

低浓度阿拉伯树胶溶液的流变特性及影响因素研究

王元兰, 李忠海, 张乐华
(中南林业科技大学, 湖南株洲 412006)

摘要: 以低浓度阿拉伯树胶溶液为研究对象, 考察了其流变特性及浓度、剪切速率、温度、pH、搅拌时间对溶液粘度的影响。结果表明, 低浓度阿拉伯树胶溶液的粘度随溶液浓度的增加呈下降趋势, 表现为牛顿流体的特性; 在一定浓度下表现出剪切稀化的特性; 其粘度对温度有一定的依赖性, 粘度随温度的升高呈波动性变化; 在 pH 低于 5 时, 其粘度随 pH 的下降而显著升高, 在 pH 为 5.79~11.17 的范围, 粘度不受 pH 变化的影响; 低浓度阿拉伯树胶溶液在不同的搅拌时间作用下具有不同的粘度。

关键词: 阿拉伯树胶, 低浓度, 流变特性, 粘度

Abstract The effects of the rheological properties of low-concentration arabic gum with different concentration, shearing rate, temperature, pH and stirring time on the viscosity of gum solution was studied. The results showed this fluid behaved like Newtonian fluid. The viscosity of low-concentration arabic gum was distinctly reduced with shearing rate and its viscosity was fluctuated with temperature. At low concentration, the viscosity of arabic gum solution was distinctly reduced when its pH was under 5.0, the viscosity of low-concentration gum solution was constant when its pH in the range of 5.79~11.17. The viscosity was also influenced with different stirring time.

Keywords arabic gum; low-concentration; rheology; viscosity

中图分类号: TS201.7 文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2007)09-0181-03

阿拉伯树胶是非洲豆科类植物 *Acacia Senega* 和 *Acacia Seyal* 的分泌产物, 是一种水溶性的多糖物质^[1], 平均分子量为 350 000, 溶液有牛顿胶体的表现。阿拉伯树胶是目前国际上最为廉价而又广泛应

用的亲水胶体之一, 是工业上用途最广的水溶性胶, 它可以和大多数其他的水溶性胶、蛋白质、糖和淀粉相配伍, 也可以和生物碱相配伍混液应用, 广泛用作乳化剂、稳定剂、悬浮剂、粘合剂、成膜剂等^[2]; 同时, 由于应用技术的日趋成熟及应用领域的不断增加, 在亚洲尤其是在中国, 市场对阿拉伯树胶的需求也获得大幅度上升, 阿拉伯树胶已经成为我国食品工业中应用最为广泛的胶体之一^[3]。笔者测定了低浓度阿拉伯树胶水溶液在不同浓度、剪切力、酸碱度、温度以及搅拌时间等条件下的粘度, 以期更好地为阿拉伯树胶在生产实践中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

阿拉伯树胶粉 食品级, 湖南湘中精细化学制品厂。

NDJ-5S型数字粘度计, DSY-2-8电热恒温水浴锅, JJ-1精密定时搅拌器, pHS-3C精密 pH 计, 精密电子天平。

1.2 实验方法

1.2.1 阿拉伯树胶水溶液的配制 常温下称量 蒸馏水溶解 搅拌 20min 充分溶解分散 放置备用。选用合适转子和转速在室温下测定粘度^[4] (单位为 mPa·s)。

1.2.2 浓度对阿拉伯树胶溶液粘度的影响 分别配置 0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 的阿拉伯树胶溶液, 用 DJ-5s型数字粘度计 2号转子在室温下测定 6r/min 时的粘度。

1.2.3 剪切力变化对阿拉伯树胶溶液粘度的影响 测定 0.1%、0.3%、0.5% 阿拉伯树胶溶液在 6、12、30r/min 下的粘度变化。

1.2.4 温度对阿拉伯树胶溶液粘度的影响 配置 0.3% 的阿拉伯树胶溶液, 分别在 40、50、60、70、80、90、100℃ 下水浴加热 30min 用 2号转子测定 6r/min 下的粘度变化。

1.2.5 酸碱度对阿拉伯树胶溶液粘度的影响 配置 0.3% 的阿拉伯树胶溶液, 分别用稀酸和稀碱调其 pH

收稿日期: 2007-02-08

作者简介: 王元兰 (1969-), 女, 副教授, 硕士生导师, 在读博士, 研究方向: 森林资源的高效利用。

基金项目: 中南林业科技大学青年科研基金项目 (101-0570)。

(pH用精密酸度计监测),用2号转子在6r/min下测定不同pH时的粘度变化。

1.2.6 搅拌时间对阿拉伯树胶溶液粘度的影响 配置0.3%的阿拉伯树胶溶液,用精密定时搅拌器在低档转速下分别搅拌15、30、60、90、120min后,用2号转子在6r/min下测定不同搅拌时间对阿拉伯树胶溶液粘度的影响。

2 结果与讨论

2.1 浓度对阿拉伯树胶溶液粘度的影响

从图1可知,阿拉伯树胶溶液表现为牛顿流体的特性,其粘度随溶液浓度的增加而总体呈下降趋势,0.3%以下浓度的胶液粘度有点波动,0.3%以上浓度的胶液粘度随溶液浓度的增加呈现明显下降趋势,这是由于阿拉伯树胶高度的分支结构和不易伸展的球状形态所致,故阿拉伯树胶可配制成50%浓度的水溶液而仍具有流动性,这是其他亲水胶体所不具备的特点之一。

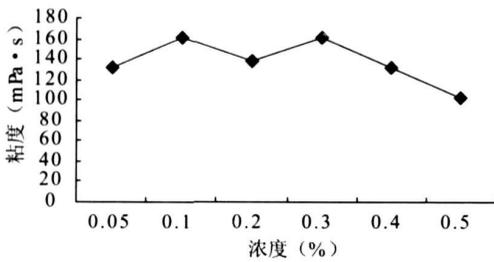


图1 浓度对阿拉伯树胶溶液的影响

2.2 剪切力变化对阿拉伯树胶溶液粘度的影响

阿拉伯树胶作为食品添加剂应用时,大都要经过输送、搅拌、均质等工序的机械剪切作用,为此,我们测定了剪切力变化对阿拉伯树胶溶液粘度的影响,见图2。

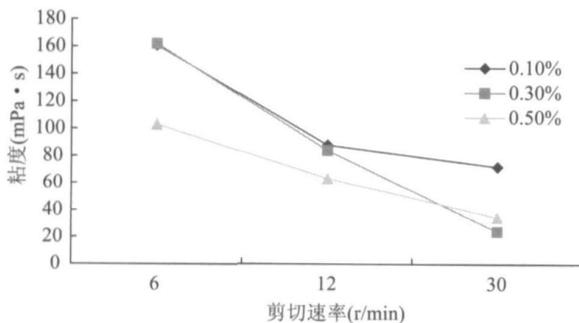


图2 剪切力的变化对阿拉伯树胶溶液粘度的影响

图2表明,浓度为0.1%、0.3%、0.5%的阿拉伯树胶溶液,其粘度随转速的升高均显著下降,呈非牛顿流体状态,溶液浓度越大,其粘度随转速的升高下降越明显。

2.3 温度对阿拉伯树胶溶液粘度的影响

食品在生产过程中,加热杀菌是很常见的加工工艺,因此,我们测定了温度对0.3%的阿拉伯树胶溶液粘度的影响,见图3。

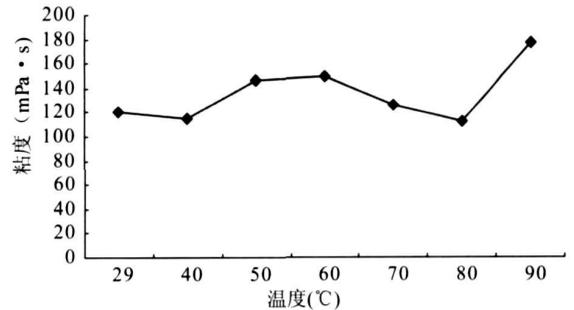


图3 温度对阿拉伯树胶溶液粘度的影响

图3可知,阿拉伯树胶溶液的粘度随温度的升高呈现波动性变化,在40~80℃时,其粘度有所下降,而在50~60~70~90℃时,其粘度均比室温29℃时有所升高,90℃时粘度升高很明显,达177mPa·s。我们在实验中发现,阿拉伯树胶经90℃高温处理后,恢复到29℃,测得阿拉伯树胶粘度为111mPa·s,其粘度比升温前(粘度121mPa·s)下降8.26%。

2.4 酸碱度变化对阿拉伯树胶溶液粘度的影响

从图4可知,阿拉伯树胶溶液的粘度随酸碱度的变化而有所变化。在酸性条件下,当pH低于5时,阿拉伯树胶溶液的粘度随pH的下降而显著升高;当pH大于5.79时,粘度只有轻微的变化;pH在5.79~11.17范围内变化对其胶溶液的性状影响不大。

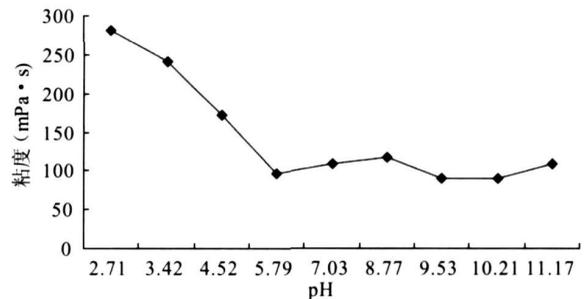


图4 酸碱度对阿拉伯树胶溶液粘度的影响

2.5 搅拌时间对阿拉伯树胶溶液粘度的影响

从图5可知,在一定搅拌速率下,阿拉伯树胶溶液粘度随搅拌时间的变化而变化,在搅拌15、30、90min时,其粘度均有不同程度的上升,但在搅拌60min和120min时,其粘度有所下降,搅拌120min时粘度下降很明显,下降程度达36.69%。

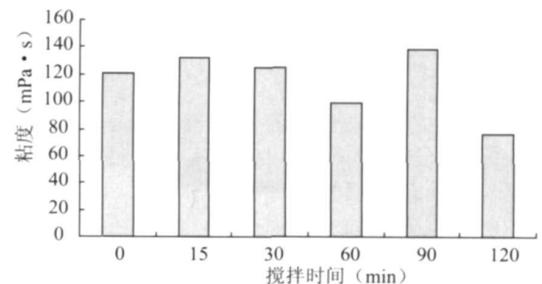


图5 搅拌时间对阿拉伯树胶溶液粘度的影响

(下转第200页)

如下: 将生乳样品进行不完整的生乳前处理(不进行细菌的热处理)。这样处理的生乳样品, 既去除了蛋白质颗粒、脂肪球、体细胞的干扰, 又保持了细菌细胞膜的完整性。由于死亡菌体溶胀, 细菌细胞膜破裂, PI分子得以进入细胞内染色 DNA, 其荧光特性为阳性; 而活细菌的细胞膜结构完整, PI分子不能染色, 其荧光特性为阴性(图 4B)。由图 4B 显示, 该样品中死亡细菌的百分率为 4.2%。从细菌总数中除去死亡细菌百分率, 即为活菌数。

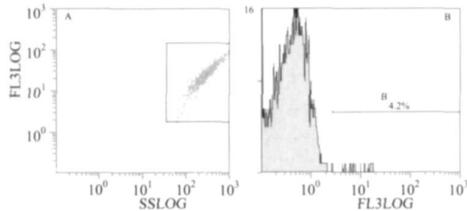


图 4 生乳样品的流式图谱

将生乳样品 ($n=10$) 分别用流式细胞术、平皿菌落计数法检测细菌数; 再将同一个生乳样品稀释 10^2 倍, 分别用流式细胞术、平皿菌落计数法检测细菌数。由图 5 可以看出, 流式细胞术与平皿菌落计数法检测生乳中的细菌总数的结果呈正的直线相关 ($P < 0.01$), 相关程度为显著相关 ($r = 0.9360$)。由于流式细胞仪是对每一个被荧光染色的目标细菌进行计数, 因此理论上要比平皿菌落计数法更加精确, 得到的结果更可靠。

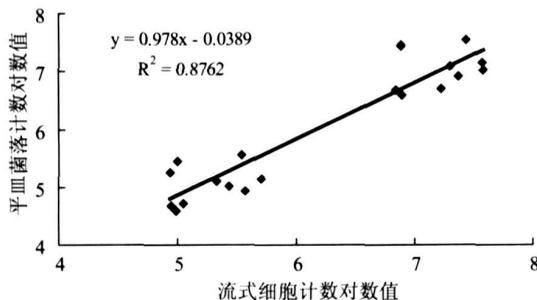


图 5 流式细胞术与平皿菌落计数法的相关性

(上接第 182 页)

3 结论

通过实验研究发现, 阿拉伯树胶溶液表现为牛顿流体的特性, 其粘度随溶液浓度的增加总体呈下降趋势, 0.3% 以下浓度的胶液粘度有点波动, 0.3% 以上浓度的胶液粘度随溶液浓度的增加呈现明显下降趋势。阿拉伯树胶溶液在一定浓度下表现出剪切稀化的特性, 溶液浓度越大, 其粘度随剪切速率的升高下降越明显。同浓度的阿拉伯树胶溶液其粘度随温度的变化呈现波动性变化。当 pH 低于 5.0 时, 阿拉伯树胶溶液的粘度随 pH 的下降而显著升高, 而 pH 在 5.79~11.17 范围内, 溶液的粘度几乎不受 pH 变化的影响。在一定搅拌速率下, 阿拉伯树胶溶液的粘度随搅拌时间的变化而变化, 不同的搅拌时间

3 结论

3.1 用流式细胞术检测生乳中的总菌数, 极大的缩短了检测时间, 可以同时多个样品的处理, 能够满足大量样品在线检测的要求。

3.2 流式细胞术的最低检测限可以达到 10^4 /mL。

3.3 流式细胞术可以区分具有生命活力的细菌和已经死亡的细菌。

3.4 流式细胞术与平皿菌落计数法相比, 检测的结果更精确、更可靠。

参考文献:

- [1] NY/T 939-2005 中华人民共和国农业行业标准 [S].
- [2] GB4789.2-2003 中华人民共和国国家标准菌落总数测定 [S].
- [3] 王书奎, 周振英. 实用流式细胞术彩色图谱 [M]. 第二军医大学出版社, 2004.
- [4] 吴慧清, 吴清平. 生物发光检测法和国标法检测样品中活菌总数的比较研究 [J]. 食品工业科技, 2004, 25(4): 134-136.
- [5] 牛天贵, 张宝芹. 食品微生物检验 [M]. 中国计量出版社, 2003.
- [6] 詹乾钢. EPICS XL 流式细胞仪的基本原理及临床应用 [J]. 医疗装备, 2002, 15(7): 3-5.
- [7] Thusitha S, Gunasekera Paul V, Attfield Duncan A, Veal A. Flow Cytometry Method for Rapid Detection and Enumeration of Total Bacteria in Milk [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2005, 66(3): 1228-1232.
- [8] Van Poucke H, Nelis A. 210-min solid phase cytometry test for the enumeration of Escherichia coli in drinking water [J]. J Appl Microbiol, 2000, 89(3): 390-396.
- [9] Stender H, Broomer Adam J, Oliveira K, Perry-O'Keefe H, Hyllig-Nielsen, Jens J, Sage A, Coull J. Rapid Detection, Identification and Enumeration of Escherichia coli Cells in Municipal Water by Chemiluminescent In Situ Hybridization [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2001, 67(1): 142-147.

具有不同的粘度。总之, 在具体的生产实践中, 根据低浓度阿拉伯树胶溶液的流变特性, 可以通过控制适宜的加工工艺使其达到最佳的使用效果。

参考文献:

- [1] 胡国华. 功能性食品胶 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004. 86-91.
- [2] 尹楠, 沈群. 桃胶与阿拉伯胶性质比较 [J]. 食品工业科技, 2006(8): 146-148, 165.
- [3] 胡国华. 阿拉伯胶在食品工业中的应用 [J]. 粮油食品科技, 2003, 11(2): 7-8.
- [4] 陈克复, 卢晓江, 金醇哲等编译. 食品流变学及其测量 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1989. 75-125.