3.1 利用玉米醇溶蛋白可制备具有一定机械性能与通透性的包衣。包衣的机械性能与通透性与所制备的工艺条件有关。改变工艺条件可以发现适用于不同包被产品性能要求的包衣配方。本实验条例上制得较好性能的包衣的条件为：zein浓度10%、pH=5、调制温度77℃，调制时间30min，干燥方式45℃/4h，并添加2%的甘油。

3.2 成衣剂的pH对包衣的机械性能与透气性均有较大影响。当pH在3～5时，制得的包衣的性能均优于pH为9～11条件所得到包衣的性能。

3.3 增塑剂的加入可以改进包衣的软硬程度，且增塑剂的种类及用量对包衣的透气性有较大影响。进一步研究时可通过筛选不同种类的增塑剂及其用量，制备满足不同包被产品性能要求的产品。

参考文献

1 沈蓓英.玉米蛋白深层次开发.粮食与油脂，1998，3：39～40.
2 吴正达.玉米蛋白在食品中应用.粮食与油脂，1996，5：61～63.
3 鲁晓翔，唐津忠.CGM中醇溶蛋白制备条件的优化.食品科学，1999，20（7）：33～35.
4 杜伟成，徐丽萍，殷丽君.玉米醇溶蛋白成膜工艺条件探讨.食品科学，1997，18（1）：15～18.
5 徐丽萍，张根生，刘雪雁等.玉米醇溶蛋白复合膜的研究.中国粮油学报，1999，14（4）：32～34.
6 R.Gnanosambandam, N.S.Hettiarachely. M.Coleman. Mechanical and Barrier Properties of Rice Bran Films.J.of Food Sci,1997,62(2):395～398.
7 Gennadios.A.Brandenburg.A.H.Weller C.L.Testin,R.F.Effect of pH on properties of wheat Gluten and Soy protein Isolate Films.J.Agric Food chem,1993,41:1835～1839.
8 何曼君编著.高分子物理.复旦大学出版社.上海 1990,10.

黄原胶与魔芋胶的协效凝胶性研究

杨新亭 王林风 王香东 河南天冠集团生物发酵研究中心 南阳 473000

摘 要 黄原胶与魔芋胶均为非凝胶多糖，但二者在一定条件下共混可以得到凝胶。当黄原胶与魔芋胶以0.7/0.3的配比共混，多糖总浓度为1%时，二者的协效凝胶性最强，即凝胶强度最大。同时对制备温度和体系盐离子浓度对多糖共混凝胶性的影响作了初步研究，研究表明，当制备温度80℃，盐离子浓度为0.2mol/L，凝胶强度最大。

关键词 黄原胶 魔芋胶 凝胶性

Abstract Xanthan gum and konjac gum were not gelation polysaccharides.They could get geled when mixed.There was a jelly-glue strength maximum when the mixed ratio of xanthan gum and konjac gum was in the ratio 0.7/0.3,When the total polysaccharide concentration was 1%.Studies have been made on the gelation effect at the preparation temperature and bulk salt ionic concentration.It has been observed that,there was a jelly-glue strength maximum when the preparation temperature was 80℃ and salt ionic concentration was 0.2mol/L.

Key words Xanthan gum Konjac gum Gelation

多糖是一类重要的生物大分子，在自然界中具有举足轻重的地位，凝胶化性质是多糖大分子生物功能的重要方面。天然多糖种类繁多，有许多多糖品种仍处于研究开发阶段。合成高分子化合物共混为工业提供了大量新型的高分子产品，而天然多糖共混可以从理论上预测不同结构的多糖之间将会产生什么样的协同效应，同时还可以改变单纯多糖的性能如粘度，流变性和胶凝性，象合成高分子共混一样提供更多的新型多糖产品。

黄原胶是由黄单胞菌经耗氧生物发酵产生的一种高分子阴离子生物多糖，是由D-葡萄糖、D-甘露糖、D-葡萄糖醛酸、丙酮酸和乙酸组成的“五糖重复单元”聚合而成[1]，分子主链由D-葡萄糖以β-1，4-糖苷键连接而成，具有类似纤维素式的骨架结构，每两个葡萄糖中的一个C_3上连接有一个由两个甘聚糖和一个葡萄糖醛酸组成的三糖侧链。魔芋胶的主要组分为葡甘聚糖。魔芋葡甘聚糖是一种复合植物多糖类，它是由D-葡萄糖和D-甘露糖按一定比例通过β-1,4-键构成的多聚糖[2]，是一种天然高分子化合物，具有高分子的普遍特性。

黄原胶和魔芋胶均为非凝胶多糖，但是它们在一定的条件下共混可以得到凝胶和1+1>2的协同增效作用，这就是多糖之间相互作用的结果。利用这种相互作用可以拓宽多糖产品的应用范围，也有利于推动我国多糖产业的发展。本文主要是对黄原胶和魔芋胶两种多糖共混后的协效凝胶性进行了初步研究，为拓宽功能多糖产品的应用范围，促进我国食品工业的发展，奠定了一定的理论基础。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 材料与方法

1.1 材料

黄原胶 河南天冠集团产品，符合美国FCCIV标准。

魔芋胶 四川成都产。

1.2 方法

1.2.1 共混溶胶和凝胶的制备方法

按实验设定的多糖浓度和共混比例，将黄原胶和魔芋胶分别慢慢加入搅拌的蒸馏水中，使其分散均匀后，放入水浴中恒温到指定温度后进行共混，保温一定时间后即可得到共混溶胶，共混溶胶室温放置冷却即可得到共混凝胶。

1.2.2 粘度的测定方法[3]

在一定条件下，准确配制一定浓度的单一胶和共混胶溶液，使用BROOKFIELD LVDV-I型粘度计测定。

1.2.3 凝胶强度的测定[4]

将横截面积为1cm²的有机玻璃棒垂直固定在一个支架上，并与放在托盘天平左盘烧杯里凝胶表面接触，在天平右盘里慢慢添加砝码直至凝胶表面破裂，此时砝码的重量克数，即为凝胶强度值，一般测5次，取其平均值。

2 结果与讨论

2.1 黄原胶与魔芋胶的共混比例对凝胶强度的影响

多糖总浓度为1%，黄原胶（质量为M）与魔芋胶（质量为m）分别按不同的共混比例（M:m）在80℃水浴中进行共混，并恒温30min，取出室温24h以上，分别测得其凝胶强度与共混比例的关系见图1。.从图1可以看出，随着共混比例M:m由小慢慢变大，而凝胶强度也逐渐增强，当黄原胶与魔芋胶以M:m=0.7:0.3时，凝胶强度达到最大值。随着两种多糖共混比例继续增大，凝胶强度又呈下降趋势。这说明了两种多糖共混要有一个合适的比例，才能达到两种多糖分子间协同作用最大，凝胶能力最强，表现为凝胶强度最大。

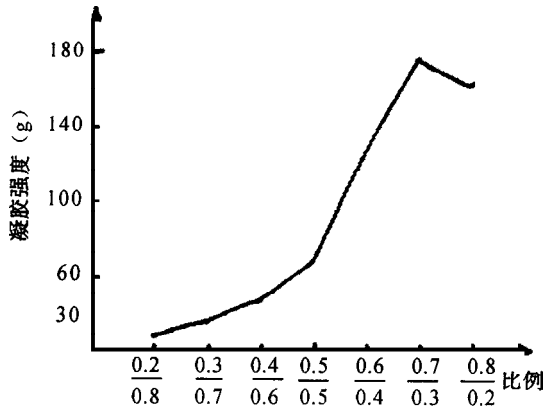

图1 两种多糖共混比例对凝胶强度的影响

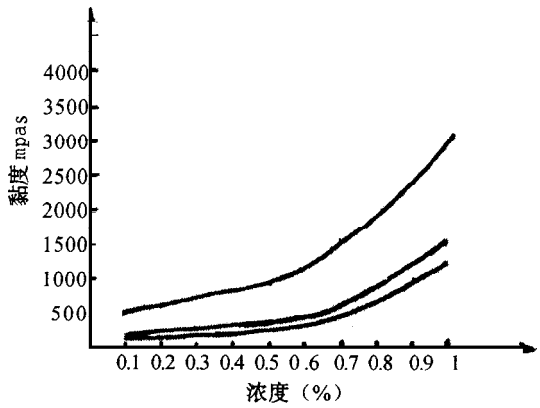

图2 黄原胶与魔芋胶的共混协效性

2.2 黄原胶与魔芋胶在溶液中有明显的协同增效作用，共混合胶粘度比同浓度单一胶的粘度数倍增加或成胶冻状，这种现象称为黄原胶与魔芋胶分子的协效增稠性和协效凝胶性[5]。这种性能既增加了增粘的效果，又降低了胶的使用量。从图2可以看出，黄原胶与魔芋胶有着极明显的协效增稠性和协效凝胶性，这主要是黄原胶分子的双螺旋结构易和含β-1,4键的多糖分子发生嵌合作用。黄原胶无论在什么浓度下都不凝胶，当与魔芋混溶，在共混胶浓度为1%时形成坚实的凝胶。所以，魔芋胶可以作为黄原胶的增稠剂和凝胶剂，广泛应用于食品和非食品工业。

2.3 温度对多糖共混凝胶性的影响

2.3.1 制备温度对凝胶强度的影响

多糖总浓度为1%，共混比例为M:m=0.7:0.3，分别在不同温度进行共混并恒温30min，制备共混凝胶。测得其凝胶强度与温度的关系见图3。从图3可以看出，随着温度的升高，凝胶强度增大。当温度达到80

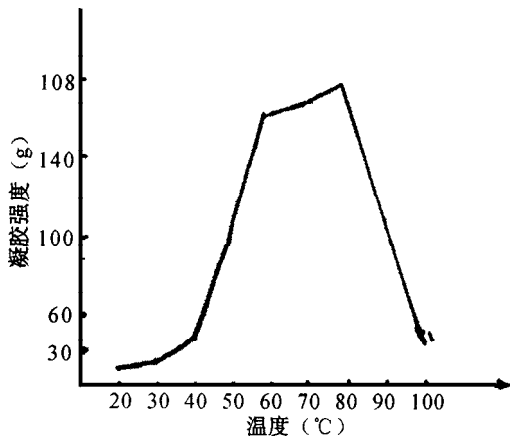

图3 制备温度对凝胶强度的影响

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

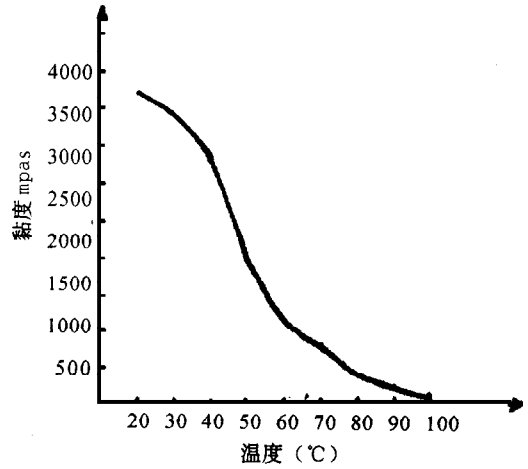

图 4 温度对共混溶胶粘度的影响

℃左右时，凝胶强度达到最大值。若继续升高温度，凝胶强度反而下降，这主要是由于黄原胶在正常情况下分子呈规则的双螺旋结构，在一定温度时，分子从螺旋结构变成无规则的线团结构。这种无序分子就可与魔芋多糖分子充分绞合在一起。随着温度的不断升高，这种无序分子就不断增多，这两种多糖分子间相互作用凝胶强度明显增大，在80℃左右时达到协效凝胶作用的最大值。如果继续升温，多糖发生部分降解，凝胶强度反而下降。上述实验结果表明黄原胶分子构象对共混凝胶性有着极为重要的作用[6]。

2.3.2 温度对共混溶胶粘度的影响

多糖总浓度为1%，共混比例为M:m=0.7:0.3，在不同温度下制得共混溶胶，用BROOKFIELD LVDV-I型粘度计测得其粘度见图4。从图4可以看出，随着温度升高，共混溶胶的粘度逐渐下降，流度学特性变好，有利于多糖分子共混和相互作用，导致凝胶化能力提高。

黄原胶与魔芋胶共混所生成的凝胶是一种热可逆凝胶。即加热凝胶可变成溶胶，溶胶室温放置冷却又能恢复凝胶。

2.4 盐离子浓度对多糖共混凝胶性的影响

2.4.1 盐离子浓度对凝胶强度的影响

多糖总浓度为1%，共混比例为M:m=0.7:0.3，在80℃下分别加入不同浓度的盐（KCl）离子（如0.01、0.05、0.1、0.2、0.4、0.8mol/L）测得其凝胶强度与盐离子浓度的关系见图5。从图5可以看出，随着盐离子浓度增大，多糖之间凝胶化能力不断提高，其凝胶强度明显增大，分子间协同作用进一步增强，当盐离子浓度达到0.2mol/L时，其凝胶强度最大，分子间协同作用达到最大值。若盐离子浓度再继续增大，凝胶强度反而有所降低。其作用机理有待进一步研究。

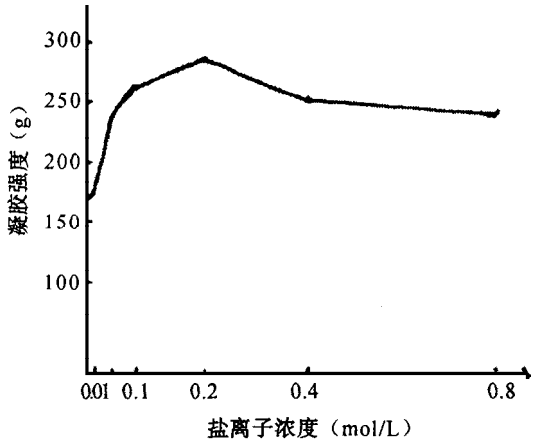

图 5 盐离子浓度对凝胶强度的影响

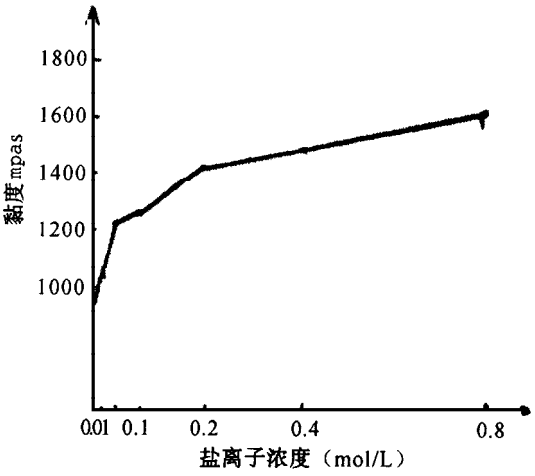

图 6 盐离子浓度对共混溶胶粘度的影响

2.4.2 盐离子浓度对共混溶胶粘度的影响

多糖总浓度为1%，共混比例为M:m=0.7:0.3，在80℃下分别加入不同浓度的盐离子制得共混溶胶，测得其粘度列于图6。从图6可以看出，随着共混溶胶体系中盐离子浓度的逐渐增大，共混溶胶的粘度也逐渐增大。

参考文献

1 中国食品添加剂生产应用工业协会编著.食品添加剂手册.中国轻工业出版社，1996，231～258.
2 何家庆.魔芋栽培及加工技术，1995，183～186.
3 美国食品化学法典（FCCIV）Food Grade Xanthan Gum.
4 杨湘庆.食品胶和工业胶手册.福建人民出版社，1987，25～27.
5 赵谋明等.黄原胶与其它食品胶协同增效作用及其耐盐稳定性的研究.食品与发酵工业，1999，（2）.
6 里景伟.微生物多糖-黄原胶生产与应用.中国农业科技出版社，1995.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net