

亚麻籽胶与盐溶肉蛋白的作用机理的研究

陈海华^{1,2}, 许时婴², 王 璋²

(1. 莱阳农学院食品科学与工程学院, 山东 青岛 266109

2. 江南大学食品学院, 食品科学与安全教育部重点实验室, 江苏 无锡 214036)

摘 要: 通过盐溶肉蛋白-亚麻籽胶(SSMP-FG)混合凝胶动态流变性质、凝胶强度、析水率的测定和超微结构的观察, 证实亚麻籽胶与盐溶肉蛋白之间发生相互作用。并探讨了亚麻籽胶在肉制品中的作用机理, 结果发现亚麻籽胶和肉蛋白的相互作用力主要是静电作用力, 二硫键和氢键是次要作用力。

关键词: 亚麻籽胶; 盐溶肉蛋白; 作用机理; 超微结构

Study on Interaction Mechanisms between Flaxseed Gum and Salt-soluble Meat Protein (SSMP)

CHEN Hai-hua^{1,2}, XU Shi-ying², WANG Zhang²

(1. School of Food Science and Technology, Laiyang Agricultural University, Qingdao 266109, China

2. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, Wuxi 214036, China)

Abstract: There were interactions between flaxseed gum and salt-soluble meat protein (SSMP) by the results of dynamic rheological properties, texture and microstructure. Mechanisms of flaxseed gum interacted with meat protein were also studied. Electrostatic forces seems to be the main forces involved in the formation and stability of protein-polysaccharide gel, while disulfide bonds and hydrogen bonds play minor impacts on the formation and stability of protein-polysaccharide gel.

Key words flaxseed gum; salt-soluble meat protein (SSMP); interaction mechanisms; microstructure

中图分类号: TS251.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)04-0095-04

多糖与蛋白质的相互作用广泛发生在生物体系内^[1-2]。

蛋白质-多糖混合凝胶是一个复杂的体系, 其中存在着蛋白质-蛋白质之间、多糖-多糖之间以及蛋白质-多糖之间的相互作用, 多糖在蛋白质胶凝过程中所起的作用也因多糖的种类、蛋白的种类、以及体系的pH、离子强度等不同, 有很大的差异。许多学者^[3-7]在模拟体系中对肉蛋白与多糖的交互作用进行研究后发现, 在凝胶的形成过程中, 静电相互作用是这两种大分子之间的主要作用力, 而且这种作用力只发生在蛋白质和酸性多糖之间, 蛋白质和非离子型多糖之间几乎没有相互作用。通常研究蛋白质和多糖之间的作用力, 可以通过添加各种对凝胶的形成具有稳定或去稳定作用的试剂, 来确定对三维网络结构的形成或维持有贡献的分子间作用力的类型。NaCl和NaSCN能中和大分子所带的电荷, MeSH可以还原二硫键, Urea具有破坏氢键的作用, 通过添加这些试剂可以判断分子间的作用力是静电相互作用、二硫键还是氢键作用。作者前面的研究中发现亚麻籽胶与肉蛋白之间存在相互作用^[8], 本文主要研究亚麻籽胶与盐溶肉蛋白的相互作用机理。

1 材料与方法

1.1 材料

亚麻籽胶 新疆绿旗企业(集团)生物科技有限公司; 猪后腿肉(剔除筋键、脂肪后, 切成小块装于保鲜袋, -18℃以下冻藏, 使用前于4℃下解冻) 无锡天润发超市。

1.2 仪器与设备

AR 1000型流变仪 英国TA公司; TA.XT2i物性测试仪 英国SMS公司; QUANTA-200型扫描电子显微镜 FEI公司; SCD-005型离子溅射仪 BAL-TEC公司; CPD-030型临界点干燥仪 BAL-TEC公司; DS-1高速组织捣碎机 上海标本模型厂。

1.3 方法

1.3.1 盐溶肉蛋白-亚麻籽胶(SSMP-FG)混合物的制备

1.3.1.1 盐溶肉蛋白(SSMP)的提取

新鲜肉糜与冰水、提取液(pH8.3 17.8mmol/L Na₂P₂O₇的溶液中含有0.49mol/L NaCl)按1:2:3(W/W/W)

收稿日期: 2006-03-24

作者简介: 陈海华(1973-), 女, 副教授, 博士, 研究方向为食品科学与工程。

的比例混合→捣成肉糜→4℃静置1h→用10000×g离心力在4℃下离心20min→上清液用3层滤布过滤→去离子水稀释至盐浓度小于0.1mol/L→离心收集沉淀→再用提取液溶解沉淀→重复上述过程3次→得到沉淀,即SSMP。

1.3.1.2 SSMP-FG 混合物的制备

SSMP与FG按不同比例混匀→4℃静置过夜→样品进行DSC和流变性质分析。

1.3.2 SSMP-FG 混合凝胶的制备

SSMP与FG按不同比例混匀→90℃加热→4℃静置过夜→凝胶样品。

1.3.3 SSMP-FG 混物流变性质的测定

选择Φ40mm的不锈钢平行板测量系统(平行板间隙1.0mm),从4℃开始以5℃/min升温至90℃,测定升温过程中G'和G''的变化。

1.3.4 凝胶强度的测定

采用TA.XT2i物性测试仪的P/0.5型探头,测试速度为2.0mm/s,形变50%,测定凝胶破裂所需要的最大力为凝胶强度。

1.3.5 析水率的测定

凝胶的重量为W₁,在10000×g的离心力下离心后,用滤纸吸干上部的水分,再称重(W₂)并进行计算:

1.3.6 超微结构的测定

$$\text{析水率}(\%, W/W) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

凝胶样品→1%钼酸固定→0.1mol/L磷酸盐缓冲液(pH7.2)漂洗数次→过夜→30%、50%、70%、90%和100%乙醇梯度脱水→醋酸异戊酯梯度脱乙醇→临界点干燥→离子溅射仪喷金→扫描电镜观察,加速电压为10kV。

2 结果与分析

2.1 亚麻籽胶对盐溶肉蛋白热变性的影响

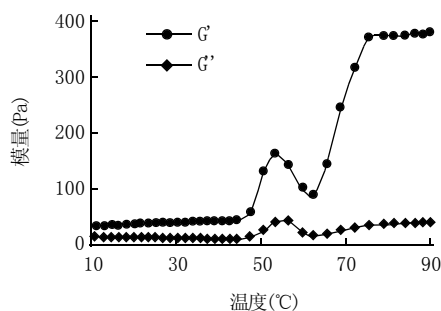


图1 盐溶肉蛋白在升温过程中G'和G''的变化

Fig.1 Changes of G' and G'' of SSMP during heating processes

从图1可以看出,盐溶肉蛋白在加热过程中,其贮能模量G'有两个台阶,说明盐溶肉蛋白在加热过程中经历两个阶段的热变性,其中一个组分先变性,另一个组分需在更高的温度下变性。首先,随着温度的升高,G'逐渐增加,当温度达到T_{SSMP1}时,G'出现第一个峰值,这是因为肌球蛋白头部的分子发生聚集,分子的构象发生转变,胶凝开始。当温度继续升高,G'持续增加,当温度达到T_{SSMP2}时,G'开始保持恒定,表明肌球蛋白分子的构象发生进一步的转变,由于肌球蛋白的尾部发生螺旋-蜷曲的转变,并且大部分的肌球蛋白分子展开,发生交联,从而形成具有一定硬度的、不可逆的热致凝胶。

表1 盐溶肉蛋白-亚麻籽胶混合物的变性温度(T)及对应的贮能模量(G')

Table 1 Denaturation temperature of SSMP-FG mixtures determined by rheological measurement

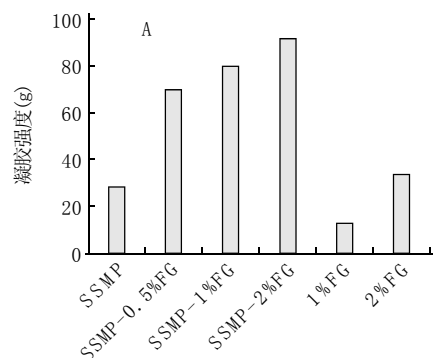
样品	变性温度(℃)		对应的贮能模量(Pa)	
	T ₁	T ₂	G' ₁	G' ₂
SSMP	53.3	75.5	162.4	370.6
SSMP+0.5%FG	55.1	77.8	187.4	484.2
SSMP+1.0%FG	58.1	81.4	206.2	601.5
SSMP+2.0%FG	61.9	89.8	279.0	859.9

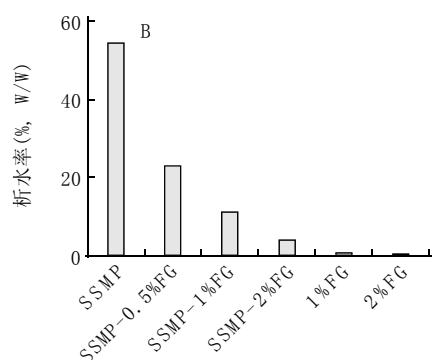
从表1可知,盐溶肉蛋白在加热过程中有2个热变性峰(贮能模量G'突然增加时的温度),峰温分别为53.3℃和75.5℃,随着亚麻籽胶的添加,T_{SSMP1}和T_{SSMP2}明显增加,最大分别增加了约8.6℃和14.3℃。另外,从表1也可以看出,随着亚麻籽胶的添加量增加,SSMP-FG混合物的G'也明显增大,表明随着亚麻籽胶的加入,混合物体系的弹性成分增加。上述结果表明亚麻籽胶与盐溶肉蛋白发生了相互作用。

2.2 亚麻籽胶对盐溶肉蛋白凝胶质构的影响

2.2.1 亚麻籽胶的添加量对SSMP-FG混合凝胶质构的影响

从图2A可以看出,在盐溶肉蛋白中加入亚麻籽胶后能增强盐溶肉蛋白的凝胶强度,当亚麻籽胶的添加量为0.5%时,盐溶肉蛋白的凝胶强度明显增强,随着亚





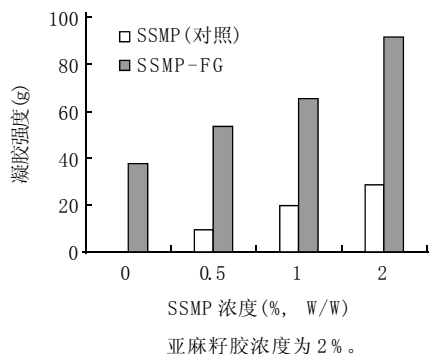
盐溶肉蛋白浓度为 2%。

图2 添加亚麻籽胶对盐溶肉蛋白凝胶强度和析水率的影响

Fig.2 Effects of adding flaxseed gum on strength and syneresis of SSMP gel

麻籽胶的浓度进一步增加,凝胶强度略有增强,而且添加亚麻籽胶的盐溶肉蛋白的凝胶强度大于单一的盐溶肉蛋白与单一的亚麻籽胶的凝胶强度的总和,这说明亚麻籽胶与盐溶肉蛋白之间发生了相互作用。从图 2 B 可以看出,加入亚麻籽胶后,能显著降低盐溶肉蛋白凝胶的析水率,亚麻籽胶的浓度越高,凝胶的持水率越高。

2.2.2 盐溶肉蛋白的浓度对 SSMP-FG 混合凝胶强度的影响



亚麻籽胶浓度为 2%。

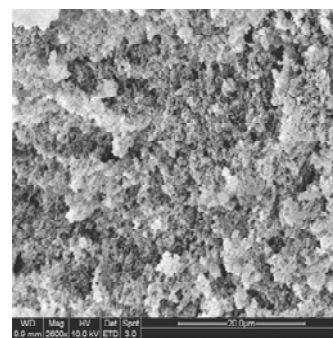
图3 盐溶肉蛋白的浓度对 SSMP-FG 混合凝胶强度的影响

Fig.3 Effects of SSMP concentration on strength of SSMP-FG gel

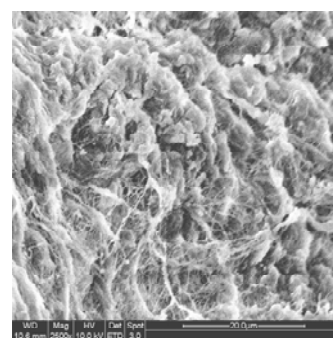
由图 3 可知,未添加亚麻籽胶的对照样品的凝胶强度都较低,而添加 2% 亚麻籽胶后,SSMP-FG 混合凝胶的强度明显高于对照样品,并且随着盐溶肉蛋白浓度的增加,混合凝胶的强度明显增强,说明盐溶肉蛋白对 SSMP-FG 混合凝胶的强度有增强作用,且盐溶肉蛋白浓度越高,这种增强作用越大。

2.3 添加亚麻籽胶对盐溶肉蛋白超微结构的影响

从图 4 的超微结构可以看出,单一的盐溶肉蛋白凝胶呈现颗粒聚集状态;添加亚麻籽胶后盐溶肉蛋白凝胶以亚麻籽胶凝胶网络结构为主,形成致密的网络结构。根据添加亚麻籽胶能在一定程度上提高盐溶肉蛋白热稳定性,可以推测添加亚麻籽胶后,形成了盐溶肉蛋白



A. 盐溶肉蛋白凝胶



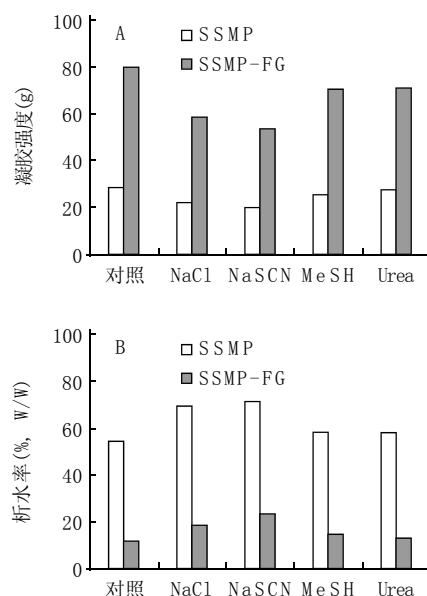
B. 盐溶肉蛋白-亚麻籽胶混合凝胶

图4 盐溶肉蛋白凝胶和盐溶肉蛋白-亚麻籽胶混合凝胶的超微结构

Fig.4 Ultrastructure of SSMP gel and SSMP-FG gel

与亚麻籽胶两种网络结构的叠加。

动态流变性质测定的结果表明,添加亚麻籽胶能提



亚麻籽胶浓度: 1%; SSMP 浓度: 2%。对照为不添加任何试剂的 SSMP 或 SSMP-FG 凝胶; NaCl: 0.05mol/L; NaSCH: 0.05mol/L; MeSH: 0.02mol/L; Urea: 0.05mol/L。

图5 不同试剂对 SSMP 和 SSMP-FG 混合凝胶的强度和析水率的影响

Fig.5 Effects of different salts on strength and syneresis of SSMP or SSMP-FG gel

高盐溶肉蛋白的热稳定性。SSMP-FG 混合凝胶强度、析水率和超微结构测定的结果也证实亚麻籽胶与盐溶肉蛋白之间确实发生了相互作用。这可能是由于多糖分子的亲水性好于蛋白质,在加热过程,多糖分子首先在溶液中充分展开,在一定程度上阻碍了蛋白质分子的充分展开,从而推迟了蛋白质的变性。这与 Foegeding 等人^[9]、Defreitas 等人^[10]、许时婴等人^[11]的研究结果相同,多糖(如黄原胶、海藻酸钠、卡拉胶、果胶、CMC 等)能与肌肉蛋白相互作用。

2.4 亚麻籽胶与盐溶肉蛋白间的相互作用力

从图 5 可以看出,在 SSMP 或 SSMP-FG 中添加上述各种稳定或去稳定试剂,对 SSMP 或 FG-SSMP 凝胶的强度和析水率有不同的影响。与对照样品(SSMP 或 SSMP-FG 凝胶)相比,加入 NaCl 和 NaSCN 后,凝胶强度降低,析水率增加;并且 SSMP-FG 凝胶强度降低的程度大于 SSMP,SSMP-FG 凝胶析水率增加的程度大于 SSMP,说明蛋白质与亚麻籽胶间可能存在静电相互作用。加入 MeSH 和 Urea 后,SSMP 或 SSMP-FG 的凝胶强度均降低,析水率均增加,但变化的程度较小,由此推测,二硫键和氢键对 SSMP-FG 凝胶的稳定性贡献较小,这一结果与 Defreitas^[3]、Gordon^[4]、Whiting^[7]等学者的研究结果相符,他们报道二硫键的形成对肉制品的稳定性没有明显的影响。

上述结果表明,静电作用力可能是主要的影响亚麻籽胶与盐溶肉蛋白凝胶形成和稳定的作用力,二硫键和氢键对 SSMP-FG 凝胶的稳定性贡献较小。

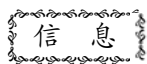
3 结 论

动态流变性质的结果表明,添加亚麻籽胶,使盐溶肉蛋白的变性温度产生不同程度的提高,说明亚麻籽胶与盐溶肉蛋白之间存在相互作用,提高了盐溶肉蛋白的热稳定性,增加了盐溶肉蛋白的凝胶结构稳定性。通

过 SSMP-FG 混合凝胶的强度、析水率的测定和超微结构的观察,进一步证实亚麻籽胶与盐溶肉蛋白之间发生相互作用。探讨了亚麻籽胶在肉制品中的作用机理,亚麻籽胶和肉蛋白的相互作用力主要是静电作用力,二硫键和氢键是次要作用力。

参考文献:

- [1] STAINSBY G. Proteinaceous gelling systems and their complexes with polysaccharides[J]. Food Chemistry, 1980(6): 3.
- [2] IMESON A P, LEDWARD D A, MITCHELL J R. On the nature of the interaction between some anionic polysaccharides and proteins[J]. Journal of Science and Food Agriculture, 1977, 28: 661.
- [3] DEFREITAS Z, SEBRANEK J G, OLSON D G, et al. Carrageenan effects on salt-soluble meat proteins in model systems[J]. Journal of Food Science, 1997, 62(3): 539-543.
- [4] GORDON A, BARBUT S. Effect of chemical modifications on the stability, texture and microstructure of cooked meat batters[J]. Food Structure, 1992(11): 133-146.
- [5] MUCHIN M A, STRELTSOVE Z A, VAJNERMAN, et al. Complex gels of proteins and acidic polysaccharides, Part 2, the effect of electrostatic interaction on structure formation in complex gels of gelation and alginate[J]. Nahrung, 1978, 22: 867.
- [6] HUGHES L, LEDWARD D A, MISCHALL J R, et al. The effect of some meat proteins on the rheological properties of pectate and alginate gels[J]. Journal of Texture Studies, 1980(11): 247.
- [7] WHITING R C. Influence of various salts and water soluble compounds on the water and fat exudation and gel strength of meat batters[J]. Journal of Food Science, 1987, 52: 1130-1132; 1158.
- [8] 陈海华, 许时婴, 王璋. 亚麻籽胶与肉蛋白相互作用的研究[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(7): 62-66; 72.
- [9] FOEGEDING E A, RAMSEY S R. Rheological and water-holding properties of gelled meat batters containing iota carrageenan, kappa carrageenan or xanthan gum[J]. Journal of Food Science, 1987, 52: 549-553.
- [10] DEFREITAS Z, SEBRANEK J G, OLSON D G, et al. Carrageenan effects on thermal stability of meat proteins[J]. Journal of Food Science, 1997, 62(3): 544-547.
- [11] 许时婴, 李博, 王璋. 复配胶在低脂肉糜制品中的作用机理[J]. 无锡轻工大学学报, 1996(2): 102-107.



医学研究发现: 常饮红酒可预防直肠癌

医学研究表明,红葡萄酒具有保健作用。一周饮用三杯以上红酒可以降低罹患直肠癌的风险。

纽约州立大学石溪分校(SUNY Stony Brook)医学博士 Joseph C Anderson 与其助手对 360 位爱好饮用红、白葡萄酒的人士进行研究,结果发现,经常饮用红酒的人士患直肠癌的风险降低了 68%,而饮用白葡萄酒的人士未发现上述抵抗力。

研究人员怀疑,可能是红酒中含有的高浓度复合白藜芦醇具有抗癌功效。

美国胃肠病学学院专家称,直肠癌是最容易诊断的癌症之一,如能及时发现,多数可以治愈。而红酒中含有化学预防物质,在防止癌变过程中能够起到重要作用。此外,在试验初报发现肿瘤、息肉,都可在其癌变之前进行。