬脱水技术. 农牧与食品机械, 1993, 3, 39~42.

第四代合成甜味剂——安赛蜜

田丽铁 北京市化工研究院 100084

田年寿 国家国内贸易局食品检测研究所 100037

安赛蜜是目前世界上第四代合成甜味剂,它的甜度高,为蔗糖的 200 倍,无热量,无不良后味感,在人和动物体内不代谢、不积蓄,100% 以原形物质从尿中排出体外,是一个对人体十分安全的惰性物质。

在国外,安赛蜜用作食品中的甜料已有 16 年的历史,现在有 40 多个国家正式批准用

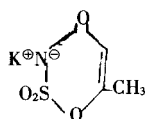
于各种食品、饮料、口腔卫生、化妆品以及在药剂上用作不良口感的掩蔽剂,应用面很广。

笔者从 1984 年开始研制安赛蜜,经过多年的努力研制成功后,并向我国卫生部门申报,在 1992 年 5 月,卫生部正式批准安赛蜜在国内用于食品、饮料等方面,成为我国首选

的新一代合成甜味剂。由于这是一个在国内鲜为人知的新品种, 本文将系统地介绍有关安赛蜜的知识, 供国内有关人士参考。

1 安赛蜜的来历

安赛蜜是商品名, 其化学名为 6-甲基-1, 2, 3-恶噻嗪-4(3H)-酮-2, 2-二氧化钾, 我国卫生部批准名为乙酰磺胺酸钾, 分子结构式为:



安赛蜜在 1967 年由德国 Hoechst 公司研究人员 Karl Clauss 在无意中发现, 当时他用丁炔与氟磺酰异腈酯反应时, 发现有甜味, 随即追查来源, 才发现刚才的反应生成物有强烈的甜味, 通过系统的研究、筛选, 最后选出甜味最好的安赛蜜。为了能把安赛蜜用在食品上, Hoechst 公司不惜投入大量的资金, 花了 15 年的时间, 按照国际食品添加剂的规定和要求, 进行了全面地和大范围地科学试验及应用考察, 得出结论: “安赛蜜对人体和动物无毒、无害。”

2 安赛蜜的理化性质

2.1 物理性质

安赛蜜为 6-甲基二氧恶噻嗪的钾盐, 白色结晶物质(单斜结晶形), 晶体结构经 X-射线绕射测定为 P2/C 级, 位于 C=C 平面上的 N 和 S 原子与相邻原子之间的距离分别为 0.0125nm 和 0.0433nm, N, S 之间的距离要比正常的单键距离短。

密度: 固体安赛蜜的密度为 $1.81\text{g}/\text{cm}^3$, 容积密度在 $1.1 \sim 1.3\text{kg}/\text{d m}^3$ 。

熔点: 安赛蜜没有明显的熔点, 加热到 200°C 以上就开始分解, 分解点决定于加热的速度。在通常测定熔点的条件下, 分解点为 225°C ; 其酸型 (ASH) 有明显的熔点 123.5°C 。

光吸收: 在紫外 227nm 范围内有最大吸

收峰, 消光系数 $= 1.0762 \times 10^4$ 。

溶解度: 易溶于水, 溶解度随温度升高而急速增加, 有利于制备储备液, 表 1 中列出不同温度下测出的溶解度的数据:

表 1 水中的溶解度

温度($^\circ\text{C}$)	溶解度(g/L)	温度($^\circ\text{C}$)	溶解度(g/L)
0	~150	40	~460
10	~210	50	~580
20	~270	60	~830
30	~360	70	~1300

安赛蜜在大多数有机溶剂中, 溶解度都很低, 详见表 2。

表 2 有机溶剂中的溶解度

溶 剂	温度($^\circ\text{C}$)	溶解度(g/L)
甲醇	20	~10
乙醇(无水)	20	~1
乙醇—水(80:20V/V)	23	~46
乙醇—水(60:40V/V)	23	~100
乙醇—水(40:60V/V)	23	~221
甘油(无水)	20	~30
甘油—水(80:20V/V)	20	~82
甘油—水(50:50V/V)	20	~162
丙酮	20	~0.8
冰醋酸	20	~130

当安赛蜜与大剂量甜味剂的糖浆合用时, 在这些糖浆中的溶解度很重要, 例如在山梨醇、果糖和葡萄糖—果糖糖浆中的溶解度要比平常混合应用时的配比所需用量要高得多。

表 3 在大剂量甜味剂糖浆中的溶解度

碳水化合物	干物质(% W/W)	溶解度(g/kg)
蔗糖	62.5	≥ 100
蔗糖/转化糖(1:1)	62.5	≥ 140
转化糖	62.5	≥ 160
果糖	50	~150
甘露醇	70	≥ 75

安赛蜜能溶在大部分甜味剂的糖浆中, 并与大部分甜味剂一道均匀地分布在食品或饮

料中。

虽然, 安赛蜜在无水乙醇中的溶解度很低, 不超过 1g/L, 但在乙醇中加入少量的水可大大提高溶解度, 所以安赛蜜溶在醇—水混合液中作调味品或口腔卫生产品, 不会发生溶解度问题。

2.2 化学性质

稳定性: 安赛蜜在食品制造或原料储存中经历不同温度和放置时间皆未发现显著的分解现象, 干燥的安赛蜜即使在 100℃ 的高温中存放 24h, 对其性质也无影响。

甜味剂在水溶液中的稳定性十分重要, 安赛蜜在水溶液中的稳定性取决于 pH 和温度, 在食品和饮料中的最佳 pH 范围为 3~7。

在正常情况下安赛蜜溶液的浓度差超过 5% 时, 就能尝出甜味的差异。如发觉甜味有差别时, 就可预计到 5% 的浓度差已开始产生了。pH 为 3 的产品在室温储存几年后, 其中的安赛蜜才有 5% 的损失, 这已大大地超过规定的储存期, 随着 pH 的升高, 货架期的稳定性也进一步改进。在 pH7.5 的缓冲液中, 室温中储存 10 年后, 安赛蜜含量仍为 99%, 这就证明存放 10 年的安赛蜜含量在统计上没有显著的损失。

表 4 不同 pH 缓冲液中安赛蜜的稳定性

温度 (℃)	储存时间 周	回收率 (%)	
		pH3.0	pH3.5
20	0	100	100
	15	98	98
	30	98	98
	50	95	99
	100	95	98
30	0	100	100
	16	97	100
	30	95	97
	40	92	98
	50	91	96

安赛蜜在温度升高时存放, 不会有什么变质影响, 如在 pH3、30℃ 连续放置一年, 安赛蜜的回收率仍在 90% 以上, 如 pH 值较高,

回收率会更高, 即使在 30℃ 存放一年后, 甜味的降低不大可能被感觉出来, 因此安赛蜜的稳定性不应是限制饮料货架期的因素, 这应由饮料的调味剂的稳定性决定, 表 4 列出在缓冲液中, 安赛蜜的分析数据。

表 5 不同 pH 缓冲液 100℃ 的稳定性

pH 值	半衰期
2.6	~ 20h
3.0	~ 52h
4.0	~ 15d
5.0	>50d
7.0	>50d

表 5 列出在 100℃, 不同 pH 水溶液中安赛蜜的半衰期值, 这些数据证明稳定性比通常加工时需要的稳定性要高得多。因此, 可以用巴氏和常规方法对安赛蜜溶液消毒。pH4 的安赛蜜水溶液在 120℃ 放置 1h, 没有检出任何分解产物, 完全与半衰期数值相符。

经过多次试验安赛蜜在烘焙中不会被破坏, 稳定性很好。用安赛蜜的饼干、小甜饼、馅儿饼和水果馅等都能在常规下烘焙, 即使炉温超过规定的温度, 小甜饼中的安赛蜜也没有损失。

很多研究证明安赛蜜不与食品中的任何成分或配料发生化学反应, 即使存放一段时间, 也没有任何变化。

大多数微生物对安赛蜜也无作用, 不会被这类微生物用去代谢, 只有某些放线菌如诺卡菌 (*Nocardia Sp*), 能够降解安赛蜜。

在极剧烈的条件下, 安赛蜜分解为丙酮、CO₂ 和 (NH₄)₂SO₄。这种条件在自然界中是不会有。

3 安赛蜜的安全性

从 1969 年开始, 安赛蜜就由几个国家法定的、有权威的卫生机关按法定程序进行安全性的全面检查。其中英国用 15 年时间做安全、生理、生化方面的实验, 并召开了 50 多次国际性学术研讨会, 审查和评议各种实验结

果;后又经 WHO/FAO 食品添加剂专家联合委员会(JECFA)的全面审查,在 1982 年 WHO 证明安赛蜜对人体确实无毒性,可用作食品中的甜味剂。

1982 年德国 Hoechst 公司在美国的子公司又将安赛蜜以“Sunett”的商品名,向美国 FDA 申请在美国生产和销售,经过 6 年的严格审查,在 1988 年 7 月, FDA 正式批准这一申请。截止目前,包括我国在内已有 40 多个国家正式批准作为甜味剂在食品中应用。

安赛蜜的理、化性质很稳定,体外模拟的生理试验中分子上不会引入 N-NO₂,在体内也不会引入 -NO₂,从毒理学的角度来看,在分解的条件下,除了生成丙酮、CO₂ 和氨基磺酸外,还可能生成痕量的乙酰乙酰胺,约几个 ppm,也可能产生在鼠身上是一个很弱的肝致癌物乙酰胺(CH₃CONH₂),但在 Ames 或其他试验中却无畸变的能力。

有关研究证明,乙酰乙酰胺不产生乙酰胺,因为乙酰乙酰胺不能代替巯基酶(thiolase)、β-羟基酰基-辅酶 A-去氧酶和 β-羟基丁酸去氧酶的天然底物,用乙酰乙酰胺在体内进行长期试验,从未发现有乙酰胺生成,由此可以说,安赛蜜按毒理学的最新方法检查,根本不会产生乙酰胺在 Ames 和其他短期试验也没有见到基因中毒现象。

急性毒性试验结果:用 Wistar 鼠测定 LD₅₀,范围确定在 6.9~8.0g/kg 体重,由此判断无毒。

亚急性毒性试验:在饮料中加入 10% 的安赛蜜饲喂动物,没有动物受到损伤。

慢性毒性试验:用 3 种不同的动物对安赛蜜进行常期慢性毒性试验:

大白鼠 终生期为两年以上,小白鼠为 1.5 年以上,纯种毕克狗(beagle dogs)为两年以上。

在上述动物连续饲喂 3% 安赛蜜饲料,未出现不良反应,其中有的实验,在胎儿期就用

大剂量安赛蜜进行试验,也未发现致癌作用。

遗传学毒理试验:

在 Ames 试验中(沙门氏试验菌种为 TA98、TA100、TA1535、TA1538)和哺乳动物细胞(中国仓鼠)的试验中,都未发现有遗传畸变现象。观察中国仓鼠染色体的畸变或用 45~4500 mg/kg 体重的剂量对小鼠的细胞核进行试验,都未见到畸变现象,另外小鼠的纤维细胞研究,也没有发现恶性变化,也不与 DNA 结合,对肝、胆也未产生不良影响,由此可见,安赛蜜对遗传不产生毒性作用。

生理代谢的试验:安赛蜜在鼠、狗、猪和人体内完全不被代谢,对人体不提供热量,服入后,约 1.5h, 80%~100% 被肠吸收,同时在 24h 内, 99% 以上从尿中排出体外,反复试验证明在体内无蓄积作用。

人体肠中的细菌对安赛蜜无作用,它既无抗菌性,也不促进生长;也未发现有代谢降解发生,故安赛蜜无蛀牙作用。

以上说明安赛蜜理、化性质十分稳定,对人体无毒害作用,在体内也不蓄积, 100% 排出体外;所以安赛蜜是现有合成甜味剂中的佼佼者,值得在国内工业化生产、推广使用,取代老的品种:糖精、甜蜜素。

参考文献

- 1 Roberts, R. M. Secendipity: Accidental Discoveries in Science. John Wiley: New York, 1989, 150~154.
- 2 G. W. Von Rymon Lipinski. The new intense sweetener Acesulfame - K. Food Chem, 1985, 16, 258~267.
- 3 Fran Labell. FDA grants approval of Acesulfame - K for dry products use. Food processing 1988, 10, 153~154.
- 4 Karl Clauss. Acesulfame - K, Ein neuer süßstoff. Leb. Unterforsch, 1976, 40, 38~40.
- 5 G. W. Von Rymon Lipinski. Acesulfame - K Eigenschaften und Anwendungs Möglichkeiten. Nahrung 1986, 61, 151.