

文章编号:1004-1478(2011)01-0030-04

燕麦 β -葡聚糖/大豆分离蛋白 混合体系凝胶性研究

董吉林¹, 田广瑞², 李建光³, 高安华¹, 申瑞玲¹

- (1. 郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002;
2. 河南省农科院农副产品加工研究所, 河南 郑州 450002;
3. 郑州市万家食品有限公司, 河南 郑州 450064)

摘要:探讨了燕麦 β -葡聚糖(OG)和大豆分离蛋白(SPI)混合体系凝胶的形成条件和质构特性. 研究表明:OG/SPI混合体系在4℃和25℃下均能形成凝胶,在冷藏时凝胶形成时间更短;与单独的OG凝胶相比,OG/SPI混合体系缩短了凝胶形成时间,在较低质量分数时也能形成凝胶;在较高的质量分数和OG/SPI配比为8:2时具有较好的质构特性;提高pH值和添加适量的Ca²⁺能够改善凝胶的性能.

关键词:燕麦 β -葡聚糖;大豆分离蛋白;凝胶特性

中图分类号:TS201.7

文献标志码:A

Gelling properties about the mixed system of oat β -glucan/isolated soy protein

DONG Ji-lin¹, TIAN Guang-rui², LI Jian-guang³, GAO An-hua¹, SHEN Rui-ling¹

- (1. College of Food and Bioeng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China;
2. Inst. of Agr. Products Processing of He'nan Academy of Agr. Sci., Zhengzhou 450002, China;
3. Zhengzhou Wanjia Food Co. Ltd., Zhengzhou 450064, China)

Abstract: Formation conditions and texture about the mixed system of oat β -glucan/isolated soy protein (OG/SPI) were investigated. The results showed that the OG/SPI mixture formed thermoreversible gels on storage for a period of time in 4℃ and 25℃, but cold storage conditions was better to the forming of gels. Compared with the single gel OG, OG/SPI mixed gel system reduced development time, and a lower concentration could form gels. When the mass fraction was higher and the mixture ratio was 8:2, the gelling properties of OG/SPI mixed gel was better. In addition, increasing pH value and adding fitting cane Ca²⁺ could improve the OG/SPI mixed gel texture properties.

Key words: oat β -glucan; isolated soy protein; gelling property

收稿日期:2010-04-12

基金项目:农业部燕麦产业技术体系建设专项经费资助(nyxytx-14)

作者简介:董吉林(1968—),男,山西省灵石县人,郑州轻工业学院副教授,博士,主要研究方向为食品功能性成分.

0 引言

多糖的凝胶行为是一个共有的现象,已被广泛应用于果酱、布丁等食品的生产中,并影响食品的质地.燕麦 β -葡聚糖是一种通过 β -(1 \rightarrow 3)和 β -(1 \rightarrow 4)糖苷键连接而成的线性非淀粉多糖,其在一定条件下可以形成凝胶.凝胶性也被认为是燕麦 β -葡聚糖的基本性质之一.燕麦 β -葡聚糖已作为一种新型的功能性食品配料、营养增补剂、化妆品和医用原料,引起了人们的广泛关注^[1-2].燕麦 β -葡聚糖添加到这些食品中不仅会影响食品的感官性能,而且还会影响食品的质地和营养功能等,同时,还可与食品体系中的脂肪、蛋白质、淀粉以及其他多糖等功能性大分子共同作用,影响加工食品的特性和功能.大豆分离蛋白因其营养性和功能性而在食品工业中得到广泛的应用,凝胶性也是其重要的功能特性之一.大豆分离蛋白的凝胶网状结构可吸附水分、脂肪、风味物质,常被添加到午餐肉、香肠等制品中,从而起到改善质构、提高乳化性、增加出品率等作用^[3].本文拟将这2种大分子物质混合,并对混合体系的凝胶特性进行探讨,以期从凝胶角度了解它们之间的相互作用,为今后的应用提供一定的理论基础.

1 实验

1.1 材料及仪器

材料:燕麦 β -葡聚糖(OG),纯度为95.7%,珠海晋平科技有限公司产;大豆分离蛋白(SPI),纯度为93.2%,郑州同创益生食品公司产;大豆色拉油,食品级,市售;其他试剂均为分析纯.

仪器:DKZW-S-4型电热恒温水浴锅,北京市永光明医疗仪器厂产;TA.XT plus型物性测试仪,英国Stable Micro System公司产.

1.2 操作方法

1.2.1 OG/SPI混合凝胶形成条件的研究 分别称取一定量的OG和SPI,按不同比例混合,加60℃的水溶解,充分溶解后配制成OG/SPI溶液,分别放置于4℃的冰箱和25℃的室温下,观察凝胶的形成和外观特性,研究温度、OG/SPI配比等因素对凝胶形成的影响.将每份溶液倒入50 mL小烧杯中,当小烧杯倾斜60°时样品无流动性即认为形成凝胶.

1.2.2 OG/SPI混合凝胶质构性质的研究 取保

存48 h的OG/SPI混合凝胶,用TA.XT plus型物性测试仪进行质构性质测定,分别研究OG/SPI配比、pH值等因素对OG/SPI混合凝胶性质的影响.凝胶质构特性测定条件为:p35探头,压力测定操作模式,测试前速度3.0 mm/s,测试速度3.0 mm/s,测试后速度5.0 mm/s,测试距离为样品厚度的40%,感应力为5.0 g.

2 结果与讨论

2.1 OG/SPI 对比对混合凝胶形成的影响

将配制的质量分数为3%的不同OG/SPI配比的混合溶液放置于4℃的冰箱中,考察OG/SPI对比对凝胶形成时间的影响.结果见图1.

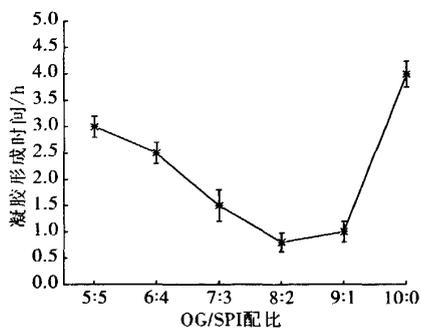


图1 OG/SPI对比对凝胶形成时间的影响

由图1可以看出,OG/SPI混合体系中2种大分子物质的相互作用对凝胶的形成速度产生了一定的影响.与纯OG样品相比,加入SPI样品的凝胶形成时间较短,形成速率较大. OG/SPI配比为8:2时,凝胶形成时间最短.这可能是因为在一定条件下,蛋白质和多糖共存时大分子上的部分基因可以相互连接,从而赋予混合体系一些独特性质,增强其凝胶性.较高浓度的大豆分离蛋白妨碍了燕麦 β -葡聚糖分子间的相互作用,延缓了凝胶的形成^[4],当两者配比为8:2时,这种阻碍作用最小,而且还可能产生了一定的协同作用,从而改善了凝胶的形成机制.

2.2 存放温度及基质质量分数对凝胶形成时间的影响

在OG/SPI配比为8:2,pH=7条件下,将不同基质质量分数的OG/SPI混合样品分别放置于4℃和25℃的条件下,其凝胶形成时间见图2.

由图2可以看出,4℃冷藏时,OG/SPI混合样品的凝胶形成速率随着基质质量分数的增大而增大,在高浓度的体系中,形成网络结构的大分子之

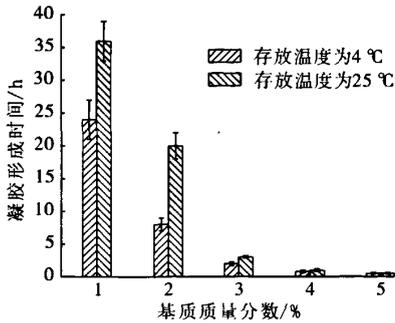


图2 存放温度及基质质量分数对凝胶形成时间的影响

间的间隔较小,大大增加了碰撞几率,从而能快速形成凝胶网络;室温 25 ℃时,低质量分数的 OG/SPI 混合样品的凝胶形成时间明显延长,高质量分数的 OG/SPI 混合样品的凝胶形成时间则相差无几.这是由于温度较高时,大分子能够较好地分散,并且打断少量的聚集,破坏已形成的少量网状结构;而低温时,大分子趋向于聚集,能够充分接触而形成凝胶网络结构.

2.3 pH 值对凝胶形成时间的影响

将质量分数为 4%,配比为 8:2 的 OG/SPI 混合样品溶液分别在不同 pH 值条件下,于 4 ℃下形成凝胶,pH 值对凝胶形成时间的影响结果见图 3.

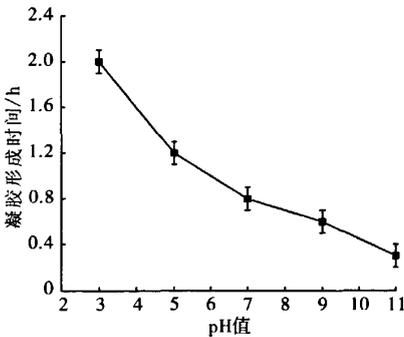


图3 pH 值对凝胶形成时间的影响

由图3可以看出,OG/SPI 混合样品溶液在较宽的 pH 值范围内都能形成凝胶,但其形成时间随着 pH 值的增大而减小.体系酸碱度的改变使电荷情况发生变化,进而对 OG 和 SPI 大分子的形态和相互作用产生一定的影响.体系的 pH 值接近 SPI 的等电点时,降低了蛋白质的溶解度和分散性,2 种大分子的碰撞几率减小,抑制了凝胶网络结构的形成.随着 pH 值的增大,体系酸碱度偏离蛋白质的等电点,同时蛋白质分子带有正电荷,2 种大分子都充分舒

展,有利于分子间的交互作用并形成凝胶网络结构.

2.4 Ca²⁺ 浓度对凝胶形成时间的影响

将质量分数为 4%,配比为 8:2 的 OG/SPI 混合样品溶液分别在不同 Ca²⁺ 浓度条件下,于 4 ℃形成凝胶,Ca²⁺ 浓度对凝胶形成时间的影响结果见图 4.

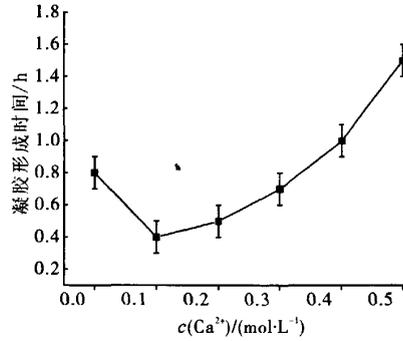


图4 Ca²⁺ 浓度对凝胶形成时间的影响

由图4可以看出,低浓度的离子促进了凝胶网络的形成,增大了凝胶形成速率,而高离子浓度抑制了凝胶的形成.当 Ca²⁺ 浓度较低时,SPI 会产生盐溶现象,蛋白质分子充分展开,与展开分子链的 OG 之间形成氢键,促进网络结构形成.增加 Ca²⁺ 浓度,SPI 分子因为盐析作用,分子聚集,与 OG 分子间的相互作用受到抑制,影响凝胶的形成.

2.5 OG/SPI 对比对凝胶质构特性的影响

基质质量分数为 3% 条件下,不同 OG/SPI 配比的混合样品在 4 ℃时形成的凝胶质构特性见表 1.

表 1 OG/SPI 对比对凝胶质构的影响

OG/SPI 配比	强度/(g·mm)	硬度/g	黏度/(g·s)
10:0	511.8	373.4	299.4
9:1	593.8	365.8	350.9
8:2	786.7	467.4	305.1
7:3	416.4	256.5	251.3
6:4	234.4	156.9	203.1
5:5	184.5	117.8	147.8

由表1可以看出,随着 OG/SPI 配比的增大,即混合体系中 OG 含量的增大,混合凝胶的强度、硬度和黏度也增大,在 OG/SPI 配比为 8:2 时,其强度和硬度达到最大值,而在 OG/SPI 配比为 9:1 时,其强度和硬度分别减小了 24.5% 和 21.7%.原因可能是混合体系中燕麦 β-葡聚糖和大豆分离蛋白存在一定的协同作用,当两者的比例为 8:2 时协同作用最佳,再增加的燕麦 β-葡聚糖或大豆分离蛋白在凝胶中起填充作用,削弱了两者间的协同作用.在乳

清浓缩蛋白/羟丙基甲基纤维素、魔芋葡甘聚糖/大豆分离蛋白的混合体系中也得到了类似的结论^[4-5]。纯 OG 样品的强度、硬度和黏度均较小,也说明了 OG 和 SPI 的相互作用能够改善凝胶特性。

2.6 基质质量分数对凝胶质构特性的影响

OG/SPI 配比为 8:2 时,不同质量分数的 OG/SPI 混合样品在 4 ℃ 时形成凝胶的质构特性见表 2。

表 2 基质质量分数对凝胶质构特性的影响

基质质量分数/%	强度/(g·mm)	硬度/g	黏度/(g·s)
2	402.4	341.2	237.8
3	498.7	390.3	297.4
4	589.5	467.4	444.3
5	786.7	640.9	512.4

由表 2 可以看出,OG/SPI 混合凝胶的强度、硬度和黏度随着基质质量分数的增大而增大,溶液中基质质量分数越高,混合溶液中 2 种分子间相互作用越明显,分子的交联区域也增多,相互缠结形成的网络结构越致密,形成的凝胶也更加稳定。OG/SPI 混合凝胶在表现出凝胶所具有的硬度和强度特性的同时,还表现出与质量分数成正相关的黏性,此现象说明 OG/SPI 混合凝胶是包含凝胶和流体的混合结构。SPI 具有良好的胶凝性,但研究表明:其形成凝胶所需的蛋白质质量分数较高(>9%),而且还需加热一定时间^[6]。而本实验中 OG 与 SPI 混合后只需较低的质量分数和相对简单的条件即可得到高质量的凝胶,因此这 2 种大分子物质的混合可以改善 SPI 的胶凝特性,对扩大其在食品工业中的应用有积极的意义。

2.7 pH 值对凝胶质构特性的影响

将质量分数为 4%,配比为 8:2 的 OG/SPI 混合样品溶液在不同 pH 值条件下,于 4 ℃ 时形成凝胶,pH 值对混合凝胶质构特性的影响结果见表 3。

由表 3 可以看出,OG/SPI 混合样品溶液在较宽的 pH 值范围内都能形成凝胶,但形成的凝胶特性差异很大。随着 pH 值的增大,混合凝胶的强度、硬度和黏度等指标也随之增大,凝胶的特性得到改善。体系酸碱度的改变对凝胶的质构特性产生的影响,可能是体系中的电荷情况对 OG 和 SPI 的大分子的形态产生一定影响,进而对它们之间的相互作用产生影响。在酸性条件下,体系的 pH 值接近 SPI 的等电点,降低了蛋白质的溶解度和分散性,降低了 2 种大分子的碰撞几率,抑制了凝胶网络结构的

形成。随着 pH 值的增大,体系酸碱度偏离蛋白质的等电点,同时蛋白质分子带有正电荷,2 种大分子都充分舒展,有利于分子间的交互作用,形成较致密的网络结构,从而表现出较高的凝胶强度和硬度。

表 3 pH 值对凝胶质构特性的影响

pH	强度/(g·mm)	硬度/g	黏度/(g·s)
3	466.4	365.8	293.3
5	496.0	367.2	342.2
7	619.3	480.4	451.3
9	659.9	496.7	496.5
11	742.4	587.6	534.6

3 结论

OG 和 SPI 以一定的比例混合后都能形成凝胶,但在 OG/SPI 配比为 8:2 时其凝胶形成时间最短;在室温(25 ℃)和 4 ℃ 时,OG/SPI 混合体系均能形成凝胶,在 4 ℃ 时凝胶形成速率更高;与同等质量分数的 OG 样品溶液相比,OG/SPI 混合体系的凝胶形成时间大大缩短,并且在较低的基质质量分数下也能够形成凝胶;提高体系 pH 值和适当增加离子浓度有利于 OG/SPI 混合凝胶的形成。只有在适当的比例下,OG 和 SPI 才能得到质构特性良好的凝胶;基质的质量分数越高,所形成的凝胶的强度、硬度和黏度等特征值就越大;碱性条件下形成的凝胶最好。

参考文献:

- [1] Charalampopoulos D, Wang R, Pandiela S S, et al. Application of cereal components in functional foods: a review [J]. *Int J Food Microbiol*, 2002, 79: 131.
- [2] 申瑞玲,董吉林.燕麦 β -葡聚糖在食品工业中的应用[J]. *食品研究与开发*, 2008, 29(8): 164.
- [3] 迟玉杰,朱秀清,李文滨,等.大豆蛋白质加工新技术[M].北京:科学出版社,2008:5.
- [4] Rocha C, Teixeira J A, Hilliou L, et al. Rheological and structural characterization of gels from whey protein hydrolysates/locust bean gum mixed systems [J]. *Food Hydrocolloids*, 2009, 23(7): 1734.
- [5] 孙远明,丁金龙,乐学义.魔芋葡甘聚糖与大豆分离蛋白复合凝胶作用研究[J]. *中国食品学报*, 2002, 2(4): 65.
- [6] 秦传军,刘宝才,杨再山,等.大豆分离蛋白凝胶性影响因素研究[J]. *粮食与油脂*, 2007(11): 18.