

# 新型微生物多糖—韦兰胶的流变特性影响因素研究

陈芳, 李建科, 徐昶

(南昌大学 食品科学教育部重点实验室, 江西 南昌 330047)

**摘要:** 本实验研究了韦兰胶水溶液的流变性及其温度、pH、盐等对溶液黏度的影响。结果表明: 韦兰胶水溶液呈假塑性流体特征, 具有良好的剪切稀化性, 符合假塑性流体公式  $\lg \eta = \lg \eta_0 + (N-1) \lg a$ 。pH、温度对韦兰胶水溶液黏度均无影响, 盐对韦兰胶水溶液黏度有较大的影响。

**关键词:** 韦兰胶; 流变特性; 黏度

Study on Factors Affecting Rheological Property of Welan Gum Aqueous Solution

CHEN Fang, LI Jian-ke, XU Chang

(Key Laboratory of Food Science, Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

**Abstract:** The rheological property of welan gum solution was studied in this paper. In addition, the effects of temperature, pH and NaCl concentration on viscosity of welan gum solution were investigated. The results indicated that the welan gum solution exhibits a strong pseudoplastic properties characterized by shear-thinning behavior with an equation of  $\lg \eta = \lg \eta_0 + (N-1) \lg a$ . Temperature from 25 to 100°C and pH from 2 to 12 have little effects on the viscosity of welan gum solution, but the NaCl concentration shows clear influence.

**Key words** welan gum; rheological property; viscosity

中图分类号: TS201.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)09-0049-04

韦兰胶是由产碱杆菌 *Alcaligenes* sp. (ATCC31555) 发酵生产的一种细胞外多糖胶质, 过去的编号为 S-130。韦兰胶的结构骨架由 D-葡萄糖、D-葡萄糖醛酸、D-葡萄糖和 L-鼠李糖单元组成<sup>[1]</sup>。在与葡萄糖醛酸及鼠李糖相连的葡萄糖残基的 C<sub>3</sub> 位上连接有  $\alpha$ -L-鼠李糖或  $\alpha$ -L-甘露糖支链, 连接鼠李糖的几率占 2/3; 此外, 约有半数的四糖片段上带有乙酰基及甘油基团<sup>[2-3]</sup>。韦兰胶中含有 2.8%~7.5% 乙酰基, 11.6%~14.9% 的葡萄糖醛酸, 甘露糖、葡萄糖和鼠李糖的摩尔比例为 1:2:2<sup>[3]</sup>。

韦兰胶具有优良的触变性、悬浮性、水溶性等流变性能, 且具有卓越的稳定性, 市场前景广阔。它主要作为增稠剂、悬浮剂、乳化剂、稳定剂、润滑剂、成膜剂和粘合剂应用于工农业的各个方面, 尤其在食品、混凝土、石油、石墨等工业中有广泛的应用前景。其国际市场价格高达 15 万/t, 但其生产成本却只需 4 万/t。

韦兰胶是美国的 Kelco 公司上世纪 80 年代继黄原胶、结冷胶之后开发的最具市场前景的微生物代谢多糖之一。目前 Kelco 公司已成为韦兰胶全球唯一的生产、

供应商。国内目前只有南京化工学院在从事这方面的研究, 但还未见有关韦兰胶生产的公开报道。因此韦兰胶的研究开发显得十分迫切。本实验采用实验室自制的韦兰胶样品, 就韦兰胶水溶液的特性及浓度、温度、pH 和盐等对溶液黏度的影响进行探讨。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

韦兰胶粉末 本实验室自行生产制备。

硫酸(分析纯)、氢氧化钠(分析纯)、氯化钠(分析纯)。实验用水为蒸馏水。

电子恒温水浴锅 苏州威尔实验用品有限公司; 多头磁力加热搅拌器 常州国华电器有限公司; FA1104 电子分析天平 上海民桥精密科学仪器有限公司; PHS-3C 型精密 pH 计 上海雷磁仪器厂; Brookfield DV-II 黏度计。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 浓度对溶液黏度的影响

收稿日期: 2007-06-18

作者简介: 陈芳(1983-), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品生物技术。

将适量的韦兰胶粉末溶于冷水中, 分别制备浓度为0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%的韦兰胶水溶液。采用BrookFeild DV-II黏度计, 4号转子, 于转速60r/min下进行黏度测量。为减少误差, 所有样品平行测量三次, 测量时应使溶液及转子达到恒定的室温再进行测试。

### 1.2.2 转速对溶液黏度的影响

分别配制浓度为0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%的韦兰胶水溶液, 用BrookFeild DV-II黏度计于不同的转速, 恒定的室温下测定溶液的黏度。转速范围为3~100r/min。

### 1.2.3 温度对溶液黏度的影响

分别配制浓度为0.2%、0.6%、1.0%的韦兰胶水溶液, 用BrookFeild DV-II黏度计60r/min的转速, 于不同的温度下测定溶液的黏度。温度用恒温水浴锅进行控制, 当达到测量温度后, 保温30min再进行测量。温度范围为25~100℃。

### 1.2.4 pH对溶液黏度的影响

分别配制浓度为0.2%、0.6%、1.0%的韦兰胶水溶液, 用BrookFeild DV-II黏度计, 转速60r/min、室温下测量不同pH环境中溶液的黏度。pH采用适量浓度的氢氧化钠和硫酸进行调节。pH变化范围为2~12。

### 1.2.5 盐对溶液黏度的影响

#### 1.2.5.1 不同盐浓度对溶液热稳定性的影响

分别配制NaCl浓度为0.05%、0.5%、5.0%的0.5%的韦兰胶水溶液, 用BrookFeild DV-II黏度计60r/min的转速, 于不同的温度下测定溶液的黏度。温度用恒温水浴锅进行控制, 当达到测量温度后, 保温30min再进行测量。温度范围为25~100℃。

#### 1.2.5.2 不同盐浓度对溶液pH稳定性的影响

分别配制NaCl浓度为0.05%、0.5%、5.0%的0.5%的韦兰胶水溶液, 用BrookFeild DV-II黏度计转速60r/min、室温下测量不同pH环境中溶液的黏度。pH采用适量浓度的氢氧化钠和硫酸进行调节。pH变化范围为2~12。

## 2 结果与分析

### 2.1 浓度对溶液黏度的影响

韦兰胶溶液黏度随浓度变化曲线见图1。由图1可知, 韦兰胶溶液的黏度随着胶浓度的增加而明显上升, 在0.4%后更是呈线性增长势态。随着浓度的增加, 分子间的纠缠和相互作用加剧, 使有效大分子结构和分子量增加从而提高黏度。

### 2.2 转速对溶液黏度的影响

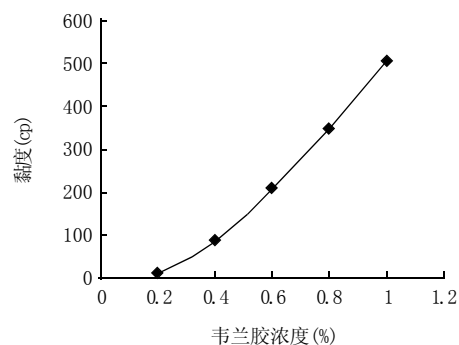


图1 浓度对韦兰胶溶液黏度的影响  
Fig.1 Effects of concentration on viscosity of welan gum

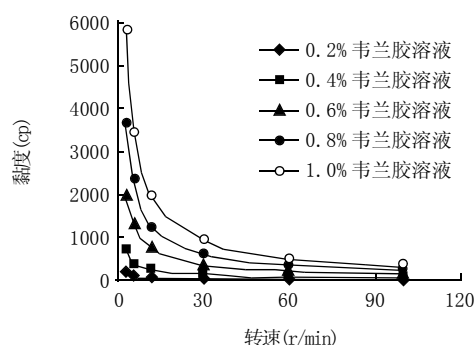


图2 转速对韦兰胶溶液黏度的影响  
Fig.2 Effects of rotate speed on viscosity of welan gum

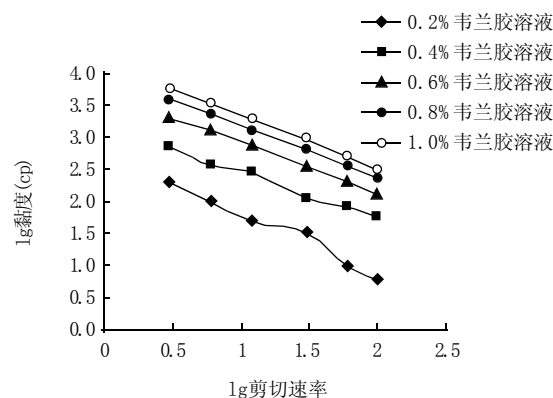


图3 不同剪切速率下韦兰胶黏度的对数变化图  
Fig.3 Logarithmic variation of viscosity with shearing rate of welan gum at different concentrations

韦兰胶含量为0.2%~1.0%的溶液黏度随转速的变化曲线见图2。由图2可见, 0.2%韦兰胶溶液黏度极低, 基本符合牛顿流动定律, 呈现出牛顿流体特性。由图2和图3可知, 0.4%~1.0%韦兰胶溶液呈假塑性流体特性, 表观黏度随剪切速率增加而减少。韦兰胶溶液含有高分子的胶体粒子, 这些粒子多由巨大的链状分子构成。在静止或低流速时, 它们互相勾挂缠结, 黏度较大。但当流速增大时, 由于流层之间的剪切应力的作用, 使比较散乱的链状粒子滚动旋转而收缩成团, 减少了互相钩挂, 这就出现了剪切稀化现象。对于假塑

性流体表观黏度  $b$  与剪切速率  $a$  之间满足公式  $b = K a^N - 1$ , 两边取对数得  $\lg b = \lg K + (N - 1) \lg a$ .

0.4% 韦兰胶溶液:

$$\lg b = 3.173 - 0.714 \lg a \quad N = 0.236 \quad \lg K = 3.173$$

0.6% 韦兰胶溶液:

$$\lg b = 3.711 - 0.786 \lg a \quad N = 0.214 \quad \lg K = 3.711$$

0.8% 韦兰胶溶液:

$$\lg b = 3.966 - 0.799 \lg a \quad N = 0.201 \quad \lg K = 3.966$$

1.0% 韦兰胶溶液:

$$\lg b = 4.173 - 0.825 \lg a \quad N = 0.175 \quad \lg K = 4.173$$

$N$  为韦兰胶溶液的流动特性指数;  $K$  为韦兰胶溶液的浓度系数。

当韦兰胶溶液浓度在 0.4%~1.0% 范围内,  $K$  值随浓度的增大而增大,  $N$  值随浓度的增大而减小。溶液的浓度越大, 其表观黏度随剪切速率的变化就越显著, 剪切稀化强度也就越大。

### 2.3 温度对溶液黏度的影响

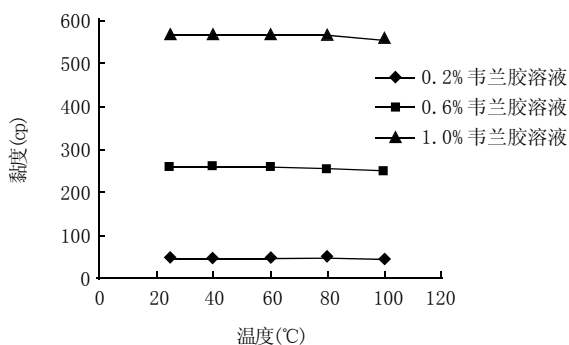


图4 温度对韦兰胶溶液黏度的影响

Fig.4 Effects of temperature on viscosity of warran gum

0.2%、0.6%、1.0% 浓度的韦兰胶水溶液在 25~100℃ 范围内表观黏度的变化曲线见图 4。由图 4 可见, 在 25~100℃ 范围内三种浓度韦兰胶溶液的表观黏度的变化都很微小, 基本不受温度的影响。说明即使是极低浓度的韦兰胶溶液具有很好的热稳定性。此结果与文献报道的结果一致<sup>[4]</sup>。它的热稳性是其它微生物代谢胶不可比拟的。张俊等<sup>[5]</sup>研究表明, 结冷胶在 30~65℃ 范围内, 溶液的黏度随着温度的升高而下降; 但当温度升至 65℃ 以上时, 则黏度的变化很小。雷鸣等<sup>[6]</sup>研究表明, 0.1% 浓度的黄原胶溶液温度从 15℃ 增加至 55℃, 其表观黏度下降 40% 左右。

### 2.4 pH 对溶液黏度的影响

0.2%、0.6%、1.0% 浓度的韦兰胶水溶液在 pH2~12 范围内表观黏度的变化曲线见图 5。由图 5 可见, 在 pH2~12 范围内三种浓度韦兰胶溶液的表观黏度基本不随 pH 的变化而变化。这与李莎等<sup>[4]</sup>人的研究结果相符合。而据文献报道<sup>[5-6]</sup>黄原胶和结冷胶在酸碱环境下黏度都有

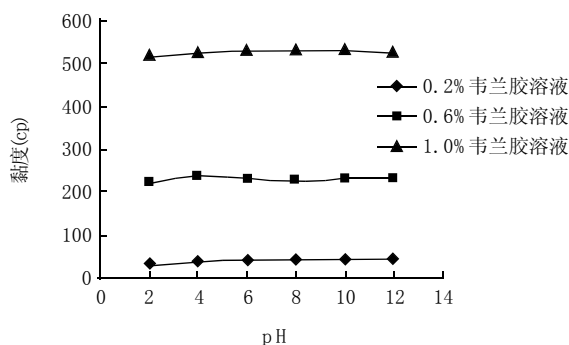


图5 pH 对韦兰胶溶液黏度的影响

Fig.5 Effects of pH on viscosity of warran gum

一定程度的下降。

### 2.5 盐对溶液黏度的影响

#### 2.5.1 不同盐浓度对溶液热稳定性的影响

NaCl 浓度为 0.05%、0.5%、5.0% 的 0.5% 的韦兰胶溶液在 25~100℃ 范围内表观黏度的变化曲线见图 6。由图 6 可知, 加入不同浓度的氯化钠后, 韦兰胶溶液的热稳定性变化不大, 基本不受温度的影响。

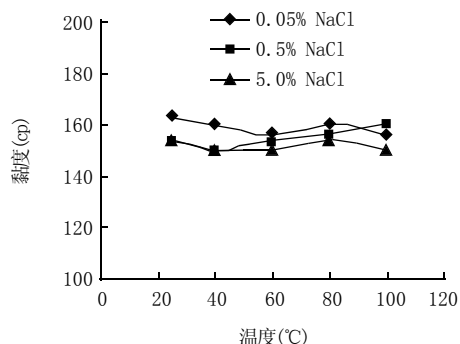


图6 不同盐浓度对溶液热稳定性的影响

Fig.6 Effects of temperature on viscosity of warran gum at different salt concentrations

#### 2.5.2 不同盐浓度对溶液 pH 稳定性的影响

NaCl 浓度为 0.05%、0.5%、5.0% 的 0.5% 的韦兰胶

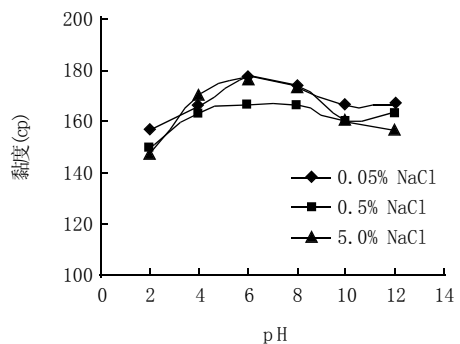


图7 不同盐浓度对溶液 pH 稳定性的影响

Fig.7 Effects of pH on viscosity of warran gum at different salt concentrations

# 空心莲子草不同提取物抑菌作用及有效成分分析

程超<sup>1,2</sup>, 李伟<sup>1</sup>, 汪兴平<sup>1,2</sup>, 莫开菊<sup>1,2</sup>

(1. 湖北民族学院生物科学与技术学院, 湖北 恩施 445000

2. 湖北民族学院 湖北省生物资源保护与利用重点实验室, 湖北 恩施 445000)

**摘要:** 目的: 研究空心莲子草不同提取物的防腐作用及其功效成分。方法: 首先进行空心莲子草不同提取物的制备, 采用 OD 值法进行防腐作用研究, 同时对空心莲子草不同提取物的主要成分进行测定, 然后采用聚类分析和偏相关分析对空心莲子草不同提取物的防腐和成分之间的关系进行分析。结果: 空心莲子草的乙酸乙酯提取物不同于其他提取物, 防腐作用较好, 对空心莲子草防腐作用影响最显著的成分是黄烷醇类、类黄酮和皂甙类。结论: 空心莲子草繁殖力大, 产量高, 有作为防腐物质开发的价值。

**关键词:** 空心莲子草; 防腐; 有效成分; 偏相关

Study on Antiseptic Effect of *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb Extracts and Analysis of Functional Components

CHENG Chao<sup>1,2</sup>, LI Wei<sup>1</sup>, WANG Xing-ping<sup>1,2</sup>, MO Kai-ju<sup>1,2</sup>

(1. School of Biological Science and Technology, Hubei Institute for Nationalities, Enshi 445000, China; 2. Hubei Key Laboratory of Biological Resource Conservation and Utilization, Hubei Institute for Nationalities, Enshi 445000, China)

**Abstract:** Objective: The antiseptic effects of different extract of APG were probed, as well as its chemical components. Method:

收稿日期: 2007-06-25

基金项目: 生物资源保护与利用湖北省重点实验室项目(2007016); 湖北民族学院青年项目

作者简介: 程超(1976-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事于食品化学及资源开发。

溶液在 pH2~12 范围内表观黏度的变化曲线见图 7。由图 7 可知, 加入不同浓度的氯化钠后, 韦兰胶溶液在中性范围内的表观黏度最大, 偏酸偏碱的情况下黏度都会随之下降。NaCl 浓度为 5.0% 时的韦兰胶溶液 pH 稳定性最差。但是否 NaCl 浓度越大, 韦兰胶溶液 pH 稳定性越差还有待考证。

## 3 结论

通过研究韦兰胶水溶液的流变性及其温度、pH、盐等对溶液黏度的影响可知, 0.2% 韦兰胶溶液黏度极低, 呈现出牛顿流体特性。当浓度在 0.4%~1.0% 范围内, 溶液呈假塑性流体特征, 具有良好的剪切稀化性, 符合假塑性流体公式  $\lg b = \lg K + (N-1) \lg a$ , K 值随浓度的增大而增大, N 值随浓度的增大而减小。溶液的浓度越大, 其表观黏度随剪切速率的变化就越显著, 剪切稀

化强度也就越大。pH、温度对韦兰胶水溶液黏度均无影响, 盐对韦兰胶水溶液黏度有较大的影响。

## 参考文献:

- [1] JANSSON P E, WIDMALM G. Welan gum (S-130) contains repeating units with randomly distributed L-mannosyl and L-rhamnosyl terminal groups, as determined by FAB/MS[J]. Carbohydr Res, 1994, 256(2): 327-330.
- [2] JANSSON P E. Structural studies of a polysaccharide (S-88) elaborated by pseudomonas ATCC 31554[J]. Carbohydrate Research, 1986, 156: 165-172.
- [3] PHILLIP T A, EDWARD D T. X-Ray fibre diffraction results from *Alcaligenes* (ATCC 31555) microbial polysaccharide S-130 and a comparison with gellan gum[J]. Carbohydrate Research, 1986, 156: 165-172.
- [4] 李莎. 威兰胶发酵工艺优化及结构性能的研究[D]. 南京: 南京工业大学, 2005.
- [5] 张俊, 王军, 陈碧兰. 结冷水溶液的流变特性及其影响因素的研究[J]. 食品工业科技, 2002, 23(11): 28-29.
- [6] 雷鸣, 卢晓黎, 陈正纲. 黄原胶在低浓度时的流变特性及影响因素研究[J]. 食品科学, 2000, 21(12): 16-18.