

# 结冷胶与海藻酸钠对低脂猪肉凝胶改性的影响

张慧旻, 陈从贵\*, 聂兴龙

(合肥工业大学生物与食品工程学院, 安徽 合肥 230009)

**摘 要:** 海藻酸钠和结冷胶作为脂肪替代品, 可改善低脂肉糜类产品的品质。本实验将二者加入低脂猪肉糜中, 研究这两种多糖对低脂肉糜产品的蒸煮损失、保水性(WHC)和硬度等方面影响。结果表明, 浓度大于0.25%的结冷胶单独作用于肉糜时, 凝胶的蒸煮损失、保水性和硬度均显著降低( $p < 0.05$ ); 浓度大于0.5%的海藻酸钠单独作用时, 凝胶蒸煮损失和硬度显著降低, 保水性显著增加( $p < 0.05$ ); 在复配实验中, 海藻酸钠对肉糜凝胶蒸煮损失的降低和保水性的提升起主要作用, 而结冷胶在低浓度(0.25%)时可协同海藻酸钠显著降低凝胶蒸煮损失( $p < 0.05$ ), 同时有效调控凝胶硬度。

**关键词:** 结冷胶; 海藻酸钠; 蒸煮损失; 保水性; 硬度

Effect of Gellan Gum and Sodium Alginate on Modification of Low-fat Pork Gel

ZHANG Hui-min, CHEN Cong-gui\*, NIE Xing-long

(School of Biology and Food Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** Gellan gum (GG) and sodium alginate (SA) can improve the quality of low-fat meat products as fat substitutes. Effects of GG and SA on cooking loss (CL), water holding capacity (WHC) and hardness of low-fat meat products were investigated in this paper. The results of single factor showed that GG above 0.25% can reduce CL of gel, WHC and hardness significantly ( $p < 0.05$ ), SA above 0.5% can reduce CL and hardness and enhance WHC of gel significantly ( $p < 0.05$ ). In compound experiment, the effect of SA on reduction of CL of gel and augment of WHC are higher than GG and low concentration GG (0.25%) associated with SA decrease CL of gel and control hardness of gel.

**Key words** gellan gum; sodium alginate; cooking loss; water-holding capacity; hardness

中图分类号: TS251.51

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)10-0080-04

低温、低脂、高膳食纤维的营养保健型肉食品是肉类工业产品发展的一个重要方向。学术界与产业界许多学者已就此展开了多方面研究, 并希望通过食品添加剂的合理使用, 寻找到适宜的脂肪替代品, 以改善肉制品的品质, 并增强其营养与保健功效。

已有研究表明, 多糖与蛋白质间的相互作用对食品的功能属性具有重要影响<sup>[1]</sup>。某些阴离子多糖(如: 海藻酸盐、CMC)可以通过静电作用力与肌球蛋白、牛血清蛋白等蛋白质相互作用<sup>[2-3]</sup>, 从而影响到肉制品的品质特性。Ensor<sup>[4]</sup>和Shand<sup>[5]</sup>等还通过DSC检测发现, 低脂肉制品中肉蛋白与海藻胶的结合可以有效降低肌原纤维蛋白、肌浆蛋白和结缔组织的变性温度。由此可见, 肌肉中添加多糖类物质有可能在相对低的

温度下实现肉蛋白的适度凝胶化, 获得低温、低脂的熟肉制品。

海藻酸盐来源于褐藻, 因其增稠、稳定、胶凝等作用而广泛用于各类食品, 例如: 有效改善肌肉凝胶的保水性和质构属性<sup>[6-7]</sup>; 同时海藻酸盐还具有降低人体内胆固醇含量、疏通血管、预防肥胖和糖尿病等作用<sup>[8]</sup>。结冷胶是一种新型的微生物胶体, 可用作为各类食品的胶凝剂、组织改良剂、稳定剂等<sup>[9]</sup>, 它和魔芋胶的复合可以改善低脂法兰克福香肠的感官属性, 并得到品质类似于高脂产品的低脂产品<sup>[10]</sup>。本研究将海藻酸盐与结冷胶应用于猪肉糜, 考察两者对低脂肉糜产品的持水能力及硬度的影响作用, 以期高档保健型肉制品的开发提供支持。

收稿日期: 2007-07-20

\*通讯作者

基金项目: 安徽省科技攻关计划项目(06013110B)

作者简介: 张慧旻(1980-), 男, 硕士研究生, 研究方向为肉食品加工。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料与试剂

#### 1.1.1 原料

冷冻猪肉, 由雨润集团安徽福润肉类加工有限公司提供, 为后跟半腱肌。

#### 1.1.2 试剂

食盐(食品级) 市售; 结冷胶(GG, 食品级) 浙江天伟生化工程有限公司; 海藻酸钠(SA, 食品级, 20℃时1.0%的水溶液粘度为100~200cps) 日本制药株式会社。

### 1.2 器材与设备

FA25型高剪切乳化机 上海弗鲁克流体机械制造有限公司; TA-XT Plus型物性测试仪 英国Stable Micro Systems公司; 贝克曼离心机、W-M0迷你型离心管(0.45μm滤膜) 日本JuJi Field公司; E-201-9型pH计、电子分析天平; 冰箱; 绞肉机; 恒温水浴锅等。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 原料肉糜的准备

将冷冻的原料猪肉放入冰柜(4℃左右)中解冻约24h, 取出后, 除去可见脂肪、筋腱及结缔组织, 切块, 并用绞肉机(模板孔径Φ5mm)绞成肉糜, 重复绞三次; 然后将肉糜分别封装于聚乙烯袋中, 每袋约70g, 再放入冰箱冷冻室, 保藏、备用。

#### 1.3.2 凝胶的制备

从冰箱冷冻室中随机抽取封装的冷冻原料肉糜, 置于冰箱冷藏室(4℃左右)解冻约24h。然后称取肉糜原料60g置于烧杯中, 加入0.75g NaCl以及一定配比的GG和SA复配胶, 复配胶按照结冷胶添加浓度0.0%(空白样)、0.25%(0.1875g)、0.5%(0.375g)、0.75%(0.5625g)、1.0%(0.75g)和海藻酸钠添加浓度0.0%(空白样)、0.5%(0.375g)、1.0%(0.75g)、1.5%(1.125g)、2.0%(1.5g)的两两全排列组合配制。再补充蒸馏水使肉糜混合体系总质量达到75g。接着将调配后的肉糜搅拌均匀, 灌装于自制肠袋中(袋由聚乙烯制成, 袋厚0.1mm、Φ1.5cm±0.1cm), 称重。最后将灌装的肉糜置于80℃恒温水浴中加热凝胶化0.5h, 取出热凝胶、冷却后保存于冰箱中, 24h后检测蒸煮损失(CL)、凝胶保水性(WHC)和硬度。每组实验重复三次。

#### 1.3.3 样品的检测

##### 1.3.3.1 原料基本成分的检测

基本成分主要包括水分、蛋白质、脂肪与灰分。检测方法参见文献[11]。原料肉的检测结果为: 水分含量(72.35±0.19)%, 总蛋白(24.20±0.35)%, 粗脂肪(3.28±0.02)%, 灰分(1.12±0.01)%。

##### 1.3.3.2 CL检测

参照Pietrasik方法<sup>[12]</sup>。取出肉糜凝胶, 除去外层聚乙烯袋, 用纸吸干其表面游离水分后, 称重, 按下式计算CL值。每组实验重复三次。

$$CL(\%) = \frac{\text{除去表面水分后的凝胶重(g)}}{\text{灌装后的样品总重(g)} - \text{袋重(g)}} \times 100$$

##### 1.3.3.3 WHC检测

参照Perez-Mateos方法<sup>[6]</sup>采用离心法测定肉糜凝胶的保水性。称取约0.3g凝胶置于离心管的内管中, 称重后, 在贝克曼离心机中于2000×g条件下离心10min, 再称重并按下式计算WHC值。每组实验重复四次。

$$WHC(\%) = \frac{\text{离心后离心管和样品总重(g)} - \text{内管重量(g)}}{\text{离心前离心管和样品总重(g)} - \text{内管重量(g)}} \times 100$$

##### 1.3.3.4 硬度检测

参照Bourne方法<sup>[13]</sup>, 切取1cm长圆柱状肉糜凝胶, 在物性测试仪上, 采用连续压缩二次的TPA模式进行检测。样品的压缩形变量设置为40%。检测设定参数如下: P6压缩探头, Test Speed 1.00mm/s, Distance 4mm, Trigger Type Button。每组实验重复六次。

## 2 结果与分析

### 2.1 SA与GG对蒸煮损失CL的影响

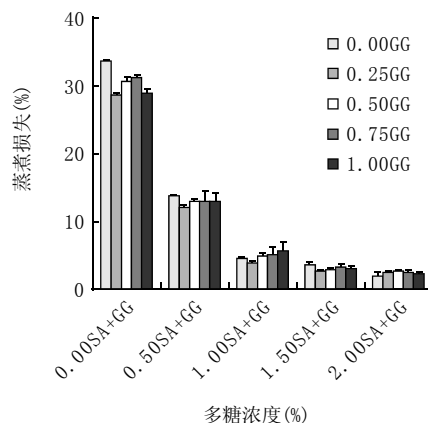


图1 GG和SA浓度对肉糜凝胶CL的影响

Fig.1 Effects of GG and SA concentrations on CL of gel

由图1可见, 与空白样相比, 添加单一的GG和SA都能显著降低猪肉凝胶的蒸煮损失CL值( $p < 0.05$ ); 在0.5%~2.0%浓度范围内, 随着SA添加浓度的增大, 肉糜凝胶CL值显著下降( $p < 0.05$ )。就GG和SA复配对肉糜凝胶的CL值影响而言, 与单独添加海藻酸钠的凝胶样品相比, 在SA浓度0.5%~1.5%的范围内, 添加0.25%的GG可进一步降低凝胶CL值( $p < 0.05$ ), 而随着

GG 添加量的增加, 凝胶 CL 值并无显著性变化 ( $p > 0.05$ ); 当复配胶中 SA 浓度 2.00% 时, 各添加浓度水平的 GG 均对凝胶 CL 值无显著影响 ( $p > 0.05$ )。由此可以看出, 当 GG 和 SA 共同作用于低脂肉糜时, SA 对低脂肉糜凝胶 CL 值的降低起主导作用, GG 的影响作用相对有限, 高浓度的 GG 无显著性影响。

结冷胶具有很好的成胶性质与热稳定性, 不易水化, 浓度较高时易结块。因此, 低浓度 ( $\leq 0.25\%$ ) 时, 结冷胶可完全分散于肉糜体系中, 均匀混合后凝胶形成良好的网络结构(混合凝胶体或是络合凝胶体), 有利于降低蒸煮损失; 而高浓度时, 结冷胶可能与肉糜形成了填充型凝胶体<sup>[14]</sup>, 即肌肉蛋白起凝胶体形成剂作用, 结冷胶填充在肌肉蛋白形成的网络状结构中, 导致蒸煮损失增大。而海藻酸钠在肉糜中形成的可能是一种粘性较大的胶体溶液(视体系中含二价阳离子而定), 主要起增稠剂和稳定剂作用, 可较好地束缚水分, 降低肉糜的蒸煮损失。

## 2.2 SA 与 GG 对肉糜保水性 WHC 的影响

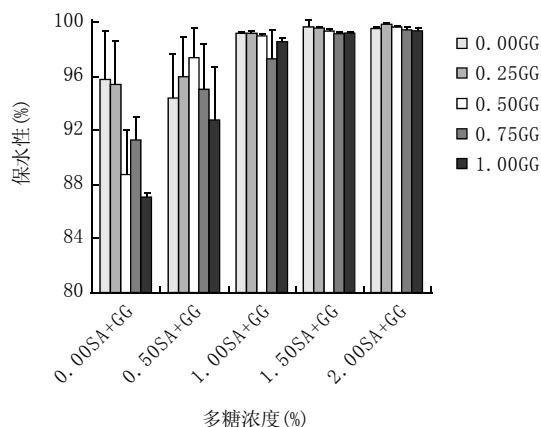


图2 GG 和 SA 浓度对肉糜凝胶 WHC 的影响

Fig.2 Effects of GG and SA concentrations on WHC of gel

由图 2 可见, 与空白样相比, 添加 0.50% 以上的结冷胶会导致肉糜凝胶 WHC 的显著降低 ( $p < 0.05$ ); 而添加 0.50% 以上的海藻酸钠则显著提高了肉糜凝胶的 WHC ( $p < 0.05$ )。就 GG 与 SA 复配对凝胶 WHC 的影响而言, 当海藻酸钠的添加量为 0.5% 时, 结冷胶添加量对肉糜的 WHC 虽有影响, 但并不显著 ( $p > 0.05$ ); 而当 SA 添加量大于 0.5% 时, 添加混合胶体的肉糜 WHC 变化与添加单一 SA 的 WHC 变化结果一致, 表明两种胶体中 SA 对肉糜 WHC 的贡献率高于 GG, 也就是说, 肉糜凝胶的 WHC 由添加的 SA 决定, 而不受 GG 添加量变化的影响。结合实验中检测猪肉糜 pH 值的结果, 发现海藻酸钠的添加提高了低脂肉糜产品的 pH 值, pH 值升高偏离蛋白质的等电点, 因此, 也有利于提高肉糜

凝胶的保水性<sup>[15]</sup>。

## 2.3 SA 与 GG 对肉糜硬度 hardness 的影响

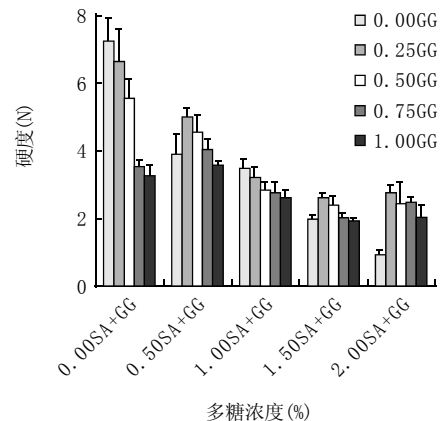


图3 GG 和 SA 浓度对肉糜凝胶硬度的影响

Fig.3 Effects of GG and SA concentrations on hardness of gel

由图 3 看出, 与空白对照样品相比, 添加 0.5% 的 GG 或 SA 均极为显著地降低了凝胶的硬度 ( $p < 0.01$ ); 而且随着添加浓度的增加, 凝胶硬度依次减小。就 GG 和 SA 复配对肉糜凝胶硬度的影响, 在 SA 浓度水平 0.5% 和 1.5% 条件下, 添加 0.25% 的 GG 可显著提高复合凝胶的硬度 ( $p < 0.05$ ); 在 SA 浓度水平 2.0% 条件下, 0.25% 以上的 GG 均可显著提高复合凝胶的硬度 ( $p < 0.05$ ); 在 SA 浓度 1.0% 时, GG 的添加会降低复合凝胶的硬度, 影响规律类似于未加 SA (0.00%SA) 的对照组; 在各 SA 添加水平上, GG 添加浓度对复合凝胶硬度的影响均表现出随 GG 浓度增大而硬度降低的变化规律。可见, 就硬度调控而言, 我们可以利用这种复合胶体影响的变化规律, 通过选择结冷胶和海藻酸钠适当的复配比和添加量, 使生产各种硬度的肉制品、满足各类消费群体的不同口感需求成为可能。

## 3 结 论

3.1 结冷胶单独作用于低脂肉糜时显著降低其蒸煮损失 CL ( $p < 0.05$ ), 高于 0.25% 的添加浓度可显著降低肉糜的保水性和硬度 ( $p < 0.05$ ); 海藻酸钠单独作用于低脂肉糜时显著降低蒸煮损失和硬度 ( $p < 0.05$ ), 高于 0.5% 的添加浓度可显著增加肉糜的保水性 WHC ( $p < 0.05$ )。

3.2 结冷胶和海藻酸钠复配作用于低脂肉糜时, 海藻酸钠对肉糜蒸煮损失的降低和保水性的提升起主要作用; 而 0.25% 的结冷胶也可显著降低含有复合多糖肉糜的蒸煮损失 ( $p < 0.05$ ), 同时, 复合凝胶的硬度均随着 SA 和 GG 添加浓度的增加而表现出依次降低的变化规律。

3.3 微生物多糖添加到肉糜后, 通过多糖与多糖, 蛋

# 零余子皂甙的抗氧化特性研究

程超<sup>1</sup>, 朱玉昌<sup>2</sup>, 莫开菊<sup>1,2</sup>, 汪兴平<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: 研究零余子皂甙对 DPPH、羟自由基、超氧自由基清除作用以及零余子皂甙的 TEAC 值。方法: 分别采用 DPPH、ABTS、 $\text{Fe}^{2+}-\text{H}_2\text{O}_2$  和邻苯三酚自氧化法进行零余子皂甙的抗氧化作用。结论: 零余子皂甙对 DPPH 自由基、羟自由基、超氧自由基、ABTS 自由基均有较好的抑制效果, 其中对 DPPH 自由基清除作用随着皂甙浓度的增加而下降, 对超氧自由基清除率达到 50% 的零余子皂甙浓度为 60.34mg/L, 其总体抗氧化值即 TEAC 值随着皂甙的浓度的增加而增加, 二者具有剂量效应关系。

**关键词:** 零余子; 皂甙; DPPH; TEAC; 抗氧化

## Study on Antioxidation Effects of Bulibil Saponin

CHENG Chao<sup>1</sup>, ZHU Yu-chang<sup>2</sup>, MO Kai-ju<sup>1,2</sup>, WANG Xing-ping<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: In this paper, the antioxidant of the bulbil saponin on DPPH, hydroxyl radicals, superoxide radicals was studied. Results: The bulbil saponin had good antioxidant effect on the free radicle of the DPPH, ABTS, hydroxyl radical and

收稿日期: 2007-07-31

基金项目: 湖北省教育厅重点项目(B200729006)

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研究。

白质与蛋白质, 以及多糖与蛋白质之间的相互作用, 热诱导凝胶形成了复杂的网络状结构, 改善了体系的蒸煮损失和保水性, 调节了硬度, 从而为其应用于低脂肉制品品质的改良提供了可能性。在针对微生物多糖的不同特性, 选择多糖适当的复配比和添加量时, 还能使此种改良起到增效作用。

## 参考文献:

- [1] STAINSBY G. Proteinaceous gelling systems and their complexes with polysaccharides[J]. Food Chemistry, 1980(6): 1-3.
- [2] IMESON A P, LEDWARD D A, MITCHELL J R. On the nature of the interaction between some anionic polysaccharides of pectate and alginate gels[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1977, 28: 661-668.
- [3] BERNAL V M, SMAJDA C H, SMITH J L, et al. Interactions in protein/polysaccharide/calcium gels[J]. Journal of Food Science, 1987, 52: 1121-1136.
- [4] ENSOR S A, SOFOS J N, SCHMIDT G R. Differential scanning calorimetric studies of meat protein-alginate mixtures[J]. Journal of Food Science, 1991, 56: 175-182.
- [5] SHAND P J, SOFOS J N, SCHMIDT G R. Differential scanning calorimetry of beef/lappa-carrageenan mixtures[J]. Journal of Food Science, 1994, 59: 711-715.
- [6] PEREZ-MATEOS M, MONTERO P. Contribution of hydrocolloids to gelling properties of blue whiting muscle[J]. European Food Research and Technology, 2000, 210: 383-390.
- [7] XIONG Y L, BLANCHARD S P. Viscoelastic properties of myofibrillar protein/polysaccharide composite gels[J]. Journal of Food Science, 1993, 58: 164-167.
- [8] KIMURA Y, WATANABE K, OKUDA H. Effects of soluble sodium alginate on cholesterol excretion and glucose tolerance in rats[J]. Journal of Ethnopharmacology, 1996, 54: 47-54.
- [9] 姚焕章. 食品添加剂[M]. 北京: 中国物资出版社, 2001.
- [10] LIN Kuo-wei, HUANG Hsien-yi. Konjac/gellan gum mixed gels improve the quality of reduced-fat frankfurters[J]. Meat Science, 2003, 65: 749-755.
- [11] 黄伟坤, 等. 食品检验与分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1989.
- [12] PIETRASIK Z. Binding and textural properties of beef gels processed with  $\kappa$ -carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase[J]. Meat Science, 2003, 63: 317-324.
- [13] BOURNE M C. Texture profile analysis[J]. Food Technology, 1978, 32: 62-66.
- [14] 陈均, 赵谋明, 孙哲浩. 蛋白质与多糖类交互作用研究进展[J]. 食品科学, 2001, 22(4): 90-93.
- [15] LAWRIE R A. Meat science[M]. Pergamon Press, 1991: 191.