

# 大豆分离蛋白种类及取代量 对冰淇淋品质的影响

刘 丽<sup>1</sup>,程建军<sup>1,2,\*</sup>,石 琳<sup>1</sup>,冯宪民<sup>1</sup>,江连洲<sup>1</sup>,生庆海<sup>2</sup>

(1.东北农业大学食品学院,黑龙江哈尔滨 150030;

2.内蒙古蒙牛乳业股份有限公司,内蒙古 011500)

**摘 要:**研究了不同来源的大豆分离蛋白 I、II、III、IV 的起泡性、泡沫稳定性、乳化性及乳化稳定性,并以 20%~50% 的取代率替代全脂乳粉生产冰淇淋,通过测定冰淇淋浆料粘度、硬度、膨胀率等指标,研究大豆分离蛋白来源与取代度对冰淇淋品质的影响。结果表明,冰淇淋浆料粘度及硬度均随四种来源的大豆分离蛋白取代率的增加而显著提高;不同来源的大豆分离蛋白,其取代率对冰淇淋膨胀率影响不同,膨胀率随着大豆分离蛋白 I 取代率的增加而提高,随着大豆分离蛋白 IV 取代率的提高而降低;大豆分离蛋白来源不同,其取代率对冰淇淋融化率影响趋势基本一致,随着取代率的增加,融化率略有升高然后快速下降;大豆分离蛋白冰淇淋感官评价综合指标随着取代率的增加先升高后降低。而且研究结果还表明,大豆分离蛋白冰淇淋的膨胀率与起泡性无相关性;皮尔逊相关性分析表明在一定粘度范围内,膨胀率与大豆分离蛋白乳化性呈正相关。

**关键词:**大豆分离蛋白,冰淇淋,膨胀率,融化率

## Effect of SPI on the quality characteristics of ice cream

LIU Li<sup>1</sup>, CHENG Jian-jun<sup>1,2,\*</sup>, SHI Lin<sup>1</sup>, FENG Xian-min<sup>1</sup>, JIANG Lian-zhou<sup>1</sup>, SHENG Qing-hai<sup>2</sup>

(1.College of Food Science, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

2.Inner Mongolia Mengniu Dairy (Group) Co., Ltd, Inner Mongolia 011500, China)

**Abstract:** The foaming properties, foam stability, emulsification and emulsion stability of four varieties of soybean protein isolates were detected. They were used to substitute whole milk powder at levels of 20%~50% to produce ice cream. The viscosity, hardness, overrun value, melting rate and sensory properties of ice cream were investigated. The results showed that viscosity and hardness were increased significantly with the level of substitution increased. The overrun value of different varieties of soy protein isolates ice cream was different. The overrun value of ice cream increased with the level of substitution of soybean protein isolate I increasing, moreover it reduced with the level of substitution of soybean protein isolate IV increasing. The melting rate increased slightly and then decreased rapidly with the increasing of substitution. The score of the sensory evaluation increased firstly and then lowered with the level of substitution. The overrun has no correlation with foaming properties, but positively related with emulsification in a certain viscosity range by the Pearson correlation analysis.

**Key words:** soybean protein isolate; ice cream; overrun value; melting rate

中图分类号: TS214.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2013)09-0137-06

冰淇淋是一种复杂的复合胶体,其产品含有脂肪液滴、乳固体、空气泡和冰晶等<sup>[1]</sup>。近年来用大豆蛋白部分替代动物性原料制作冰淇淋的研究受到广泛重视。这不仅因为大豆蛋白质是重要的营养物质<sup>[2]</sup>,同时大豆蛋白质还具有许多加工功能性质<sup>[3-4]</sup>,如:蛋白质的水合性质、蛋白质-蛋白质相互作用以及表面性质等。大豆蛋白在肉制品、婴儿食品及乳制品中应用,这些性质起着十分重要的作用<sup>[5]</sup>;大豆蛋白在冰淇淋中应用<sup>[6-7]</sup>,可显著提高冰淇淋的氮含量、稠度系数及抗融性,并能抑制在热波动过程中冰

晶的增长;但对膨胀率及风味有负面影响,在取代脱脂乳粉 20% 以上时产生不愉快的豆腥味。本文主要研究不同来源的大豆分离蛋白在不同取代率下对冰淇淋品质的影响,通过不同来源的大豆分离蛋白的加工特性的差异,研究探讨大豆分离蛋白加工功能性质与冰淇淋品质的关系。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

大豆分离蛋白 I 来自于哈尔滨哈高科大豆食品公司;大豆分离蛋白 II 来自于美国杜邦公司;大豆分离蛋白 III 来自于日本不二富吉(北京)科技有限公司;大豆分离蛋白 IV 来自于上海鹤善实业有限公司;全脂奶粉 内蒙古蒙牛股份有限公司;椰子

收稿日期:2012-11-12 \* 通讯联系人

作者简介:刘丽(1988-),女,硕士,研究方向:农产品加工。

油 内蒙古蒙牛股份有限公司;蔗糖 市售;黄原胶 丹尼斯克;刺槐豆胶 丹尼斯克;单甘酯、蔗糖酯 柳州长远食品配料有限公司;大豆油 金龙鱼;SDS 实验室配制。

IC9308 全自动冰淇淋机 Caple 客浦;RW20digital 顶置式机械搅拌器 德国 IKA;ME100L 高剪切乳化机 上海富麦机电设备有限公司;NDJ-5S 旋转粘度计 上海精密科学设备有限公司;TA-XT2i 型质构仪 TA-XT plus, 英国。

## 1.2 冰淇淋基础配方

全脂奶粉 10%, 奶油 10%, 蔗糖 14%, 单甘酯:蔗糖酯(1:1)0.15%, 黄原胶:刺槐豆胶(1:1)0.12%。

## 1.3 实验方法

1.3.1 冰淇淋生产工艺及大豆分离蛋白取代率 原料混合(50~60℃)→杀菌(83~85℃, 15s)→均质→老化(4℃, 12h)→凝冻→硬化→冷藏

四种大豆分离蛋白分别以 20%、30%、40% 及 50% 的取代率取代基础配方中的全脂乳粉。

1.3.2 大豆分离蛋白起泡性及泡沫稳定性 将一定浓度的 SPI 溶液 100mL 至于 500mL 量筒中, 使用高剪切乳化机以 6000r/min 的速度均质 40s, 连续 3 次共计 2min, 记录液面高度, 记为  $V_0$ , 静止 30min 后再次记录液面高度, 记为  $V_{30}^{[10]}$ 。起泡能力 (Foaming Capacity) 和泡沫稳定性 (Foaming Stability) 公式如下:

$$FC(\%) = \frac{V_0 \times 100}{100} \times 100 \quad \text{式(1)}$$

$$FS(\%) = \frac{V_{30} \times 100}{V_0 \times 100} \times 100 \quad \text{式(2)}$$

1.3.3 大豆分离蛋白乳化性与乳化稳定性 蛋白乳化性测定按照 Pearce 和 Kinsella 的方法进行。取固形物为 2% 样品溶液 10mL, 水化 30min 后加入 3.0mL 大豆油, 在 7500r/min 高速剪切乳化 1min, 制成乳化液。分别在搅拌后 0 (立即从底部吸取乳状液)、10 min 从底部取样 50 $\mu$ L。以 25mL 0.1% (W/V) SDS 稀释, 测定 500nm 处的吸光值  $A_{500}$ , 以 SDS 溶液为空白<sup>[11]</sup>。以乳化活力指数 EAI 表示:

$$EAI(m^2/g) = \frac{2 \times 2.303 \times A_{500}}{\varphi \cdot L \cdot C} \times N \times 10^4 \quad \text{式(3)}$$

式中: EAI 是每克蛋白质的乳化面积 ( $m^2/g$ ); N 是稀释倍数;  $\varphi$  是体系中油相所占的分数, 本实验中油相占 0.25; C 是蛋白质的浓度 ( $g/mL$ ); L 是比色池光径 (1cm)。

乳化稳定性 (ES) 用乳化稳定指数 (ESI) 表示:

$$ESI = \frac{A_0 \times \Delta T}{A_0 - A_t} \quad \text{式(4)}$$

式中:  $A_0$ , 0 时刻的吸光值;  $A_t$ ,  $t$  时刻时的吸光值;  $\Delta T$ , 时间差;  $\Delta A$ ,  $\Delta T$  内的吸光值差。

1.3.4 冰淇淋粘度的测定 采用 NDJ-5S 旋转粘度计, 测定经 4℃ 老化 12h 的冰淇淋浆料的粘度, 选用 2 号转子, 转速为 12r/min。

1.3.5 冰淇淋膨胀率的测定 分别称取凝冻前后一定体积的混合料重量, 膨胀率依如下公式表示<sup>[12]</sup>:

膨胀率 (%) = 凝冻前混合料的质量 - 凝冻后同

体积冰淇淋质量/凝冻后同体积冰淇淋质量  $\times 100$  式(5)

1.3.6 冰淇淋融化率的测定 取经硬化后的冰淇淋成品置于 35℃ 培养箱中的金属网上, 金属网下放一表面皿, 计时 45min 测融化物质量。抗融性以融化率表示, 融化率越低, 抗融性越好<sup>[13]</sup>。

$$\text{融化率}(\%) = \frac{\text{融化的冰淇淋质量}}{\text{冰淇淋总质量}} \times 100 \quad \text{式(6)}$$

1.3.7 冰淇淋硬度的测定 利用质构仪的检测探头两次下压测定冰淇淋的质地特征曲线, 样品为在冰箱硬化 1 周的冰淇淋, 样品从冰箱中取出后在室温下迅速测定, 每个样品进行 3 次平行实验。参数设定: 测试前探头下降速度 2mm/s, 测试速度 3mm/s, 测试后探头回程速度 5mm/s, 测试距离 15mm, 触发力  $20 \times 10^{-2}N$ , 探头类型 P/6<sup>[14]</sup>。

1.3.8 感官评价 感官评价表, 如表 1。由八名食品专业学生依据感官评价表, 按各项打分, 然后计算总和, 即得每组冰淇淋总体得分。

表 1 冰淇淋感官评价表

Table 1 Sensory evaluation sheet of ice cream

项目	标准	得分
滋味	甜味适中、可口	20~25
	甜味不足或过甜	15~20
	有咸味、酸败味	10~15
气味	奶香味纯正、豆香味适中	20~25
	奶香味不明显、豆味有点重	15~20
	豆腥味多于奶味	10~15
组织	细腻、润滑、无明显粗糙冰晶、无气孔	20~25
	有小冰晶或细微颗粒感	15~20
	较大冰晶或组织粗糙	10~15
形态	形态完整、不变形、不软塌、不收缩	20~25
	形体不完整或有点粘	15~20
	形体过粘或有凝块	10~15

1.3.9 数据处理 对实验数据采用 spss17, origin7.5 进行数据处理与分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 大豆分离蛋白的表面性质

2.1.1 大豆分离蛋白的起泡性及泡沫稳定性 四种大豆分离蛋白的起泡性如图 1 所示。在相同浓度下, 品种不同其起泡性相差较大 (如图 1-A)。其中大豆分离蛋白 I、II、IV 的起泡性在 80%~100% 之间, 且差异不显著; 而大豆分离蛋白 III 的起泡性只有 15%~25%, 显著小于其它三种。相同种类下, 起泡性不随浓度增加而改变 (如图 1-B)。

大豆分离蛋白的泡沫稳定性见图 2。在相同浓度下, 品种不同泡沫稳定性也不相同 (如图 2-A), 与起泡性表现出一致性, 其中大豆分离蛋白 I、II、IV 的泡沫稳定性在 85%~100% 之间, 且差异性不显著; 而大豆分离蛋白 III 的泡沫稳定性只有 35%~60%, 显著小于其它三种大豆分离蛋白的泡沫稳定性。泡沫稳定性随浓度的改变变化较小 (如图 2-B)。

2.1.2 大豆分离蛋白的乳化性及乳化稳定性 大豆分离蛋白的乳化性 (EAI) 及乳化稳定性 (ESI) 如图 3

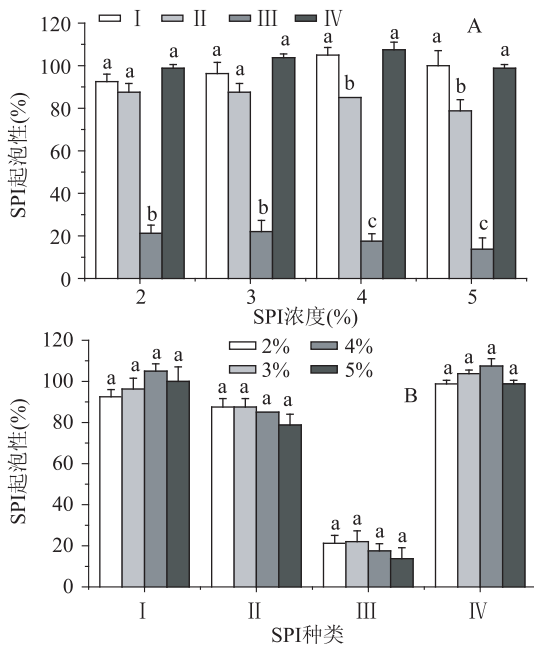


图1 大豆分离蛋白的起泡性

Fig.1 The foaming capacity of soybean protein isolates

注:图 A 表示同一浓度下,不同的蛋白种类间彼此差异显著性分析;图 B 表示同一蛋白种类,不同的取代率之间差异显著性分析,  $p < 0.05$ ,

图 2、图 4、图 5 同。

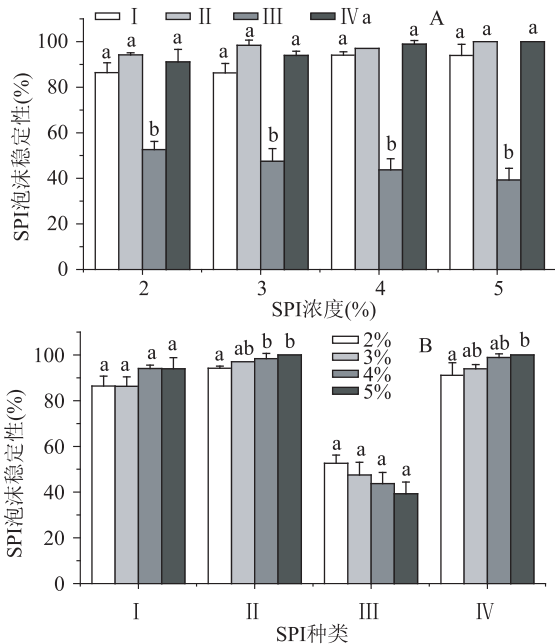


图2 大豆分离蛋白的泡沫稳定性

Fig.2 The foaming stability of soybean protein isolates

所示。大豆分离蛋白来源不同,其乳化性和乳化稳定性也不一致。2% 浓度大豆分离蛋白 I 和 III 的乳化性在  $14\text{m}^2/\text{g}$  附近,差异不显著;大豆分离蛋白 II 和 IV 的乳化性在  $10\text{m}^2/\text{g}$  附近,差异不显著;并且大豆分离蛋白 I 和大豆分离蛋白 III 的乳化性显著大于大豆分离蛋白 II 和大豆分离蛋白 IV 的乳化性(如图 3)。

乳化稳定性之间的差异与乳化性相似,大豆分

离蛋白 I 和大豆分离蛋白 III 的乳化稳定性显著大于大豆分离蛋白 II 和大豆分离蛋白 IV 的乳化稳定性,其中大豆分离蛋白 III 的乳化稳定性最优。同时测定了 SPI 浓度为 3% 时的乳化性及乳化稳定性,与浓度为 2% 时的乳化性基本一致。这是因为当大豆分离蛋白浓度达到 2% 时,该浓度为形成稳定胶束的乳化剂(蛋白质)最低浓度,称为临界胶束浓度(CMC),乳化液达到 CMC 浓度后,油水界面上的乳化剂不随浓度增加而增多,以至乳化活性与乳化稳定性不再升高<sup>[15]</sup>。

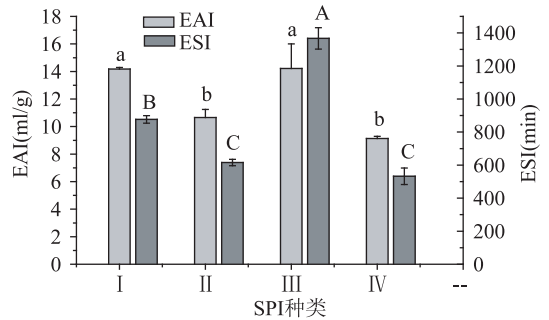


图3 大豆分离蛋白的乳化性及乳化稳定性

Fig.3 The EAI and ESI of soybean protein isolates

注:图中标有字母的表示同一颜色的组别之间差异显著,  $p < 0.05$ 。

## 2.2 SPI 种类与取代率对冰淇淋浆料粘度的影响

大豆分离蛋白对冰淇淋混料粘度的影响如图 4 所示。随着四种不同来源的大豆分离蛋白取代率的增加,冰淇淋混料粘度均呈增加趋势(如图 4-A)。其中大豆分离蛋白 I 的冰淇淋浆料粘度提升最小,在取代率为 20%~40% 时,冰淇淋浆料粘度没有显著性提高,在取代率为 50% 时,粘度上升为  $1122\text{mPa}\cdot\text{s}$ ;大豆分离蛋白 II、III、IV 在取代区内,粘度随取代率的增加而显著提高,从  $500\text{mPa}\cdot\text{s}$  左右升高至  $2000\text{mPa}\cdot\text{s}$  以上;其中大豆分离蛋白 IV 的浆料粘度上升幅度最大,在 50% 取代率时升高至  $2652\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。

大豆分离蛋白种类不同,其对冰淇淋浆料粘度的影响不同,并且随着取代率的增加,这种差异越加明显(如图 4-B)。在取代率为 20% 时种类间差异最小;随取代率的增加,大豆分离蛋白 I 的浆料粘度一直小于其它三个来源的大豆分离蛋白冰淇淋的浆料粘度。

随不同来源的大豆分离蛋白取代率的增加,冰淇淋浆料粘度均呈不同程度的上升趋势,这源于大豆分离蛋白的吸水性,其与水之间的相互作用,使包含大豆分离蛋白的冰淇淋混料粘度会升高,且大豆分离蛋白拥有更好的持水性来获得更高的粘度<sup>[10]</sup>。

## 2.3 大豆分离蛋白种类与取代率对冰淇淋膨胀率的影响

2.3.1 大豆分离蛋白对冰淇淋膨胀率的影响 大豆分离蛋白对冰淇淋膨胀率的影响如图 5 所示。随着大豆分离蛋白取代率的增加,不同来源的大豆分离蛋白对冰淇淋膨胀率的影响并不一致。其中随着大豆分离蛋白 I 的取代率的增加,膨胀率升高;随着大豆分离蛋白 II 的取代率的增加,膨胀率没有显著性

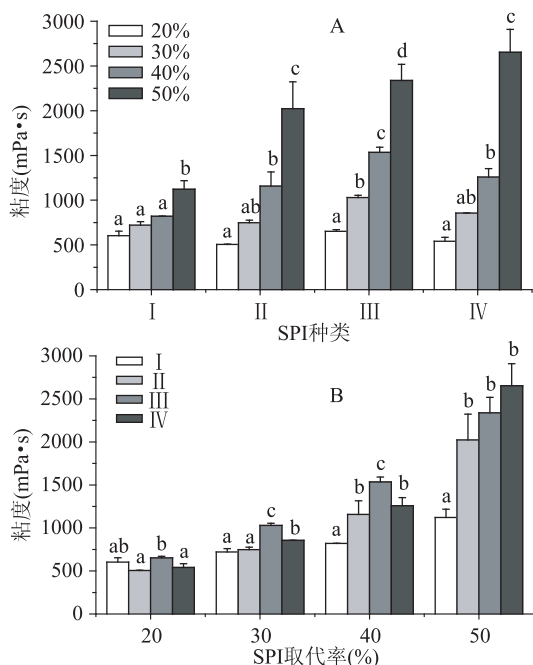


图4 大豆分离蛋白对冰淇淋混料粘度的影响

Fig.4 Influence of SPI on the viscosity of ice cream mix

变化;随着大豆分离蛋白Ⅲ取代率的增加,膨胀率先升高后下降;随大豆分离蛋白Ⅳ取代率的增加,膨胀率呈下降趋势(如图5-A)。

在相同取代率下,大豆分离蛋白来源不同,其膨胀率值有差异性。其中在取代率为20%时,这种差异性较小;但随着取代率的增加差异性开始变大。在30%~50%的取代区间内,大豆分离蛋白Ⅰ、Ⅲ的冰淇淋膨胀率显著大于大豆分离蛋白Ⅱ、Ⅳ的冰淇淋膨胀率,且大豆分离蛋白Ⅰ与Ⅲ、大豆分离蛋白Ⅱ与Ⅳ之间差异较小(如图5-B)。

综合本研究测定的不同来源的大豆分离蛋白的起泡性之间的差异性(如图1),和四种来源大豆分离蛋白对冰淇淋膨胀率的影响。得到大豆分离蛋白Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ的起泡性显著大于大豆分离蛋白Ⅲ的起泡性,而大豆分离蛋白Ⅰ、Ⅲ取代的冰淇淋的膨胀率大于大豆分离蛋白Ⅱ、Ⅳ取代的冰淇淋的膨胀率,可表明大豆分离蛋白取代乳粉可提高冰淇淋的膨胀率,并不是由于大豆分离蛋白具有较好的起泡性所引起的。这与之前的一些研究不一致, Muhammet Dervisoglu 研究指出大豆浓缩蛋白降低了冰淇淋的膨胀率,是由于大豆浓缩蛋白的起泡性没有酪蛋白起泡性好,并同时指出大豆分离蛋白起泡性可与酪蛋白起泡性相媲美<sup>[6]</sup>。同时, Yansumatsu K 等人指出,豆制品有良好的起泡性,可应用于冰淇淋中,提高冰淇淋的膨胀率<sup>[8]</sup>。王秀军等人将小麦麸皮蛋白加入冰淇淋中,膨胀率有所提高,并指出可能是由于麸皮蛋白具有一定的起泡性,在搅打过程中形成了更多的气泡,增大了冰淇淋的膨胀率<sup>[9]</sup>。

2.3.2 大豆分离蛋白乳化性与冰淇淋膨胀率的相关性分析 四种来源的大豆分离蛋白的乳化性之间的差异性,与其对冰淇淋膨胀率的影响趋势较一致。且通过对乳化性与膨胀率二者进行皮尔逊(Person)

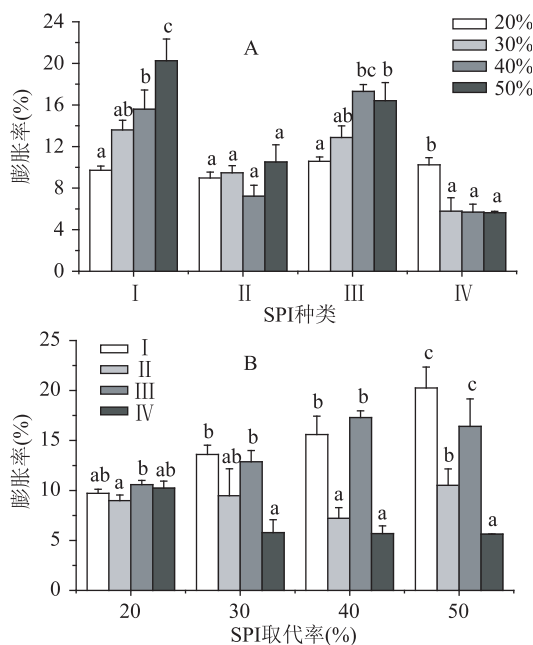


图5 大豆分离蛋白对冰淇淋膨胀率的影响

Fig.5 Influence of SPI on the overrun of ice cream

相关分析,结果如表2所示,当大豆分离蛋白取代率为30%、40%时,两者之间相关系数分别为0.978、0.985,表明二者存在显著性正相关,即大豆分离蛋白能提高冰淇淋的膨胀率是由于其自身乳化性的作用。

大豆蛋白的乳化功能,能显著的降低油、水或空气、水的界面张力<sup>[16]</sup>。由于在空气混入时能显著降低空气、水界面的张力,即有利于空气的混入与保持,表现为膨胀率的提高。但随着取代量的继续增加,体系粘度上升较大,如果体系粘度过高,则会导致冰淇淋物料过稠,在凝冻过程中空气很难大量均匀的分布在冰淇淋中,从而导致产品膨胀率低,口感性差<sup>[17]</sup>,因此在适宜的粘度范围内,大豆分离蛋白冰淇淋膨胀率与大豆分离蛋白乳化性正相关。

表2 不同品种的SPI的乳化性与冰淇淋膨胀率之间的相关性

Table 2 The relativity of the EAI of SPI and the overrun of ice cream

SPI 取代率 (%)	皮尔逊相关系数 R 值
20	0.258
30	0.978 *
40	0.985 *
50	0.935

注:  $\alpha = 0.05$ , \* 表示具有显著性。

## 2.4 大豆分离蛋白对冰淇淋融化率的影响

大豆分离蛋白种类与取代率对冰淇淋融化率的影响如图6所示,大豆分离蛋白来源不同,其取代率对冰淇淋融化率的影响基本一致,即随着取代率的增加,冰淇淋的融化率略有升高或是不变,然后快速下降。

随着大豆分离蛋白Ⅰ和Ⅲ取代率的增加,冰淇淋融化率的趋势相似,在取代率小于50%时,大豆分

表3 SPI种类及取代率对冰淇淋硬度的影响

Table 3 Influence of kinds and substitution of SPI on the hardness of ice cream

种类	取代率(%)			
	20	30	40	50
I	821.67 ± 99.20 <sup>a</sup>	930.00 ± 40.73 <sup>b</sup>	1087.67 ± 105.52 <sup>b</sup>	1451.33 ± 127.38 <sup>c</sup>
II	2178.67 ± 277.27 <sup>a</sup>	2388.00 ± 100.68 <sup>a</sup>	3183.67 ± 161.97 <sup>b</sup>	3569.67 ± 96.72 <sup>c</sup>
III	1013.33 ± 115.63 <sup>a</sup>	1232.00 ± 99.68 <sup>b</sup>	1254.33 ± 62.52 <sup>b</sup>	1618.33 ± 84.99 <sup>c</sup>
IV	748.67 ± 32.19 <sup>a</sup>	1266.67 ± 64.66 <sup>b</sup>	1424.33 ± 98.50 <sup>c</sup>	1751.00 ± 58.03 <sup>d</sup>

注:同行中标有不同字母的表示相同取代率下,大豆分离蛋白种类间差异显著性分析( $p < 0.05$ ),表4同。

表4 感官评价得分

Table 4 The score of the sensory evaluation

种类	取代率(%)			
	20	30	40	50
I	78.67 ± 2.52 <sup>a</sup>	82.67 ± 1.15 <sup>b</sup>	86.67 ± 2.08 <sup>c</sup>	82.00 ± 1.00 <sup>ab</sup>
II	78.67 ± 2.52 <sup>b</sup>	79.33 ± 1.53 <sup>b</sup>	77.33 ± 1.53 <sup>b</sup>	70.67 ± 1.53 <sup>a</sup>
III	78.33 ± 2.08 <sup>a</sup>	84.67 ± 2.08 <sup>b</sup>	81.33 ± 1.53 <sup>ab</sup>	78.00 ± 2.00 <sup>a</sup>
IV	77.33 ± 1.53 <sup>b</sup>	82.67 ± 1.53 <sup>c</sup>	79.67 ± 1.15 <sup>bc</sup>	72.33 ± 3.51 <sup>a</sup>

离蛋白取代率对冰淇淋融化率的影响较小,融化率略有升高;取代率达到50%时,融化率值降低幅较大。随着大豆分离蛋白II和IV取代率的增加,冰淇淋融化率的趋势相似,在取代率小于40%时,大豆分离蛋白对冰淇淋融化率的影响较小;取代率达到40%时,冰淇淋的融化率开始降低。其中在大豆分离蛋白II、III和IV取代率为50%时,冰淇淋融化率几乎降为零,融化率过低将会导致口融性差,影响风味释放。

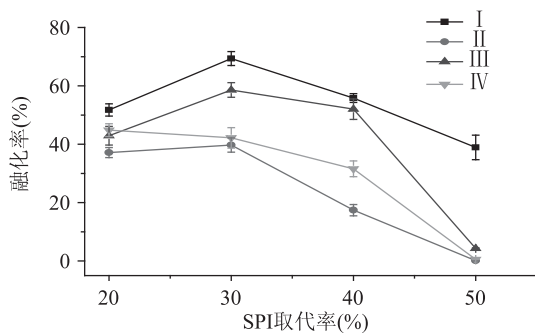


图6 大豆分离蛋白对冰淇淋融化率的影响

Fig.6 Influence of SPI on the melting ratio of ice cream

## 2.5 SPI种类与取代率对冰淇淋硬度的影响

大豆分离蛋白的种类及取代率对冰淇淋硬度的影响如表3所示。随大豆分离蛋白取代量的增加,冰淇淋硬度均显著提高。

大豆分离蛋白I和大豆分离蛋白III在取代区间内,冰淇淋的硬度值由1000N升高至1500N左右;大豆分离蛋白II在取代率为50%时,硬度值升高至3500N以上,硬度最大。冰淇淋硬度的变化可能与可溶性固形物含量增加引起冰点的变化有关,且冰淇淋硬度太大将影响产品的膨胀率和感官评分<sup>[18]</sup>。

## 2.6 感官评价

大豆分离蛋白冰淇淋的感官评价结果如表4,随着大豆分离蛋白取代率的提高,感官评价得分先升高后降低。

大豆分离蛋白I在取代率为40%时,感官评价得分最高,冰淇淋品质最好;大豆分离蛋白II在取代率小于50%时,感官评价得分表明,其对品质基本没有影响;大豆分离蛋白III、IV在取代率为30%时,冰淇淋感官品质最好。

由于大豆分离蛋白I的粘度小于其他三种大豆分离蛋白的粘度,所以其对奶香味的掩盖较少,且豆腥味明显小于其他三种来源的大豆分离蛋白冰淇淋的豆腥味;如果体系粘度过高将导致产品口融性差<sup>[17]</sup>,影响风味的释放,导致奶香味不足、豆腥味较大。

## 3 结论

随大豆分离蛋白取代率的提高,冰淇淋混料粘度及冰淇淋硬度均呈上升趋势;在适宜的粘度范围内,冰淇淋的膨胀率与大豆分离蛋白的乳化性呈显著相关性;在大豆分离蛋白20%~50%的取代区间内,冰淇淋融化率先略有升高,然后快速下降;冰淇淋的感官评价得分随着大豆分离蛋白取代率的增加,先升高后降低。

## 参考文献

- [1]李宏梁,黄峻榕,杨大庆,等.冰淇淋复合乳化稳定剂流变特性及其应用的研究[J].中国食品添加剂,2001,4:45-48.
- [2]刘志胜,李里特,辰巴英三.大豆蛋白营养品质和生理功能研究进展[J].大豆科学,2000,19(3):263-268.
- [3]胡魁望,谢堃均.食品化学[M].科学出版社,1992,164-165.
- [4]胡振宇,江美都.大豆分离蛋白乳化性的研究[J].中国粮油学报,2000,15(3):32-34.
- [5]Tsumura K, Saito T, Tsuge K, et al. Functional properties of soy protein hydrolysates obtained by selective proteolysis[J]. Food Sci Technol, 2005, 38: 255-261.
- [6]Dervisoglu M, Yazici F, Aydemir O. The effect of soy protein concentrate addition on the physical, chemical, and sensory properties of strawberry flavored ice cream[J]. Eur Food Res

(下转第145页)

