

文章编号: 1009-038X(2003)02-0079-04

## 稳定剂和乳化剂对低脂冰淇淋品质的影响

袁博, 许时婴, 冯忆梅

(江南大学食品学院, 江苏无锡 214036)

**摘要:** 实验研究了一种稳定剂和两种乳化剂对低脂冰淇淋品质的影响. 通过测定冰淇淋浆料的流变性质和脂肪失稳能力, 以及冰淇淋的膨胀率和抗融化性, 得出在低脂冰淇淋中稳定剂的添加量最佳质量分数为 0.45%, 由单甘酯和吐温 80 复配乳化剂的添加量最佳质量分数为 0.1%.

**关键词:** 低脂冰淇淋; 稳定剂; 乳化剂; 膨胀率; 脂肪失稳; 抗融化性

**中图分类号:** TS 252.4

**文献标识码:** A

## Influence of Stabilizer and Emulsifier on Quality of Low Fat Ice Cream

YUAN Bo, XU Shi-ying, FENG Yi-mei

(School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

**Abstract:** The effect of a stabilizer and two kinds of emulsifiers at different levels on the quality of low fat ice cream was studied in this paper. The optimum amount of the stabilizer and emulsifiers was obtained by measuring rheological properties, destabilization ability of fat in ice cream mix', overrun and melting resistance of ice cream at different levels.

**Key words:** Low fat ice cream; Stabilizer; Emulsifier; Overrun; Fat destabilization; Melting resistance

冰淇淋是一种冷冻乳制品, 由于其营养丰富, 美味可口, 深受人们欢迎. 近年来, 国际上随着低脂与低热量食品的流行, 低脂冰淇淋产品逐渐走俏. 为了满足人们对健康食品的需求, 低脂冰淇淋在我国也迅速发展起来.

低脂冰淇淋与传统冰淇淋相比, 脂肪含量减少一半以上, 低脂冰淇淋含脂量约为 4%~5%. 由于脂肪含量降低, 冰淇淋组织结构比较粗糙, 其保型性、抗融性以及风味均受到一定的影响, 因此需要添加适量乳化剂、稳定剂和风味改良剂改善冰淇淋

的品质.

稳定剂是一类复合多糖(即食用胶), 它对冰淇淋浆料中的游离水分起到增稠和持水作用, 因此能够提高冰淇淋浆料的粘度和冰淇淋的膨胀率, 抑制冰晶长大, 使冰淇淋具有均匀的质构以及抗融性, 还具有防止乳清析出功能<sup>[1]</sup>.

乳化剂是一种表面活性剂, 它具有亲水和亲油基团, 能够降低油/水界面张力, 因此在冰淇淋中添加乳化剂, 能够起到稳定冰淇淋浆料乳状液的作用<sup>[2~4]</sup>. 在冰淇淋浆料的凝冻过程中, 乳化剂又起

收稿日期: 2002-07-16; 修回日期: 2002-11-13.

作者简介: 袁博(1967-), 男, 河北唐山人, 工程师.

到脂肪失稳作用,使乳状液部分破乳,脂肪球相互碰撞产生聚集,簇集的脂肪球定向在空气泡的周围,具有稳定空气泡的作用<sup>[5-8]</sup>.实验主要研究了一种稳定剂和两种乳化剂对低脂冰淇淋品质的影响,有助于生产低脂冰淇淋产品选择合适的乳化剂和稳定剂.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

脱脂奶粉:上海光明乳业集团生产;  
全脂奶粉:上海光明乳业集团生产;  
起酥油:深圳凯顿实业有限公司生产;  
稳定剂 201:无锡锡南食品添加剂厂生产;  
分子蒸馏单甘酯(简称单甘酯):广东番禺市食品添加剂厂生产;  
吐温 80:中国医药(集团)上海化学试剂公司生产;

BQ-II 型冰淇淋机:航空工业部无锡第二机械研究所生产.

### 1.2 冰淇淋制备

按配方组成将各种原料称重.稳定剂和蔗糖以质量分数 1:10 的比例混合,乳化剂加入棕榈油中,并完全溶解.当水加热至 40 ℃ 时,依次加入稳定剂、奶粉、蔗糖、乳化剂和棕榈油等.冰淇淋浆料加热至 80 ℃,保持 30 min.在 65~70 ℃ 进行均质,一级均质压力为 17 MPa,二级均质压力为 4 MPa.均质后的冰淇淋浆料在 0~4 ℃ 冰箱中老化 4 h,在 BQ-II 型冰淇淋机中进行凝冻,凝冻温度为 -2~-4 ℃,凝冻时间约为 15 min.之后,在 -20 ℃ 冰柜中进行硬化.

### 1.3 低脂冰淇淋浆料配方

蔗糖 16 g/dL;脱脂奶粉 3 g/dL;乳清粉 2.5 g/dL;麦芽糊精(DE15) 2.5 g/dL;大象起酥油 4 g/dL;稳定剂 201: 0.4~0.5 g/dL;乳化剂 I 或 II 0.1~0.2 g/dL.

### 1.4 冰淇淋浆料粘度测定<sup>[9]</sup>

采用 Haake RV12 粘度计,测量经 4 ℃ 老化的冰淇淋浆料粘度,选用 MV II 型转子测定在不同剪切速率下冰淇淋浆料表观粘度、稠度指数  $k$  及流动指数  $n$ .

### 1.5 冰淇淋膨胀率的测定

冰淇淋凝冻前后分别量取 100 mL 冰淇淋浆料和冰淇淋成品进行称重.

$$\text{膨胀率} = \frac{100 \text{ mL 冰淇淋浆料质量} - 100 \text{ mL 冰淇淋质量}}{100 \text{ mL 冰淇淋质量}}$$

### 1.6 脂肪失稳测定<sup>[9]</sup>

取老化后的冰淇淋浆料 0.5 g,用蒸馏水定容至 250 mL,1 000 r/min 下离心 10 min,在分光光度计上测定 540 nm 处的吸光度.

称取冰淇淋成品 0.5 g,操作同上.

$$\text{脂肪失稳度} = \frac{\text{冰淇淋浆料的吸光度} - \text{冰淇淋成品的吸光度}}{\text{冰淇淋浆料的吸光度}}$$

### 1.7 冰淇淋抗融性测定

量取经 -18 ℃ 硬化 48 h 的冰淇淋成品 100 mL,称重后置于 37 ℃ 培养箱中的金属网上,金属网下放一表面皿,45 min 后取出表面皿称重.

冰淇淋抗融性以融化率表示,融化率越低,则抗融性越好.融化率按下式计算:

$$\text{融化率} = \frac{\text{融化的冰淇淋浆料质量}}{\text{冰淇淋总质量}}$$

## 2 结果与讨论

### 2.1 稳定剂对低脂冰淇淋品质的影响

#### 2.1.1 稳定剂对低脂冰淇淋浆料流变性质的影响

从表 1 看出,随稳定剂用量的增加,冰淇淋浆料的表观粘度、稠度指数及流动指数均有所增加,其流动指数均小于 1,所以认为冰淇淋浆料属于剪切变稀的假塑性流体.

表 1 稳定剂对冰淇淋浆料流变性质的影响

Tab.1 Influence of the concentration of stabilizer on rheological properties of low fat ice cream

| 稳定剂<br>质量分数/% | 表观粘度/<br>(mPa·s, 30s <sup>-1</sup> ) | 流动指数<br>$n$ | 稠度指数 $k$ /<br>(mPa·s <sup><math>n</math></sup> ) |
|---------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------|
| 0.40          | 1158.9                               | 0.583       | 4.508                                            |
| 0.45          | 1183.5                               | 0.598       | 4.721                                            |
| 0.50          | 1582.1                               | 0.645       | 5.297                                            |

2.1.2 稳定剂对冰淇淋膨胀率的影响 膨胀率是冰淇淋质量的重要指标,对于提高冰淇淋产率有实际意义.冰淇淋浆料在凝冻过程中由于搅拌而混入大量空气,空气以微小气泡形式分布于浆料中,使其体积增大.一般冰淇淋的合适膨胀率为 85%~100%.

从表 2 知,稳定剂添加质量分数为 0.45% 时,膨胀率达到最高.这是因为随着稳定剂添加量的增加,冰淇淋浆料粘度逐步上升(见表 1);粘度太低,冰淇淋浆料的持泡能力不够,粘度太高,则冰淇淋浆料充气困难,所以冰淇淋浆料的粘度太低和太高都会造成膨胀率不高.由于实验室条件限制,浆料

放入 4 ℃ 冰箱进行老化,无法搅拌,使用凝冻机为软冰淇淋机,所以膨胀率最高约 70 %~80 %.

表 2 稳定剂对低脂冰淇淋膨胀率的影响

Tab.2 Influence of the concentration of stabilizer on overrun of low fat ice cream

| 稳定剂质量分数/% | 膨胀率/% |
|-----------|-------|
| 0.40      | 54.9  |
| 0.45      | 70.2  |
| 0.50      | 62.8  |

2.1.3 稳定剂对冰淇淋抗融性的影响 抗融性是衡量冰淇淋品质的又一指标.从表 3 看出,稳定剂用量质量分数从 0.4 % 增加至 0.5 %,冰淇淋抗融性逐步提高.

表 3 稳定剂对低脂冰淇淋抗融性的影响

Tab.3 Influence of the concentration of stabilizer on melt resistance of low fat ice cream

| 稳定剂质量分数/% | 融化率/% |
|-----------|-------|
| 0.40      | 5.64  |
| 0.45      | 3.79  |
| 0.50      | 2.04  |

2.2 乳化剂对低脂冰淇淋品质的影响

实验结果表明,使用稳定剂 201 的最佳用量质量分数为 0.45 %.因此,固定稳定剂用量,选择两种不同乳化剂.乳化剂 I 为分子蒸馏单甘酯,乳化剂 II 为单甘酯与吐温 80 的复配乳化剂.

2.2.1 乳化剂对冰淇淋浆料流变性质的影响 从表 4 看出,随着单甘酯质量分数的增加,冰淇淋浆料表观粘度与稠度指数逐步下降,而流动指数逐步上升.但复配型乳化剂对冰淇淋浆料粘度没有明显影响(见表 5).稠度指数随质量分数的增加略有下降、流动指数略有上升.

表 4 乳化剂 I 的添加量对冰淇淋浆料流变性质的影响

Tab.4 Influence of the usage level of emulsifier I on rheological properties of ice cream mix

| 单甘酯<br>质量分数/% | 表观粘度/<br>(mPa·s, 30 s <sup>-1</sup> ) | 流动指数<br>n | 稠度指数 k/<br>(mPa·s <sup>n</sup> ) |
|---------------|---------------------------------------|-----------|----------------------------------|
| 0.10          | 1183.5                                | 0.598     | 4.721                            |
| 0.15          | 1046.4                                | 0.666     | 3.304                            |
| 0.20          | 847.2                                 | 0.710     | 2.301                            |

表 5 乳化剂 II 的添加量对冰淇淋浆料流变性质的影响

Tab.5 Influence of the usage level of emulsifier II on rheological properties

| (单甘酯+<br>吐温 80)<br>质量分数/% | 表观粘度/<br>(mPa·s, 30 s <sup>-1</sup> ) | 流动指数<br>n | 稠度指数 k/<br>(mPa·s <sup>n</sup> ) |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------|----------------------------------|
| 0.10                      | 1071.4                                | 0.629     | 3.879                            |
| 0.15                      | 1071.4                                | 0.676     | 3.228                            |
| 0.20                      | 1083.9                                | 0.713     | 2.924                            |

2.2.2 乳化剂对脂肪失稳的影响 冰淇淋浆料通过高压均质,脂肪被分散成微小的脂肪球.乳化剂优先吸附在脂肪球表面,并在脂肪球表面形成较弱的界面膜,这样的乳状液一旦在凝冻机的搅拌剪切作用下,脂肪球膜不足以阻止脂肪球相互碰撞而产生聚集,产生较大的脂肪失稳.簇集的脂肪球定向在空气泡周围,起到稳定气泡的作用.由于脂肪失稳,可以得到质构细腻、膨胀率高及抗融化性好的产品.因此,脂肪失稳同冰淇淋的抗融性与膨胀率有关,脂肪失稳程度太低,导致融化加快;脂肪失稳程度太高,会造成脂肪析出.

两种乳化剂随添加量的增加,脂肪失稳程度下降(见表 6).这可能是由于乳化剂质量分数过高,在脂肪球表面形成结晶,脂肪失稳能力下降,但在乳化剂添加量相同情况下,复配型乳化剂的脂肪失稳程度较大.复配型乳化剂的脂肪失稳能力比单一乳化剂强,这是因为复配型乳化剂中含有吐温 80,它是一种亲水性较强的乳化剂,对脂肪的结合能力小、易于脱离脂肪表面,使脂肪附聚增大,容易破乳.

表 6 两种乳化剂对脂肪失稳影响的比较

Tab.6 Influence of emulsifiers on fat destabilization degree of ice cream

| 指 标          | 单甘酯<br>质量分数/% |      |      | (单甘酯+吐温 80)<br>质量分数/% |      |      |
|--------------|---------------|------|------|-----------------------|------|------|
|              | 0.10          | 0.15 | 0.20 | 0.10                  | 0.15 | 0.20 |
| 脂 肪<br>失稳度/% | 21.5          | 19.2 | 18.9 | 24.7                  | 22.3 | 21.1 |

2.2.3 脂肪失稳对低脂冰淇淋膨胀率和抗融性的影响 从表 7 看出,随着两种乳化剂添加量的增加,膨胀率下降,复配型乳化剂所得膨胀率比单一乳化剂高.这与乳化剂的脂肪失稳具有相同的变化规律.脂肪失稳程度增大,凝冻过程中充气性好,气泡稳定性高,膨胀率相应增大.冰淇淋抗融性也与脂肪失稳程度有关,脂肪失稳程度低,抗融性也降低.复配型乳化剂的抗融性明显优于单一乳化剂.

表 7 两种乳化剂对冰淇淋膨胀率和抗融性的影响

Tab.7 Influence of emulsifiers on overrun and melting resistance of ice cream

| 指 标   | 单甘酯<br>质量分数/% |      |      | (单甘酯+吐温 80)<br>质量分数/% |      |      |
|-------|---------------|------|------|-----------------------|------|------|
|       | 0.10          | 0.15 | 0.20 | 0.10                  | 0.15 | 0.20 |
| 膨胀率/% | 70.2          | 67.4 | 63.8 | 85.6                  | 71.4 | 54.0 |
| 融化率/% | 3.79          | 4.25 | 4.67 | 0.46                  | 0.61 | 0.66 |

### 3 结 论

低脂冰淇淋中,当稳定剂 201 的质量分数为 0.45% 时,冰淇淋的膨胀率最高,抗融性也较好.复配乳化剂在冰淇淋浆料凝冻过程中,脂肪失稳能力更强,因而使低脂冰淇淋的膨胀率更高,抗融性也更好.

### 参考文献:

- [1] 许时婴,王璋. 稳定剂在冰淇淋中的作用[J]. 冷饮与速冻食品工业, 1995, (创刊号):1.
- [2] 许时婴,王璋. 冰淇淋的结构——乳状液与泡沫[J]. 冷饮与速冻食品工业, 1995, (2):39.
- [3] Crowhurst B. Emulsification of ice cream[J]. *Dairy Ind Int*, 1990, 55(10):37.
- [4] Dziezak J D. Emulsifiers: the interfacial key to emulsion stability[J]. *Food Technol*, 1988, 42(10):172.
- [5] Goff H D. Emulsifiers in ice cream: how do they work? [J]. *Morden Dairy*, 1988, 67(3):15.
- [6] Goff H D, Jodan W K. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream[J]. *J Dairy Sci*, 1989, 72:18.
- [7] Baer R J, Wolkow M D, Kasperon K M. Effect of emulsifiers on the body and texture of low fat ice cream[J]. *J Dairy Sci*, 1997, 80:3123.
- [8] 许时婴, 王璋. 冰淇淋制造中使用的配料[J]. 冷饮与速冻食品工业, 1996, (1):38-39.
- [9] Shmidt R, Lundy A, Reynolds J, *et al*. Carbohydrate or protein based fat mimicker effect on ice milk properties[J]. *J of Food Sci*, 1993, 58:761.

(责任编辑:杨 勇)