

## 豆渣水溶性膳食纤维在酸性乳饮料中的应用

刘昊飞

(黑龙江省农业科学院, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**通过对酸性乳饮料沉淀率的测定,考察了豆渣水溶性膳食纤维对酸性乳饮料稳定性的影响。结果表明:豆渣水溶性膳食纤维(SDF)具有与果胶相似的稳定蛋白颗粒的作用。在稳定剂浓度0.4%,pH4.0的条件下,其稳定酸性乳饮料的效果与果胶和韩国进口大豆SDF相当,优于阿拉伯胶和CMC。

**关键词:**豆渣;水溶性膳食纤维;酸性乳饮料

**中图分类号:**TS275.4

**文献标识码:**A

**DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2014.04.0613

## Application of Soluble Dietary Fiber from Soybean Dregs in the Acidity Milk Beverage

LIU Hao-fei

(Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

**Abstract:** The stabilization effects of SDF on protein particles were similar to pectin through the determination of precipitation rate for acidity milk beverage. Under this condition which were stabilizer concentration 0.4%, pH4.0, the stability of acidity milk beverage that adds SDF were similar to pectin and superior to other stabilizers such as arabic gum and CMC.

**Key words:** Soybean dregs; Soluble dietary fiber; Acidity milk beverage

大豆水溶性膳食纤维是一种从制造大豆蛋白或豆腐后剩余的副产品中提取和精制的水溶性酸性多糖,结构类似果胶。Akihiro等鉴定了大豆水溶性纤维中具有550 000分子量组分的最主要的化学结构。这种大豆水溶性纤维主要具有3种结构:半乳糖醛酸主链骨干上存在着聚鼠李糖、半乳糖醛酸长链和同型半乳糖醛酸短链;同型的半乳糖基和阿拉伯糖基中性糖侧链通过鼠李糖和鼠李糖半乳糖醛酸结合,半乳糖醛酸主链骨干更长<sup>[1]</sup>。大豆水溶性多糖的结构使其在水溶液中具有相对低的粘度(与果胶相比)和较高的稳定性,可以作为稳定剂应用于酸性乳饮料中<sup>[2]</sup>。

酸性乳饮料是以牛乳为主要原料的一种品质均一、清香纯正、酸甜适口并集营养保健于一体的液体饮料。可分为发酵型和调配型两种<sup>[3]</sup>。酸性乳饮料实际生产加工中最常见的质量问题是沉淀和分层,这是因为酪蛋白在其等电点(pH4.6)时会发生集聚沉淀。因此,需要添加适量的稳定剂以稳定酸性乳饮料中的蛋白颗粒,改善其状态与口感。目前乳品工业中用作稳定剂的有果胶、阿拉伯胶、PGA和CMC等,为此,对豆渣水溶性膳食纤维在酸性乳饮料中的应用效果进行研究,为其在酸性乳饮料中的应用提供一定的依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

豆渣水溶性膳食纤维(自制),大豆水溶性纤维(韩国进口),果胶(丹尼斯克中国有限公司),明胶(天津食品添加剂有限公司),阿拉伯胶(天津安文公司),羧甲基纤维素钠(CMC,哈尔滨市顺达食品添加剂有限公司)。LD5-10型低速大容量离心机,均质机。

#### 1.2 方法

**1.2.1 豆渣水溶性膳食纤维的制备** 称取定量豆渣粉,在50℃,pH7的条件下酶解1.5 h(1%中性蛋白酶),沸水浴10 min灭酶,冷却后加入水和纤维素酶液(恒温水浴振荡1.5 h),沸水浴(pH3)提取2 h,离心过滤,滤液浓缩并以4倍无水乙醇沉淀(静置1 h),离心过滤后干燥<sup>[4]</sup>。

**1.2.2 发酵型酸性乳饮料的配制** 酸奶的制作:将500 mL市售鲜牛奶(经90℃巴氏灭菌15 min)冷却至40℃,加入酸奶发酵剂(42℃发酵4~5 h),当pH为4.2时终止发酵,发酵奶冷却至10℃,破碎凝乳,5℃下保存待用<sup>[5]</sup>。发酵型酸性乳饮料配方:酸奶(40%),稳定剂(0.1%~0.6%),糖(10%),纯净水定容。所用稳定剂应先添加到糖溶液中,80℃下加

收稿日期:2014-03-13

基金项目:黑龙江省科技厅“十一五”重大攻关项目(GA06B402-5)。

作者简介:刘昊飞(1983-),男,硕士,助理研究员,主要从事大豆深加工及品质分析。E-mail:liuhaofei1983@163.com。

热 10 min 以溶解。饮料配制完毕,用 10% 柠檬酸调节溶液 pH 至 3.4~4.4,再均质即成。

1.2.3 调配型酸性乳饮料的配制 配方:鲜牛奶(35%),稳定剂(0.1%~0.6%),糖(8%),纯净水定容。用 10% 的柠檬酸调节 pH 至 3.4~4.4,20 MPa 均质。经 90℃ 下巴氏灭菌 15 min,冷却后常温保存<sup>[6]</sup>。

1.2.4 酸性乳饮料稳定性的研究 离心沉淀率的测定:将饮料 10 mL 离心(4 000 r·min<sup>-1</sup>,20 min)后称取沉淀物重量<sup>[7]</sup>。

酸性乳饮料稳定性测定:将样品(添加 0.4% 豆渣 SDF 的酸性乳饮料)与对照组(未添加任何稳定剂)在室温下放置 1,2,3,5,10,15 d,观察溶液有无沉淀产生。

浓度对酸性乳饮料稳定性的影响:在 pH4.0 的条件下,测定酸性乳饮料(豆渣 SDF 和果胶浓度分别为 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%)的离心沉淀率。

pH 对酸性乳饮料稳定性的影响:在豆渣 SDF 和果胶浓度为 0.4% 的条件下,测定酸性乳饮料(pH 分别为 3.4,3.6,3.8,4.0,4.2,4.4)的离心沉淀率。

不同稳定剂对酸性乳饮料稳定效果的对比:在

稳定剂添加量为 0.4%,pH4.0 的条件下,通过测定离心沉淀率,对比豆渣 SDF 与果胶、韩国进口大豆 SDF、CMC 和阿拉伯胶 4 种稳定剂对酸性乳饮料的稳定效果。

### 1.3 数据处理

采用 Excel 2003 进行分析且均为 3 个平行样的平均值。

## 2 结果与讨论

### 2.1 酸性乳饮料稳定性实验

由表 1 可知,通过 15 d 的观察,添加了豆渣 SDF 的酸性乳饮料无论是发酵型还是调配型,在 pH4.0 时均没有出现明显的分层现象,具有较好的稳定性。这一结果证实了在酸性条件下豆渣 SDF 可以稳定乳饮料中的牛奶蛋白颗粒。Akihiro 等研究表明,豆渣水溶性纤维多糖本身具有复杂的多糖链,可以吸附在蛋白颗粒上,将其包裹,蛋白颗粒外中性糖侧链所形成的厚层通过空间排斥力使蛋白颗粒无法聚集,从而达到在酸性条件下稳定蛋白质颗粒的目的。而这一机理与果胶稳定蛋白颗粒不同。

表 1 酸性乳饮料稳定性比较

Table 1 The stability comparison of acidity milk beverage

饮料类型 Beverage type		静置时间 Stalling time/d					
		1	2	3	5	10	15
发酵型 Fermentation	样品 Sample	++	++	++	++	+	+
	对照 CK	-	-	-	-	-	-
调配型 Mixing	样品 Sample	++	++	++	+	+	+
	对照 CK	-	-	-	-	-	-

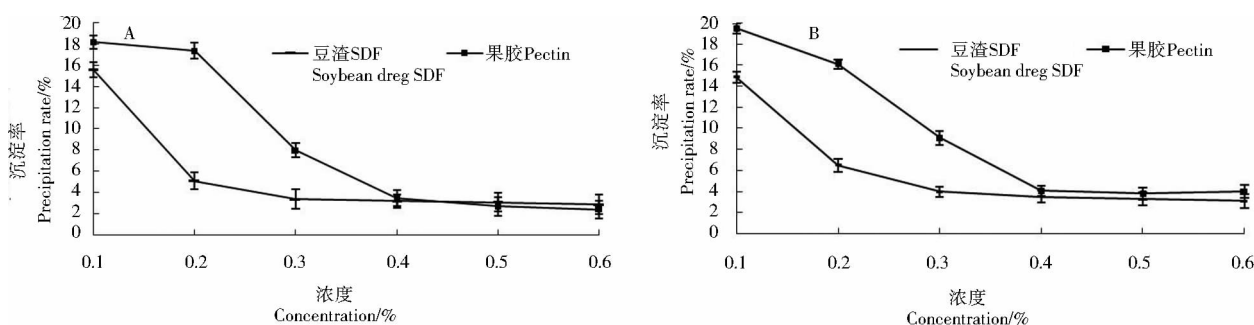
++:稳定性良好,无分层现象;+:有较少蛋白沉淀,但无分层现象;-:有分层现象。

++ : Good stability; + : A small amount of protein precipitation; - : Stratification.

### 2.2 浓度对酸性乳饮料稳定性的影响

如图 1 所示,当豆渣 SDF 浓度为 0.1% 时,两种酸性乳饮料的沉淀率均较高,说明在此浓度情况下,豆渣 SDF 不能稳定牛奶蛋白;当其浓度

达到 0.2% 时,沉淀率显著降低,此时酸性乳饮料有较高的稳定性,并且发酵型和调配型乳饮料的沉淀率相差不大,均显著低于果胶。相同条件下,果胶的浓度大于 0.3% 时才具有稳定牛乳蛋白的作用。



A: 发酵型; B: 调配型。

A: Fermentation; B: Mixing.

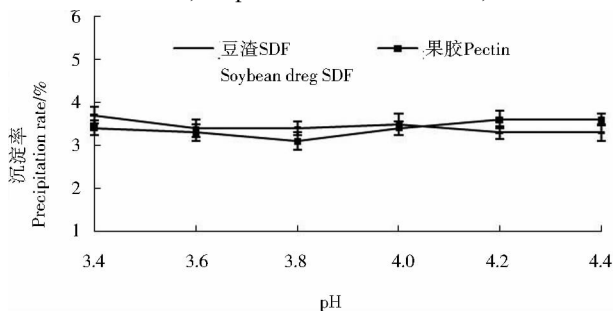
图 1 浓度对酸性乳饮料稳定性的影响

Fig. 1 Effect of the concentration on the stability of acidity milk beverage

因此,豆渣 SDF 起稳定作用所需要的浓度要低于果胶。当豆渣 SDF 和果胶浓度大于 0.4% 时,酸性乳饮料的沉淀率变化不大,故选用此浓度进行后续实验。

### 2.3 pH 对酸性乳饮料稳定性的影响

由图 2 可知,在 pH3.4~4.4 范围内,豆渣 SDF



A: 发酵型; B: 调配型。

A: Fermentation; B: Mixing.

图 2 pH 对酸性乳饮料稳定性的影响

Fig. 2 Effect of pH on the stability of acidity milk beverage

### 2.4 不同稳定剂对酸性乳饮料稳定效果的对比

由图 3 可知,当稳定剂添加量为 0.4%, pH 为 4.0 时,豆渣 SDF 与果胶、韩国进口大豆水溶性纤维的稳定作用相当,具有良好的稳定效果。其原因可能是由于大豆 SDF 与果胶具有相似的化学结构,都是由聚半乳糖醛酸主干和中性糖侧链所组成的多糖链,果胶主要是通过聚半乳糖醛酸上的阴离子所产生的静电排斥力稳定蛋白颗粒,大豆水溶性纤维主要是由中性糖侧链形成的厚层所产生的空间排斥力来稳定蛋白颗粒。当两者添加量足够大时,对酸性乳饮料中的蛋白颗粒具有较好且相似的稳定效果<sup>[8]</sup>。相比之下,阿拉伯胶和 CMC 对酸性乳饮料的稳定效果明显较差。

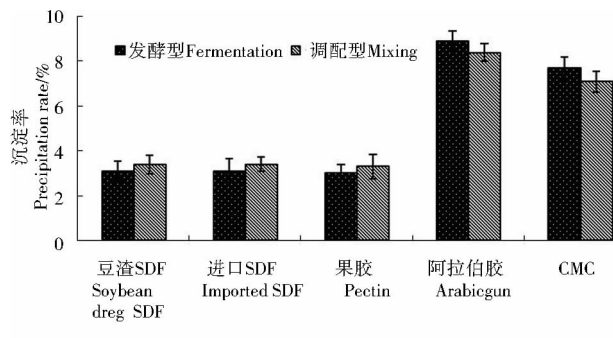


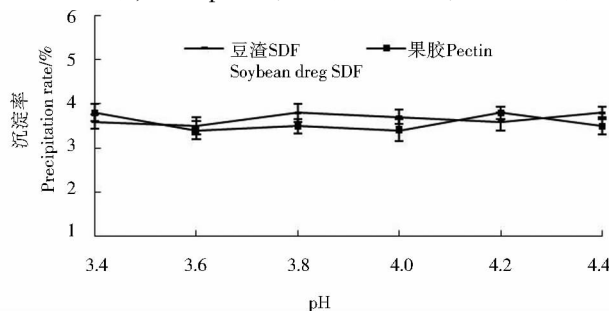
图 3 不同稳定剂对酸性乳饮料稳定性的影响

Fig. 3 Effect of different stabilizations on the stability of acidity milk beverage

## 3 结 论

通过 15 d 的观察,添加了豆渣 SDF 的酸性乳饮料无论是发酵型还是调配型,在 pH4.0 时均没有出现明显的分层现象,具有较好的稳定性。这一结果证实了在酸性条件下豆渣 SDF 可以稳定乳饮料中

和果胶浓度为 0.4% 的酸性乳饮料沉淀率随 pH 的增大变化幅度较小,且均低于 5%,表明 pH 对酸性乳饮料的稳定性影响不大,豆渣 SDF 和果胶均具有较好的稳定效果。同时还可以看出,在此 pH 范围内,无论是发酵型还是调配型,沉淀率具有相似的变化趋势,可见 pH 对其稳定性有相似的影响效果。



的牛奶蛋白颗粒。在浓度为 0.4%, pH4.0 的条件下,豆渣 SDF 稳定酸性乳饮料的效果与果胶和韩国进口大豆 SDF 相当,优于阿拉伯胶和 CMC。此外,豆渣 SDF 起稳定作用的浓度低于果胶。因此,豆渣 SDF 对酸性乳饮料具有良好的稳定作用,可以替代果胶作为一种优良的酸性乳饮料稳定剂。

## 参考文献

- [1] Nakamura A, Furuta H, Maeda H, et al. Analysis of the molecular construction of xylacturonan isolated from soluble soybean polysaccharides[J]. Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 2002, 66:1155-1158.
- [2] Phillipa G O, Williams P A. Handbook of hydrocolloids[M]. New York: CRC Press, 1998:310-320.
- [3] Nakamura A, Furutab H, Katob M, et al. Effect of soybean soluble polysaccharides on the stability of milk protein under acidic conditions[J]. Food Hydrocolloids, 2002, 1:333-343.
- [4] 管春梅. 豆渣中制取膳食纤维提取技术的研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2001, 11(4):429. (Guan C M. Study on extraction technology of extracting dietary fiber from soybean residue[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2001, 11(4):429.)
- [5] 张燕. 果胶在发酵型酸性乳饮料中的应用[J]. 食品与发酵工业, 2005, 28(12):45-47. (Zhang Y. Application of pectin in yogurt drink[J]. Food and Fermentation Industries, 2005, 28(12):45-47.)
- [6] 蒋刚. 酸性乳饮料的研究开发[J]. 中国乳业, 2005(4):50-51. (Jiang G. Research and development of acidified milk drinks[J]. China Dairy, 2005(4):50-51.)
- [7] 李庄. 大豆水溶性多糖的提取与应用研究[D]. 上海:华东师范大学, 2005:44. (Li Z. Study on extraction and application of water soluble soybean polysaccharides[D]. Shanghai: East China Normal University, 2005:44.)
- [8] Nakamura A, Ryuji Y. The stabilizing behavior of soybean soluble polysaccharide and pectin in acidified milk beverages[J]. International Dairy Journal, 2006, 16:361-369.