

可溶性大豆多糖的提取工艺及其应用研究^{*}

张晓华 任晨刚 郭顺堂

(中国农业大学食品科学与营养工程学院蛋白质加工与利用实验室, 北京 100083)

摘要 豆渣是大豆加工中的主要副产物。本文主要阐述了从脱脂豆片提取蛋白质的豆渣中提取可溶性大豆多糖的工艺及其在乳和防米饭粘连上的应用效果。首先研究了可溶性大豆多糖的提取条件, 通过正交实验, 得到了其最佳提取条件: 盐酸添加量 2%(v/w); 提取温度: 120℃; 提取时间: 2h。在米饭和牛奶中的应用研究结果表明, 可溶性大豆多糖能降低米饭的粘度, 并且可以改善酸性条件下牛奶蛋白的稳定性。

关键词 豆渣; 可溶性大豆多糖; 提取; 应用

中图分类号 S 565.101 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2006)01-0028-04

可溶性大豆多糖(Soluble soybean polysaccharide, SSPS)是一种从大豆中提取的水溶性多糖, 它粘性强, 可制成高浓度溶液, 其溶液的粘度几乎不受盐类影响, 对温度的热稳定性也优于其他糖类^[1]。SSPS有分散性, 稳定性, 乳化性和黏着性等多种功能, 不仅能用作强化食品的膳食纤维, 还可以用于制药与工业中^[2]。

关于可溶性大豆多糖的提取, 国内外已有很多报道。有的研究了在中性 pH 下从热水中提取, 有的在碱性条件用热水提取, 有的还添加了络合剂, 在酸性条件下提取^[3]。但是这些可溶性多糖多数是从大豆子叶或其它部位提取出来的, 得率不高, 工艺比较复杂, 成本也比较高。大豆分离蛋白是现代大豆加工规模化比较高的产品, 能产生 30%~35%的豆渣。然而目前开发利用的不够充分, 多数豆渣被工厂当作废弃物扔掉, 不仅浪费资源, 而且污染了环境。而豆渣的主成份是子叶部的细胞壁多糖类, 含约 30%(以豆渣为准)的水溶性多糖类^[1], 因此, 从豆渣中提取可溶性多糖能提高豆渣的利用价值, 降低大豆产品的生产成本。

本研究探讨了从大豆分离蛋白的豆渣中提取可溶性大豆多糖的工艺, 并研究了其对蒸煮米饭物性及酸性条件下牛奶蛋白稳定性的影响, 为豆渣的综合利用途径提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

大豆分离蛋白的豆渣(实验室用碱提酸沉法自制); 大米(产自辽东); 牛奶(来自北京西郊牛奶厂); 所用化学试剂均为分析纯。

1.2 仪器

水浴恒温磁力搅拌器(GO-1, 上海沪西分析仪器厂); 电热恒温鼓风干燥箱(F206, 北京医疗设备厂); 不锈钢手提压力蒸汽灭菌消毒器(CrDSX-280, 上海申安医疗器械厂); 喷雾干燥机(SD-1000, Tokyo Rikakikai Co., Ltd); 紫外可见分光光度计(UV-2102C, 尤尼柯上海仪器有限公司); RICE TASTE ANALYZE(STA-1A SATAKE, JAPAN)。

1.3 方法

1.3.1 SSPS 的提取

取豆渣 10g 分散于 40mL 蒸馏水中, 采用 L₉(3⁴)正交试验(如表 1 所示), 对提取 SSPS 的加酸量(浓度为 0.01mol/L 的 HCl)、温度、时间进行三因素三水平的选优试验, 然后离心, 再分别取 5mL 上清液进行烘干计算得率, 通过方差分析对最佳提取条件进行选优。

SSPS 得率的计算公式:

^{*} 收稿日期: 2005-06-24

作者简介: 张晓华(1982-), 在读硕士, 研究方向农产品加工。

通讯作者: 郭顺堂, E-mail: shuntang@cau.edu.cn

$$SSPS(\%) = \frac{5\text{mL 上清液的干重(g)} \times \text{上清液的体积(mL)}}{5(\text{mL}) \times 10\text{g 豆渣的干重(g)}}$$

表 1 各因素水平表

Table 1 Level values of each factor

| 水平 Level | 因素 Factors | | |
|-------------|-------------------|---------------------|------------------|
| | A: 添加 HCl 量%(v/w) | B: 加热温度(℃) | C: 保温时间(h) |
| | Addition of HCl | Temperature of heat | Duration of heat |
| 1 | 2 | 100 | 1 |
| 2 | 1 | 110 | 1.5 |
| 3 | 0.2 | 120 | 2 |

将在最佳提取条件下提取的 SSPS 溶液浓缩后喷雾干燥成粉末。

1.3.2 SSPS 在食品中的应用

1.3.2.1 SSPS 对蒸煮米饭物性的影响: 分别取 10g 大米放入 7 个小烧杯中, 用自来水冲洗 3 次 → 配制成 SSPS 浓度分别为 0, 0.1%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, 5% 的溶液 15mL 并倒入盛有大米的烧杯中 → 用保鲜膜封口, 置于沸水浴中加热 15min → 停止加热, 保温 20min 后冷却 → 用 RICE TASTE ANALYZER 分析蒸煮后米饭的感官性质。

1.3.2.2 SSPS 对酸性条件下牛奶蛋白稳定性的影响: 取 1mL 浓度分别为 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% 的 SSPS 溶液溶于 4mL 鲜牛奶中, 调节 pH 分别为 3.4, 3.8, 4.2, 4.6, 5.0。离心 (2500rpm, 25min), 然后分别吸取上清液 0.5mL 溶于 7.5mL 蒸馏水中, 混匀后取 0.1mL 用考马斯亮蓝 G-250 法^[4]测定可溶性蛋白的含量。果胶样品液处理同上。然后计算蛋白质沉淀量。

2 结果与讨论

2.1 SSPS 提取的工艺条件

本研究采用酸解法提取可溶性大豆多糖, 并对影响提取率的酸用量、温度、时间因素进行了正交试验, 结果如表 2。

从试验结果看出, 三因素的极差 R 分别是, 添加 HCl 量(14.06%)、加热温度(29.79%)、保温时间(8.84%), 这说明了它们影响 SSPS 提取率的主次关系, 其中加热温度的高低对 SSPS 得率的影响最大, 其次是盐酸添加量, 保温时间影响最小。而且随着盐酸量的增加、加热温度的升高和保温时间的延长, SSPS 的得率逐渐增加。其中, 得率最高的是加酸 2%、温度 120℃、时间 2h 的第 3 组。

对各因素作用效果的方差分析(表 3)表明, 加

热温度对 SSPS 提取率影响显著, 而 HCl 添加量和保温时间的影响不显著。

表 2 正交试验安排与试验结果

Table 2 Arrange of regression orthogonal experiment designed and the results

| No. | 列号 Rank number | | | 误差 Error | 得率(%) Yield |
|-----|----------------|---|---|----------|-------------|
| | A | B | C | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10.18 |
| 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 34.16 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 50.68 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 10.45 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 20.19 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 35.35 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 10.01 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 8.84 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 33.99 |

表 3 SSPS 得率的方差分析

Table 3 Variance analysis of the SSPS yield

| 因素 Factor | A | B | C | 误差 Error |
|----------------|----------|-----------|----------|-------------|
| K ₁ | 95.02 | 30.64 | 54.37 | 64.36 |
| K ₂ | 65.99 | 63.19 | 78.60 | 79.52 |
| K ₃ | 52.84 | 120.02 | 80.88 | 69.97 |
| 极差 R | 14.06 | 29.79 | 8.84 | 5.05 |
| 平方和 SS | 310.5351 | 1364.2151 | 143.8968 | 39.1703 |
| 均方 MS | 155.268 | 682.108 | 71.948 | 19.585 |
| 自由度 f | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F 值 | 7.928 | 34.828 | 3.674 | |
| 显著性 | | * | | |

综合上述结果, 可以得出 SSPS 的最佳提取条件是: 添加 2%(v/w) 的 HCl, 加热至 120℃保持 2h。在该条件下 SSPS 得率可达 50.68%, 这比 Morita 等人报道的从大豆子叶中用中性热水提取(38%)的得率高, 也比 Kawamura 等人研究的结果好(在热水中逐渐加入草酸铵和 0.5% 的 NaOH, 得率 32%)^[5]。这些结果表明酸性条件比中性条件或碱性条件更有利于 SSPS 的提取。

2.2 SSPS 在食品中的应用

2.2.1 SSPS 对蒸煮米饭物性的影响

在大米中加入不同浓度的 SSPS 溶液, 并用米饭口感评价分析仪(RICE TASTE ANALYZER)进行了分析, 结果见表 4。

表4 Rice Taste Analyzer 分析结果
Table 4 The results of Rice Taste Analyzer

| SSPS 浓度(%) Concentration of SSPS | 0 | 0.1 | 0.5 | 1 | 2 | 3 | 5 |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 食味值 Taste value | 87 | 86 | 86 | 86 | 87 | 86 | 88 |
| 外观 Appearance | 8.0 | 7.6 | 7.4 | 7.5 | 7.8 | 7.8 | 8.7 |
| 硬度 Hardness | 4.1 | 4.3 | 4.4 | 4.4 | 4.2 | 4.2 | 3.5 |
| 粘度 Viscosity | 8.0 | 7.7 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 6.7 |
| 平衡值(硬度/粘度) Equation value | 8.0 | 7.6 | 7.4 | 7.4 | 7.7 | 7.6 | 8.0 |

通过比较可以看出, 添加了SSPS 的大米蒸煮成米饭, 食味值、外观、硬度和平衡值(硬度/粘度)变化不大(SSPS 浓度在 0.1%~3%时), 但是粘度却有所下降。

根据饭粒表面的微观结构知道, 在没有加 SSPS 的米饭中, 是一层粘稠糊状物质完全覆盖在饭粒表面。然而, 在加了 SSPS 的米饭中, 几乎没有面糊和暴露的饭粒表面。饭粒表面的情况是由淀粉决定的, 淀粉在蒸煮初期就从米粒中游离出来了, 然后在后期形成凝胶, 又回到了饭粒表面。而 SSPS 覆盖在

大米表面, 在蒸煮过程中降低了饭粒表面的淀粉糊的粘度, 使得饭粒表面更光滑^[6]。

2.2.2 SSPS 对酸性条件下牛奶蛋白稳定性的影响
酸性乳饮料中常出现牛奶蛋白沉淀现象。解决的方法是使用稳定剂, 如果胶、羧甲基纤维素等。本研究比较了果胶与 SSPS 在酸性乳中阻止蛋白质沉淀的作用效果。

根据蛋白质沉淀量的计算公式, 可以得到不同 pH 和增粘剂浓度下样品的蛋白质沉淀量(图 1, 2)。由这两个图可以看出, 随着 pH 的增加, 蛋白质

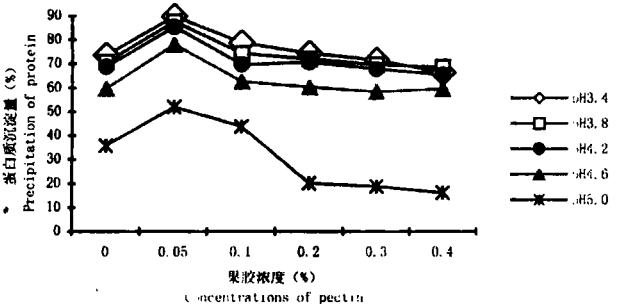


图1 不同 pH 和果胶浓度对蛋白质沉淀量的影响
Fig.1 The effect. of pH and concentrations of pectin on the precipitation of protein

沉淀量逐渐减少, 随着果胶和 SSPS 浓度的增加, 蛋白质沉淀量也有减小的趋势, 这说明了 SSPS 与果胶一样, 都可以作为酸性条件下牛奶蛋白的稳定剂。

SSPS 与果胶的这一功能是其分子结构密切相关的。SSPS 的结构与果胶类似, 是由 D-半乳糖、L-阿拉伯糖、D-半乳糖醛酸和 L-鼠李糖组成, 但 SSPS 的中性单糖组分比果胶大, SSPS 分子中含 20.7%的阿拉伯糖和 49.8%的半乳糖侧链, 形成一个球状结构。而果胶分子的主骨架是由 1,4- α -半乳糖与半乳糖相连, 鼠李半乳糖的支链与半乳糖链相连, 形成一个链状结构。因此, SSPS 与果胶的稳定机理不同。果胶分子的半乳糖链在分散机制中起重要作用, 是因为覆盖在蛋白质颗粒表面的果胶分子的相反电荷的静电排斥作用而阻止凝聚。而 SSPS 分子的中性糖侧链在分散机制中通过位阻稳

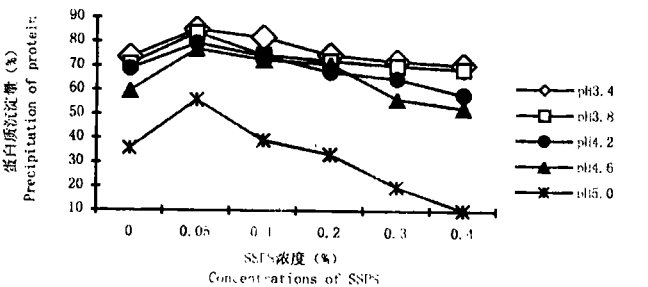


图2 不同 pH 和 SSPS 浓度对蛋白质沉淀量的影响
Fig.2 The effect of pH and concentratopns of SSPS on the precipitation of protein

定作用来阻止蛋白质颗粒的凝聚, 这个作用是由于 SSPS 在蛋白质颗粒表面形成了一个厚层, 使牛奶中的蛋白质颗粒比较稳定, 难以沉淀^[7]。

3 结论

3.1 经正交试验设计和方差分析, 确定了 SSPS 的适宜提取工艺条件为 HCl 添加量 2%(v/w), 加热温度 120℃, 保温时间 2h。该条件下 SSPS 得率比较高, 达 50%, 而且方法简便易行。

3.2 SSPS 在米饭蒸煮中应用, 可以降低蒸煮米饭的粘度; 并且可以改善酸性条件下牛奶蛋白的稳定性。

参 考 文 献

1 周秀琴. 水溶性大豆多糖的开发和应用[J]. 食品与开发, 1992, 27

(9): 27 – 28

2 H. Madea, Fuji Oil Co., Ltd., Osaka. Soluble soybean polysaccharide[J] . Handbook of hydrocolloids. 309 – 320

3 Hitoshi Furuta, Taro Takahashi, Jyunko Yobe et al. Extraction of water – soluble soybean polysaccharides under acidic conditions [J] . Biosci. Biotechnol. Biochem., 1998, 62(12): 2300 – 2305

4 韩雅珊. 食品化学实验指导[M] . 北京: 中国农业大学出版社, 1992, 57 – 58

5 H. Furuta, H. Maeda . Rheological properties of water – soluble soybean polysaccharides extracted under weak acidic condition [J] . Food Hydrocolloids, 1999, 13: 267 – 274

6 Hitoshi Furuta, Akihiro Nakamura, Hiroko Ashida et al. Properties of rice cooked with commercial water – soluble soybean polysaccharides extracted under weakly acidic conditions from soybean cotyledons[J] . Biosci. Biotech. Biochem., 2003, 67(4): 677 – 683

7 Akihiro Nakamura, Hitoshi Furuta, Masayoshi Kato et al. Effect of soybean soluble polysaccharides on the stability of milk protein under acidic conditions[J] . Food Hydrocolloids, 2003, 17: 333 – 343

THE EXTRACTION AND UTILIZATION OF SOLUBLE SOYBEAN POLYSACCHARIDE

Zhang Xiaohua Ren Chengang Guo Shuntang

(The Protein Processing and Utility Laboratory of Food Science and Nutritional Engineering
College of China Agricultural University, Beijing, 100083)

Abstract Okara is the main byproduct of soybean processing. This paper mainly expounds the extracting process and utilization of soluble soybean polysaccharide (SSPS) from okara on milk and rice. And the okara was obtained from defatted soybean flake after the extraction of protein. Through the orthogonal experiment, the optimal extracting conditions of SSPS were obtained as follows: the addition amount of HCl was 2%(v/w); extracting temperature was 120 ℃; the extracting duration was 2 h . The experiments of applying the soluble soybean polysaccharide on the rice and milk indicate that it can reduce the viscosity of the cooked rice and improve the stability of milk protein under acidic conditions.

Key words Okara; Soluble soybean polysaccharide (SSPS); Extract; Utilizations