

# 黄原胶和韦兰胶混胶黏度的影响因素研究

郭建军, 李建科\*, 陈芳, 赵燕, 霍树春, 高炜丽  
(南昌大学 食品科学教育部重点实验室, 江西 南昌 330047)

**摘 要:** 本实验研究了放置温度、时间、冻融、pH、盐以及柠檬酸对黄原胶和韦兰胶混胶黏度的影响。结果表明: 黄原胶和韦兰胶有协效性, 温度、时间对混胶有一定的影响。其中 20/80(ml) 韦兰胶 / 黄原胶最为稳定。进一步对其研究表明: 冻融、pH、盐以及柠檬酸都对其影响较小。

**关键词:** 黄原胶; 韦兰胶; 协效性; 黏度

Study on Factors Effecting on Viscosity of Mixed Xanthan Gum and Welan Gum

GUO Jian-jun, LI Jian-ke\*, CHEN Fang, ZHAO Yan, HUO Shu-chun, GAO Wei-li  
(Key Laboratory of Food Science, Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

**Abstract:** The gelling properties of welan-xanthan systems, and the effects of temperature, time, freezing-thawing alternation, pH, NaCl and citric acid on it were investigated in this research. The results showed that the welan-xanthan system had good gelling ability. Temperature and time had effect on welan-xanthan systems. When the mass ratio of welan gum to xanthan gum was 20ml/80ml, the synergistic interaction was the strongest. The further research indicated that freezing-thawing alternation, pH, NaCl and citric acid had little effect on the compound gum.

**Key words** xanthan gum; welan gum; synergistic effect; viscosity

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)10-0096-04

黄原胶(xanthan gum)是由黄单胞菌(*Xanthomonas campestris*)利用碳水化合物产生的一种胞外多糖, 其结构式如图 1, 每个单元所存在的糖为 D-葡萄糖、D-甘露糖和 D-葡萄糖醛酸。葡萄糖以  $\beta$ -1, 4-键连接<sup>[1]</sup>, 形成葡萄糖纤维素骨架, 间隔的葡萄糖基有一短的支链, 这条支链是 1 个葡萄糖醛酸插入到 2 个甘露糖单位中组成, 所以侧链组成为  $\beta$ -D-甘露糖-(1, 4)- $\beta$ -D-葡萄糖醛酸-(1, 2)- $\alpha$ -D-甘露糖, 末端甘露糖部分可以在 4 位和 6 位连接丙酮酰残基, 分子量高达数百万。它具有突出

的高粘性和水溶性, 独特的流变学特性, 令人满意的兼容性<sup>[2]</sup>, 广泛应用于食品、石油、印染、纺织等领域<sup>[3]</sup>。

韦兰胶是产碱杆菌 *Alcaligenes* sp. (ATCC31555) 的代谢多糖, 过去的编号为 S-130。韦兰胶的结构与结冷胶类似(图 2), 它的结构骨架由 D-葡萄糖、D-葡萄糖醛酸、D-葡萄糖和 L-鼠李糖的单元组成。侧链由单链的 L-甘露糖或单链的 L-鼠李糖构成<sup>[4]</sup>, 连接鼠李糖的几率占 2/3, 此外约有半数的四糖片断上带有乙酰基及甘油基团<sup>[5-6]</sup>。

收稿日期: 2007-08-26

\*通讯作者

基金项目: 教育部长江学者和创新团队发展计划资助项目(IRT0540)

作者简介: 郭建军(1981-), 男, 硕士研究生, 研究方向为食品生物技术。

- [4] 李正涛, 张文武. 荸荠淀粉的生产及其利用[J]. 农牧产品开发, 1999 (4): 11-12.
- [5] 尹华. 荸荠果肉饮料生产工艺研究[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2003, 29(3): 262-264.
- [6] 张驰. 动植物硒的生物学功能研究概况[J]. 食品研究与开发, 2002, 23(5): 60-62.
- [7] 向天勇, 吴永尧, 陈建英. 天然大豆硒蛋白抗肿瘤作用研究[J]. 氨基酸与生物资源, 2005, 27(1): 10-12, 21.

- [8] 向天勇, 吴永尧, 陈建英. 大豆硒蛋白的生物学功能初探[J]. 营养学报, 2004, 26(6): 460-463.
- [9] 张龙翔, 张庭芳, 李令媛. 生化实验方法和技巧[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 1996: 138.
- [10] 李合生. 植物生理生化试验原理与技巧[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 197-199.
- [11] 铁梅, 张巍, 李晶, 等. 石墨炉原子吸收法测定食用菌中硒[J]. 光谱学与光谱分析, 2006, 26(1): 151-153.

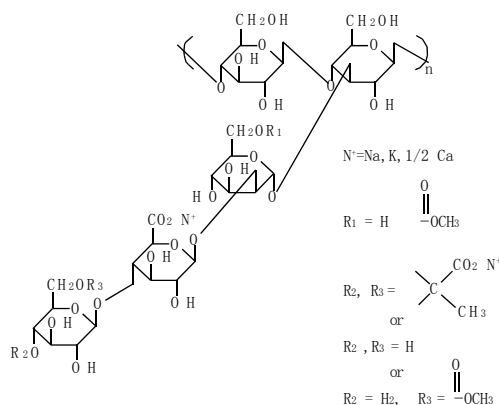


图1 黄原胶结构式

Fig.1 Structure of xanthan gum

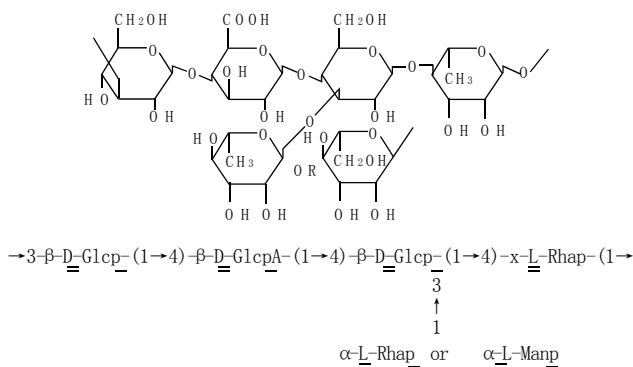


图2 韦兰胶的结构式

Fig.2 Structure of welan gum

化学组成为2.8%~7.5%的乙酰基、11.6%~14.9%葡萄糖醛酸,中性糖甘露糖、葡萄糖和鼠李糖的摩尔比大约为1:2:2。鼠李糖末端连接与1,4连接的比例为1:2,葡萄糖基本上为1,3连接<sup>[4]</sup>。Brant等人报道水溶液中韦兰胶分子主要是分子内的范德华力作用,侧链和主链间的氢键作用<sup>[7]</sup>。

黄原胶和韦兰胶都是有广泛应用前景的添加剂,它们在一定的条件下共混可以得到协同增效作用。黏度是微生物多糖的一个重要性质。大量实验结果表明,胶体溶液的粘度越大,凝胶性也越好<sup>[8]</sup>。因此,混合胶溶液的粘度是考察其应用性能的一个重要指标。

有关环境因素对黄原胶和韦兰胶的复配胶的影响以及二者的最佳配比的研究尚未见报道。本实验研究不同环境条件对不同配比的混胶黏度的影响及二者最佳配比,为拓展功能多糖产品的工业应用范围提供一定的数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

黄原胶 实验室制备; 韦兰胶 实验室制备。  
盐酸(分析纯)、氢氧化钠(分析纯)、柠檬酸(分析

纯)、NaCl(分析纯)、蒸馏水。

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

### 1.2 方法

#### 1.2.1 共混溶胶的制备方法

用分析天平分别称取适量韦兰胶和黄原胶粉末,分别配制质量分数为1%的黄原胶和韦兰胶溶液,然后配制韦兰胶/黄原胶为100/0、80/20、60/40、40/60、20/80、0/100(单位为ml)的混合液,用多头磁力加热搅拌器使其混匀。

#### 1.2.2 温度对混胶黏度的影响

将不同配比的混胶溶液在室温下测其黏度,再将混胶溶液分别在50、70℃恒温水浴中加热30min,然后自然冷却到室温,用BrookField DV-II粘度计,3号转子在100r/min下测其黏度。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。

#### 1.2.3 放置时间对混胶黏度的影响

取韦兰胶/黄原胶为80/20、60/40、40/60、20/80(单位为ml)的混合液分别放置0、15、30、45、60、90、120min。用BrookField DV-II粘度计,3号转子在100r/min下测其黏度。为减少误差,所有样品平行测量三次。

#### 1.2.4 冻融对混胶黏度的影响

取韦兰胶/黄原胶为20/80(单位为ml)的混合液。将混胶溶液分别在冰箱的冷冻、冷藏室放置0、24、48h,然后自然冷却到室温,用BrookField DV-II粘度计,3号转子在100r/min下测其黏度。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。

#### 1.2.5 pH对混胶黏度的影响

取韦兰胶/黄原胶为20/80(单位为ml)的混合液。采用氢氧化钠和盐酸将其pH分别调至2、3、5、7、9、11、12。用BrookField DV-II粘度计,3号转子在100r/min下测其黏度。为减少误差,所有样品平行测量三次。

#### 1.2.6 盐对混胶黏度的影响

配制含NaCl为0%、0.1%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、3.0%的韦兰胶/黄原胶配比为20/80(单位为ml)的混胶溶液。用BrookField DV-II粘度计,3号转子在100r/min下测其黏度。为减少误差,所有样品平行测量三次。

#### 1.2.7 柠檬酸对混胶黏度的影响

食品中酸味剂柠檬酸的使用最为广泛,因此以柠檬酸为酸味剂进行实验分析。配制含柠檬酸为0%、0.05%、0.20%、0.35%、0.50%、0.80%、1.10%的韦兰胶/黄原胶配比为20/80(单位为ml)的混胶溶液。用BrookField DV-II粘度计,3号转子在100r/min测其黏度。为减少误差,所有样品平行测量三次。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度对混胶黏度的影响

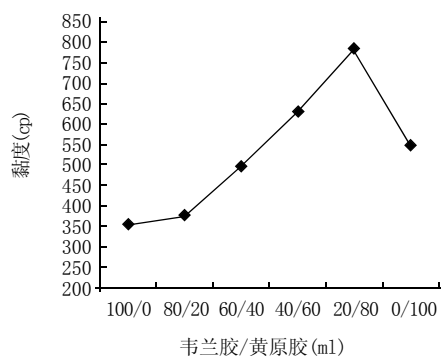


图3 不同配比对韦兰胶与黄原胶复配胶协同性的影响

Fig.3 Effects of proportion on synergy of compound gum of welan gum with xanthan gum

如图3所示,在室温下黄原胶和韦兰胶复配后,有协同增效作用。韦兰胶/黄原胶为40/60和韦兰胶/黄原胶为20/80的黏度增大较为明显,尤其韦兰胶/黄原胶为20/80的黏度有显著的提高,协同增效作用最为明显,这主要是由于黄原胶分子的双螺旋结构易和含 $\beta$ -1,4键的韦兰胶分子发生嵌合作用。

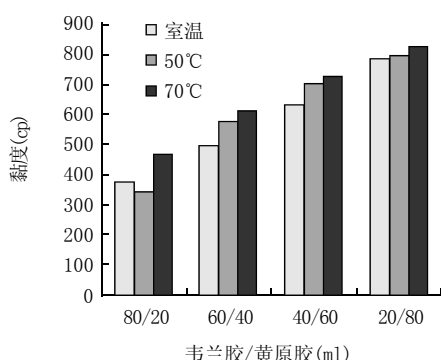


图4 加热温度对复配胶黏度的影响

Fig.4 Effects of heating temperature on viscosity of compound gum

如图4所示,不同配比的混胶都随温度有一定的波动,韦兰胶/黄原胶为80/20的在50°C时黏度比室温低,但70°C时的黏度则比室温和50°C时都高。韦兰胶/黄原胶为60/40、40/60和20/80则随温度的升高黏度增

大。温度不断升高,无序分子也不断增多,流变性则变好<sup>[9]</sup>,该实验结果有明显差异。不同比例混胶多糖分子的相互作用、单分子的热解的综合效应仍有待进一步研究。但以韦兰胶/黄原胶为20/80的波动较小,即性质稳定受温度的影响较小。

### 2.2 放置时间对混胶黏度的影响

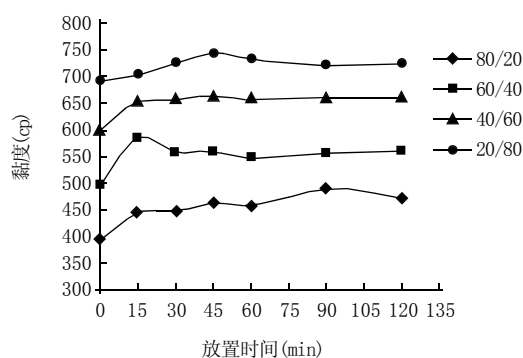


图5 放置时间对复配胶黏度的影响

Fig.5 Effects of standing time on viscosity of compound gum

如图5所示,混胶黏度随放置时间是呈先上升而后下降,最后趋于平稳的,韦兰胶/黄原胶为80/20的黏度最高的放置时间为90min左右,韦兰胶/黄原胶为40/60和韦兰胶/黄原胶为60/40的黏度最高的放置时间为15min左右,韦兰胶/黄原胶为20/80则在45min左右。在四个配比中韦兰胶/黄原胶为20/80随放置时间变化较小,黏度稳定。接下来我们着重对这一比例混胶做进一步的研究。

### 2.3 冻融对混胶黏度的影响

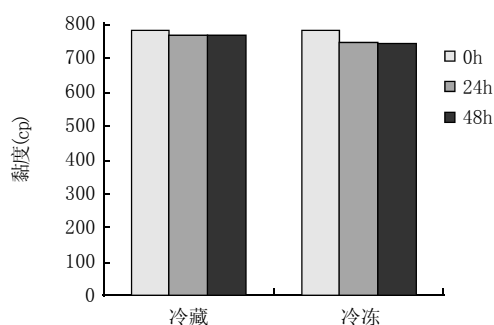


图6 冻融变化对复配胶溶液黏度的影响

Fig.6 Effects of freezing-thawing alternation on viscosity of compound gum

如图6所示,冷冻和冷藏能使韦兰胶/黄原胶配比为20/80的混胶黏度降低,但冷冻和冷藏对韦兰胶/黄原胶配比为20/80的混胶影响较小,说明此比例的混胶耐低温能力较强。

### 2.4 pH对混胶黏度的影响

如图7所示,偏酸和偏碱的环境都能使混胶的黏度

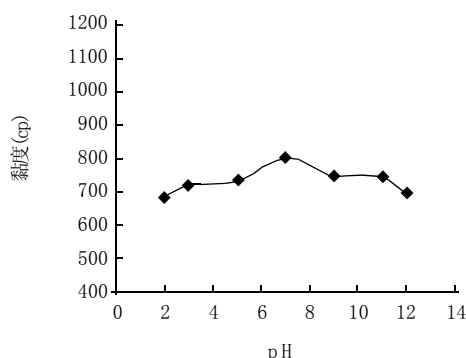


图7 pH对复配胶溶液黏度的影响

Fig.7 Effects of pH value on viscosity of compound gum

降低。在pH为5~7和7~9时黏度下降较快；在pH为3~5和9~11时黏度比较平稳；但pH<3和pH>11黏度下降变快。这可能是强酸、强碱导致混胶内部结构发生变化的结果，其机理有待进一步研究。

### 2.5 盐对混胶黏度的影响

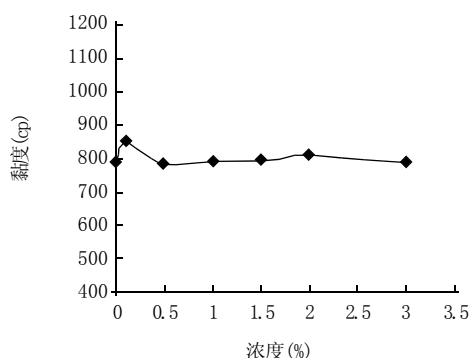


图8 NaCl对混胶黏度的影响

Fig.8 Effects of NaCl on viscosity of compound gum

如图8所示，NaCl浓度在0%~0.1%范围内时混胶黏度随NaCl浓度升高而增大，0.1%~0.5%范围内时混胶黏度随NaCl浓度升高而降低，以后基本趋于平稳。这可能与黄原胶侧链和主链之间通过氢键形成的双螺旋和多重螺旋结构，以及韦兰胶的结构变化有关。当增加盐浓度时，可以减少侧链间的静电排斥作用，有利于分子结构稳定，形成有序排列螺旋网状聚合物<sup>[10-11]</sup>。

### 2.6 柠檬酸对混胶黏度的影响

如图9所示，柠檬酸对混胶黏度影响较小，说明韦兰胶/黄原胶为20/80的对柠檬酸有很强的耐受性，这使得该混胶在食品中有很好的应用前景。

## 3 结论

综合以上研究结果得出如下结论：黄原胶和韦兰胶有一定的协同效应，且温度对混胶的影响较小。其中韦兰胶/黄原胶为20/80的混胶随温度波动较小；放置时

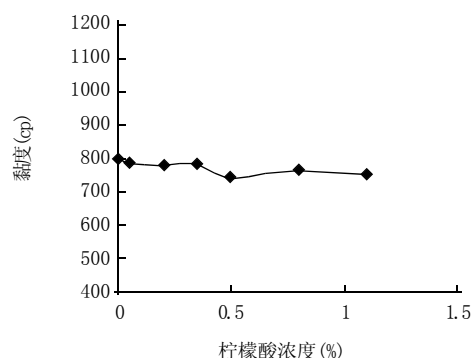


图9 柠檬酸对混胶黏度的影响

Fig.9 Effects of citric acid on viscosity of compound gum

间对混胶黏度有一定影响，混胶随放置时间是呈先上升而后下降，最后趋于平稳。其中韦兰胶/黄原胶为20/80随放置时间变化最小，黏度稳定；韦兰胶/黄原胶配比为20/80的混胶耐低温能力较强，冷冻和冷藏对其影响较小；偏酸和偏碱的环境都能使韦兰胶/黄原胶配比为20/80的混胶黏度降低；NaCl对混胶有一定影响，浓度在0~0.1范围内混胶黏度随NaCl浓度升高而增大，0.1~0.5范围内混胶黏度随NaCl浓度升高而降低，以后基本趋于平稳；韦兰胶/黄原胶为20/80的混胶对柠檬酸有很强的耐受性，柠檬酸浓度的变化对其黏度影响较小。

### 参考文献：

- [1] POLLOCK T J, MIKOLAJCZAK M, YAMAZAKI M, et al. Production of xanthan gum by sphingomonas bacteria carrying genes from xanthomonas campestris[J]. *Industr Microbiol Biotechnol*, 1997, 19: 92-97.
- [2] 聂凌鸿, 周如金, 宁正祥. 黄原胶的特性、发展现状、生产及其应用[J]. *中国食品添加剂*, 2003(3): 82-85.
- [3] ZHAO X M, HU Z D, NIENOW A W, et al. Rheological characteristics, power consumption, mass and heat transfer during xanthan fermentation[J]. *Chin J Chem Eng*, 1994, 2(4): 198-209.
- [4] JANSSEN 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.
- [5] KANG K S, VEEDER G T. Heteropolysaccharide S-130: US, 4342866 [P]. 1981.
- [6] STANKOWSKI J D, ZELLER S G. Location of the O-acetyl group in welan by the reductive-cleavage method[J]. *Carbohydr Res*, 1992, 224: 337-341.
- [7] TAKO M, KIRIAKI M. Rheological properties of welan gum in aqueous media[J]. *Agric Biol Chem*, 1990, 54(12): 3079-3084.
- [8] 刘树兴, 陈明, 刘丽, 等. 复合魔芋胶果冻的研制[J]. *食品科技*, 2002(10): 30-32.
- [9] 何东保, 彭学东, 詹东风. 黄原胶与魔芋葡甘聚糖马来酸酐的协同相互作用及其凝胶化的研究[J]. *武汉大学学报: 自然科学版*, 2000(6): 681-684.
- [10] 彭勇. 西式火腿乳化质量控制[J]. *食品工业科技*, 1990, 10(6): 16-19.
- [11] 梁凤来. 黄原胶性能及其在食品中的应用[J]. *食品科学*, 1989, 10(9): 34-39.