

# 坛紫菜多糖的流变性研究

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

**摘 要:** 本文主要研究了浓度、剪切力、加热时间、pH 值、冻融变化、盐离子浓度、微波及超声波处理等对紫菜多糖粘度的影响。实验结果表明: 紫菜多糖溶液的粘度随着浓度的增加而增加, 当浓度达到 1% 时, 其粘度为  $15.5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ ; 紫菜多糖溶液为“非牛顿流体”, 具有“假塑性”; 紫菜多糖的最佳溶解温度为  $60^\circ\text{C}$ , 加热时间以 1h 为宜; pH、冻融变化、苯甲酸钠、短时间微波和超声波处理对紫菜多糖溶液的粘度影响较小; 紫菜多糖有良好的耐盐稳定性和抗降解性能; 1% 紫菜多糖溶液的吸光度为 2.209, 在冷水中的溶解度为 34.29%; 紫菜多糖与刺槐豆胶、卡拉胶和魔芋粉没有协同性。

**关键词:** 紫菜多糖; 食品胶; 流变性

## Study on Rheological Property of Laver Polysaccharides

GUO Shou-jun, YAG Yong-li, YANG Bei, MA Rui-jun  
(Biology Department, Hanshan Teachers College, Chaozhou 521041, China)

**Abstract:** In the thesis, the influences of concentration, shearing, time in hot water, pH changing, freezing-thawing, concentration of salt ionic, microwave, ultrasonic to viscosity of laver polysaccharides were studied. The result showed that the viscosity of laver polysaccharides solution enhanced along with the concentration enhancing, the viscosity was  $15.5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$  when concentration reached to 1%, it was non-Newton fluid and the solution had pseudoplasticity. The best temperature of laver polysaccharides dissolved in hot water was  $60^\circ\text{C}$ , 1h. pH changing, freezing-thawing, antiseptic, short time treat with microwave and ultrasonic had little effect on the fluid of laver polysaccharides. Laver polysaccharides had better stability of resisting salt ionic compounds. The diaphaneity of the solution was 2.209, and its solubility in cold water was 34.29%. Laver polysaccharides had little synergy with locust bean gum, carrageenan and konjac gum.

**Key words:** *Porphyra hai tanensis*; polysaccharide; rheological property

中图分类号: TS254.58

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)10-0100-05

坛紫菜(*Porphyra hai tanensis*)为红藻门红藻纲红毛目红毛菜科紫菜属植物,素有岩礁娇子之称<sup>[1]</sup>。紫菜多糖具有抗凝血、降血糖、调血脂、抗血栓、强心作用、抑制肿瘤、降低、抗炎、防治溃疡和增强体液免疫功能等多种生物活性<sup>[2~8]</sup>,也可作为增稠剂和功能性食品应用于食品行业。

本研究着重讨论不同浓度、剪切速度、温度、时间、pH 值、冻融处理、盐离子浓度、微波及超声波处理等对坛紫菜多糖溶液粘度的影响<sup>[9]</sup>,以期对坛紫菜多糖的进一步开发利用提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料、试剂及仪器

坛紫菜 采自广东澄海。

无水乙醇、85% 乙醇、85% 丙酮,1% 盐酸溶液、1% 氢氧化钠、氯化钠、苯甲酸钠。

NDJ-1 型旋转粘度计、HF-2.0B 超声波循环萃取器、索氏提取器、SNB-1 型数字粘度计、SL252 电子天平、404-1 型红外线干燥箱、HH-8 恒温水浴锅、恒温磁力搅拌器、UV-2800 型紫外可见分光光度计、PHS-3C 精密酸度计。

### 1.2 坛紫菜多糖的提取

工艺流程: 新鲜坛紫菜 晒干粉碎 丙酮、乙醇回流 自然阴干 热水提取 过滤 离心 浓缩 醇沉 离心 烘干称重 粉碎过 100 目筛 坛紫菜多糖

### 1.3 坛紫菜多糖的流变性测定

收稿日期: 2006-06-20

基金项目: 韩山师范学院青年基金项目(200502)

作者简介: 郭守军(1965-),男,副研究员,博士,主要从事天然产物化学的研究。

### 1.3.1 浓度对多糖溶液粘度的影响<sup>[10]</sup>

配制0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%的多糖溶液,60℃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 剪切力对溶液粘度的影响

配制0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%的多糖溶液,60℃恒温水浴中加热搅拌30min,冷却至室温,在6、12、30、60r/min下测定其粘度。

### 1.3.3 温度对多糖溶液粘度的影响

配制浓度为0.6%的多糖溶液8份,分别在30、40、50、60、70、80、90、100℃下搅拌30min,冷却至室温,在60r/min下测定其粘度。

### 1.3.4 pH值对坛紫菜多糖溶液粘度的影响

配制浓度为0.6%的多糖溶液10份,分别在pH2、3、4、5、6、7、8、9、10、11时,在转速为60r/min下,测定其粘度。

### 1.3.5 加热时间对溶液粘度的影响

配制浓度为0.6%的多糖溶液10份,在60℃下分别加热0.5、1、1.5、2h,冷却至室温,在60r/min下测定其粘度。

### 1.3.6 冻融变化对多糖溶液粘度的影响

配制0.6%的多糖溶液2份,分别在4℃冷藏和-20℃冷冻24h,在室温下解冻,在60r/min下测定其粘度。

### 1.3.7 多糖溶液的耐盐稳定性

在室温下配制0.7%的多糖溶液,分别在溶液中加入5%、11% NaCl溶液,搅拌均匀测定粘度。加入食盐后,胶液体系不稳定,粘度有波动,待其基本稳定再测定,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;并测定起始粘度稳定后的粘度、稳定系数及粘度下降幅度。

### 1.3.8 防腐剂对多糖溶液粘度的影响

配制0.6%的坛紫菜多糖溶液,加入0.001%、0.01%、0.1%的苯甲酸钠,在60℃加热搅拌30min,冷却至室温,测定60r/min时的粘度。

### 1.3.9 多糖溶液的抗降解性能实验

配制0.6%的坛紫菜多糖溶液5份,分别在室温放置3、24、48、72、96h,在60r/min下分别测定胶液的粘度。

### 1.3.10 微波处理对溶液粘度的影响

配制0.6%的多糖溶液4份,在微波炉中分别加热1、3、5、10min,冷却至室温,在60r/min下测定粘度。

### 1.3.11 超声波处理对溶液粘度的影响

配制0.6%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。

## 1.4 坛紫菜多糖在冷水中的溶解度

准确称取样品,用蒸馏水配制100ml质量分数为0.7%(db)的多糖溶液,先低速搅拌15s,再高速搅拌2min,稳定1h后将溶液移入离心试管,于3000r/min转速下离心15min,将上层清液倒入已称重的蒸发盘中,90℃将水分蒸发干,再将烘箱温度调至130℃,干燥至蒸发盘恒重,其冷水溶解度计算公式如下:

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

## 1.5 多糖溶液的透明度

将质量分数为1%(db)的溶液,常温下稳定15min,以蒸馏水为空白(透光率为100%),用UV-2800型分光光度计在620nm处测定溶液的透光率。

## 1.6 与其它多糖的协效性

配制0.5%的坛紫菜多糖和0.5%其它多糖(刺槐豆胶、卡拉胶、魔芋粉)的复配溶液(质量比为1:1),在60℃加热搅拌30min冷却至室温,在60r/min下测定粘度。

## 2 结果与分析

### 2.1 浓度对坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图1)

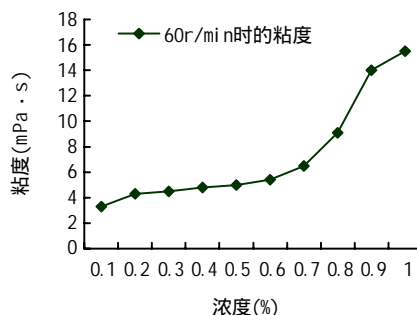


图1 坛紫菜多糖溶液浓度对粘度的影响

Fig.1 The effect of concentration of porphyra polysaccharide on viscosity

从图1可以看出,坛紫菜多糖溶液的粘度随着浓度的增加而增加,浓度较低(<0.7%)时,增加的幅度较小,浓度较高(0.7%~1%)时,增加的幅度较大,当浓度达到1%时,其粘度为15.5mPa·s。

### 2.2 剪切力变化对坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图2)

从图2可以看出,随着切变速度的增加,坛紫菜多糖溶液的粘度降低,因此坛紫菜多糖溶液为“非牛顿流体”,溶液具有“假塑性”。

### 2.3 加热温度对坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图3)

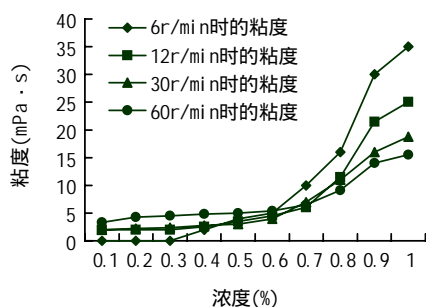


图2 剪切力变化对坛紫菜多糖粘度的影响

Fig.2 The effect of shearing speed on viscosity of porphyra polysaccharide

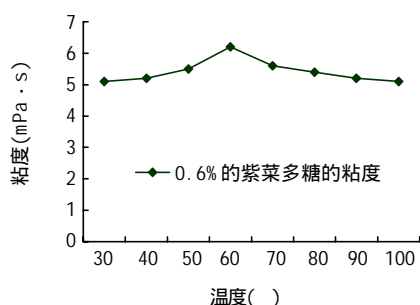


图3 温度对坛紫菜多糖溶液粘度的影响

Fig.3 The effect of temperature on viscosity of porphyra polysaccharide temperature

从图3可以看出,随着温度的升高,坛紫菜多糖溶液的粘度略有增加,60℃加热多糖溶液粘度达到最大值,加热温度超过60℃时,粘度又略有下降,但下降的幅度不大。因此坛紫菜多糖的最佳溶解温度为60℃,温度对坛紫菜多糖溶液的粘度影响不大。

#### 2.4 pH值对坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图4)

坛紫菜多糖溶液的固有pH值为6.89,在碱性溶液中,其粘度有所增加,当pH值为7时,其粘度达到最大值。从图4可以看出,pH值对坛紫菜多糖溶液的粘度影响较小,说明坛紫菜多糖在酸性和碱性溶液中稳定性良好,可用于酸性和碱性食品中。

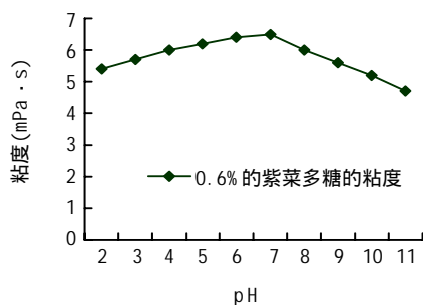


图4 pH值对坛紫菜多糖溶液粘度的影响

Fig.4 The effect of pH value on viscosity of porphyra polysaccharide by

#### 2.5 加热时间对坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图5)

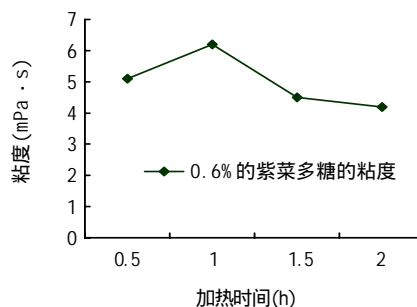


图5 加热时间对坛紫菜多糖溶液粘度的影响

Fig.5 The effect of heating time on viscosity of porphyra polysaccharide

从图5可以看出,加热时间长短对坛紫菜多糖溶液粘度有一定影响,当加热时间小于1h时,其粘度有较大幅度的增加,当加热时间超过1h时,坛紫菜多糖溶液的粘度有小幅度的下降。

#### 2.6 冻融变化对坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图6)

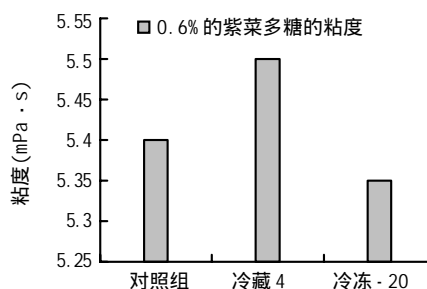


图6 冻融处理对坛紫菜多糖溶液粘度的影响

Fig.6 The effect of freezing-thawing on viscosity of porphyra polysaccharide

从图6可以看出,4℃冷藏使坛紫菜多糖溶液的粘度有所上升,冷冻(-20℃)使坛紫菜多糖溶液粘度有所下降,但变化幅度较小,说明冻融变化对坛紫菜多糖溶液的粘度影响较小。

#### 2.7 盐离子浓度对坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图7)

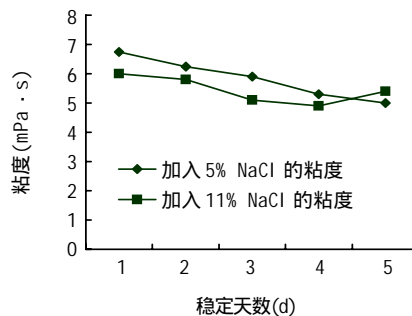


图7 盐离子浓度对坛紫菜多糖粘度的影响

Fig.7 The effect of concentration of ion on viscosity of porphyra polysaccharide

从图7可以看出,加入NaCl后,坛紫菜多糖溶液的粘度有所下降,但下降幅度较小,4~5d后溶液变为稳定状态,粘度不再下降;说明坛紫菜多糖有良好的耐盐稳定性,可应用于高盐食品中。

## 2.8 坛紫菜多糖的抗降解性能(见图8)

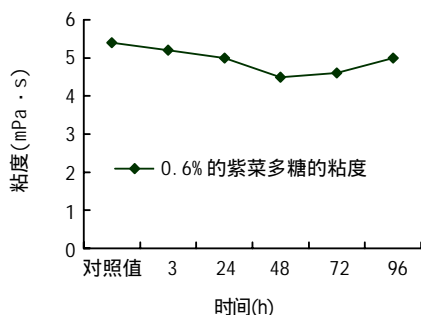


图8 坛紫菜多糖溶液的抗降解性

Fig.8 The effect of storing time on viscosity of porphyra polysaccharide

从图8可以看出,随着放置时间(室温20℃)的增加坛紫菜多糖溶液的粘度有所下降,但下降幅度较小,说明坛紫菜多糖溶液有良好的抗降解性能。

## 2.9 防腐剂对坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图9)

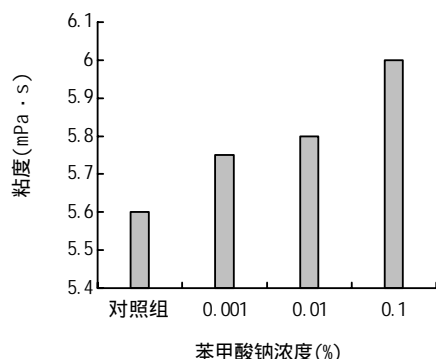


图9 加入防腐剂对紫菜多糖溶液粘度的影响

Fig.9 The effect of concentration of antiseptic on viscosity of porphyra polysaccharide

从图9中可以看出,加入苯甲酸钠使坛紫菜多糖溶液粘度有所上升,并且苯甲酸钠的浓度越高,多糖溶液粘度上升的幅度越大,因此在坛紫菜多糖溶液的使用时可以适量加入苯甲酸钠。

## 2.10 坛紫菜多糖在冷水中溶解度

根据公式  $CWS(\%) = \frac{\text{上清液中固体质量(g)}}{\text{样品质量(g)}} \times 100$ ,  $CWS = \frac{0.24(g)}{0.7(g)} \times 100 = 34.29\%$ 。

坛紫菜多糖在冷水中的溶解度为34.29%。

## 2.11 坛紫菜多糖溶液透明度测定

以蒸馏水为空白(透光率为100%),用UV-2800型分光光度计在620nm处测得1%坛紫菜多糖溶液的透光率为

2.209。

## 2.12 坛紫菜多糖溶液与其它多糖的协同性(见图10)

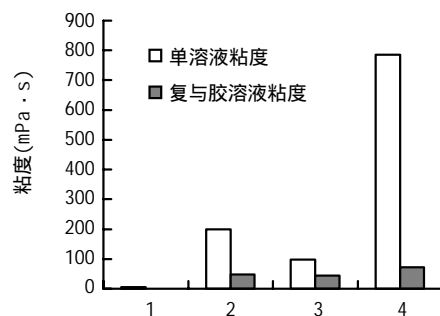


图10 坛紫菜多糖与卡拉胶、魔芋胶及长角豆胶的协同性

Fig.10 The synergy of laver polysaccharide with kala gum, konjak gum and locust bean gum

从图10可以看出,坛紫菜多糖与刺槐豆胶、卡拉胶和魔芋胶没有协同性。

## 2.13 微波处理对0.6%坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图11)

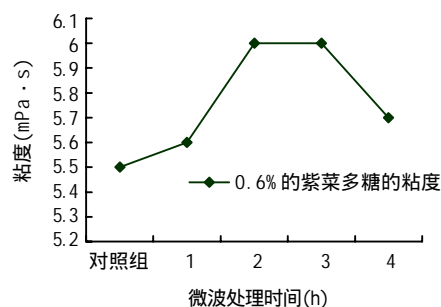


图11 微波对紫菜多糖溶液粘度的影响

Fig.11 The effect of microwave treatment on viscosity of porphyra polysaccharide

从图16可以看出,短时间微波处理可使坛紫菜多糖溶液粘度有一定幅度的增加,当处理时间超过3min后,坛紫菜多糖溶液的粘度又有所下降,说明用微波炉处理坛紫菜多糖溶液的最佳时间是2~3min。

## 2.14 超声波处理对0.6%坛紫菜多糖溶液粘度的影响(见图12)

从图12可以看出,短时间超声波处理可使坛紫菜多糖溶液粘度有一定增加,但当处理时间超过10min后,坛紫菜多糖溶液的粘度又有所下降,因此超声波处理坛紫菜多糖溶液的最佳时间是5~10min。

## 3 结论

# 酸奶中持久性有机污染物残留影响因素浅析

张 鸿<sup>1,2</sup>, 柴之芳<sup>1,2</sup>, 孙慧斌<sup>1</sup>, 王晓蕾<sup>2</sup>

(1. 深圳大学理学院核技术研究所 广东 深圳 518060;

2. 中国科学院高能物理研究所核分析技术重点实验室 北京 100049)

**摘 要:** 为探究影响酸奶中 POPs 残留的因素, 采用化学提取预富集与 GC-ECD 相结合的方法, 测定了产自北京六个不同区域以及产自中国不同城市相同品牌酸奶中和酸奶及其原料奶中 OCPs、PCBs 的残留水平。结果显示: 北京地区酸奶中 OCPs 残留水平呈西南 >> 南部、城区 >> 东南、东北的分布, PCBs 残留呈城区 >> 西南 >南部、东南 >> 东北的分布; 产自不同城市相同品牌酸奶中 OCPs、PCBs 残留水平与组成因地而异, 表明奶源环境是影响酸奶中 POPs 残留水平的重要因素之一; 酸奶中 HCHs、DDTs、PCBs 残留水平低于其原料奶, 原因可能与酸奶生产过程中的加热灭菌环节和微生物发酵过程有关。

**关键词:** 酸奶; 有机氯杀虫剂; 多氯联苯; 电子捕获气相色谱; 影响因素

收稿日期: 2006-08-12

基金项目: 国家自然科学基金(10275074); 中国科学院创新基金(KJCX-N01); 国际原子能机构(IAEA11921);

深圳市科技三项经费(200209); 深圳大学科研启动基金(200620)

作者简介: 张鸿(1962-)女, 副研究员, 博士, 主要从事环境中有机污染物的研究。

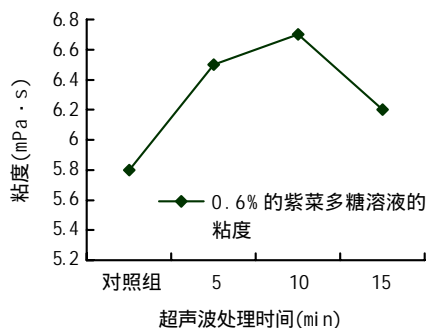


图 12 超声波对紫菜多糖溶液粘度的影响

Fig.12 The effect of ultrasonic treatment on viscosity of porphyr polysaccharide

从以上的结果可以看出, 坛紫菜多糖溶液的粘度随着浓度的增加而增加, 当浓度达到 1% 时, 其粘度为 15.5 mPa·s; 坛紫菜多糖溶液为“非牛顿流体”, 溶液具有“假塑性”; 坛紫菜多糖的最佳溶解温度为 60℃, 加热时间以 1h 为宜; pH、苯甲酸钠和冻融变化对坛紫菜多糖溶液的粘度影响较小; 坛紫菜多糖有良好的耐盐稳定性和抗降解性能, 可应用于高盐食品中; 1% 坛紫菜多糖溶液的吸光度为 2.209, 在冷水中的溶解度为 34.29%; 坛紫菜多糖与刺槐豆胶、卡拉胶和魔芋粉没有协效性; 短时间微波和超声波处理可使坛紫菜多糖溶液的粘度有一定幅度的增加。

坛紫菜多糖具有良好的流变学性能, 由于紫菜多糖具有降血糖、调血脂、抗凝血、抑制肿瘤、增强体液免疫功、抗炎和防治溃疡、抗血栓等多种生物活性, 因此即可作为增稠剂又可作为功能性食品添加剂广泛应用于食品行业。

参考文献:

- [1] 肖海芳, 马海东. 条斑紫菜蛋白和多糖提取工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(1): 84-87.
- [2] 吕燕, 陈颢, 汪水娟, 等. 紫菜多糖的分离纯化和化学结构分析[J]. 南京中医药大学学报(自然科学版), 2000, 16 (3): 195-161.
- [3] 周慧萍, 陈琼华. 紫菜多糖的抗凝血和降血脂作用[J]. 中国药科大学学报, 1990, 21(6): 358-360.
- [4] 周慧萍, 陈琼华. 紫菜多糖对核酸、蛋白质生物合成和免疫功能的影响[J]. 中国药科大学学报, 1984, 20(2): 86-88.
- [5] 高淑清, 单保恩. 条斑紫菜生物学作用的研究进展[J]. 现代中西医结合, 2004, 13(2): 1661-1662.
- [6] 周慧萍, 陈琼华. 紫菜多糖对机体细胞的保护作用[J]. 中国药科大学学报, 1989, 20(6): 340-343.
- [7] 张伟云, 刘宇峰, 陈颢, 等. 紫菜多糖PY4对免疫细胞增殖的影响[J]. 中国药科大学学报, 2001, 32(1): 57-59.
- [8] 孟凡德, 赵全芹, 李明霞. 紫菜多糖Fe( )配合物的生物利用度初步研究[J]. 中国现代应用医学杂志, 2002, 19(3): 207-209.
- [9] 蒋建新, 朱莉伟, 安鑫南, 等. 植物多糖胶流变性质的研究[J]. 中国野生植物资源, 2003, 22(5): 22-25.
- [10] 郭守军, 杨永利, 张继, 等. 热水溶胡芦巴胶的流变性研究[J]. 西北植物学报, 1999, 19(6): 185-188.