

# “怡甜”——给食品企业更多市场机会

华南理工大学轻工与食品学院 郑建仙

## 一、怡甜——用于高糖食品的甜味改良

蔗糖是甜味之王，为食品工业的大宗原料之一，除提供纯正怡人的甜味刺激及 16.7kJ/g 的能量外，还给食品配料系统提供适宜的粘度、质构、色泽、体积和品质，并有一定的防腐抗菌特性和降低冰点作用。此外，蔗糖还可代替脂肪用于膨松食品，与其他甜味剂如低聚糖、糖醇比较，还具有低成本优势。因此虽然一些蔗糖替代品如填充型甜味剂、强力甜味剂已经出现，但是蔗糖仍然是目前公认的最佳营养性甜味剂。

蔗糖虽然有上述诸多特性，但要呈现甜味以外的性能，往往需要使糖分达到相当高的程度，这样一来，甜度就会过高，从而产生甜腻感、影响食欲，另外，糖太多也不利于其他风味的释放。目前，国内很多以蔗糖为防腐剂的食品如蜜饯、月饼等，都不同程度地存在着过甜的问题。如何在降低产品甜度的同时，又充分发挥蔗糖的其他功能特性（如增色、增香、分散、防腐、膨胀的作用等），是困扰食品业多年的难题。

甜度抑制剂的出现使“过甜”问题迎刃而解。甜味抑制剂是通过阻塞甜味受体，从而降低含糖食品的甜度的一类化合物。它们通常本身无味或几乎无味，但能改变感觉特别风味或味道的方式。甜度抑制剂可将蔗糖变成“不甜的糖”，又不影响其口感、风味及其他功能特性。因此，甜度抑制剂在食品工业中的应用前景十分广泛。目前，它们在国外已有一些应用，但在国内尚属空白。

甜味抑制剂主要有三萜烯糖苷化合物，已发现三种来源于植物的天然三萜烯糖苷具有明显的甜味抑制效果。森林匙羹藤酸（Glymnemic acid）是齐墩果烷型糖苷配基的酰化葡萄糖苷酸衍生混合物，存在于萝藦科（Asclepiadaceae）植物 *Gymnema sylvestre* R. Br. 的叶子中。另一种三萜烯糖苷是 Ziziphin，存在于鼠李科（Rhamnaceae）植物大枣（*Ziziphus jujuba* P.Miller）中。Hodulcin 存在于鼠李科植物北枳椇（*Hoveni dulcis* Thumb）的叶子中，也属于三萜烯糖苷。这三类糖苷的结构相似，主要不同表现在糖苷配基上，因此可

用类似的提取精制方法制备。

另一种甜味抑制剂是 2-(4-甲氧基苯氧基)丙酸钠。它最早发明于美国，在 1985 年，美国多米诺公司成功发明了此项技术，其产品名称为：Lactisole。美国专利号：4992279。在 1991 年，Lactisole 获得美国食品及药物管理局（FDA）批准，可应用在烘焙食品、小吃食品和糖果等 23 种不同的食品中。Lactisole 也通过了 FEMA 安全地位的认可，在添加剂中称为“天然等同香料”。中华人民共和国食品添加剂国家标准 GB2760—2007 中，也将 2-(4-甲氧基苯氧基)丙酸钠列在“天然等同香料”中。

早在 2005 年，华南理工大学就成功研制出这类能降低甜度的食品添加剂，并就其生产技术和应用技术共申请 9 项中国发明专利（专利号为 ZL 200510101321.1，201010527359.6, 201010527351.X, 201010527354.3.....），其整体技术水平领先于全球。该产品已列入中国食品添加剂国家标准 GB2760-2007 中。目前在全世界，只有两家真正拥有此核心技术，除华南理工大学外，另一家是美国多米诺公司。

华南理工大学关于此类产品共获得 9 项中国发明专利，其中有关甜味抑制剂生产技术专利四项，应用技术专利 5 项。其中 4 项生产技术专利分别为：

200510101321.1 天然甜味抑制剂三萜烯糖苷及其提取方法和应用

201010527359.6 从咖啡果中分离 2-（4-甲氧基苯氧基）丙酸的工业化方法

201010527351.X 利用细胞工程法生产 2-（4-甲氧基苯氧基）丙酸的工业化方法

201010527354.3 相转移法合成 2-（4-甲氧基苯氧基）丙酸的工业化方法

五项应用技术专利分别涉及甜味抑制剂在月饼馅料、糖果、巧克力、肉制品、速冻品等产品中的应用，其专利号或申请号分别为：201010522584.0， 201010527193.8，201010522596.3, 201010522592.5, 201010182702.8.....。

怡甜，是华南理工大学出品的第二代甜味抑制剂的商品名和商标。怡甜为白色或类白色粉末，无味；易溶于水，易吸潮，耐热性好、对光稳定且不易被空气所氧化，在弱酸性、中性或碱性环境中稳定性良好。

## 二. 怡甜对甜味的抑制作用及其食用安全性

怡甜的甜味抑制效果非常明显，它能有效抑制单双糖（如果糖、葡萄糖、蔗糖），糖醇（如甘露醇、山梨糖醇），糖苷（如甜菊糖），二肽衍生物（如阿斯巴甜、阿力甜），人工甜味剂（如安赛蜜、糖精钠、甜蜜素）等各类甜味剂的甜度。这里仅举例它对蔗糖、结晶果糖、阿斯巴甜的甜味抑制效果。

选定 20 名味觉良好的受试者，试验用的甜味剂为蔗糖、结晶果糖、阿斯巴甜三种，浓度分别为 20%、10%、0.1%，不加怡甜时的甜度均设为 100。向上述试验样中加入不同量的怡甜（50、100、150、200mg/kg），混匀后，受试者品尝并得出各样品相当于参照样甜度的分数。用甜度分数的平均值来评定抑制效果，结果见图 1。在品尝任意两个样品或参照样之间，都用蒸馏水漱口，以保证不被前一次残留的味感干扰。

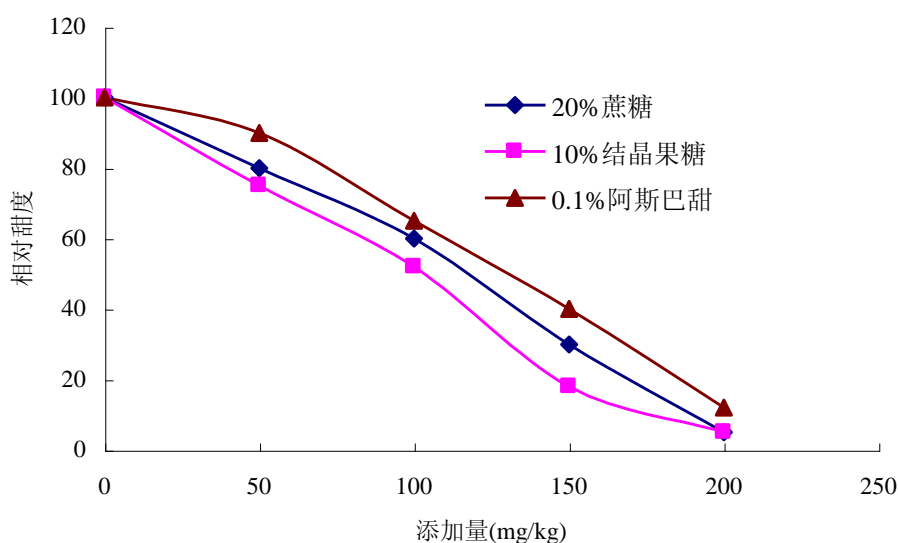


图1 怡甜对甜味物质的甜度抑制作用

由图 1 可知，怡甜对蔗糖、结晶果糖、阿斯巴甜均有很好的甜度抑制作用。用量为 100mg/kg 时，即可使上述甜味剂的甜度至 60% 左右；用量为 200mg/kg 时，甜度降至 10% 左右。怡甜对甜味的抑制不仅具有广泛性和高效性，而且不会引入任何杂味。

天然怡甜的原料均源于天然可食植物。森林匙羹藤作为印度传统的草药，其叶、根

均可入药，在印度使用已有 2000 多年的历史了；在日本作为保健食品的原料使用也已有 10 余年时间。北枳椇在我国作为药用植物已经有几千年的历史，其根、枝、叶、果实、种子均可入药，且几乎无毒性。枣树除了果实可食外，其他部分如叶、种子，乃至皮、根、枝等皆可入药，且均性温或性平、无毒。酸枣仁是祖国医学常用的宁心安神药，酸枣树的叶、果实、根等民间多用。因此以天然植物为原料的怡甜的安全性是毋庸置疑的。对于合成法生产的甜味抑制剂，只要纯度足够，不含不可食用杂质，符合国际标准，也可认定是安全的。

对于甜味抑制剂，在美国被 FDA 批准允许用来抑制产品中过高的甜度，被认为是“公认安全物质”（GRAS）。美国调味品及香料生产厂商协会(FEMA) 允许其在 21 类食品中使用，表 1。

**表 1 在美国被允许使用的食品种类**

编号	名称	通常用量 (mg/kg)	最大用量 (mg/kg)
01	焙烤食品	100	150
02	早餐谷物食品	100	150
03	其它谷物食品	70	100
04	干酪	50	80
05	冷冻乳制品	100	150
06	加工果品	50	80
07	水果冰淇淋	75	125
08	肉制品	70	100
09	加工蔬菜	50	80
10	辛辣料和调味品	100	150
11	软糖	100	150
12	糖果蜜饯/糖霜	70	100
13	果酱、果冻、肉冻	85	135
14	甜酱	90	145
15	明胶和布丁	85	135
16	点心	100	150
17	软饮料	80	130
18	烧卤	90	140
19	仿制乳制品	80	130
20	硬糖	100	150
21	餐用调味料和食用香料	100	150

生理代谢试验表明：甜味抑制剂在体内能被迅速吸收且在短时间毫无改变的完全排出，基本不在体内残留。急性毒理试验表明：LD50 大于 5000mg/kg 体重，可认定为实际无毒。短期和基因毒理试验表明，甜味抑制剂无任何致组织病理变化和致基因毒性作用。

华南理工大学出品的第二代甜味抑制剂，已被中华人民共和国国家质量检验检疫总局批准生产，其核发的全国工业产品生产许可证为：QS41-30100-00469。据国家质检总局2010年12月7日颁发的第137号公告表明，自2011年3月1日起，凡生产、销售和使用未获得食品添加剂生产许可证产品的行为，均属违法行为。

### 三、怡甜在食品工业中的应用

经国家质检总局批准生产的甜味抑制剂怡甜，它能够有效抑制甜味，可广泛应用于月饼馅料、糖果、巧克力、果酱、冰淇淋等高糖食品中，起到降低甜度、改良口感、提高品质、优化成本的作用。其性质和应用方法如下：

性 状：白色或灰白色粉末，有一定的吸潮性。

储存条件：通风干燥的室温下储存，冷藏条件更好。

保质期：36 个月

使用量：万分之 1~2（典型值 1.6），即每 10 吨产品添加 1~2 公斤（典型值 1.6 公斤）甜味抑制剂或其水溶液。

使用方法：

1. 对于可以加水的产品，例如月饼、果酱、冰淇淋、糖浆等：

将定量的甜味抑制剂粉末溶解于水中，加水量掌握在甜味抑制剂质量的 40~50 倍，直接混合入产品配料中，继续本产品后续的生产即可。

对于月饼，则在馅料生产中期（例如起锅前 50~60 分钟）加入，然后继续铲至馅料符合要求为止。务必保证甜味抑制剂能均匀分散在馅料中。

例如：设定添加量为万分之 1.6，则每 100 公斤馅料需要添加 16 克的甜味抑制剂粉

末，可用 700~1000 克（或毫升）水溶解后加入。

2. 对于不能加水的产品，例如巧克力、部分糖果、奶油涂层等：

将甜味抑制剂粉末直接混合入产品配料中即可，但一定要混合均匀。因为甜味抑制剂的使用量极少，建议使用多步骤逐级混合技术，以达到均匀分布，就象往巧克力产品中添加色素、香精一样的方法加入。

3. 如果和白糖直接混合，添加量掌握在白糖质量的万分之 6~7 左右，即 10 吨白糖加 6~7 公斤甜味抑制剂，混合均匀即可。

注意事项：

1. 均匀分布，是使用甜味抑制剂的关键，一定要确保和其他配料混合均匀。

2. 加水的目的在于扩大甜味抑制剂的体积，以确保能在产品中均匀分布，具体加水量可根据产品实际情况随意增减，对甜味抑制剂的作用本身没有任何影响。

3. 各单位可根据各自产品的具体要求，通过增减甜味抑制剂使用量而随意调节产品甜度，达到最佳的口感效果。

4. 使用甜味抑制剂的好处：①降低甜度，改良口感；②降低成本。

甜味抑制剂不仅能降低甜度、增强风味，而且能使蔗糖充分发挥其功能特性，因此它们在含糖食品中的应用前景很广。怡甜作为一种优良的甜味抑制剂已成功应用于月饼、糖果、巧克力、冰淇淋等各类食品中，如表 2 所示。

表2 怡甜在食品中的典型应用

食品种类	推荐用量 (mg/kg)	抑甜效果 (%)	应用举例
月饼	50~150	20~80	甜味月饼、咸味月饼、辣味月饼
糖果	80~120	30~50	果味硬糖、奶糖、软糖
巧克力	50~100	20~40	可可巧克力、奶油巧克力
冷冻甜品	40~60	15~25	冰淇淋、雪糕、冰棍
低脂肪产品	50~80	20~30	低脂肪甜品、调味料、饼干、肉制品
蜜饯、果脯	20~50	10~20	糖渍蜜饯、返砂蜜饯、各种果脯
饮料	5~30	0~10	果汁饮料、乳饮料、运动饮料

### （一）月饼

月饼作为我国的传统佳节食品，深受消费者喜爱。但目前月饼特别是广式月饼口感上最突出的问题还是“太甜太腻”。传统广式月饼的馅料用糖量在 53%左右，最高达 60%。月饼馅料新标准实施后，用糖量有所下降，但仍然在 40%以上，因为糖是月饼组织结构及防腐的重要成分。使用微量的甜味抑制剂即可使甜度迅速下降，不引进杂味同时不掩盖月饼的原有风味。因此甜味抑制剂可广泛应用于莲蓉月饼、枣泥月饼、伍仁月饼、豆沙月饼、果蔬月饼等甜味月饼。含甜味抑制剂的纯莲蓉月饼饼馅的配方如表 3 所示。

**表 3 含甜味抑制剂的纯莲蓉月饼饼馅配方**

配料	用量/%
白莲蓉	35.8
砂糖	44.5
花生油	11.5
猪油	8.2
怡甜	150mg/kg

除了低甜度月饼外，怡甜还可以用来开发咸味月饼、辣味月饼，如鲍鱼鱼翅月饼、香辣牛肉月饼、猪肉松月饼、火腿月饼等等。

## （二）糖果

糖果特别是果味硬糖、奶糖等，含糖量普遍高，加甜味抑制剂可使甜度适当下降，并使水果味或奶味更浓。表 4 为含甜味抑制剂的柠檬味硬糖配方。

**表 4 含甜味抑制剂的柠檬味硬糖配方**

配料	用量/%
白砂糖	51.6
淀粉糖浆	32.8
水	14.8
柠檬酸	0.65
柠檬黄色素	0.05
柠檬香精	0.1
怡甜	200mg/kg

## （三）巧克力

巧克力制品中含糖量也很高，甜度抑制剂在控制甜度的同时，可以改良香味的传递，使口感更加清爽、可口，巧克力香味和奶味浓郁、纯正。含甜味抑制剂的巧克力配方见表 5。

**表5 含甜味抑制剂的巧克力配方**

配料	可可巧克力/%	牛奶巧克力/%
可可浆	43	10
白砂糖	45	40
子仁浆	3	3
全脂乳粉	—	26
可可奶油	8	20
卵磷脂	0.6	0.6
食用香精	0.4	0.4
怡甜	120mg/kg	120mg/kg

#### （四）冰淇淋

冰淇淋混合料中通常含 10%~18%的砂糖，糖不仅赋予甜味，还可降低冰淇淋的冰点，高含糖量能保证食品组织细腻、柔软。但这类食品往往过甜，加入甜度抑制剂在降低甜度的同时，使其口感细腻、柔软、清爽，风味更加浓郁。表 6 列举了含甜味抑制剂的冰淇淋配方。

**表6 含甜味抑制剂的冰淇淋配方**

配料	用量/%
白砂糖	16
全蛋	10
奶粉	5
水	67
淀粉	1.6
明胶或琼脂	0.3
香草香精	0.1
怡甜	90mg/kg

#### （五）低脂肪产品



甜度抑制剂最引人注意的用途之一是在食品的配方中以糖作为疏松剂或脂肪替代品的时候，用糖取代脂肪会改变食品的质地、风味，但在加入糖的同时添加甜度抑制剂，对于酪馅、低脂肪甜品、色拉调味料、脆皮松饼、小甜饼、薄脆饼干及加工肉制品都非常有益。

#### 四、应用实例——解决月饼馅料太甜太腻的千古难题

月饼是我国人民的传统食品，具有浓厚的节日气氛，至今已有上千年的历史。但传统月饼属于高糖高油产品，含糖量高达 35%~ 55%，含油 20%左右。现代消费者日益渴望健康与长寿，消费习惯已日趋清淡化，再也无法忍受太过甜腻的传统广式月饼了。

减少糖的使用量，是否就可以圆满解决这个问题呢？

问题远没有这么简单。

首先，我们看看糖对月饼的重要作用：

1. 高效的防腐保鲜。足够数量的糖具有很好的防腐保鲜性能，能确保月饼在没有防腐剂的作用下不会变质，保持良好的新鲜度。

2. 细腻润滑的口感特性。几千年来，中国人已经接受了使用糖的传统月饼所特有的细腻润滑的口感特性。如果单纯减少用糖量，势必造成月饼口感的异样，给人一种不够纯正的感觉。

3. 质构和体积。糖的使用形成了月饼的体积和质量，尤其是水果馅月饼，如果没有足够数量的糖，水果馅料月饼经烘烤后很容易塌馅。

4. 风味物质的载体，使得传统月饼具有浓郁的特有风味。

5. 低成本。同体积前提下糖的成本比莲子、水果低，减少糖的用来势必造成馅料成本的提高。

因此看来，糖对月饼馅料非常重要。简单减少糖的使用量，月饼的甜度确实降低了，但同时会带来一系列严重的问题：

1. 馅料的防腐保鲜性能大大降低，这样的月饼特别容易变质，对人体健康造成潜在

的危害。这是非常严重的问题，因为食品安全性是食品工业的头等大事，事关中国人民的身心健康。

馅料没有粘性，质构恶化，馅料显得松散。

这真是一个左右难两全的问题！也是个长期困扰月饼业的一大技术难题，一直没有得到很好的解决。

绝大多数的消费者，都认为现在的月饼太甜了，太腻了！怎么办呢？

随着科学技术的发展，这个长期困扰业内的老大难问题，已经得到了圆满的解决。解决问题有两套方案：

第一套方案比较简单。不需改变配方，不需减少糖的使用量，完全保留糖对月饼的所有作用。而只需要添加万分之 1.2~ 2.0 浓度的怡甜甜味抑制剂，就可以把太甜太腻的月饼甜度降低至人们乐于接受的适宜甜度为止！

该产品推荐使用量为万分之 1.2~ 2.0，即每 10 吨馅料仅需配合使用 1.2~ 2.0kg。具体使用时，将定量的怡甜粉末分散或溶解于水中，加水量掌握在怡甜质量的 40~50 倍，在馅料生产后期（例如起锅前 30~ 35 分钟）加入，然后继续铲至馅料符合要求为止，务必确保怡甜均匀分散在馅料中。

例如：设定添加量为万分之 1.6，则每 100 公斤馅料需要添加 16 克的怡甜®粉末，可用 700~ 1000 克（或毫升）水均匀分散后加入。

当添加量达到万分之 5~ 5.5 左右，馅料的甜味将被完全抑制。也就是说，虽然此时馅料中含有 40%左右的糖分，但口感品尝起来感觉不到甜味。这样，就可以把馅料做成咸味、辣味等。

这套方案比较简单，成本的少量增加也完全可以接受，不需对原有生产配方和工艺作任何调整，不失是目前解决月饼太甜这个老大难问题的首选方案。

这种方案只解决月饼的口感问题，其中固有的含糖量并没有变化，因此保留了糖对月饼的所有作用，包括防腐保鲜、细腻润滑的口感特性等。

第二套方案比较复杂。它是使用低甜度的蔗糖替代品来代替蔗糖，可使用的蔗糖替

代品主要有：

多元糖醇，例如木糖醇、山梨醇、麦芽糖醇、乳糖醇、异麦芽糖醇……

低聚糖，例如低聚异麦芽糖、低聚果糖……

水溶性膳食纤维，例如菊粉（Inulin）、葡聚糖（Polydextrose）……

这套解决方案，其实就是开发无糖月饼。由于蔗糖替代品的物化性质与蔗糖有明显差异，因此开发这类产品经常遇到的技术难题包括：

1. 甜味特性问题。蔗糖替代品的甜味特性与蔗糖有较明显的区别，有的甚至还带来明显的苦涩味，不易让人接受。

2. 口感细腻度问题。馅料变得粗糙，没有传统月饼所特有的细腻润滑的口感特性。

3. 粘度问题。由于糖醇的粘度普遍较蔗糖低，因此做出的月饼馅料显得松散，需配合增稠剂加以解决。

4. 防腐问题。糖醇、低聚糖大多很容易吸潮，因此制出的月饼也容易吸潮，引起水分增加，霉菌易染性大大增强，易导致月饼长霉变质，缩短月饼保鲜期。

5. 肠道耐受性问题。糖醇、低聚糖和膳食纤维都属于人体不消化吸收的配料，过多摄入易引起肠道渗透性腹泻，故不宜过多摄入。

6. 成本问题。大多数糖醇、低聚糖和膳食纤维都比蔗糖贵多了，这样会引起月饼成本的大幅度提高。虽然也有较便宜的配料，如山梨醇，但带有比较明显的苦涩味，且极易引起腹泻。

上述技术问题，通过配方改良和工艺参数调整，是可以做出与传统月饼性能几乎一样的高品质无糖月饼。

无糖月饼的优点在于：真正减少了糖的使用量，符合当今“低糖低热量”的消费趋势，还可供糖尿病人食用，符合食品工业的发展趋势。缺点在于：技术难度较大，成本高，短期内难以大面积推广。

## 五、应用于巧克力中降低生产成本

推荐使用量万分之 1.5，甜度可降至原来的 60%—70%左右。因为怡甜可明显降低甜度，因此可在原有配方基础上适当增加糖的用量，这样就可以降低生产成本。

据计算，只要在原巧克力配方基础上多增加 3%的用糖量，就可以抵消因使用怡甜而增加的成本，也就是说总成本持平。如在此基础上进一步增加用糖量，就可降低巧克力的总成本。

怡甜用在巧克力中，不需要加水，只需直接混合即可，但一定要混合均匀。因为怡甜的使用量极少，建议使用多步骤逐级混合技术，以达到均匀分布，就象往巧克力产品中添加色素、香精一样的方法加入。

务必注意：一定要确保怡甜在巧克力产品中的均匀分布。使用怡甜的好处：①降低甜度，改良口感；②降低成本。

## 六、应用实例——开发新型健康肉制品

通过怡甜甜味抑制剂的神奇作用，华南理工大学业已开发出两类崭新的高科技食品原料：

1. 无甜味蔗糖浆，或极低甜味蔗糖浆
2. 无甜味低聚糖浆，或极低甜味低聚糖浆

这两类高科技原料，具有下列特性：

1. 天然的防腐抑菌作用；
2. 细腻润滑的口感特性；
3. 优良的保水性；
4. 优良的膨胀赋形特性，良好的弹性；
5. 增稠性，粘结力；
6. 增香性；
7. 增色性（通过与肉类蛋白质发生美拉德反应生成天然色泽）；
8. 低成本；

9. 无甜味低聚糖浆，还有调节肠道菌群、改善微生态系统，提高机体免疫力，促进钙的吸收等多种生物功效。

肉制品是极受大众欢迎的大宗产品，目前主要的问题有：

1. 为防腐需要而添加山梨酸钾；
2. 为发色需要而添加亚硝酸盐；
3. 为保水需要添加磷酸盐；
4. 经代谢后最终在大肠内会诱导产生一些有毒成分，给人一种不安全的感觉；
5. 缺乏膳食纤维。

通过在火腿肠之类肉制品中配合使用无甜味蔗糖浆（20%或以上），可起到如下的效果：

1. 不再需要使用山梨酸钾之类的防腐剂，因为糖浆本身就是一种最好的天然防腐物质。
2. 不再（或减少）为护色而加入的亚硝酸盐，因为糖与肉类蛋白质在高温杀菌过程中会发生美拉德反应，产生良好的天然色泽和风味。
3. 不再（或减少）使用磷酸盐，因为糖浆本身就具有很好的保水性。
4. 改善火腿肠之类产品的口感特性，使之具有脆性、弹性、细腻润滑等特性。
5. 低成本。

如果配合使用无甜味低聚糖浆，还可额外起到如下的生物功效：

1. 是一种优质膳食纤维。
2. 调节微生态系统，正好对抗肉制品可能会在肠内产生的毒副作用，使火腿肠之类肉制品真正成为健康安全的大众食品。
3. 发挥低聚糖其它方面的生理功效，如提高免疫力、润畅通便（适合老年人）、促进钙的吸收.....

由此可见，如能在火腿肠之类肉类加工制品中科学使用无甜味蔗糖浆和/或无甜味低聚糖浆，将引导肉类加工业一场新的技术革命！