

# 螺旋藻在冰淇淋中的应用研究

曹立民 吕朋

(青岛海洋大学食品工程系, 青岛 266003)

**摘要** 螺旋藻添加于冰淇淋中, 除赋予产品独特的风味和清新的色泽外, 还能显著提高混合料液的粘度以及冰淇淋的膨胀率和抗融化性能。较适宜的工艺条件为: 添加量为 0.5%; 采用 85℃, 20s 的高温短时杀菌; 一级均质压力为 40MPa, 二级均质压力为 5MPa, 料液老化时间为 4h。

**关键词** 螺旋藻 冰淇淋 粘度 膨胀率 抗融性

**Abstract** Spirulina platensis powder(Spp) was added into ice cream and its effects were studied. The results showed that the addition of Spp could give ice cream not only desirable color and flavor, but also significant increase in its mixing viscosity, expansion ratio and anti-fusibility. To achieve the best quality, the ice cream mix should contain 0.5% of Spp, sterilized under 85℃ for 20s, homogenized twice at the pressure of 40 MPa, 5 MPa, respectively, and then stabilized under 3~5℃ for 4 hours.

**Key words** spirulina platensis; ice cream; viscosity; expansion ratio; anti-fusibility

螺旋藻被誉为人类最理想的健康食品之一。它的主要营养特点是蛋白质含量较高, 并富含维生素、不饱和脂肪酸、藻多糖等生理活性物质<sup>[1~2]</sup>。在冰淇淋等冷饮食品中添加螺旋藻, 可以利用低温生产工艺最大限度地保留其有效营养成分, 一方面赋予产品明显的营养和保健特征, 一方面为有效利用螺旋藻资源开辟了新的途径, 因而具有重要的研究和开发价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

螺旋藻 市售干粉, 蛋白质含量为 60%(湿基);

脱脂淡奶粉、蔗糖、麦芽糊精、明胶、瓜尔豆胶、海藻酸钠、分子蒸馏单甘脂、香兰素、人造奶油、6381 奶油香精。

### 1.2 冰淇淋生产工艺流程

原料→称量配料→混合(50~60℃)→杀菌→均质(两级)→冷却(0~5℃)→老化(3~5℃, 3~12h)→凝冻→冷藏(-20~30℃)→成品

### 1.3 冰淇淋混和料的配方(%)

蔗糖 14, 脱脂奶粉 8, 人造奶油 10, 麦芽糊精 5, 螺旋藻 0.1~2.0, 乳化剂 0.25, 稳定剂 0.4, 香精 0.1~0.3, 总固形物 37.85~39.95, 非脂乳固体(MSNF) 8, 脂肪 10, MSNF 理论限量 9。

### 1.4 测定方法

**1.4.1 膨胀率测定** 分别称取 100ml 老化前混和料液的重量 W1 和 100ml 凝冻后冰淇淋的重量 W2, 膨胀率(%) =  $(W1 - W2) / W2 \times 100\%$ 。

**1.4.2 融化率测定** 将冰淇淋在 -20℃ 下保存 18h 以上, 称取一定重量(Wc)的样品, 置于金属丝网上(网眼 1mm), 放入 37℃ 烘箱中, 下接烧杯。45min 后

称取烧杯中融化液体的重量 Ws。融化率(%) =  $Ws / Wc \times 100\%$ 。

**1.4.3 粘度测定** 取老化过程中的冰淇淋料液, 用 NDJ-1 旋转粘度计在恒温 25℃, 时间为 15s 条件下测定其粘度。

**1.4.4 β胡萝卜素测定** 按许辉等人的方法进行<sup>[3]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 添加螺旋藻对冰淇淋感官品质的影响

表 1 不同螺旋藻添加量下冰淇淋的感官品质

| 螺旋藻添加量(%) | 色泽  | 组织质地          | 风味                      |
|-----------|-----|---------------|-------------------------|
| 0         | 白色  | 细腻爽滑          | 浓郁的奶油风味                 |
| 0.1       | 淡绿色 | 细腻爽滑          | 以奶油味为主, 藻味不明显           |
| 0.5       | 鲜绿色 | 外观细腻, 入口无粗糙感  | 藻香明显, 且与奶油风味搭配协调, 无不良后味 |
| 1.0       | 碧绿色 | 外观正常, 入口有颗粒感  | 藻香明显, 稍有辛辣后味            |
| 2.0       | 浓绿色 | 表面有砂样颗粒, 口感粗糙 | 藻味浓重, 有不良后味             |

由表 1 可以看出, 螺旋藻添加比例低于 0.1% 时, 除颜色由白色转变为淡绿色之外, 对冰淇淋的质地和风味基本不产生影响; 而添加比例高于 1.0% 时, 产品色泽非常鲜艳, 但藻的味道稍显浓重, 不仅破坏了

冰淇淋的特有风味,还会产生一种类似于“辛辣”的后味,同时在冰淇淋组织中逐渐有沙粒状细小颗粒出现,口感也有些粗糙,这可能是由于螺旋藻悬浮颗粒过于密集而未能充分融入乳化体系所致。相比较而言,0.5%左右的添加量是比较合适的,此时的冰淇淋具有健康、清新的鲜绿色泽,组织质地仍然非常细腻,螺旋藻风味比较明显,而且能与原有奶油风味协调地融合在一起而相得益彰。

## 2.2 螺旋藻对冰淇淋料液粘度、膨胀率及抗融性的影响

螺旋藻不仅会使冰淇淋的感官品质发生显著变化,它同时对于产品的膨胀率、融化率等品质指标产生了明显的影响,从而起到了一种类似于乳化稳定剂的效果。增加螺旋藻用量,可大幅提高混和料液的粘度,降低产品的融化率;而冰淇淋的膨胀率则在一定范围内随螺旋藻添加量增加而增加,但当用量达到2.0%时,反而有所下降(表2)。

表2 螺旋藻用量对料液粘度、膨胀率及融化率的影响

| 螺旋藻用量 (%) | 老化后料液粘度 (cp) | 膨胀率 (%) | 融化率 (%) |
|-----------|--------------|---------|---------|
| 0         | 165          | 48.6    | 32.0    |
| 0.1       | 174          | 50.2    | 27.9    |
| 0.5       | 207          | 60.2    | 11.4    |
| 1.0       | 219          | 68.4    | 9.7     |
| 2.0       | 226          | 58.3    | 7.5     |

注:①所用稳定剂为瓜尔豆胶,料液老化8h,一级均质压力20MPa,二级压力5MPa;②受凝冻设备限制,产品的膨胀率普遍偏低

螺旋藻干粉中富含蛋白质,它的加入必然使得冰淇淋料液中的乳化体系变得更为复杂。由于微观结构中蛋白质的比例大幅提高,有可能在气-液及液-液界面上构成丰富而稳定的蛋白质网状立体结构,一方面结合大量的自由水分,使料液粘度提高,抗融性增强;另一方面,在搅打过程中能吸纳大量的微小气泡,从而形成细腻而稳定的泡沫体系,提高了冰淇淋的膨胀率。但是,由于螺旋藻难以在料液中完全溶解而多以悬浮颗粒状存在,如果添加量太多或者在乳化体系中分布不均匀,螺旋藻悬浮颗粒就会产生局部的凝集、析出,进而形成砂状组织,导致冰淇淋质地的粗糙化。混和料液粘度与产品的膨胀率并无明显的比例关系<sup>[4]</sup>,溶液的粘度提高,可增加冰淇淋的融化阻力和光滑度,获得稳定的泡沫;但表面粘度太大,会使界面处液膜变脆,使泡沫容易在搅打过程中破碎,反而造成膨胀率的降低。螺旋藻用量达2.0%时,料液粘

度增加而膨胀率下降,原因可能就在于此。

## 2.3 杀菌条件的选择

超高温瞬时杀菌和高温短时杀菌对于保存螺旋藻中的营养成分是非常有利的,但85℃以上的温度会使藻色素迅速分解,产品色泽由绿色变成难以为人所接受的黄绿色;普通的巴氏杀菌可有效地保护鲜绿色泽,但以β-胡萝卜素为代表的活性成分损失严重(表3)。这一问题的全面解决尚有待进一步的研究,仅从目前看来,80~85℃,15~20s的高温短时杀菌是较为理想的。

表3 不同杀菌条件下冰淇淋的色泽及β-胡萝卜素保存率

| 杀菌条件       | 产品色泽 | β-胡萝卜素保存率 (%) |
|------------|------|---------------|
| 65℃, 30min | 鲜绿   | 35            |
| 85℃, 20s   | 浅绿   | 78            |
| 120℃, 5s   | 黄绿   | 84            |

## 2.4 一级均质压力对料液粘度的影响

均质条件是决定螺旋藻悬浮颗粒大小及其在乳化体系中分布状况的决定性因素。提高一级均质压力,可以将螺旋藻颗粒及脂肪球打得更细,并使它们能够更迅速、更均匀地分散于气-液及液-液界面,从而构建起丰富、完整的蛋白质网状立体结构,其具体表现即为料液粘度的增加以及老化时间的缩短。当一级均质压力为40MPa时,只要4h即可完成老化过程,并保持较高的粘度(表4)。

表4 不同均质条件下混合料液的粘度变化(CP)

| 一级均质压力(MPa) | 老化4h | 老化6h | 老化8h | 老化12h |
|-------------|------|------|------|-------|
| 10          | 135  | 166  | 187  | 194   |
| 20          | 184  | 208  | 211  | 209   |
| 40          | 217  | 220  | 215  | 217   |

注:二级均质压力为5MPa,螺旋藻添加量为0.5%

## 2.5 稳定剂对螺旋藻冰淇淋品质的影响

明胶、瓜尔豆胶和海藻酸钠为三种常用的冰淇淋稳定剂,其作用效果见表6。瓜胶和海藻酸钠能明显提高产品的抗融化性能,这主要是因为混合料液较高的粘度增加了冰晶的融化阻力。采用明胶作为稳定剂,料液粘度相对较低,产品融化率也较高,可能与老化时间太短有关。据贾日生等人的研究<sup>[9]</sup>,加入明胶后一般需20h以上才能达到最大粘度值。

由于螺旋藻本身具有明显的增稠、起泡能力,因此在选择相应的乳化稳定剂时,应充分考虑到这一特点,使各组分之间协同作用,互为补充。螺旋藻悬浮颗粒容易发生局部的聚集、析出,因此对于蛋白质类物质具有良好的分散和稳定性能的乳化稳定剂,可能更适于螺旋藻冰淇淋的生产。

# 求斯糖各组分影响及工艺参数

翁其强

(厦门新为天食品工业有限公司, 厦门 361004)

**摘要** 求斯糖国外称 Chews Candy, 是一类以砂糖、淀粉糖浆为甜味料, 以淀粉、明胶等为发泡剂, 经熬煮、充气、冷却和成型而制成的一种低度充气糖果。本文讨论求斯糖中各组分要求、相互影响关系和最佳配比, 并介绍采用新材料制作的有关技术。

**关键词** 糖果 工艺

## 1 原辅材料的影响及特殊要求

### 1.1 甜味料

1.1.1 白砂糖 应综合 GB317 要求, 最好选用碳酸法生产的优质白砂糖。纯度低的白砂糖吸湿性大, 而硫化法生产的白砂糖不利于产品风味与色泽。

1.1.2 淀粉糖浆对求斯糖的影响 应选用低 DE 值的淀粉糖浆, 低 DE 值淀粉糖浆基体作用、粘稠性、泡沫稳定性、粘度、抗结晶性均较强。不同类型淀粉糖浆, 其糊精含量不同, 如表 1。

表 1 不同类型淀粉糖浆糊精含量与发泡性

| 糖浆类型 | 低 DE 值 | 标准 DE 值 | 中等 DE 值 | 高 DE 值 |
|------|--------|---------|---------|--------|
| 糊精   | 54.0   | 24.0    | 12.0    | 6.5    |
| 发泡性  | 好      | 一般      | 较差      | 差      |

因此, 必要时可人为补充糊精以增强糖体基体作用。

### 1.2 发泡剂

1.2.1 常规发泡剂 如明胶、蛋白质等。目前多选用低粘度、高冻力的牛骨胶, 冻力 160~180 Bloom, 冻力过高过低均不利于充气。该发泡剂应预先制备成

胶基, 备用, 通常配比为 20%明胶, 20%水, 60%淀粉糖浆。制作方法为: 先将明胶与水隔热溶成胶液后, 置搅拌机中与煮沸后淀粉糖浆一道搅打发泡, 冷却后备用。

1.2.2 无需制作胶基的发泡剂 近来, 变性淀粉作为发泡剂的研究发展迅速, 已有能完全取代明胶等动物蛋白的淀粉发泡剂。某些变性淀粉的冻力发泡性和块型稳定性较明胶更强。该变性淀粉添加量为 1%~2%。使用方法较简单: 预先将该淀粉发泡剂加水糊化后, 加入溶化后的白砂糖、淀粉糖浆等甜味料中, 直接熬至终点温度, 无需预先制作胶基。

### 1.3 油脂

不宜使用未经氢化的油脂, 尤其是脂肪酸饱和程度低, 易氧化的天然油脂。天然油脂虽经精炼处理, 但其固有气味在一定条件下又能回复, 影响产品应用风味, 该油脂还缺乏产品功能要求的粘稠性、硬度、塑性、乳化性等。

熔点 37℃左右的氢化植物油脂较为合适。熔点过低, 其塑性、硬度不够, 不利于成型及块型稳定; 溶

表 5 稳定剂对螺旋藻冰淇淋粘度、膨胀率及融化率的影响

| 稳定剂  | 老化料液粘度(cp) | 膨胀率(%) | 融化率(%) |
|------|------------|--------|--------|
| 明胶   | 183        | 62.7   | 23.4   |
| 瓜尔豆胶 | 207        | 60.2   | 11.4   |
| 海藻酸钠 | 210        | 66.5   | 10.2   |

注: 螺旋藻用量为 0.5%, 稳定剂用量为 0.4%, 老化时间为 8h

## 3 结论

3.1 将螺旋藻添加到冰淇淋中是完全可行的。较为适宜的添加量为 0.5%左右, 较为适宜的杀菌条件为 85℃, 15~20s, 应尽可能采用高压均质。产品具有清新的鲜绿色泽和细腻的组织质地, 风味纯正, 藻香浓郁, 并较好地保存了螺旋藻的营养成分。

3.2 螺旋藻干粉具有较强的增稠性和起泡性, 能够显著地提高冰淇淋料液的粘度, 提高产品的膨胀率和抗融化性能。随稳定剂种类和均质条件不同, 其作用效果有所差异。

### 参考文献

- 程双奇. 螺旋藻的营养评价. 营养学报, 1990, (4): 415~417
- 曾和平. 螺旋藻多糖的化学研究. 药学学报, 1995, (11): 858~861
- 许辉. 胡萝卜汁中 $\beta$ -胡萝卜素的快速测定. 食品工业科技, 1998, (4): 46~49
- 李发新. 冰淇淋膨胀率探讨. 食品与机械, 1992, (3): 24~27
- 贾日生. 桔皮粉在冰淇淋中的应用研究. 食品工业科技, 1997, (8): 28~32