

大豆浓缩蛋白溶液表观粘度的研究

冯凌凌¹, 熊隼²

(1. 湛江师范学院化学科学与技术学院, 广东 湛江 524048) (2. 华南理工大学轻工与食品学院, 广东 广州 510640)

摘要: 本文研究了 pH 值、温度、NaCl 以及 SDS 对大豆浓缩蛋白 (SPC) 粘度的影响。结果表明: 添加 NaCl 和提高溶液的 pH 能使 SPC 的表观粘度升高, 剪切速率的影响增加; 添加 SDS 能降低 SPC 溶液在低剪切速率时的粘度, 剪切速率的影响较小; SPC 表观粘度随着温度的升高先是升高后再降低。

关键词: 大豆浓缩蛋白; 流变学; 表观粘度

中图分类号: TQ645.9⁹; **文献标识码:** A; **文章篇号:** 1673-9078(2007)09-0005-03

Research on the Apparent Viscosity of Soy Protein Concentrate

FENG Ling-ling¹, XIONG Jian²

(1. College of Chemical Sciences and Technology, Zhanjiang Normal University, Zhanjiang 524048, China)

(2. College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The effects of the pH value, temperature, NaCl and SDS concentration on the apparent viscosity of soy protein concentrate (SPC) were studied here. The results showed that the apparent viscosity of SPC increased with adding NaCl and increasing the pH value and was greatly affected by the shear rate, while it decreased by adding SDS and was slightly affected by shear rate. Besides, improving temperature could increase the apparent viscosity of SPC but further increase of temperature led to the decrease of the apparent viscosity of SPC.

Key words: soy protein concentrate; rheology; apparent viscosity

大豆蛋白溶液是一种非牛顿流体。大豆蛋白溶胶(凝胶)体系在加工过程中的流变行为对其形态结构的形成与发展会产生重要的影响; 同时, 其流变行为与组分间的相互作用、相形态结构密切相关, 流变响应能够准确地反映相形态结构的变化^[1]。

大豆蛋白溶液粘度对剪切速率具有很强的依赖性。要描述非牛顿流体的稳态流动, 需要在很宽的剪切速率范围, 而用动态试验方法施加很宽的频率是很好的一种评价方法^[2]。粘度和动态粘弹性是大豆蛋白分子相互作用特性参数。在食品加工过程中, 剪切速率变化很频繁, 研究不同剪切速率下食品的粘度对食品加工具有重要意义。在加工过程中, 条件变化比较大, 有必要了解各种因素对大豆浓缩蛋白表观粘度的影响, 这对大豆蛋白的加工具有指导意义。

1 材料与方法

1.1 主要材料

大豆浓缩蛋白(荷兰进口), 氯化钠(AR, 广东)
收稿日期: 2007-05-30

基金项目: 国家自然科学基金(50573025, 20436020); 广东省“十五”攻关农产品加工重大专项资助(A20301)

作者简介: 冯凌凌(1980-), 男, 助教, 硕士, 研究方向: 植物蛋白

汕头), SDS(生化试剂, 上海伯奥), 氢氧化钠(AR, 广东台山), 盐酸(AR, 广东广州)

1.2 仪器

流变仪(型号: R550, 美国 TA 公司), 酸度计(上海), 电子天平(北京赛多利斯)

1.3 实验方法

配制一定浓度的大豆浓缩蛋白(SPC)溶液, 经处理后, 利用 R550 型流变仪测定 SPC 溶液稳态流动性质。R550 型流变仪使用 40 mm、2°的聚丙稀锥板, 间隙为 2 mm, 温度为 25 °C, 剪切速率范围为 0.0286~100 s⁻¹。

2 结果与讨论

2.1 NaCl 浓度对 SPC 表观粘度的影响

从图 1 中看出, 溶液的表观粘度随着添加 NaCl 的浓度增大而增大。添加了 NaCl 后使 SPC 溶液具有很高的粘度, 但随着剪切速率的增加, 溶液的粘度急剧下降, 下降幅度大、速度快。在低离子强度中, 蛋白质分子之间的排斥力主要是电子双层重叠力克服范德华力而形成的^[3], 而随着添加的 NaCl 量的增大, NaCl 中的阳离子中和了 SPC 中负电荷, 使 SPC 表面净电荷减少, 降低了静电荷的排斥作用, 加速了 SPC 溶液

中蛋白分子的聚集作用,从而提高了 SPC 的粘度。加入 NaCl 的量越多,对蛋白表面静电荷屏蔽得就越厉害,溶液的粘度增大的程度越大^[4,5]。盐对蛋白质粘度的影响还跟分散蛋白分子的大小和形状有关。

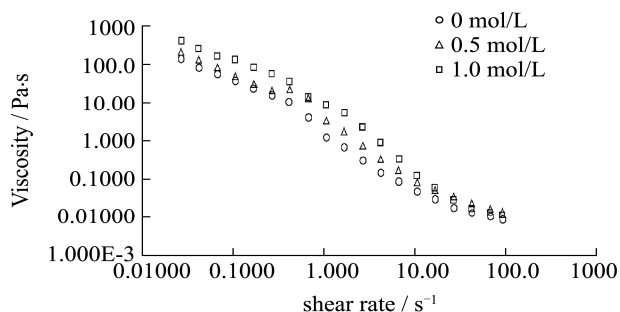


图 1 NaCl 浓度对 SPC 表观粘度的影响 (pH 6.5, 10%, 25℃)

Fig.1 Effect of concentration of NaCl on apparent viscosity of SPC

注:图中纵坐标为溶液的表观粘度,横坐标为流变仪的剪切速率。

聚合物溶液中的聚合物分子具有缠绕着的和环状的长分子链,所有这些物质在静止时将保持其内部的不规则次序,因而具有相当高的内部阻力阻碍流动,表现出来就是具有较高的粘度。随着剪切速率的增大,悬浮在液体中的火柴棒状的颗粒将沿纵长轴顺依的方向流动,链状分子沿驱动力方向解缠绕、拉伸和取向,排列后的颗粒或分子可以更容易地相互滑过。在低剪切速率时,尽管有轻微的剪切取向效应,但分子的布朗运动使所有的分子或颗粒都处于无序状态。剪切速率非常低时,假塑性液体表现出类似牛顿流体的特性,具有与剪切速率无关的确定粘度。当剪切速率增至一定程度时发生了新的现象:剪切速率所引起的分子或颗粒的取向作用远远超过布朗随机效应,液体粘度急剧下降^[6]。在剪切速率增大到一定程度,粘度随着剪切速率增大不再发生变化,也就是再次表现出类似牛顿流体的性质。

2.2 pH 值对 SPC 表观粘度的影响

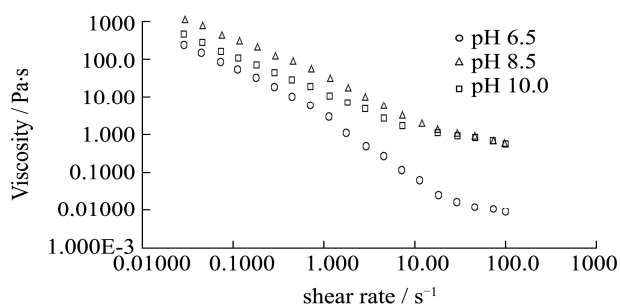


图 2 pH 值对 SPC 表观粘度的影响 (10%, 25℃)

Fig.2 Effect of pH value on apparent viscosity of SPC

从图 2 中看出,在剪切速率较低时,随着剪切速率的增大,SPC 溶液的表观粘度迅速减小,pH 8.5 和 pH 10.0 的溶液在剪切速率为 10 s^{-1} 时,表观粘度降低速率减慢,出现一个平台期,而 pH6.5 的溶液在剪切速率为 30 s^{-1} 时才出现平台期,表观粘度远低于其它两个样品。在温度较低时,悬浮液由天然的球蛋白以及它们之间的胶状力赋予悬浮液显著的物理化学性质:胶体稳定、高粘度性和剪切变稀性质。pH 值变化引起粘度改变,这是由于 pH 值变化,促使蛋白质分子呈负电荷状态,导致蛋白质-水相互作用,蛋白质-蛋白质相互作用,蛋白质-离子相互作用变化,表现在流动速度增或减,最终使蛋白质胶体溶液的粘度改变。当蛋白质分子处于等电点时,由于长肽链上等数量的正负电荷相互吸引,蛋白质分子呈结构十分紧密的小球,又因此时水合度小,整个蛋白球体体积小,溶液流动时受到阻力小,故在等电点处,粘度最低;在远离等电点时,水化程度高,在它的周围能固定较多水分子,体积逐渐增大,粘度系数呈上升趋势^[5,7]。但 pH 过高时,蛋白质分子分散程度大,分子间作用几率降低,粘度反而又降低了。

2.3 SDS 浓度对 SPC 表观粘度的影响

表面活性剂早已被应用于包括蛋白质在内溶解性较差的物质。SDS 提高大豆蛋白溶解性可能是 SDS 的疏水基团同大豆蛋白的疏水基团发生交联,导致蛋白表面的负电荷增加,提高蛋白质分子之间的静电排斥力。

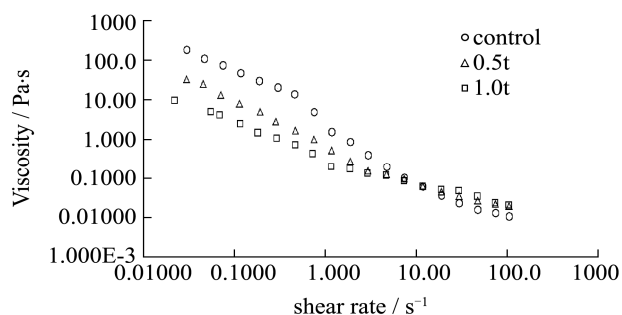


图 3 SDS 浓度对 SPC 表观粘度的影响 (pH6.5, 10%, 25℃)

Fig.3 Effect of concentration of SDS on apparent viscosity of SPC

从图 3 中可看出,添加 SDS 的 SPC 起始粘度比没有添加的低,但随剪切速率的增大而降低的速率较低,三个样品在剪切速率为 7 s^{-1} 处的粘度在一致。剪切速率高于 7 s^{-1} 时,添加 SDS 的 SPC 粘度较没有添加的高。这说明添加 SDS 的 SPC 起始粘度虽然较低,但抗剪切变稀能力强。这可能是因为蛋白质胶体溶液的表面电荷的增加,增大了蛋白质分子内部的静电排

斥力,破坏蛋白质形成的沉淀并阻止蛋白质分子进一步沉淀。静电斥力使蛋白颗粒变小,根据斯托克定律,蛋白质不容易沉聚^[8],从而提高了 SPC 溶液在高剪切速率下的粘度。

2.4 温度对 SPC 表观粘度的影响

温度是影响粘度的一个显著因素,特别是对像大豆蛋白这一类具有弹性又能够成胶的高分子。因为 SPC 在 60 °C 时就开始形成凝胶,而在 60 °C 以及以上的温度考查 SPC 表观粘度意义不大,所以仅考查 20 °C、30 °C、40 °C 和 50 °C 这几个温度对 SPC 表观粘度的影响。

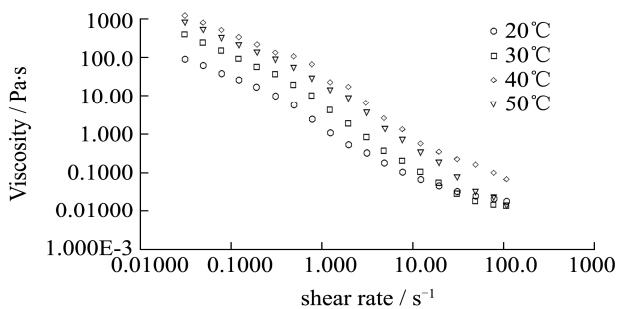


图4 温度对 SPC 表观粘度的影响(pH6.5, 10%)

Fig.4 Effect of temperature on apparent viscosity of SPC

从图4可以看出,随着温度的升高,SPC 的各个剪切速率下的表观粘度先是不断增大,当温度上升到 50 °C 时,其表观粘度又有所下降。

大豆蛋白主要由大豆球蛋白和 β -伴大豆球蛋白组成,在受热条件下解离为亚基。从流变学的观点来看:大豆蛋白的解离可能形成均一体系,即减少了聚合增加了分散性,从而提高了溶液的粘度^[9]。由于蛋白质分子受热解离,释放了束缚在蛋白质分子内的溶剂分子,但是这并没有显著减少蛋白质分子的水合容积。蛋白质分子由于受热解离,使其分子尺寸减小,降低了分子间的平均距离,这增加了分子间的静电斥力,从而增加了粘度^[10]。温度对粘度的影响表明了布朗随机运动和粘聚力在剪切过程中相互影响^[11]。

3 结论

研究表明,在 SPC 溶液中添加 NaCl 和提高溶液

的 pH,能使 SPC 的表观粘度升高,但对于剪切速率的响应更加敏感,受剪切速率的影响更大;添加 SDS 能降低 SPC 溶液在低剪切速率时的粘度,但受剪切速率影响较小;SPC 的表观粘度随着温度升高而增大,在 40 °C 达到最大后又随温度升高而略有降低。

参考文献

- [1] 姜苏俊.二元聚合物及含填料的三元工混体系相行为的动态流变学的研究[D].四川大学博士论文,2003,2-13
- [2] Gebhard Schramm.李晓辉,朱怀江译.实用流变测量学[M].北京:石油工业出版社,1998
- [3] Morr C V. Current status of soy protein functionality in food systems[J].Journal of the American Oil Chemists Society, 1987,64(7):265-277
- [4] Rha C K, Pradipasena P. Viscosity of proteins in functional properties of food macromolecules[M]. Elsevier Applied Science Publishers: London,1986,Chapter 2,79-120
- [5] 江志炜,沈蓓英,潘秋琴.蛋白质加工技术[M].北京:化学工业出版社,2003
- [6] R.S.Lenk, Polymer Rheology.宋家琪等译.聚合物流变学[M].北京:国防工业出版社,1983
- [7] 冯凌凌,熊捷,李琳,等.pH 值对 SPC 功能性和结构的影响[J].食品科学,2006,27(5):129-133
- [8] Malhotra A, Coupland J N. The effect of surfactants on the solubility, zeta potential, and viscosity of soy protein isolates [J].Food Hydrocolloids,2004,18:101-108
- [9] Utsumi S, Nakanura T, Harada K, et al. Occurrence of dissociable and undissociable soybean glycinin [J].Agric.Biol.Chem,1987,81:2139-2144.
- [10] Ogawa A, Yamada H, Matsuda S ,et al. Viscosity equation for concentrated suspensions of charged colloidal particles[J]. J.Rheol., 1997,41:769-785.
- [11] Berlia C L A, Deibera J A, Añón M C. Connection between rheological parameters and colloidal interactions of a soy protein suspension[J].Food Hydrocolloids,1999,13:507-515

乙肝的保肝饮食六原则

1.均衡饮食,以主食为主,多吃蔬菜和水果;2.不吃不洁净的食物,尤其是霉变的花生以及没有腌制好的酸菜;3.少吃动物油和肥肉;4.不要酗酒,不要空腹喝酒,空腹喝酒更容易吸收乙醛;5.吃烧烤时不要吃直接与炭火接触的食物,其含有的致癌物比电烤和加铁板烧烤的要多;6.腌制食品容易微生物污染,会伤肝。可适当补充 B 族维生素和矿物质,如谷类食物。