

牛血浆蛋白对猪肉盐溶蛋白质凝胶特性的影响

冯云, 张伟清, 彭增起*, 孟晓霞, 崔国梅

(南京农业大学 农业部农畜产品加工与质量控制重点开放实验室, 江苏 南京 210095)

摘要: 以牛血浆和猪后腿肉为原料, 研究牛血浆蛋白对猪肉盐溶蛋白质加工特性的影响。结果表明: 牛血浆具有改善猪肉盐溶蛋白质凝胶特性的作用, 当 pH6.5 时, 添加牛血浆蛋白 0.9g/100mL 时效果最佳; 添加 0.9g/100mL 牛血浆蛋白的猪肉盐溶蛋白凝胶煮制损失、凝胶保水性、凝胶强度与添加 0.125g/100mL 微生物转谷氨酰胺酶(MTG)的凝胶相当。

关键词: 猪肉; 牛血浆蛋白; 转谷氨酰胺酶; 凝胶特性

Effects of Bovine Plasma Proteins on Gel Properties of Salt-Soluble Proteins from Pork

FENG Yun, ZHANG Wei-qing, PENG Zeng-qi*, MENG Xiao-xia, CUI Guo-mei

(Key Laboratory of Agricultural and Animal Products Processing and Quality Control, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Effects of bovine plasma proteins (BBP) on heat-induced gel properties of salt-soluble proteins (SSP) from pork hind leg muscles were investigated. The results showed that BBP improved functional properties of SSP gels, and when the pH value was 6.5, the optimum addition amount of BBP addition was 0.9 g/100 mL. It was also discovered that salt-soluble protein gels with added BBP and microbial transglutaminase (MTG) at respective levels of 0.9 g/100 mL and 0.125 g/100 mL had similar cooking loss, water holding capacity (WHC) and gel strength.

Key words: pork; bovine plasma proteins; transglutaminase(TGase); gel properties

中图分类号: TS251.93

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)13-0028-04

牛血约为活体质量的 8%, 屠宰时所能收集到的血液约占总量的 60%~70%, 其余的滞留于肝、肾、皮肤和胴体中。通常屠宰一头牛可以产出 12kg 的血液。牛血和瘦肉中均含有 20% 左右的蛋白质, 而血浆含有 7.9% 的蛋白质, 主要的血浆蛋白质有白蛋白(3.3%)、免疫球蛋白 α - 和 β - 球蛋白(4.2%)及纤维蛋白原(0.4%)。全世界每年可利用的牛血总量是相当可观的, 但利用率很低, 基本未被利用, 甚至还造成严重的环境污染。有研究报道牛血浆中的转谷氨酰胺酶(TGase)和 α - 球蛋白能增强阿拉斯加狭鳕、太平洋无须鳕等鱼糜凝胶强度^[1-2]。TGase 能催化蛋白质分子内或分子间形成 ϵ -(γ -Glu)Lys 共价交联, 从而改善蛋白质的凝胶特性。目前, 微生物转谷氨酰胺酶(MTG)作为食品添加剂广泛应用在鲜肉和肉糜制品中, 其可改善肉糜制品的保水性和质构^[3]。MTG 价格比较昂贵(400 元/kg), 如果能充分利用牛血浆改善肉制品质构的性能, 那么可以大大提高牛血的附加

值, 减少牛屠宰厂对环境的污染, 同时降低肉制品的生产成本。本实验研究牛血浆对盐溶蛋白质凝胶特性的影响, 为牛血在肉糜制品中的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

猪后腿肉购于本地菜市场, 剔除可见脂肪和结缔组织, 切碎, 分装, 每份 150g, 真空包装于 -18℃ 储藏, 备用。

牛血购于当地宰牛场, 新鲜的牛血中加入质量浓度为 20g/100mL 的柠檬酸钠, 使柠檬酸钠的最终质量浓度达 1g/100mL, 搅拌均匀, 4℃ 冷藏 20h, 然后用双层纱布过滤, 3000r/min 离心 20min, 上层即为血浆, 4℃ 冷藏备用。

转谷氨酰胺酶(MTG)等试剂均为分析纯, 购于美国 Sigma 公司。

收稿日期: 2010-11-17

基金项目: 国家现代农业(肉牛)产业技术体系建设专项(nycytx-38)

作者简介: 冯云(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为畜产品加工。E-mail: 2008108024@njau.edu.cn

* 通信作者: 彭增起(1956—), 男, 教授, 博士, 研究方向为畜产品加工。E-mail: zqpeng@njau.edu.cn

1.2 仪器与设备

Waring Blender 8010ES 高速度组织匀浆机 美国 Waring 公司; Beckman AvantiJ-E 高速离心机 美国 Beckman Coulter 公司; 质构仪 TA-XT2i 英国 Stable Micro Systes 公司; HH-42 水浴锅 常州国华电器有限公司; PH 211 HANNA 台式酸度计 葡萄牙 Hanna 公司; MUL-9000 H20 纯水机 昆山总馨机械有限公司; SANYO 制冰机 日本三洋公司。

1.3 方法

1.3.1 猪肉盐溶蛋白质凝胶制备

1.3.1.1 不同蛋白质添加量的凝胶制备方法

经前处理的猪后腿肉于 4℃ 条件下解冻 10h, 加入 0.6mol/L NaCl-0.03mol/L CaCl₂-pH 6.5 的溶液 300mL 匀浆, 分别添加一定量的牛血浆或猪瘦肉, 使牛血浆蛋白或猪肉蛋白的质量浓度分别为 0、0.3、0.6、0.9、1.2、1.5g/100mL (通过测定血浆和瘦肉中的蛋白质含量分别为 7.9% 和 20%, 测定方法参考 GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法), 双层纱布过滤, 调整 pH6.5。粗滤液经 4000r/min 离心 5min 后得到的上清液, 即为盐溶蛋白质溶液。分装后置于 20℃ 水浴锅中保温 5min, 然后以 1℃/min 的速度升温到 85℃, 保温 20min。保温结束后立即取出放在 4℃ 冷藏 24h, 第 2 天进行保水性、质构测试。

1.3.1.2 不同 pH 值的凝胶制备方法

样品于 4℃ 解冻 10h, 加入 0.6mol/L NaCl-0.03mol/L CaCl₂-pH 6.5 的溶液 300mL 匀浆, 双层纱布过滤, 调整 pH 值分别为 6.2、6.5 和 7.0。离心及分装后的处理同 1.3.1.1 节。

1.3.1.3 不同牛血浆蛋白和 MTG 添加量的凝胶制备方法

样品于 4℃ 解冻 10h, 加入 0.6 mol/L NaCl-0.03 mol/L CaCl₂-pH 6.5 的溶液 300mL 匀浆, 分别添加 0.9g/100mL 牛血浆蛋白、0.1、0.125、0.13g/100mL MTG, 双层纱布过滤, 调整 pH 值为 6.5。离心及分装后的处理同 1.3.1.1 节。

1.3.2 凝胶强度的测定

将凝胶切成高 20mm 的小圆柱体, 选用球形探头 P/0.25s, 进行一次压缩。测定参数如下: 测前速度 2.0mm/s, 测试速度 1.0mm/s, 测后速度 1.0mm/s, 压缩百分比 50%, 触发力 1.0g, 停留时间 5s。

1.3.3 凝胶煮制损失测定

称量蒸煮前烧杯和猪肉盐溶性蛋白的总质量 m_1 , 煮制后除去水分称总质量 m_2 , 猪肉盐溶性蛋白的煮制损失按式(1)计算, 其中 m 为烧杯质量, 每个处理有 3 个重复。

$$\text{煮制损失率}/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100 \quad (1)$$

1.3.4 凝胶保水性测定

参照 Foegeding^[4]的方法, 按照式(2)计算凝胶保水性, 其中 m_1 为离心管和离心除水后的凝胶质量, m_2 为离心前离心管和凝胶质量, m 为离心管质量, 每个处理有 3 个重复。

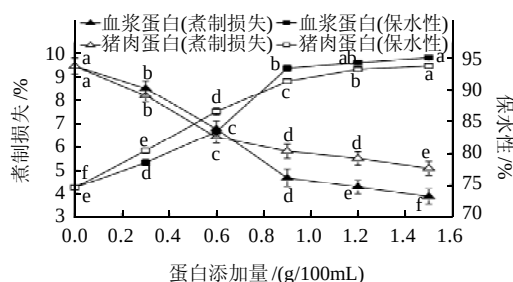
$$\text{保水性}/\% = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} \times 100 \quad (2)$$

1.3.5 统计分析

所有数据处理均采用 OriginPro8, SAS 9.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 牛血浆蛋白添加量对盐溶蛋白质凝胶特性的影响



不同蛋白添加量之间字母不同表示差异显著($P < 0.01$)。下同。

图1 蛋白添加量对盐溶蛋白质凝胶煮制损失和保水性的影响

Fig.1 Effect of amount of BBP addition on cooking loss and WHC of SSP gels

从图1可以看出, 猪肉盐溶蛋白质凝胶煮制损失随着蛋白添加量的增加显著降低($P < 0.01$), 而凝胶保水性随着蛋白添加量的增加显著提高($P < 0.01$)。当蛋白添加量低于 0.9g/100mL 时, 相同蛋白添加量, 猪肉蛋白对盐溶蛋白质凝胶煮制损失和保水性的影响大于牛血浆蛋白; 而当蛋白添加量高于 0.9g/100mL 时, 相同蛋白添加量, 牛血浆蛋白对盐溶蛋白质凝胶煮制损失和保水性的影响大于猪肉蛋白。

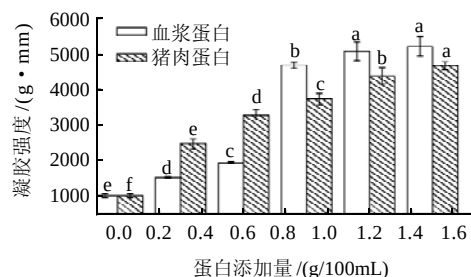


图2 蛋白添加量对盐溶蛋白质凝胶强度的影响

Fig.2 Effect of amount of BBP addition on gel strength of SSP gels

从图2可以看出,牛血浆蛋白和猪肉蛋白添加量均显著影响盐溶蛋白质凝胶强度($P < 0.01$),凝胶强度随着蛋白添加量增加而显著增加($P < 0.01$)。当蛋白添加量低于0.9g/100mL时,相同蛋白添加量,肉蛋白对盐溶蛋白质凝胶强度的影响显著大于牛血浆蛋白;而当蛋白添加量高于0.9g/100mL时,相同蛋白添加量,牛血浆蛋白对盐溶蛋白质凝胶强度的影响显著大于猪肉蛋白。当牛血浆蛋白添加量为1.5g/100mL时,凝胶强度达到最大(5219g·mm)。

2.2 pH 值对猪肉盐溶蛋白质凝胶特性的影响

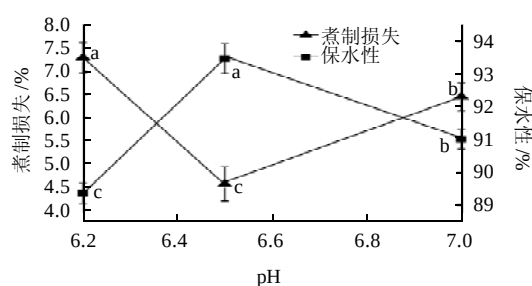


图3 pH 值对盐溶蛋白质凝胶煮制损失和保水性的影响
Fig.3 Effect of pH on cooking loss and WHC of SSP gels

从图3可以看出, pH 值对猪肉盐溶蛋白质煮制损失和凝胶保水性影响均显著($P < 0.01$)。当pH6.5时,猪肉盐溶蛋白质凝胶加热过程中煮制损失最小(4.56%),凝胶保水性最大(93.47%);当pH6.2时,猪肉盐溶蛋白质凝胶加热过程中煮制损失最大(7.29%),而凝胶保水性最低(89.36%);pH7.0时,盐溶蛋白质凝胶煮制损失和保水性都居中。

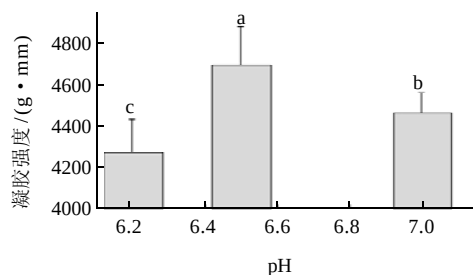


图4 pH 值对盐溶蛋白质凝胶强度的影响
Fig.4 Effect of pH on gel strength of SSP gels

从图4可以看出, pH 值能显著影响猪肉盐溶蛋白质凝胶强度($P < 0.01$)。当pH6.5时,盐溶蛋白质凝胶强度最大(4695g·mm);pH6.2时,盐溶蛋白质凝胶强度最小(4268g·mm);pH7.0时,凝胶强度居中(4463g·mm)。

2.3 牛血浆蛋白和 MTG 对猪肉盐溶蛋白质凝胶特性的影响

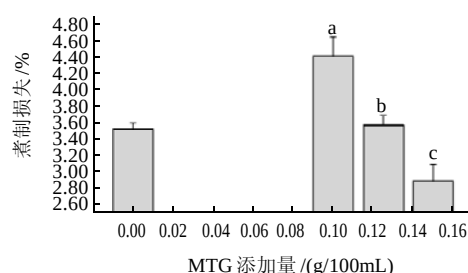


图5 牛血浆蛋白和 MTG 对盐溶蛋白质凝胶煮制损失的影响

Fig.5 Effect of amount of MTG addition (BBP was added at 0.9 g/100 mL when no MTG was added, the same as in Tables 6 and 7) on cooking loss of SSP gels

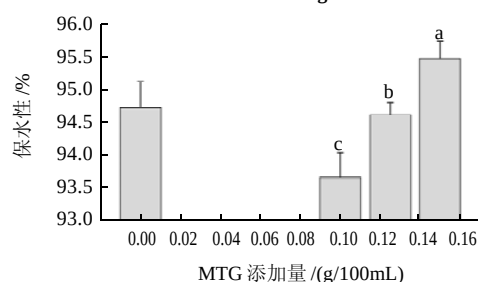


图6 牛血浆蛋白和 MTG 对盐溶蛋白质保水性的影响

Fig.6 Effect of amount of MTG addition on WHC of SSP gels

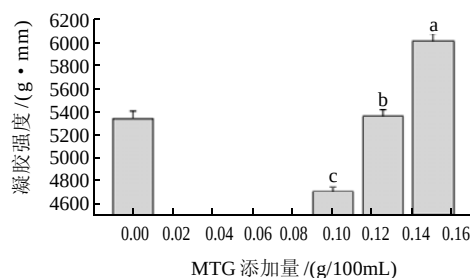


图7 牛血浆蛋白和 MTG 对盐溶蛋白质凝胶强度的影响

Fig.7 Effect of amount of MTG addition on gel strength of SSP gels

从图5~7可以看出,牛血浆蛋白和 MTG 添加量均显著影响盐溶蛋白质热诱导凝胶特性(图中0g/100mL MTG 处理组中添加0.9g/100mL牛血浆蛋白,其他 MTG 处理组中无血浆蛋白添加)。随着 MTG 添加量的增加,盐溶蛋白质凝胶煮制损失显著下降,保水性、盐溶蛋白质凝胶强度显著升高。添加0.9g/100mL牛血浆蛋白的盐溶蛋白质凝胶煮制损失、保水性、凝胶强度,与添加0.125g/100mL MTG 的相当。

3 讨论

3.1 牛血浆蛋白添加量对盐溶蛋白质凝胶特性的影响

蛋白质是凝胶三维网络结构形成的基础,牛血浆中主要的蛋白质有白蛋白(3.3%)、免疫球蛋白 α - 和 β - 球

蛋白(4.2%)及纤维蛋白原(0.4%),具有加热形成凝胶的性能。血浆蛋白质经过聚合反应,可以保留水分和其他成分。同时,血浆蛋白也可作为蛋白凝胶三维网络结构的填充剂而改善凝胶特性。牛血浆中的TGase^[15]和 α_2 -巨球蛋白^[6]等功能性物质,能催化蛋白质中谷氨酰胺 γ -羧酰胺基和赖氨酸 ε -氨基之间形成 ε -(γ -Glu)-Lys共价交联,改善蛋白凝胶特性。有研究表明牛血浆蛋白能显著增强阿拉斯加狭鳕、太平洋无须鳕等鱼糜凝胶强度^[11-12]。本实验发现牛血浆蛋白添加量能显著影响盐溶蛋白质的加工特性,当牛血浆蛋白添加量为1.5g/100mL时,盐溶蛋白凝胶煮制损失最低,保水性、凝胶强度最大。这与范素琴等^[7]的研究结果一致,其研究发现,在0%~4%范围内,随着血浆分离蛋白添加量的增加持水率显著增大。本实验还发现,当蛋白添加量超过0.9g/100mL时,牛血浆蛋白对盐溶蛋白加工特性的影响优于肉蛋白。这可能由于牛血浆中含有功能性物质TGase和 α_2 -巨球蛋白,使蛋白分子间形成更多的共价交联,改善盐溶蛋白的凝胶特性。

3.2 pH值对盐溶蛋白质凝胶特性的影响

pH值能够改变氨基酸侧链电荷分布,降低或增加蛋白质与蛋白质的相互作用,从而影响蛋白热诱导凝胶特性。当pH值接近等电点时,变性蛋白质因疏水相互作用而形成随机聚集体; pH值远离等电点时,静电斥力会阻止形成随机聚集体^[8]。同时, pH值因对牛血浆中TGase底物构象有影响,故亦影响酶的活力^[9]。本研究发现pH6.5,盐溶蛋白质凝胶煮制损失最低,保水性、凝胶强度最大。可能由于pH值影响蛋白质的静电荷的量,也可能由于pH值影响牛血浆中TGase的活性和TGase作用底物的构象,从而影响蛋白网络结构。

3.3 牛血浆蛋白和MTG对盐溶蛋白质凝胶特性的影响

MTG应用在肉制品加工中能改善质构,增强保水性,提高产品出成率和原料利用率^[10]。MTG能催化蛋白质分子内或分子间形成共价交联,改变共价键的数目会使蛋白质的凝胶性能发生转变^[11-12]。Seki等^[13]和Tsukamasa^[14]发现MTG催化形成的GL肽键对于室温下鱼糜凝胶的形成发挥着关键的作用;谢超等^[15]研究报道在鳗鱼糜中加入0.5%的MTG,即可使其凝胶的破断强度增加1倍多。而本实验发现添加0.9g/100mL牛血浆蛋白的盐溶蛋白凝胶煮制损失、保水性、凝胶强度与添加0.125g/100mL MTG的凝胶相当。

4 结 论

牛血浆具有改善盐溶蛋白质凝胶特性的功能。在

pH6.5时,添加牛血浆蛋白0.9g/100mL效果最佳。另外,将添加牛血浆蛋白与MTG的盐溶蛋白凝胶特性进行比较,发现添加0.9g/100mL牛血浆蛋白的盐溶蛋白凝胶煮制损失、凝胶保水性、凝胶强度与添加0.125g/100mL MTG的凝胶相当。因此,研究结果对于提高牛血附加值,减少牛屠宰厂对环境的污染,降低肉制品加工成本具有重要的实用价值。

参考文献:

- [1] KANG I S, LANIER T C. Bovine plasma protein functions in surimi gelation compared with cysteine protease inhibitors[J]. Food Science, 1999, 64: 842-846.
- [2] LIU D, KANO H, NIWA E. Effect of cysteine protease inhibitor on the setting of Alaska pollack surimi paste[J]. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 1996, 62: 275-279.
- [3] 李增培. 谷氨酰胺转氨酶在食品加工中的应用[J]. 食品研究与开发, 2004, 25(4): 3-5.
- [4] FOEGEDING E A. Functional properties of turkey salt-soluble protein [J]. Food Science, 1987, 52: 1495-1498.
- [5] JIANG S T, LEE J J. Purification, characterization and utilization of pig plasma factor XIIIa[J]. Agricultural and Food Chemistry, 1992, 40: 1101-1107.
- [6] SAREEVORAVITIKUL R, SIMPSON B K, RAMASWAMY H. Effect of crude α_2 -macroglobulin on properties of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) gels prepared by high hydrostatic pressure and heat treatment[J]. Food Biochemistry, 1996, 20: 49-63.
- [7] 范素琴, 陈鑫炳, 于功明. 猪血血浆分离蛋白对灌肠类制品品质影响的研究[J]. 肉类研究, 2009, 23(1): 9-11.
- [8] BOYE J I, ALLI L, ISMAIL A A, et al. Factors affecting molecular characteristics of whey protein gelation[J]. International Dairy Journal, 1995, 5(4): 337-353.
- [9] LARRE C, KEDZIOR Z M, CHENU M G, et al. Action of transglutaminase on an 11S seed protein (pea legumin): influence of the substrate conformation [J]. Agriculture Food Chemical, 1992, 40(7): 1121-1126.
- [10] 吴立根, 王岸娜. 转谷氨酰胺酶对混合肉糜蒸煮硬度影响的实验研究[J]. 食品与药品, 2007, 9(7): 19-20.
- [11] KINSELLA J E. Relationships between structure and functional properties of food proteins[M]. London: Applied Science, 1982.
- [12] MONAKA M, SAKAMOTO H, TOIGUCHI S, et al. Sodium caseinate and skim milk gels formed by incubation with microbial transglutaminase [J]. Food Science, 1992, 57(5): 1214-1217.
- [13] SEKI N, UNO H, LEE N, et al. Transglutamine activity in Alaska pollack muscle and surimi and its reaction with myosin B[J]. Nippon Suisan Gakkai, 1990, 56: 125-132.
- [14] TSUKAMASA Y. ε -(γ -glutamyl)lysine crosslink formation in sardine myofibril sol during setting at 25°C[J]. Food Science, 1993, 58: 785-786.
- [15] 谢超, 陶莉. 转谷氨酰胺酶对鳗鱼冷冻鱼糜凝胶性能的影响[J]. 肉类研究, 2008, 22(10): 19-22.