

# 富含低聚异麦芽糖的酥心糖研制及其对肠道菌群增殖研究

于立梅, 白卫东, 冯卫华, 汪薇

(仲恺农业工程学院轻工与食品学院, 广东广州 510225)

**摘要:** 本文在酥心糖工艺基础上, 在配方中添加低聚异麦芽糖来降低酥心糖的热值, 并以肠道益生菌的增殖和抗氧化活性为评价指标, 开发具有调节肠道菌群平衡的“双歧”功能酥心糖。结果表明酥心糖的工艺条件为: 熬糖温度 140 °C, 油籽酱温度 55 °C。糖坯温度为 75 °C。加水量为白砂糖的 35%, 添加砂糖 60% 的低聚异麦芽糖不仅满足生产工艺条件, 且从营养和功能方面有了改善, 对双歧杆菌和乳酸杆菌的增殖比对照分别增加了 55.2%, 33.6%。内源抗氧化稳态表明: 添加的低聚异麦芽糖不会影响芝麻酥心糖内源抗氧化体系。

**关键词:** 低聚异麦芽糖; 酥心糖; 肠道菌群

文章编号: 1673-9078(2012)10-1340-1344

## Preparation of Crisp Candy Rich in Oligo-ismaltose and its Effect on Proliferation Intestinal Flora

YU Li-mei, BAI Wei-dong, FENG Wei-hua, Wang wei

(College of Light Industry and Food Science, Zhongkai University of Agricultural and Engineering, Guangzhou 510225, China)

**Abstract:** Based on process of sesame satinettes, a bifidus candy with adjusting the intestinal flora balance was developed by adding functional materials to sesame satinettes to reduce the calorific value and improve candy nutritional value. The proliferation of Intestine Probiotic and antioxidant activity were used as assessment criteria. The results showed that process conditions of crunchy candy were: boiling sugar temperature 140 °C, oil sauce temperature 55 °C, sugar billet temperature 75 °C, water content 35%. and oligo-ismaltose dosage 60%. Under these process conditions, the product showed improved nutrition and health functions. Compared with the control, their proliferation effect on *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* were increased by 55.2% and 33.6%, respectively. Adding oligo-ismaltose showed little effect on endogenous antioxidant system of sesame crisp candy.

**Key words:** candy; oligo-ismaltose; intestinal flora

糖果业是中国食品工业快速发展的行业之一, 成为亚洲地区乃至全世界重要的糖果市场。近年来, 随着糖果消费需求的变化, 传统的糖果已不能完全满足市场的需求, 产品形式的多样化、营养化与功能化已成为一种发展趋势。“恐糖症”给糖果行业造成尴尬局面的同时, 也为低聚、无糖糖果的发展提供了良机。目前中国开发的功能性糖果很少, 一般具有止咳、润喉作用的梨膏糖、润喉糖、薄荷清凉糖等<sup>[1,2]</sup>。

低聚异麦芽糖是以精制玉米淀粉为原料, 经过特殊酶的作用而制成的。低聚异麦芽糖具有纯正良好的甜味口感, 无异味, 其甜度相当于蔗糖的50%, 能充

分满足人们对甜味的需求。由于人体没有分解低聚异麦芽糖的酶系统, 因此其很难被人体消化吸收, 不会造成肥胖、高血压、糖尿病、高血糖等严重后果。低聚异麦芽糖是一种功能性糖, 它能够直接进入肠道被肠道内的有益菌—双歧杆菌利用, 从而有效地抑制肠道内腐败菌的生长, 减轻了肝脏负担, 被誉为“肠道清洁剂”, 维持体内微生态平衡, 提高免疫功能, 促进人体健康<sup>[3]</sup>。因此本文把低聚异麦芽糖应用到酥心糖加工中, 来降低酥心糖的热值, 改善酥心糖的营养价值, 为系列功能酥心糖研制开发提供理论指导。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料与仪器

白砂糖, 双桥牌淀粉糖浆, 芝麻, 低聚异麦芽糖;

收稿日期: 2012-02-60

基金项目: 粤港招标项目 (2009A020700002)

作者简介: 于立梅(1973-), 女, 博士, 副教授

均为市售食品级,1,1-二苯基-2-苦苯肼自由基(DPPH):购自美国Sigma公司,试剂均为分析纯。双歧杆菌,乳酸杆菌:由仲恺农业工程学院微生物实验室提供。

## 1.2 主要仪器设备

电热鼓风干燥箱:CS101-1E,重庆四达实验仪器有限公司;紫外可见分光光度计:DU-730型,日本岛津分析仪器厂;恒温水浴锅:DK-XY,广东环凯微生物科技有限公司;电热恒温培养箱:DPH-90系列,上海索谱仪器有限公司;调速振荡器:HY-Z型,常州国华电器有限公司

## 1.3 试验方法

### 1.3.1 酥心糖基本配方

原料基本配方(100 kg产品),白砂糖50 kg,双桥牌淀粉糖浆20 kg,油籽酱25 kg,可可粉、奶油、香兰素适量。

### 1.3.2 酥心糖的工艺流程

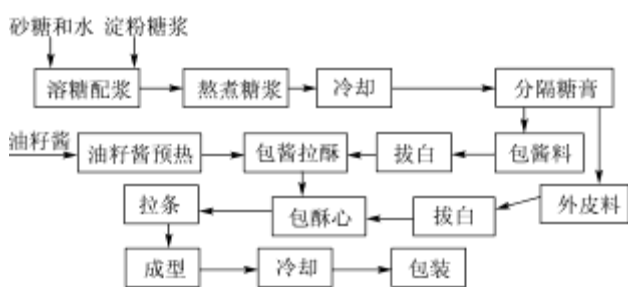


图1 酥心糖的工艺流程

Fig.1 Processes of sesame crisp candy

### 1.3.3 操作要点

1) 溶糖配浆:先将水加热并加入定量的淀粉糖浆,搅匀并加热至80℃左右,在基本配方基础上,使用不同比例低聚异麦芽糖(20%~80%)替代砂糖,搅拌加热到沸腾并保持5 min左右,使糖完全溶化。

2) 熬煮糖浆:采用常压熬煮方式熬煮糖浆,溶化后的糖浆含水量在20%以上,要使糖液达到糖体规定的浓度,就必须脱除糖液中残留的绝大部分水分,通过不断加热,蒸发水分直至最后将糖液浓缩至规定的浓度。

3) 油籽酱预热:油籽酱预热的目的是为了便于拉酥和不致因酱温低而降低糖坯温度使糖坯变硬而不便成型,但酱温切不可过高,以防止在包酱拉酥时把糖坯烫化,不便拉酥。

4) 拔白:对硬糖坯要进行拔白处理把大量空气裹夹到糖坯中去,使糖坯比重减小,内部组织酥松并使硬糖坯变成不透明的白色以遮挡酥心糖内油籽酱的颜色,同时硬糖坯的拔白处理,增加了糖坯的弹性,从而有利于酥心糖的成型。

5) 包酱拉酥:先将上述加热处理好的油籽酱倒在

熬好的糖胚中间,折起糖胚对捏边缘将酱包严。然后反复均匀的拉长,进行对折,注意不要造成破皮。最后折成一定长度备用。

6) 包酥成型:适当的调节皮料和酥料的长度,用皮料将酥料包卷好,并将包缝和两端处理好,去除无酥的部分,滚压成型,切分成均等的小块酥糖。

7) 包装:冷却后用糖果专用蜡纸或透明玻璃纸包裹,即为香酥可口的酥心糖。

### 1.3.4 富含低聚异麦芽糖的酥心糖感官评价

由5人组成感官评定小组,每位感官评定员随机抽取不同阶段的酥心糖,感官评价主要从熬糖时间(10分)、色泽(10分)、味道(20分)、口感(40分)、形态(20)等方面评价,并且从外皮和夹心包合均匀,厚薄一致,形态完整,不得有破碎和裂缝等现象评价,入口应甜润香酥,无异味。最后将评分结果取平均值。

### 1.3.5 富含功能材料的酥心糖对双歧杆菌和乳酸杆菌增殖研究

采用光电比浊法<sup>[4]</sup>。

原理:细菌培养物在生长过程中,由于原生质含量的增加,会引起培养物混浊度的增高。细菌悬液的混浊度和透光度成反比、与光密度成正比,透光度或光密度可借助光电比浊计精确测出,因此可用光电比浊计测定细胞悬液的光密度(OD值),表示该菌在特定实验条件下的细菌相对数目,进而反映出其相对生长量。

分别用5 mL无菌移液管吸取2.5 mL双歧杆菌(乳酸杆菌)过夜培养液(培养10~12 h)转入盛有50 mL液体肉汤培养基与5 mL的样品液混合物的三角瓶内,混合均匀后分别取5 mL混合液转入标记好的无菌试管中。将已接种的试管置于培养箱37℃,分别培养0、2、4、6、8、10、12和24 h,将标有相应的试管取出,用未接种的MRS肉汤液体培养基做空白调零,选用600 nm波长进行测定。

### 1.3.6 低聚异麦芽糖对酥心糖体系内源抗氧化性的影响

DPPH 自由基清除法[1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical 2,2-Diphenyl-1-(2,4,6-trinitrophenyl)hydrazyl)], DPPH 自由基是含有一个单电子、稳定的发色自由基,常被用来测定抗氧化物质的自由基清除能力。反应液的吸光值越低,清除 DPPH 自由基的能力越强,抗氧化活性越高<sup>[5]</sup>。

吸取1 mL待测溶液,加入0.2 mM DPPH溶液(以无水乙醇作溶剂)2.0 mL,摇匀,放置30 min。以乙醇调零,测定517 nm处的吸光值 $A_{\text{样品}}$ 。同时,测定样品溶液1.0 mL与乙醇2.0 mL混合液在517 nm处的吸光度 $A_{\text{对}}$

照,再测定2.0 mL DPPH溶液与1.0 mL 70%乙醇溶液在517 nm处的吸光值 $A_{空白}$ 。同一测定重复三次。

$$\text{抑制率} = [1 - (A_{\text{样品}} - A_{\text{对照}}) / A_{\text{空白}}] \times 100\%$$

### 1.4 数据统计与分析

每个试验均重复3次,应用EXCEL软件和SPSS软件对所有数据进行分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 影响酥心糖品质的加工因素

#### 2.1.1 熬糖加水量对酥心糖的影响

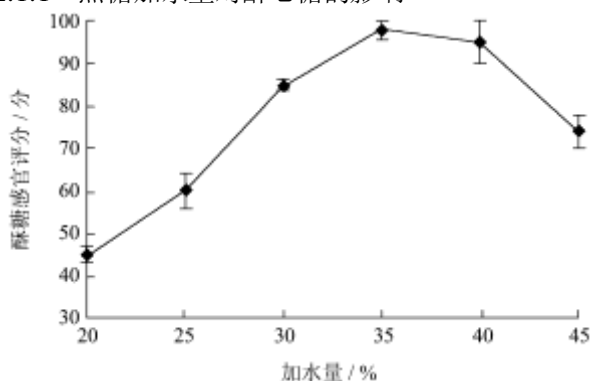


图2 熬糖加水量对酥心糖的影响

Fig.2 Effect of water content on the sensory quality of sesame crisp candy

糖果加工过程中,加水量对成品的影响很重要,如图2所示,加水量超过白砂糖量的40%,通过熬煮时间、颜色、透明度和返砂的感官评价,熬煮时间长,颜色加深,同时消耗能源;加水量低于白砂糖量的30%,白砂糖溶化不完全,产品透明度降低,而且在加工过程中造成产品大面积返砂,因此本实验加水量选为白砂糖量的35%。

#### 2.1.2 加工过程中温度对酥心糖的影响

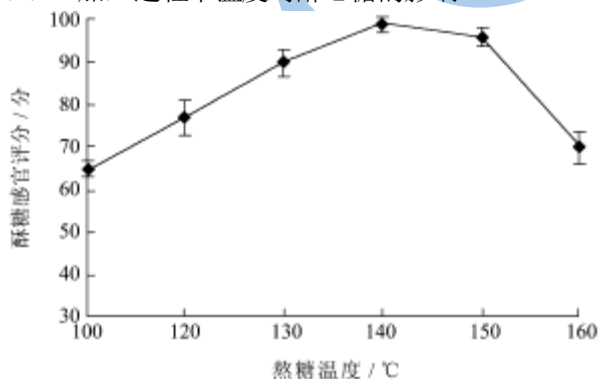


图3 熬糖温度对酥心糖的影响

Fig.3 Effect of cooking temperature on the sensory quality of sesame crisp candy

温度是酥糖加工生产中非常重要的参数,有三道工序需要对温度控制。第一道是熬煮温度控制,溶化后的糖浆含水量很高,要使糖液达到糖体规定的浓度,

就必须脱除糖液中残留的绝大部分水分,采用常压熬煮方式,选取不同的温度熬煮,熬煮过程和产品的品质都有不同的变化,如图3所示,熬煮温度在140~150 °C时,感官评价很好,评分超过90分,如果熬糖温度过低,熬糖时间延长,成品感官评价很低,制品产生不脆、粘牙的现象,同时也极易发砂;熬煮温度高时,糖膏颜色会褐变,可能是在高温熬糖时,糖分子产生明显的分解,产生转化糖及其它有机物,糖浆颜色变深(褐变)甚至焦化。因此通过熬糖感官评价得出熬煮温度应控制在140 °C。

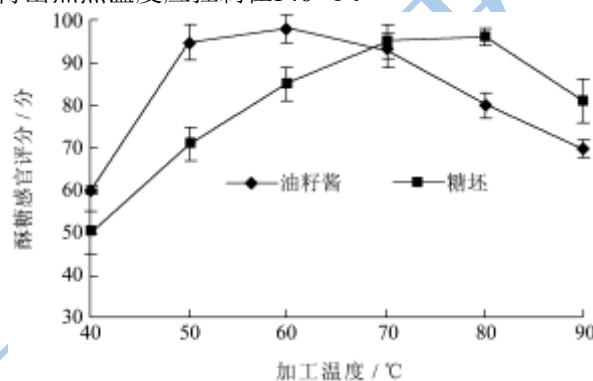


图4 油籽酱和糖坯的温度对酥心糖的影响

Fig.4 Effect of temperature of oil sauce and sugar billet on the sensory quality of sesame crisp candy

第二、三道工序分别是油籽酱温度和糖坯温度,如图4所示,不同的油籽酱预热温度对酥心糖拉酥有不同的影响,随着预热温度的升高,拉酥性越来越好,油籽酱的加热温度约为50~60 °C,拉酥性没有显著差异,超过60 °C,感官评分呈现下降趋势。原因可能是酱温低而降低糖坯温度使糖坯变硬而不便成型,酱温过高,在包酱拉酥时把糖坯烫化,不便拉酥,因此选取油籽酱的加热温度为55 °C。如图4所示,糖坯随着温度的升高,感官评价分数呈现上升趋势,糖坯温度80 °C最好,实验发现糖坯温度低于60 °C,不易拉酥,高于80 °C太热,拉酥时间过长,拉酥的次數过多,使糖体僵死而不酥。由此选择糖温为75 °C。

#### 2.1.3 酥糖陈品的水份控制

酥糖的水份要求比较严格,酥糖含水量少时,出箱或包装容易碰坏酥糖表皮,影响到酥糖的感观指标,酥糖含水量太多时,表面无光泽,无酥脆感,所以说酥糖含水量不能太低也不能过高,一定要控制在规定范围之内,本产品的控制水分 $\leq 2\%$ 。

#### 2.1.4 不同浓度低聚异麦芽糖取代白砂糖对酥心糖影响

低聚异麦芽糖的甜度为蔗糖的45%~50%,即甜度仅为蔗糖的一半,低聚异麦芽糖的甜味醇美、柔和,对味觉的刺激性小。低聚异麦芽糖用量对产品口感的

感官分析表明：添加了低聚异麦芽糖后，不同浓度的低聚异麦芽糖（20~80%）在产品的熬糖时间，气味，味道，甜度以及颜色几个方面均有不同。随着浓度的增加，熬糖的时间增长，熬糖时有麦芽糖的味道，成品剖面层次有变化，可能是糖量增加，黏度增加的缘故，通过熬糖时间，气味，味道，以及对产品颜色进行比较，低聚异麦芽糖添加量为40~60%较为适中；产品的颜色纯正，甜味醇美、柔和。

### 2.2 富含低聚异麦芽糖酥心糖对双歧杆菌的增殖影响

人体有益菌群主要有乳酸菌和双歧杆菌。双歧杆菌对促进人体的发育、维持和提高免疫力、延缓机体衰老等方面起着重要的作用。近百年的研究证明双歧杆菌是人类肠道内的优势菌群。人体在成长过程中，由于疾病、衰老等原因，体内双歧杆菌在数量上和总菌占有率上均逐渐下降<sup>[6,7]</sup>。因此，有人将体内双歧杆菌的数量作为健康的标志之一。

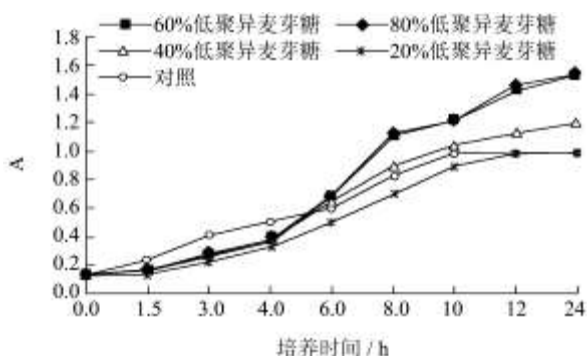


图5 低聚异麦芽糖酥心糖对双歧杆菌的增殖影响

Fig.5 Effect of oligo-isomaltose on proliferation of *Bifidobacterium*

从图5中可看出，当时间0~6 h时，所有样品的吸光值都低于对照，表明不同浓度的低聚异麦芽糖酥心糖对双歧杆菌生长起着抑制作用，但与对照糖液没有显著差异，原因可能是双歧杆菌培养基体系发生变化，菌种对新的培养基体系有一个适应阶段，当培养时间为6~24 h时，富含低聚异麦芽糖的酥心糖对双歧杆菌的增殖起到较好的作用，呈现一定的量效和时效关系，添加量为60%、80%低聚异麦芽糖时，对双歧杆菌的生长与对照相比，有显著的差异，24 h时，80%低聚异麦芽糖吸光值变化比对照、20%和40%均增加了55.2%、55.5%和27%，与60%相近，由此表明添加量为60%、80%低聚异麦芽糖时，成品对双歧杆菌有很好的增殖作用，60%和80%低聚异麦芽糖酥心糖对双歧杆菌没有显著差异，原因可能是随着糖浓度的升高，渗透压大，导致微生物细胞大量失水，从而死亡。考虑原料的成本，因此选用60%低聚异麦芽糖替代白砂糖作为“双歧

因子”，促进体内双歧杆菌等有益菌的代谢和增殖。Zampa A(2004)认为，双歧杆菌数量的增加可以改变肠道微生态，抑制有害菌的繁殖<sup>[8]</sup>。研究表明<sup>[9]</sup>，肠道中的双歧杆菌通过分泌β-半乳糖着酶将半乳糖水解对其加以利用，同时低聚糖分解产生的酸性物质，可降低肠道内pH值，抑制有害菌群生长，提高动物机体抗病力。

### 2.3 富含低聚异麦芽糖酥心糖对乳酸杆菌的增殖影响

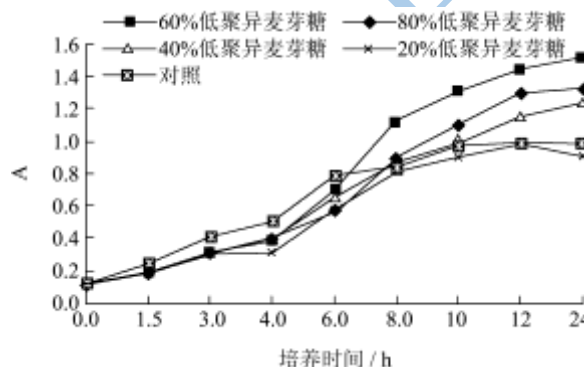


图6 低聚异麦芽糖酥心糖对乳酸杆菌的增殖作用

Fig.6 Effect of oligo-isomaltose on proliferation of *Lactobacillus*

从图6可以看出，当培养时间为0~6 h时，富含低聚异麦芽糖的酥心糖对乳酸杆菌生长起着抑制作用，原因可能是菌种所适应的培养基体系发生变化，菌种对新的培养基体系有一个适应阶段，当培养时间为6~24 h时，添加量为20%低聚异麦芽糖时，对乳酸菌的生长没有差异变化。24 h时，80%低聚异麦芽糖酥心糖的吸光值比对照、20%、40%和60%低聚异麦芽糖酥心糖均增加了5.3%、55.1%、21.8%和13.4%，表明随着浓度的升高，富含低聚异麦芽糖的酥心糖对乳酸菌的生长呈现量效和时效的关系，且80%低聚异麦芽糖替代白砂糖的促乳酸杆菌增殖效果最好。国外已有报道<sup>[10,11]</sup>，低聚糖可以促进肠道双歧杆菌和乳酸菌的增殖，抑制大肠杆菌等的生长，还可以稳定肠道环境，提高肠黏膜免疫功能等。双歧杆菌和乳杆菌的增殖会导致有害菌的生长受到抑制，主要通过两种途径：第一有益菌的菌群优势使有害菌的生长受到抑制，其次有益菌大量增殖的同时，其代谢产物-短链脂肪酸也不断增多，使肠内pH值下降。有害菌因十分不适于低pH值环境，从而生长会受到抑制。而有害菌数量的减少和比率的降低又进一步促进了有益菌的增殖，循环往复，最终使肠内的有害菌比率降到尽可能低的程度。

### 2.4 富含低聚异麦芽糖对酥心糖内源抗氧化体系影响

DPPH 是一种较稳定的自由基，其乙醇溶液呈现紫色，其N上有一个游离电子，因此，在517 nm处

有最大吸收峰。当加入自由基清除剂后, DPPH 捕捉一个电子与游离基配对, 在 517 nm 处的吸收消失, 紫色退去。因此, 可以通过测定加入自由基清除剂后 DPPH 在 517 nm 处吸收值的下降, 检测其对 DPPH 的清除作用。

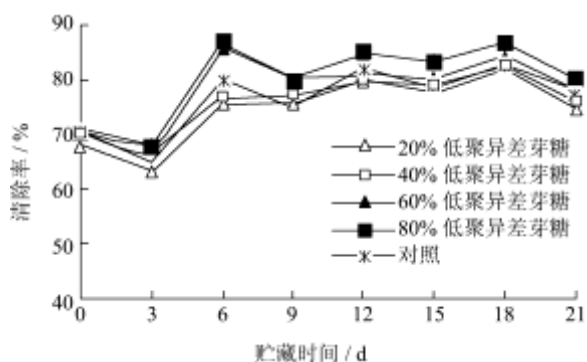


图 7 低聚异麦芽糖对酥心糖内源抗氧化体系影响

Fig.7 The effect of oligo-ismaltose on endogenous antioxidant system of crisp candy

由图 7 可知: 不同对照或添加低聚异麦芽糖的样品, 贮藏初期对 DPPH 清除率接近 70%, 可能是由于芝麻酥心糖本身含有较多的芝麻, 芝麻由于它含有独特的不皂化物成分如芝麻酚、芝麻素和芝麻酚林等内源性抗氧化剂其内源抗氧化性比较好。添加了低聚异麦芽糖之后, 富含低聚异麦芽糖的酥心糖抗氧化活性随着贮藏时间的增加, 抗氧化呈现不规则变化规律, 可能是由于芝麻酥心糖的组成成分在贮藏过程中发生变化, 一些成分和低聚麦芽糖起协同抗氧化作用, 而有些成分起到抑制抗氧化作用, 但总体对天然抗氧化体系起到了稳态和增效作用。所以在酥心糖加工过程中, 低聚异麦芽糖可以取代一部分砂糖, 既降低甜度和热量值, 又发挥功能活性, 改善产品的风味, 同时又不影响体系的内源抗氧化特性。

### 3 结论

3.1 人体衰老的过程中或处于生病状态时, 肠道中的有益菌会大大减少而有害菌变多。大凡健康的人其肠道中的有益菌多而腐败菌少。因此肠道有益菌的多少是判断人体健康的晴雨表。增加肠道有益菌的方法有两种: 直接吃活菌类食品或吃益生元类的非活菌食品。益生元主要是指功能性低聚糖, 它们具有增殖双歧杆菌等有益菌的功能, 本文研究有利于低聚麦芽糖的开发利用, 使酥心糖朝着科学、营养、健康的方向发展。

3.2 本文感官评价得出低聚麦芽糖酥心糖的工艺条

件为熬糖温度 140 °C, 油籽酱的加热温度约为 55 °C。糖温约为 75 °C。加水量为白砂糖的 35%, 低聚异麦芽糖添加量为 60% 较为适中; 产品的颜色比较纯正, 甜味醇美、柔和。添加低聚异麦芽糖的酥心糖对双歧杆菌和乳酸杆菌的增殖均有明显的促进作用, 同时又不影响体系的内源抗氧化特性, 且对天然抗氧化体系起到了稳态和增效作用。所以在酥心糖加工过程中, 低聚异麦芽糖可以取代一部分砂糖, 既降低甜度和热量值, 又发挥功能活性, 改善产品的风味。

### 参考文献

- [1] 朱淑梅. 自制梨膏糖治疗慢性咽炎 63 例疗效观察[J]. 中国医药导报, 2008, 16: 5-7
- [2] 石森林, 张愨. 影响润喉糖果中还原糖当量的几个因素[J]. 食品研究与开发, 2009, 1: 11-14
- [3] 梁莹, 庞振国, 崔炳群, 等. 无糖食品甜味剂的应用及其安全性[J]. 现代食品科技, 2009, 8: 964-966
- [4] 李淼, 张晓楠, 马莲菊, 等. 褐藻胶寡糖对双歧杆菌体外生长影响的研究[J]. 食品研究与开发, 2008, 11: 16-19
- [5] 齐秀娥, 吴冬青, 安洪刚, 等. 玫瑰花蕾黄酮类化合物提取及清除羟自由基能力[J]. 食品科技, 2007, 4: 82-84
- [6] Palfaman R, Gibson G, Rastall R. Carbohydrate preferences of Bifidobacterium species isolated from the human gut [J]. Current Issues in Intestinal microbiology, 2003, 4(2): 71-75
- [7] 张旭, 魏仲珊, 李华丽. 双歧杆菌的分离鉴定与耐氧驯化[J]. 现代食品科技, 2009, 1: 13-15
- [8] Zampa A, Silvi S, Cresci A. Effects of different digestible carbohydrates on bile acid metabolism and SCFA production by human gut microflora grown in an in vitro semi continuous culture [J]. Anaerobe, 2004, 10: 19-26
- [9] Campbell J, Fahey G, Wolf B. Selected indigestible oligosaccharides affect large bowel mass, cecal and fecal short chain fatty acids, pH and microflora in rats [J]. The Journal of Nutrition, 1997, 127: 130-136
- [10] Hsu CK, Liao JW, Chung YC, et al. Xylooligosaccharides and fructooligosaccharides affect the intestinal microbiota and precancerous colonic lesion development in rats [J]. J Nutr 2004; 134(6): 1523-1528
- [11] Decsi T, Arato A, Balogh M, et al. Randomised placebo controlled double blind study on the effect of prebiotic oligosaccharides on intestinal flora in healthy infants [J]. Orv Hetil 2005; 146(48): 2445-2450