

# 大豆水溶性多糖的黏度性质及其应用研究

梁建忠, 顾 苒, 高红亮, 孙 敏, 常忠义

(华东师范大学 生命科学学院, 上海 200062)

**摘要:** 研究了不同条件下大豆水溶性多糖溶液的黏度变化情况, 同时和其他常用的稳定剂如果胶等也做了比较。试验结果表明, 本实验室生产的大豆水溶性多糖的水溶液的黏度随着温度的升高、浓度的降低、外加盐量的增加而降低; 随着外加蔗糖量、pH 值的增加而增加; 相比较于其他稳定剂大豆水溶性多糖的黏度很低, 使酸乳饮料具有清爽的口味。

**关键词:** 大豆水溶性多糖; 黏度; 稳定剂; 酸乳饮料

中图分类号: TS209 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)增刊-0143-03

## Rheological Properties of Water-soluble Soybean Polysaccharides and Its Application Research

LIANG Jian-zhong, GU Ran, GAO Hong-liang, SUN Min, CHANG Zhong-yi

(East China Normal University, Life School, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** Rheological properties of water-soluble soybean polysaccharides was studied in this paper. The viscosity of SSPS of different conditions was main researched. Meanwhile, we have contrasted the rheological properties with other common stabilizers. The results showed that the viscosity of SSPS decreased with increasing temperature, salts amount and decreasing concentration; increased with increasing sugar amount and pH. With the contrast of other stabilizers, the viscosity of SSPS was the relatively low. The acid beverages with SSPS have a slight and refreshing flavour.

**Key words:** Soybean polysaccharides; Viscosity; Stabilizer; Acid dairy beverages

大豆水溶性多糖(Water-soluble soybean polysaccharides(SSPS))是一种从制造大豆蛋白或豆腐后剩下的副产品中提取和精制的水溶性多糖, 属酸性多糖, 结构类似果胶, 含有由半乳糖醛酸组成的酸性糖主链和阿拉伯糖基组成的中性糖侧链, 另外还有一些蛋白质成分结合在糖链上, 分子质量为5 000 ~ 1 000 000 Da<sup>[1]</sup>。国外的研究发现改变提取的程序, 大豆水溶性多糖除了分子量和组成成分发生变化外, 它们的功能也不相同。分为三类: SSPS-L, SSPS-M, SSPS-H。SSPS-L比其他两种的分子量低, 却拥有最好的乳化性能。所以 SSPS-L 应用很多, 如风味饮料等<sup>[2]</sup>。实验室使用 120 °C、pH 5、1.5 h 的工艺生产的就属于 SSPS-L。根据这个工艺已生产的大豆水溶性多糖可以作为酸性乳饮料的稳定剂, 0.4% 的添加量就可以使酸乳饮料有很好的稳定性。本研究对大豆水溶性多糖的流变学性质进行研究, 旨在探索

大豆水溶性多糖作为的食品添加剂的一些特殊的流变学性质, 为工厂生产应用提供一定的理论和现实依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料与仪器

材料: 豆渣购自山东东阿阿胶厂, 脱脂奶粉由新西兰生产, 蔗糖为市售食品级, 所用试剂均为分析纯级。

仪器: DELTA320 pH 计由梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司生产, 721 型分光光度计由上海第三分析仪器厂生产, 电热恒温水浴锅由绍兴柯桥医疗器械厂生产, 均质机由上海中鹿均质机有限公司生产, 高压灭菌锅由上海医用核子仪器厂生产, NDG-1 型黏度计由上海精科天平有限公司生产。

### 1.2 试验方法

收稿日期: 2007-09-10

基金项目: 江苏省自然科学基金项目(BK2005425)

作者简介: 梁建忠(1983-), 男, 福建南安人, 在读硕士, 主要从事微生物及食品生化研究

通讯作者: 常忠义(1968-), 男, 河南洛阳人, 副教授, 主要从事微生物及食品生化研究。

1.2.1 大豆水溶性多糖的制备 豆渣→120℃, pH 5, 1.5 h →过滤取上清→浓缩, 干燥, 制得粗制大豆水溶性多糖。

1.2.2 大豆水溶性多糖溶液的制备 分别配制浓度为 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%的大豆水溶性多糖溶液。

1.2.3 大豆水溶性多糖溶液黏度的检测 将一定浓度的大豆多糖溶液放在黏度计下, 测定特定条件下溶液的黏度, 每次重复 3 遍操作, 结果取平均值。

1.2.4 添加稳定剂的酸性乳饮料的制备 将 90 g/L 脱脂乳溶液 40 mL 和 250 g/L 蔗糖溶液 20 mL 混合均匀, 将稳定剂加入一定量的蒸馏水中, 升温至 80℃溶解, 将溶解的稳定剂加入混合的脱脂乳溶液中, 并添加水至最终体积为 100 mL, 其成分是 36 g/L 脱脂乳, 50 g/L 蔗糖, 稳定剂含量为 4 g/L。均质机均质后用质量分数为 10%的柠檬酸调节到 pH 4.0, 90℃水浴 15 min 灭菌。

1.2.5 酸性乳饮料的质量的检测 用 NDG-1 型黏度计测定酸乳饮料黏度同时进行感官评定。

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆水溶性多糖浓度对溶液黏度的影响

在室温下测大豆多糖溶液黏度(图 1)。结果表明, 大豆多糖溶液的黏度随着大豆多糖的浓度的增加而增加, 在浓度小于 15%时, 随着浓度的增加, 其黏度增加缓慢; 当浓度大于 20%时, 其黏度随着浓度的增加而快速上升。大豆多糖溶液浓度的增加引起黏度增大的原因可能是浓度增加造成大豆水溶性多糖大分子的相互缠结和分子间的摩擦力也在增大。而且这些溶液在 20℃都不发生胶凝作用。

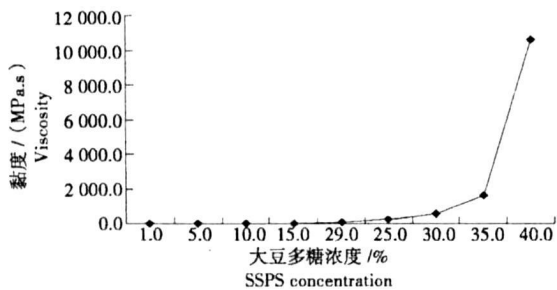


图 1 浓度对大豆多糖溶液黏度的影响  
Fig. 1 Effect of concentration on the viscosity of SSPS solution

### 2.2 温度对大豆多糖溶液黏度的影响

结果如图 2 表明, 总的趋势是 10%大豆水溶性多糖溶液的黏度随着温度的升高而降低, 在 5℃时最高, 为 19.8 MPa.s, 在 80℃时最低, 为 5.1 MPa.s。原因是温度升高使大豆多糖的分子链的活动能力增强, 体积膨胀, 分子间的相互作用力减小, 溶液的

流动性增大, 从而使大豆多糖的黏度下降<sup>[3]</sup>。并且溶液在 5~80℃范围内都不发生胶凝作用。

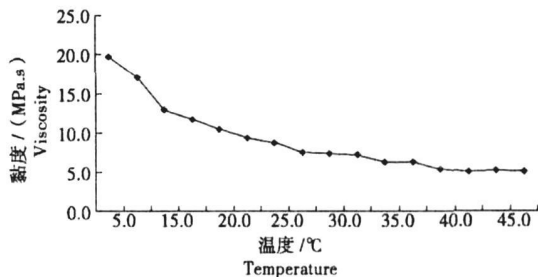


图 2 温度对大豆多糖溶液黏度的影响  
Fig. 2 Effect of temperature on the viscosity of SSPS solution

### 2.3 pH 对大豆多糖溶液黏度的影响

配制 10%的大豆水溶性多糖溶液, 分别调 pH 为 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 在室温下, 1 号转子, 60 r/min 的剪切速率下测定溶液的黏度。结果如图 3 所示, 在 pH 2~12 的范围内, 大豆多糖的黏度变化不大, 在 11.4~20.2 MPa.s 的范围内变动。从总体趋势来讲大豆多糖的黏度随着 pH 值的上升而不断增加, 同时这种变化具有可逆性。分析原因是过量的酸根离子起到静电屏蔽作用削弱了分子间的静电引力, 而使单个高分子无规则线团紧缩, 流体力学体积减少的结果使大豆多糖的黏度下降<sup>[4]</sup>。在所测的 pH 值范围内, 大豆多糖溶液都不发生胶凝作用。

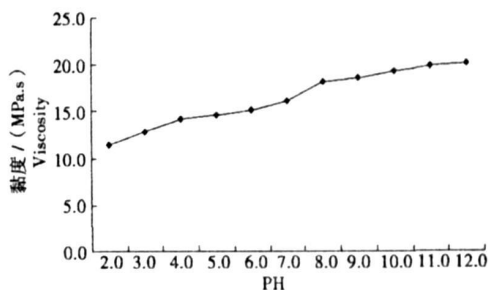


图 3 pH 对大豆多糖溶液黏度的影响  
Fig. 3 Effect of pH on the viscosity of SSPS solution

### 2.4 添加蔗糖对大豆多糖黏度的影响

如图 4, 在 10%的大豆多糖溶液中分别添加 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%的蔗糖, 结果表明, 随着蔗糖的添加量的增加, 大豆多糖溶液的黏度也在不断上升, 这跟蔗糖本身有一定的黏度有很大的关系。同时用不加大豆水溶性的蔗糖溶液做了对照, 发现虽然蔗糖溶液的黏度也在不断上升, 但趋势比较缓慢。因为蔗糖浓度的增加, 不仅本身具有一定的黏度, 而且蔗糖分子本身的水化作用显著增强, 使大豆多糖溶液中的自由水减少, 大豆多糖分子链的相互作用增强, 使黏度增加幅度更大<sup>[5]</sup>。

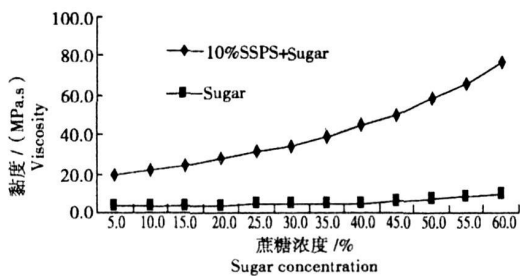


图4 蔗糖对大豆多糖溶液黏度的影响

Fig.4 Effect of sugar on the viscosity of SSPS

### 2.5 添加盐类对大豆多糖黏度的影响

如图5所示,在大豆多糖溶液中加入一定浓度的盐类(NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>),会使大豆多糖溶液的黏度降低,且随着外加盐的量的增加而降低,分析其原因

是盐类的增加,导致分子链净电荷间的作用力减弱,降低了大豆多糖分子间的缔合度,从而使溶液的黏度下降<sup>[9]</sup>。

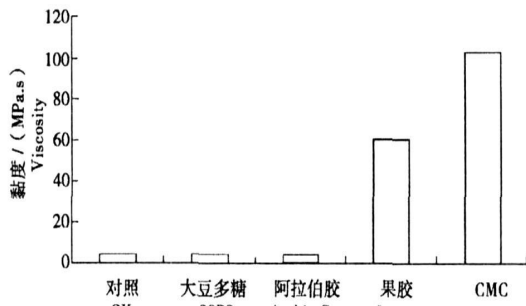


图5 盐类对大豆多糖溶液黏度的影响

Fig.5 Effect of salts on the viscosity of SSPS

表1 不同稳定剂黏度的比较

Tab.1 Contrast of the viscosity among different stabilizers

	大豆多糖 SSPS	阿拉伯胶 Arabic Gum	PGA	果胶 Gectin	CMC
浓度/% Concentration	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5
黏度/(MPa. s) Viscosity	6.4	7.0	26.8	12380	32500

### 2.6 不同稳定剂黏度比较

从表1可以看出,在相同浓度(5.0%)下黏度是大豆多糖<阿拉伯胶<PGA<果胶,而CMC在实验室条件下不能配制5.0%的浓度,即使是2.5%的CMC的黏度也是5.0%的大豆多糖溶液的5000多倍,所以大豆多糖的黏度在同等条件下的几种稳定剂中是最低的。

溶液的黏度虽然随着pH值而不断增加,但是变化不是很显著。总的来讲相比较于其他稳定剂(如CMC、果胶等)大豆水溶性多糖的黏度很低,加入酸乳饮料可以使其具有清爽的口味。在所试的所有条件下大豆水溶性多糖溶液都是以水溶液的形式存在,没有发生胶凝作用。大豆多糖的这种流变学性质可以使其应用到很多的食品和饮料中,不用考虑工厂加工和储存条件的变化而使食品的感受发生变化,易于操作,具有很广阔的应用前景。

### 2.7 添加不同稳定剂的酸乳饮料的黏度比较

添加不同稳定剂,结果如图6所示,添加了大豆多糖、阿拉伯胶,对酸乳饮料的黏度几乎没有什么影响,而加入果胶和CMC酸乳饮料的黏度分别增加了15,27倍,具有很强的增稠作用。添加了大豆多糖的和阿拉伯胶的口感比较清爽,果胶和CMC则很粘稠。

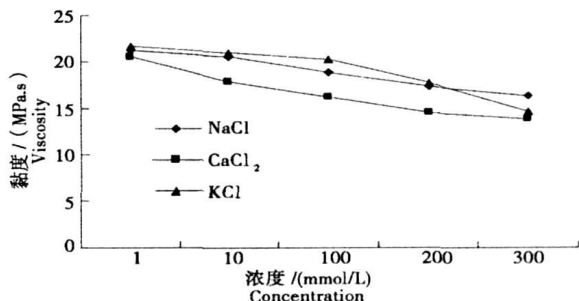


图6 添加不同稳定剂的酸乳饮料黏度的比较

Fig.6 Contrast of acid beverages with different stabilizers

## 3 结论与讨论

实验室生产的大豆水溶性多糖的水溶液的黏度随着温度的升高、浓度的降低、外加盐量的增加而降低;随着外加蔗糖量的增加而增加;大豆水溶性多糖

### 参考文献:

- [1] Aspinall G O, Begbie R, Hamilton A, et al. Polysaccharides of soybeans: extraction and fractionation of polysaccharides from cotyledon meal[J]. Chem Soc(C), 1967; 1065-1070.
- [2] Maeda H. Soluble Soybean Polysaccharides[M]. Handbook of hydrocolloids 1998; 310-320.
- [3] 金日光. 高聚物流变学及其在加工中的应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 1986.
- [4] 黄来发, 洪文生, 黄 恺. 食品增稠剂[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.
- [5] 周祖康, 顾惕人, 马季铭. 胶体化学基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 1987.
- [6] 蓝清华. 合成纤维生产工业原理(中级本)[M]. 北京: 中国石化出版社, 1982.
- [7] 傅艳华, 王鹏程, 阳庆华. 大豆食品加工利用现状与发展前景[J]. 湖北农业科学, 2001(1): 62-64.
- [8] 李荣和. 大豆新加工技术原理与应用[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1999; 201-220.
- [9] 郭本恒. 乳品化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001; 154-158.
- [10] 黄晓青, 瞿伟菁, 王 燕, 等. 采用酶法从豆渣中制备2种膳食纤维[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30: 25-28.
- [11] 张性杰. 糖复合物生化研究技术[M]. 第2版. 杭州: 浙江大学出版社, 1999; 11-12.
- [12] 张富新, 丁 武, 寇利苹. 酸性豆乳饮料稳定性的研究[J]. 中国乳品工业, 1997, 25(2): 12-14.