

鹿角海萝多糖的流变性研究

杨永利, 郭守军, 何都能, 马瑞君
(韩山师范学院生物系, 广东潮州 521041)

摘要:主要研究了鹿角海萝多糖的流变性。结果表明, 鹿角海萝多糖溶液的粘度随着浓度的升高而升高, 溶液为“非牛顿流体”; 当浓度达到 0.5% 时, 溶液变为凝胶; 多糖最佳溶解温度为 80°C; pH、冻融变化及不同提取工艺对多糖溶液粘度的影响较小; 苯甲酸钠、微波和超声波处理对溶液粘度有一定影响; 溶液有良好的耐盐稳定性和抗降解性能; 鹿角海萝多糖与卡拉胶有较强烈的协效性, 二者的最佳配比为 1:9。

关键词:鹿角海萝, 多糖, 流变性

Abstract: In the thesis, rheological properties of funoran from *Gloiopeltis tenax* were discussed. The result showed that the viscosity of funoran solution was raised with the rising of concentration, solution was “non-Newton” fluid, and when concentration reached 0.5%, the solution changed to a gel; the optimal temperature of heating up was 80°C; pH, freeze-thawing and different extracting technique had little effects; sodium benzoate, treatment with microwave and ultrasonic wave had some effects to the solution viscosity; funoran had strong synergy with carrageenan, and the optimal proportion was 1:9.

Key words: *Gloiopeltis tenax*; funoran; rheological property.

中图分类号: TS254.1 文献标识码: A
文章编号: 1002-0306(2007)07-0103-04

鹿角海萝 *Gloiopeltis tenax* (Turn.) J. Ag. 别名红菜、赤菜, 是红藻门内枝藻科海萝属一年生红藻^[1], 产于东海和广东省大陆沿岸。海萝多糖具有降血糖、抗肿瘤和增强免疫的作用^[2-5], 还可作为增稠剂、凝胶剂等应用于食品行业中^[6]。在多糖胶的许多实际应用领域中, 都要涉及到胶液的流变性质问题。因此, 揭示流变性质是多糖胶推广应用的前提^[6]。测定体系粘度是研究胶液流变学最基本的方法, 本研究着重研究了不同浓度、剪切速率、温度、时间、pH、交联剂、盐离子浓度、冻融处理、微波处理、超声波处理以及不同提取方法等对胶液粘度的影响, 并测定了鹿角海萝多糖在冷水中的溶解性能、溶液的透明度以及与其它

多糖的协效性。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鹿角海萝 采自汕头澄海, 在日光下将其色素褪去, 晒干, 粉碎后, 分别在 85% 丙酮、85% 酒精、100% 乙醇中各回流处理 2h, 烘干后备用^[4]。

SNB-1 数字式粘度计, HF-2.0B 超声波循环提取器, UV-2800 型紫外可见分光光度计, 格兰仕家用微波炉等。

1.2 鹿角海萝多糖的提取工艺

1.2.1 热水提取法 热水提取, 醇沉。

1.2.2 NaOH 提取法^[5,6] 不同浓度 (5%、10%、15%、20%、25%、30%) NaOH 溶液提取, 醇沉。

1.3 鹿角海萝多糖的流变性测定

1.3.1 浓度对鹿角海萝多糖溶液粘度的影响 配置 0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%、0.07%、0.08%、0.09%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1% 的鹿角海萝多糖溶液, 60°C 恒温水浴中加热搅拌 30min, 冷却至室温, 在 60r/min 下测定其粘度。

1.3.2 剪切力对鹿角海萝多糖溶液粘度的影响 配置 0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%、0.07%、0.08%、0.09%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 的鹿角海萝多糖溶液, 60°C 恒温水浴中加热搅拌 30min, 冷却至室温, 在 60r/min 下测定其粘度。

1.3.3 温度对鹿角海萝多糖溶液粘度的影响 用浓度为 0.3% 的鹿角海萝多糖溶液分别在 25、40、60、80、100°C 下搅拌 30min, 冷却至室温, 在 60r/min 下测定其粘度。

1.3.4 pH 对鹿角海萝多糖溶液粘度的影响 分别配置 pH 为 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11, 浓度为 0.3% 的鹿角海萝多糖溶液, 在 60r/min 下测定其粘度。

1.3.5 加热时间对鹿角海萝多糖溶液粘度的影响 配置若干份 0.3% 的多糖溶液, 在 60°C 下分别加热 0.5、1、1.5、2、2.5h, 冷却至室温, 在 60r/min 下测定其粘度。

收稿日期: 2006-10-11

作者简介: 杨永利 (1965-), 女, 副研究员, 研究方向: 植物资源学。

基金项目: 广东省自然科学基金 (06028879)、韩山师范学院青年基金 (200502) 联合资助。

1.3.6 冻融变化对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响 配置 0.3%、0.5%的多糖溶液各 2 份, 分别在 4℃ 和 -20℃ 冷藏和冷冻 24h, 室温下解冻, 在 60r/min 下测定其粘度变化。

1.3.7 耐盐性实验 配制 0.3% 的鹿角海梦多糖溶液, 分别在溶液中加入固体 NaCl, 使溶液中 NaCl 的浓度分别为 5% 和 11%, 搅拌均匀。加入食盐后, 胶溶液体系不稳定, 粘度有波动, 待其基本稳定后测定粘度, 然后隔 1d 测 1 次, 直至其粘度不再下降为止, 得耐盐特性曲线。

1.3.8 抗降解性能 配制 0.3%、0.5% 鹿角海梦多糖溶液, 室温下放置 3、6、24、48、72、96h, 在 60r/min 下分别测定其粘度。

1.3.9 防腐剂对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响 配置 0.3% 的溶液, 加入 0.001%、0.1% 的苯甲酸钠溶液, 在 60℃ 加热搅拌 30min, 冷却至室温, 测定 60r/min 时的粘度。

1.3.10 超声波处理对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响 配置 0.3% 的多糖溶液 4 份, 在 60℃、100W 分别处理 5、10、15、20min, 冷却至室温, 在 60r/min 下测定粘度。

1.3.11 微波处理对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响 配置 0.3% 的鹿角海梦多糖溶液, 在微波炉中分别加热 1、2、3、5min, 冷却至室温, 在 60r/min 下测定粘度。

1.3.12 不同提取方法对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响 配置 0.3% 不同碱浓度提取的鹿角海梦多糖溶液, 在 60r/min 下测定其粘度; 并对比不同提取工艺对多糖溶液粘度的影响。

1.3.13 鹿角海梦多糖与其他多糖的协效性 配置 0.3% 的鹿角海梦多糖与卡拉胶、长角豆胶和魔芋胶 (质量比为 1:1) 的复配胶溶液, 在 60℃ 加热搅 30min, 冷却至室温, 在 60r/min 下测定其粘度。

1.4 凝胶融化温度的测定

参见文献[4]。

1.5 鹿角海梦多糖在冷水中的溶解度测定

参见文献[4]。

1.6 鹿角海梦多糖溶液透明度测定

参见文献[4]。

2 结果与讨论

2.1 浓度对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

从图 1 可以看出, 鹿角海梦多糖溶液的粘度会随着浓度的升高而升高, 当浓度低于 0.2% 时, 溶液粘度升高的幅度较小; 高于 0.2% 时, 粘度有较大幅度的升高; 当浓度达到 0.4% 时, 粘度为 251mPa·s (60r/min); 当溶液浓度达到 0.5% 时, 溶液变为凝胶。

2.2 剪切力对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

实验表明, 鹿角海梦多糖溶液为非牛顿流体, 当

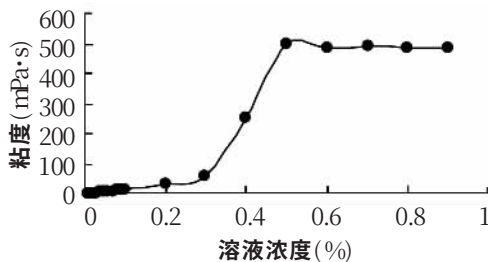


图 1 溶液浓度对鹿角海梦多糖粘度的影响

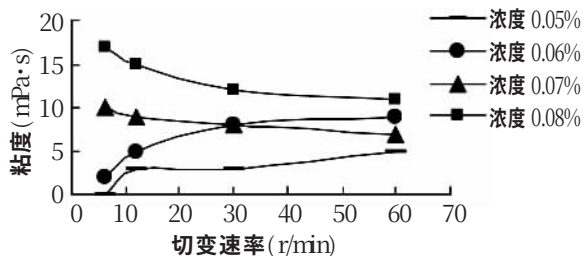


图 2 剪切力变化对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

鹿角海梦多糖浓度 $\leq 0.06\%$ 时, 溶液为“胀塑性流体”; 当溶液浓度 $\geq 0.07\%$ 时, 溶液为“假塑性流体”。

2.3 温度对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

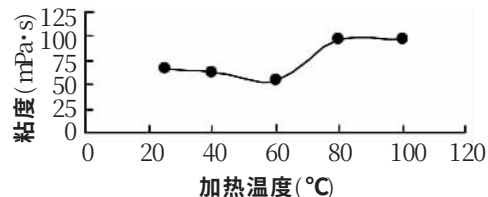


图 3 不同加热温度对海梦多糖溶液粘度的影响

从图 3 可以看出, 低于 60℃ 加热, 鹿角海梦多糖溶液粘度变化较小; 当高于 60℃ 加热时, 溶液粘度有一定升高; 80℃ 加热时, 溶液粘度达到最大值; 高于 80℃ 加热时, 溶液粘度不再增加, 基本保持恒定。因此, 鹿角海梦多糖的最佳加热温度为 80℃。

2.4 pH 变化对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

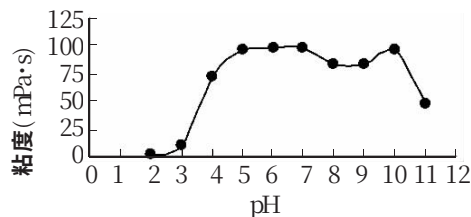


图 4 pH 对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

从图 4 可以看出, 鹿角海梦多糖溶液的粘度在 pH 5~10 时比较稳定, 只有在强酸或强碱溶液中才会有明显的下降。因此, 鹿角海梦多糖溶液在酸和碱中具有良好的稳定性。

2.5 加热时间对鹿角海梦多糖粘度的影响

从图 5 可以看出, 随着加热时间的增加, 鹿角海梦多糖溶液的粘度会有所下降, 但下降的幅度较小, 说明加热时间对溶液粘度影响较小。

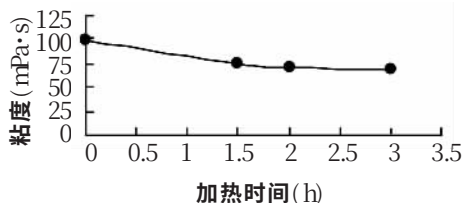


图5 加热时间对鹿角海梦多糖粘度的影响

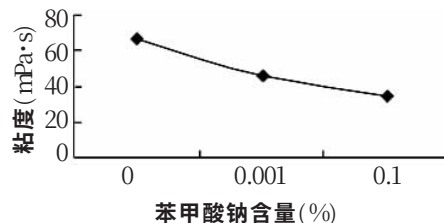


图9 苯甲酸钠对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

2.6 冻融变化对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

从图6可以看出, 冷藏(4℃)对鹿角海梦多糖溶液的粘度没有影响, 但冷冻(-20℃)使其粘度有较大幅度下降。

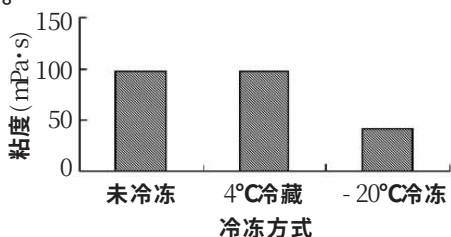


图6 冷冻方式对鹿角海梦多糖粘度的影响

2.7 耐盐实验

从图7中可以看出, 盐(Na⁺)对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响较小。加入食盐后, 胶溶液体系不稳定, 48h后, 溶液的粘度基本保持稳定。

2.8 鹿角海梦多糖溶液抗降解性能实验

从图8中可以看出, 鹿角海梦多糖溶液(0.5%、0.3%), 在室温下粘度变化很小, 说明鹿角海梦多糖溶液具有良好的抗降解性能。

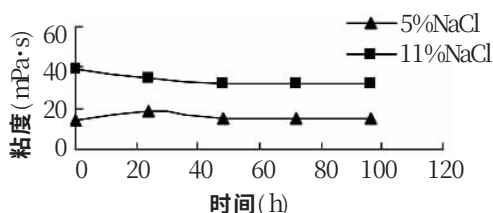


图7 鹿角海梦多糖耐盐性曲线

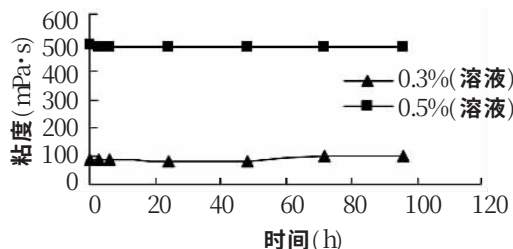


图8 鹿角海梦多糖溶液抗降解性曲线

2.9 防腐剂对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

从图9可以看出, 苯甲酸钠对鹿角海梦多糖溶液的粘度有一定影响, 苯甲酸钠浓度越高, 多糖溶液粘度下降的幅度越大, 因此在应用时苯甲酸钠用量不宜过高。

2.10 超声波处理对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

从图10可以看出, 随着超声波处理时间的增加, 溶液的粘度随之下降, 在10min内, 下降幅度较大, 10min以后, 下降幅度较小。

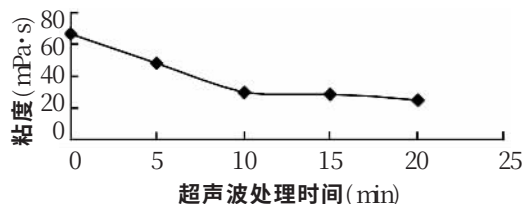


图10 超声波处理对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

2.11 微波处理对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

从图11可以看出, 微波处理对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响较大, 随着微波处理时间的增加, 溶液的粘度随之下降, 处理时间越长, 粘度下降幅度越大。

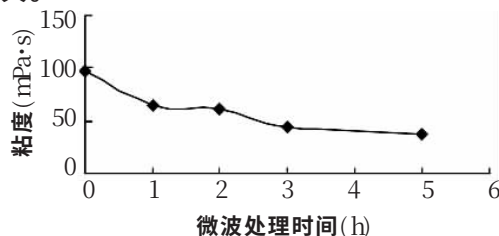


图11 微波处理对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

2.12 碱提取对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

从图12可以看出, 碱提取对多糖溶液粘度的影响较小, 且提取所用碱的浓度对溶液粘度无影响。

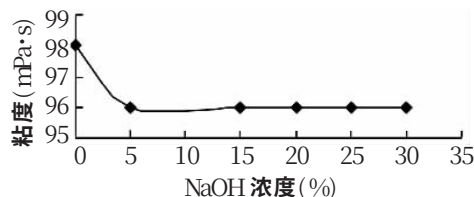
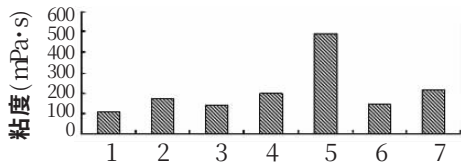


图12 NaOH提取对鹿角海梦多糖溶液粘度的影响

2.13 与其他多糖的协效性

从图13可以看出, 鹿角海梦多糖与刺槐豆胶没有协效性, 与魔芋胶有轻微协效性, 而与卡拉胶有较强的协效性。鹿角海梦多糖与卡拉胶1:1复配(质量比), 其粘度较同浓度鹿角海梦多糖单溶液高4.5倍以上, 较同浓度卡拉胶单溶液高2.8倍以上。



1. 0.3%鹿角海梦多糖; 2. 0.3%卡拉胶; 3. 0.3%刺槐豆胶; 4. 0.3%魔芋胶; 5. 与卡拉胶 1:1 复配; 6. 与刺槐豆胶 1:1 复配; 7. 与魔芋胶 1:1 复配

图 13 鹿角海梦多糖与其他多糖的协效性

从图 14 可以看出, 鹿角海梦多糖与卡拉胶以不同比例复配, 二者的协效性不同, 二者的最佳复配比例为 1:9 (质量比), 此时复配胶的粘度是同浓度鹿角海梦多糖单溶液的粘度的 7.9 倍, 是卡拉胶单溶液的 5.1 倍。

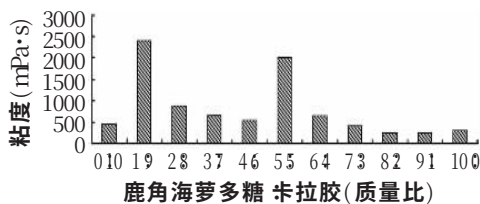


图 14 鹿角海梦多糖与卡拉胶的协效性

2.14 凝胶融化温度的测定

实验表明, 鹿角海梦多糖凝胶的融化温度为 60°C。

2.15 鹿角海梦多糖在冷水中的溶解度测定

$CWS(\%) = \frac{\text{上清液中固体质量}(g)}{\text{样品质量}(g)} \times 100\% = \frac{0.28}{1} \times 100 = 28\%$

鹿角海梦多糖在冷水中的溶解度为 28%。

2.16 鹿角海梦多糖溶液透明度测定

质量分数为 0.3% 的溶液, 以蒸馏水为空白 (透光率为 100%), 用 UV-2800 紫外分光光度仪在 620nm

处测得其透光率为 77%。

3 结论

鹿角海梦多糖溶液为“非牛顿流体”, 具有良好的抗降解性能, 溶液的粘度随着浓度的升高而升高, 当溶液浓度达到 0.5% 时, 溶液成凝胶; 80°C 为多糖溶液的最佳加热温度; 该多糖在酸和碱中比较稳定 (pH 5~10), 可广泛应用于酸性和碱性食品中; 冷藏 (4°C) 对该多糖溶液的粘度没有影响, 但冷冻 (-20°C) 会使其粘度有一定幅度下降; 盐 (Na⁺) 对多糖溶液粘度的影响较小, 可应用于高盐食品中; 苯甲酸钠、超声波和微波处理对该多糖溶液的粘度有一定影响; 不同的提取工艺及不同浓度的碱提取对多糖溶液的粘度影响不大; 该与卡拉胶有较强的协效性, 二者配比为 1:9 (质量比) 时, 协效性最好。鹿角海梦多糖具有良好的流变性能, 且海梦多糖具有降血糖、抗肿瘤和免疫增强作用等生物活性。可作为增稠剂、凝胶剂及功能性添加剂, 广泛应用于食品行业中。

参考文献:

- [1] 吴修仁. 广东药用植物简编[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1989. 596.
- [2] 黄芳, 蒙义文. 活性多糖的研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 1999, 11(5): 90~98.
- [3] Ren DL. 鹿角海梦多糖对小鼠转移肿瘤和免疫活性的影响[J]. 国外医学中医中药分册, 1996, 18(1): 53.
- [4] 张惟杰. 糖复合物生化研究技术 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1994. 491~498.
- [5] 高锦明. 植物化学[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 4.
- [6] 胡国华. 功能性食品胶 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003. 2~375.

(上接第 102 页)

维生素和半纤维素, 产生水溶性大分子物质, 使可溶性膳食纤维上升。对粉葛渣膳食纤维进行改性, 同时可以有效改善纤维素和半纤维素带来的口感不好的问题。优化改性工艺条件为: 将种龄 96h 的药用真菌 B 以 15% (V/V) 的接种量接入粉葛渣培养基中, 于 37°C 发酵 8d。经过发酵, 粉葛渣中 SDF 含量可以增加 1 倍, 最高可达到 13.6%。改性后的粉葛渣膳食纤维持水力和膨胀性有明显的上升, 膨胀力为原粉葛渣膳食纤维的 10.5 倍, 持水力高达 380%, 升高了 1.7 倍, 粉葛渣膳食纤维的生理活性增强。

参考文献:

- [1] 陈雪峰, 吴丽萍, 柯蕾. 苹果渣膳食纤维改性工艺的初步探讨[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(6): 50~53.

- [2] 侯汉学, 张锦丽, 董海洲, 刘传富. 麦麸膳食纤维的挤压改性及其在面包中的应用研究[J]. 粮食与饲料工业, 2003(5): 36~38.
- [3] AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. AACC St Paul, MN, 1983.
- [4] 杨胜主编. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993.
- [5] 郑建仙, 耿立萍. 蔗渣膳食纤维挤压改性的研究[J]. 甘蔗糖业, 1997(5): 36~40.
- [6] 谢碧霞, 钟海燕. 竹笋膳食纤维开发和主要功能性质的研究[J]. 经济林研究, 2000, 18(2): 8~11.
- [7] Mano J G. Effect of dietary fibre on the activity of intestinal and fecal beta-glucuronidase activity during 1, 2-dimethylhydrazine induced colon carcinogenesis [J]. Plant foods for Human Nutrition, 2001, 56(1): 13~21.