

魔芋胶和瓜尔豆胶对鸭血豆腐食用品质的影响

孙月萍¹, 李 鹏¹, 孙京新^{1,*}, 王宝维¹, 牛德兰¹, 许梦珊¹, 周兴虎², 黄 明², 郝小静³, 王述柏¹,
孟凡生⁴, 李国余⁵

(1.青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266109;

2.南京黄教授食品科技有限公司, 江苏 南京 210095; 3.青岛市畜牧兽医研究所, 山东 青岛 266109;

4.临沂大学生命科学学院, 山东 临沂 276005; 5.江苏中和食品有限公司, 江苏 淮安 211700)

摘 要: 研究添加魔芋胶与瓜尔豆胶对鸭血豆腐食用品质的影响。以新鲜鸭血为原料, 添加魔芋胶和瓜尔豆胶为稳定剂, 凝血10 min, 90 °C加热40 min制成鸭血豆腐。测定鸭血豆腐的离心损失、蒸煮损失、析水率、色泽和质构等指标, 并进行感官评定。结果表明: 单独添加魔芋胶或瓜尔豆胶均能降低鸭血豆腐的离心损失、蒸煮损失和析水率, 同时改善产品的质构; 当魔芋胶和瓜尔豆胶以质量比7:3进行复配, 在生产鸭血豆腐时添加量为4.0 g/L时, 其效果达到最佳, 能够显著改善鸭血豆腐的亮度 ($P < 0.05$), 硬度、弹性、胶着性和咀嚼性等质构特性也明显提高, 感官上切面光滑均匀, 呈红褐色, 孔隙少且细小。因此, 魔芋胶与瓜尔豆胶复配添加具有协同稳定作用, 能够显著改善鸭血豆腐的食用品质。

关键词: 鸭血豆腐; 魔芋胶; 瓜尔豆胶; 食用品质

Effects of Konjac Gum and Guar Gum on the Eating Quality of Duck Blood Curd

SUN Yueping¹, LI Peng¹, SUN Jingxin^{1,*}, WANG Baowei¹, NIU Delan¹, XU Mengshan¹, ZHOU Xinghu², HUANG Ming²,
HAO Xiaojing³, WANG Shubai¹, MENG Fansheng⁴, LI Guoyu⁵

(1.College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

2.Nanjing Huangjiaoshou Food Science and Technology Co. Ltd., Nanjing 210095, China; 3.Qingdao Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Qingdao 266109, China; 4.College of Life Science, Linyi University, Linyi 276005, China;

5.Jiangsu Zhonghe Food Co. Ltd., Huai'an 211700, China)

Abstract: The application of konjac gum and guar gum to improve the eating quality of duck blood curd was studied in this paper. Konjac gum and guar gum were added into fresh duck blood as stabilizers to make duck blood curd by 10 min coagulation followed by 90 °C water bath heating for 40 min. Centrifugal loss, cooking loss, syneresis rate, color, texture, sensory characteristics and other indicators were determined. The results showed that addition of konjac gum or guar gum reduced the centrifugal loss, cooking loss and syneresis rate and simultaneously improved texture properties. Addition of 4.0 g/L of the mixture of konjac gum and guar gum at a ratio of 7: 3 (*m/m*) showed the best effect on the quality of duck blood curd. The brightness was significantly improved compared with the control group ($P < 0.05$). The hardness, springiness, gumminess and chewiness were also improved obviously. Sensory evaluation demonstrated that the cross-section of blood curd was smooth and uniform with only a few small pores and was reddish brown in color. In conclusion, the combined addition of konjac guar gum had a synergistic effect on improving the eating quality of duck blood curd.

Keywords: duck blood curd; konjac gum; guar gum; eating quality

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201806007

中图分类号: TS251.93

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2018) 06-0035-05

引文格式:

孙月萍, 李鹏, 孙京新, 等. 魔芋胶和瓜尔豆胶对鸭血豆腐食用品质的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(6): 35-39.

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201806007. <http://www.rlyj.pub>

收稿日期: 2018-03-06

基金项目: 山东省现代农业产业技术体系家禽创新团队项目 (SDAIT-11-11);

山东省农业重大应用技术创新项目 (6681301); 江苏省“双创计划”项目 (双创博士类, 苏人才办[2015]26号);

江苏省苏北科技专项 (富民强县) (BN2016083)

第一作者简介: 孙月萍 (1964—), 女, 高级实验师, 本科, 研究方向为动物医学。E-mail: sun.yueping@163.com

*通信作者简介: 孙京新 (1970—), 男, 教授, 博士, 研究方向为畜禽产品加工与质量控制。E-mail: jxsun20000@163.com

SUN Yueping, LI Peng, SUN Jingxin, et al. Effects of konjac gum and guar gum on the eating quality of duck blood curd[J].
Meat Research, 2018, 32(6): 35-39. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201806007. <http://www.rlyj.pub>

鸭血是肉鸭屠宰过程中产生的一种副产物, 占鸭体质量的3%~5%, 蛋白质含量高, 氨基酸种类丰富, 同时含有多种无机盐、微量元素以及生物活性物质, 因此鸭血具有较高的营养和保健价值, 我国民间也有“以血补血”之说, 国外称动物血为“液体肉”^[1-2]。但是, 目前我国鸭血的利用率比较低, 绝大多数鸭血被作为废弃物处理掉或加工成廉价的饲料, 造成严重的浪费; 市场上可直接供消费者食用的鸭血制品主要为鸭血豆腐, 鸭血豆腐是人们非常喜爱的一种菜肴, 其口感细腻、质地嫩滑有弹性、营养丰富, 老少皆宜, 是许多菜品的主要原料, 消费市场十分巨大。目前, 鸭血加工产业尚未形成规模, 关于鸭血豆腐生产方面的研究较少, 因此鸭血豆腐在生产工艺、出品率、感官品质、质构和适口性等方面仍存在许多实际问题亟需解决与改进^[3]。

陈菲等^[4]探讨不同加热时间对鸭血豆腐稳定性的影响, 结果表明, 恒温水浴条件下加热40 min得到的鸭血豆腐品质最为稳定; 王道营等^[5]探讨超声波处理条件对鸭血豆腐品质的影响, 结果表明, 超声波功率400 W、处理6 min的工艺最佳, 鸭血豆腐的红度值(a^*)和胶凝强度明显增加; 陈振林等^[6]将猪血在80 °C条件下蒸煮后立即用流动水冷却处理, 生产出的猪血豆腐不易碎; 李翔等^[7]研究发现, 添加氯化镁制成的猪血豆腐的硬度、胶着性和咀嚼性显著大于添加氯化钠和氯化钾的猪血豆腐; 苏宇静等^[8]发现, 添加羧甲基纤维素钠(carboxy methyl cellulose sodium, CMC-Na)、瓜尔豆胶和食盐等改善了猪血豆腐的稳定性, 当CMC-Na、瓜尔豆胶和食盐的添加量分别为0.25%、0.20%和3.00%时品质最优; 姚星星等^[9]研究向鸡血中添加盐类稳定剂(硫酸镁、乳酸钠、CMC-Na)和胶体类稳定剂(卡拉胶、魔芋胶、黄原胶)以及改进工艺对盒装鸡血豆腐稳定性的影响, 发现添加胶体类对鸡血豆腐稳定性的改善效果明显优于盐类; 赵谋明等^[10]发现加入魔芋胶与瓜尔豆胶能够使猪肉脯的保水性等明显增加; 龙肇^[11]发现, 提高瓜尔豆胶浓度后, 瓜尔豆胶和酪蛋白混合体系的黏度也随之提高。

从上述相关研究中可以发现, 魔芋胶和瓜尔豆胶对于改善畜禽血豆腐的品质具有良好的效果, 但在鸭血豆腐生产中通过复配魔芋胶和瓜尔豆胶作为稳定剂来观察其作用效果的研究鲜有报道。因此本研究以新鲜鸭血为原料加工鸭血豆腐, 在生产中添加不同质量分数的魔芋胶和瓜尔豆胶, 评价其对鸭血豆腐品质的影响, 为其在鸭血豆腐生产以及品质改善中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜鸭血 青岛市城阳区大北曲市场; 强森魔芋胶(食品级) 河南千志商贸有限公司; 瓜尔豆胶(食品级) 苏州益康生物科技有限公司; 柠檬酸钠(食品级) 郑州仁康化工产品有限公司; 异抗坏血酸钠(食品级) 江西省德兴市百勤异VC钠有限公司; 无水氯化钙 天津市北辰方正试剂厂。

1.2 仪器与设备

HWS26电热恒温水浴锅 山东一恒科技有限公司; H-1650离心机 湘仪仪器有限公司; CR-400便捷式色差计 柯尼卡美能达(日本)有限公司; TA-XT Plus质构仪 英国Stable Micro System公司。

1.3 方法

1.3.1 鸭血豆腐的制备

采集新鲜鸭血, 加入0.6 g/100 mL柠檬酸钠(抗凝剂)搅拌, 4 °C运回实验室后立即进行过滤, 采用真空干燥箱进行脱气处理(40 °C, 0.08 MPa, 5 min), 置于4 °C冷藏过夜; 取15 mL原料血, 加入1.2%食盐, 将稳定剂(魔芋胶、瓜尔豆胶或复配的魔芋胶与瓜尔豆胶)溶于30 mL蒸馏水中, 加入1%无水CaCl₂, 与原料血混合; 凝血时间为10 min, 凝固后于90 °C水浴锅中加热40 min, 制成鸭血豆腐, 再立即用冷水冷却, 置于4 °C的冰箱保存。

其中, 稳定剂魔芋胶的添加量为0、1.0、2.0、3.0、4.0 g/L, 瓜尔豆胶为0、1.5、3.0、4.5、6.0 g/L, 复配的魔芋胶与瓜尔豆胶为4 g/L, 复配稳定剂中魔芋胶和瓜尔豆胶的质量比分别为1:9、3:7、5:5、7:3及9:1, 确定最优的魔芋胶与瓜尔豆胶的复配比例。每个处理做3组平行实验。

1.3.2 离心损失测定

参考陈琳等^[12]的方法, 并稍作修改。称取3 g鸭血豆腐置于离心管中, 4 000 r/min条件下离心5 min, 取出称取离心后鸭血豆腐的质量。根据公式(1)计算离心损失, 每个样品测定3次, 取其平均值。

$$\text{离心损失}/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

式中: m_1 为离心前鸭血豆腐的质量/g; m_2 为离心后鸭血豆腐的质量/g。

1.3.3 蒸煮损失测定

参考陈菲等^[4]的方法, 并稍作修改。精确称取3 g鸭血

豆腐于试管中, 在90℃恒温水浴中加热10 min, 室温冷却后除去试管内的水分, 称取鸭血豆腐的质量。根据公式

(2) 计算蒸煮损失, 每个样品测定3次, 取其平均值。

$$\text{蒸煮损失}/\% = \frac{m_3 - m_4}{m_3} \times 100 \quad (2)$$

式中: m_3 为蒸煮前鸭血豆腐的质量/g; m_4 为蒸煮后鸭血豆腐的质量/g。

1.3.4 析水率测定

参考张志伟等^[13]的方法, 并稍作修改。精确称取3 g鸭血豆腐于盒中, 用刀均匀切成4块, 48 h后再用滤纸吸去水分后称质量。根据公式(3)计算析水率, 每个样品测定3次, 取其平均值。

$$\text{析水率}/\% = \frac{m_5 - m_6}{m_5} \times 100 \quad (3)$$

式中: m_5 为鸭血豆腐析水前的质量/g; m_6 为鸭血豆腐析水后的质量/g。

1.3.5 色泽测定

参考李鹏等^[1]的方法。将所得鸭血豆腐进行切片, 用色差计测定新鲜切面的颜色, L^* 表示亮度值、 a^* 表示红度值、 b^* 表示黄度值。每个样品至少测定5次, 取其平均值。

1.3.6 质构测定

参考Fan等^[14]的方法, 并稍作修改。用质构仪的TPA模式进行测定分析, 设定测定参数为: 探头型号P36R, 压缩比50%, 测前速率2.0 mm/s、测中速率1.0 mm/s、返回速率5.0 mm/s, 2次下压间隔时间3 s, 触发力Auto-5g。每个样品重复测定3次, 取其平均值。

1.3.7 感官评定

采用嗜好性评分法^[15], 并稍作修改。鸭血豆腐的感官评定标准如表1所示。

表1 鸭血豆腐的感官评定标准

Table 1 Criteria for sensory evaluation of duck blood curd

得分	评分标准			
	色泽	气味	组织状态	弹性
5分	红褐色, 表面光滑	有鸭血固有的气味	切面光滑, 几乎无气孔	稍用力压后凹陷明显, 不破裂, 很快恢复原状
4分	红褐色, 表面稍粗糙	淡淡的鸭血气味	切面密实, 有少量小气孔, 无大气孔	稍用力压后有凹陷, 不破裂, 稍后能恢复原状
3分	红褐色, 夹有部分灰白色, 表面粗糙	稍有血腥味	切面基本密实, 有少量的小气孔, 无大气孔	稍用力压后有凹陷而不破裂, 难以恢复原状
2分	灰褐色, 表面粗糙	血腥味浓	切面较松散, 有少量不均匀小气孔	稍用力压即破碎
1分	暗灰色, 表面很粗糙	血腥味浓且有异味	切面松软多孔	轻压即破碎, 组织松散

1.4 数据处理

采用SPSS 19.0软件对数据进行方差分析, 并用多重比较分析法进行比较, 每个实验最少做3次平行, 结果均表示为平均值±标准差。

2 结果与分析

2.1 魔芋胶和瓜尔豆胶对鸭血豆腐保水性的影响

表1 不同魔芋胶添加量对鸭血豆腐离心损失、蒸煮损失和析水率的影响

Table 1 Effect of konjac gum on centrifugal loss, cooking loss and syneresis rate of duck blood curd

魔芋胶添加量/(g/L)	离心损失/%	蒸煮损失/%	析水率/%
0	11.78±1.29 ^A	8.65±0.75 ^A	17.63±1.31 ^A
1.0	9.27±0.86 ^B	7.54±0.53 ^B	15.37±1.01 ^B
2.0	8.58±0.72 ^B	6.82±0.40 ^{BC}	14.54±0.95 ^{BC}
3.0	7.09±0.55 ^C	6.23±0.31 ^D	11.28±0.93 ^D
4.0	7.11±0.57 ^C	6.55±0.42 ^{CD}	10.54±1.09 ^D

注: 同列大写字母不同, 表示差异显著 ($P<0.05$)。下同。

由表1可知, 随着魔芋胶添加量的增加, 鸭血豆腐的离心损失、蒸煮损失和析水率均呈先降低后增加的趋势, 当魔芋胶的添加量为3.0 g/L时基本达到最低, 说明此条件下鸭血豆腐的保水性最好。

表2 不同瓜尔豆胶添加量对鸭血豆腐离心损失、蒸煮损失和析水率的影响

Table 2 Effects of centrifugal loss, cooking loss and water separating proportion of duck blood curd with different concentrations of guar gum

瓜尔豆胶添加量/(g/L)	离心损失/%	蒸煮损失/%	析水率/%
0	12.48±1.54 ^A	11.53±0.97 ^A	16.85±1.82 ^A
1.5	8.21±0.77 ^B	7.28±0.83 ^B	15.49±1.26 ^A
3.0	7.98±0.78 ^B	6.62±0.72 ^B	15.24±1.15 ^{AB}
4.5	8.10±0.65 ^B	4.75±0.66 ^C	13.12±1.03 ^B
6.0	8.12±0.70 ^B	6.81±0.82 ^B	14.74±1.79 ^{BC}

由表2可知, 当瓜尔豆胶的添加量为4.5 g/L时, 鸭血豆腐的离心损失、蒸煮损失和析水率最低。添加魔芋胶和瓜尔豆胶能够提高鸭血豆腐保水性的主要原因为魔芋胶和瓜尔豆胶均属于亲水性胶体, 在血豆腐加工中可直接与相邻的水分子和蛋白质发生相互作用, 提高分子间键合作用, 有利于形成较大的、有序的空间网络结构, 从而使产品具有良好的保水性^[16-17]。当瓜尔豆胶添加量继续增加时, 总体来看, 鸭血豆腐的保水性增加不显著 ($P>0.05$), 因此从保持鸭血豆腐产品本身的特有属性和生产成本角度考虑, 其添加量也不易过高^[12]。

2.2 魔芋胶和瓜尔豆胶对鸭血豆腐质构特性的影响

表3 不同魔芋胶添加量鸭血豆腐的质构特性

Table 3 Texture properties of duck blood curd with different concentrations of konjac gum

魔芋胶添加量/(g/L)	硬度/g	弹性	胶着性/N	咀嚼性/N	回复性
0.0	2 201.96±87.86 ^B	0.39±0.05 ^C	1 203.05±45.80 ^C	1 061.11±44.22 ^C	0.24±0.03 ^A
1.0	3 275.72±90.28 ^A	0.75±0.04 ^B	1 219.66±24.78 ^C	1 165.79±35.60 ^B	0.25±0.05 ^A
2.0	3 341.50±72.51 ^A	0.79±0.05 ^B	1 348.11±46.52 ^B	1 197.22±27.03 ^B	0.28±0.11 ^A
3.0	3 375.71±42.81 ^A	0.92±0.06 ^A	3 200.10±62.77 ^A	3 264.76±31.20 ^A	0.28±0.04 ^A
4.0	3 373.58±44.93 ^A	0.91±0.09 ^A	3 148.49±52.92 ^A	3 220.39±47.53 ^A	0.29±0.10 ^A

表4 不同瓜尔豆胶添加量鸭血豆腐的质构特性
Table 4 Texture properties of duck blood curd with different concentrations of guar gum

瓜尔豆胶添加量/(g/L)	硬度/g	弹性	胶着性/N	咀嚼性/N	回复性
0.0	2 201.96±87.86 ^D	0.39±0.05 ^C	1 203.05±45.80 ^C	1 061.11±44.22 ^E	0.24±0.03 ^A
1.5	3 324.31±26.06 ^C	0.86±0.15 ^B	1 769.36±21.46 ^B	1 432.01±21.18 ^D	0.22±0.03 ^A
3.0	3 429.21±33.68 ^B	0.87±0.05 ^B	1 839.72±17.11 ^B	1 914.05±59.18 ^C	0.23±0.02 ^A
4.5	4 537.35±18.49 ^A	0.90±0.09 ^A	2 615.73±56.13 ^A	2 665.94±25.08 ^A	0.24±0.02 ^A
6.0	4 504.23±98.70 ^A	0.86±0.05 ^B	2 594.76±68.25 ^A	2 501.86±33.96 ^B	0.25±0.04 ^A

由表3~4可知,随着魔芋胶和瓜尔豆胶添加量的增加,鸭血豆腐的硬度、弹性、胶着性和咀嚼性均显著提高($P<0.05$),但对回复性影响均不显著($P>0.05$)。单独添加3.0 g/L魔芋胶或4.5 g/L瓜尔豆胶时得到的鸭血豆腐的硬度、弹性、胶着性和咀嚼性均达到最大值,可见添加适量的魔芋胶或瓜尔豆胶能够改善鸭血豆腐的质构特性。这主要是由于魔芋胶或瓜尔豆胶作为水溶性胶体能够与蛋白质形成有序的三维网络结构^[18],添加量的增大有助于其形成良好的凝胶结构,分子间较多的水溶性胶体分子聚集形成比较致密的三维网络结构,从而提高产品的硬度、弹性等质构特性,改善产品品质^[19-20]。

2.3 魔芋胶和瓜尔豆胶复配比例对鸭血豆腐质构特性的影响

确定单独添加魔芋胶或瓜尔豆胶均能改善鸭血豆腐的食用品质特性、提高保水性、改善质构特性后,对魔芋胶与瓜尔豆胶的协同作用进行研究。

表5 添加不同复配比例魔芋胶和瓜尔豆胶鸭血豆腐的质构特性
Table 5 Texture properties of duck blood curd with different ratios between konjac and guar gum

魔芋胶与瓜尔豆胶复配比例	硬度/g	弹性	胶着性/N	咀嚼性/N	回复性
1:9	4 562.22±34.81 ^C	0.89±0.05 ^A	1 718.13±16.53 ^D	1 437.36±18.12 ^D	0.22±0.05 ^A
3:7	4 804.27±20.13 ^A	0.88±0.05 ^A	1 723.14±19.85 ^D	1 609.26±17.12 ^C	0.23±0.05 ^A
5:5	4 679.86±47.02 ^B	0.88±0.05 ^A	1 887.73±13.29 ^C	1 971.26±40.10 ^B	0.22±0.05 ^A
7:3	4 811.27±39.72 ^A	0.89±0.05 ^A	2 396.65±27.80 ^A	2 251.78±40.65 ^A	0.23±0.02 ^A
9:1	4 728.10±42.64 ^B	0.86±0.05 ^A	2 290.35±19.68 ^B	2 233.35±37.83 ^A	0.24±0.05 ^A

由表5可知,当添加量为4 g/L、魔芋胶与瓜尔豆胶复配比例为7:3时,鸭血豆腐的硬度、弹性、胶着性和咀嚼性均达到最大($P<0.05$),分别为4 811.27 g、0.89、2 396.65 N和2 251.78 N。随着魔芋胶与瓜尔豆胶复配比例的增加,鸭血豆腐的回复性相对比较稳定,略有增加,但差异不显著($P>0.05$)。添加不同复配比例魔芋胶和瓜尔豆胶的鸭血豆腐硬度均在4 550 g以上,明显高于单独添加魔芋胶或瓜尔豆胶时的硬度,而其他指标与单独添加魔芋胶或瓜尔豆胶差别较小,因此复配后2种胶的协同作用能够很好地改善产品硬度。硬度是衡量胶体凝胶强度的重要参数,较大的硬度表明凝胶体系的网络结构致密坚实,抵抗变形的能力强^[21]。弹性和回复性能

够赋予成品独特的口感,对成品的表观、滋味、耐贮藏性有很大影响^[22]。本研究中添加不同复配比例魔芋胶与瓜尔豆胶制成的鸭血豆腐,其硬度明显高于不添加食用胶制成的鸭血豆腐,且胶着性也大大提高,与陈菲^[23]的结果一致。但是,体系内食用胶颗粒浓度过大则会抑制网络交联,从而会降低胶体的强度^[24-25]。

2.4 魔芋胶和瓜尔豆胶复配比例对鸭血豆腐色泽的影响

表6 不同魔芋胶与瓜尔豆胶复配比例对鸭血豆腐色泽的影响
Table 6 Effect of different ratios between konjac and guar gum on the color of duck blood curd

魔芋胶与瓜尔豆胶复配比例	L^*	a^*	b^*
1:9	40.23±0.29 ^B	13.51±0.25 ^C	7.13±0.11 ^B
3:7	40.87±0.26 ^B	13.44±0.26 ^C	8.17±0.13 ^A
5:5	42.78±0.12 ^A	14.92±0.30 ^B	6.15±0.15 ^C
7:3	42.89±0.29 ^A	15.93±0.21 ^A	5.38±0.13 ^D
9:1	42.89±0.25 ^A	14.69±0.10 ^B	6.34±0.19 ^C

由表6可知,魔芋胶和瓜尔豆胶的复配比例对成品鸭血豆腐的色泽存在显著影响($P<0.05$)。随着魔芋胶比例的增加,鸭血豆腐的 L^* 增大,当魔芋胶和瓜尔豆胶的复配比例为7:3时,其值达到最大,为42.89,此时鸭血豆腐的 a^* 也最大, b^* 最小。 L^* 和 a^* 对人们选购鸭血产品具有重要意义,通常作为主要参考指标,其值大表明鸭血豆腐色泽较好^[26]。添加魔芋胶与瓜尔豆胶影响鸭血豆腐色泽的主要原因是食用胶与血液蛋白形成良好的网络结构,使其能够结合更多的水分,而且对于血红蛋白具有一定的保护作用,从而呈现鲜艳的颜色^[27-28]。

2.5 魔芋胶和瓜尔豆胶复配比例对鸭血豆腐感官品质的影响

表7 添加不同复配比例魔芋胶和瓜尔豆胶鸭血豆腐的感官评分
Table 7 Sensory evaluation of duck blood curd with different concentrations of konjac-guar gum mixture

魔芋胶与瓜尔豆胶复配比例	色泽	气味	组织状态	弹性	总分
1:9	3.50±0.29 ^B	4.50±0.18 ^A	3.00±0.09 ^C	4.50±0.25 ^A	3.87±0.33 ^B
3:7	3.60±0.31 ^B	4.50±0.18 ^A	3.50±0.18 ^B	4.50±0.12 ^A	4.02±0.37 ^B
5:5	3.50±0.18 ^B	4.00±0.29 ^B	3.70±0.18 ^B	2.50±0.04 ^B	3.42±0.39 ^{BC}
7:3	5.00±0.29 ^A	4.70±0.22 ^A	5.00±0.09 ^A	4.60±0.12 ^A	4.82±0.43 ^A
9:1	3.30±0.36 ^B	3.50±0.18 ^C	2.60±0.25 ^D	2.40±0.15 ^B	2.95±0.30 ^C

由表7可知:魔芋胶与瓜尔豆胶复配比例为7:3时,鸭血豆腐的色泽、气味、组织状态等各项感官指标得分均为最高;其他复配比例时,鸭血豆腐的颜色不佳、结构松散、弹性差,总体品质欠佳。这可能是由于2种胶本身的特性,复配比例不当不能使鸭血形成较好的凝胶体系,从而导致鸭血豆腐组织状态不佳,口感较差,整体品质不高^[29]。色泽作为评价血豆腐外观的重要指标,同时也是消费者购买时的重要参考因素。魔芋胶具有稳定的乳化性能,在食品加工中能够使体系中各组分均匀



分散, 形成稳定的凝胶网络结构^[30]; 瓜尔豆胶具有增稠性, 具有与大量水分结合的能力^[31], 因此2种食用胶的添加有助于提高鸭血豆腐的保水性, 这与姚星星等^[9]的研究结果一致。保水性的提高以及2种食用胶, 特别是复配胶使鸭血豆腐致密性增加, 提高了鸭血豆腐的亮度和红度, 从而改善了鸭血豆腐的色泽, 提高了感官评分。

3 结论

添加适量的魔芋胶或瓜尔豆胶能够提高鸭血豆腐的保水性, 改善其质构, 提高其食用品质。当魔芋胶的添加量为3 g/L或瓜尔豆胶的添加量为4.5 g/L时, 鸭血豆腐的离心损失、蒸煮损失和析水率最低, 质构也比较理想。将魔芋胶和瓜尔豆胶进行复配, 当魔芋胶与瓜尔豆胶的复配比例为7:3、添加量为4.0 g/L时, 能够显著改善鸭血豆腐的亮度和红度, 感官评分较高; 同时产品的硬度、弹性、胶着性和咀嚼性明显提高。因此, 魔芋胶与瓜尔豆胶的复配添加具有协同稳定作用, 能够改善鸭血豆腐的食用品质。

参考文献:

[1] 李鹏, 王宝维, 孙京新. 超声波处理对鸭血豆腐品质的影响[J]. 肉类工业, 2017(6): 30-33. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2017.06.007.

[2] 董海英, 王海滨. 鸭血、鸭骨氨基酸分析与评价[J]. 肉类工业, 2009(9): 24-26. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2009.09.010.

[3] 孔保华, 张力娟, 刁新平. 影响猪血浆蛋白热诱导凝胶质构特性及持水性因素的研究[J]. 食品科学, 2010, 31(7): 75-80.

[4] 陈菲, 王道营, 诸永志, 等. 不同加热时间对鸭血豆腐品质的影响[J]. 西南农业学报, 2011, 24(4): 1515-1518. DOI:10.3969/j.issn.1001-4829.2011.04.060.

[5] 王道营, 张牧焱, 卞欢, 等. 超声波工艺对鸭血豆腐质量的影响[J]. 农业科学与技术(英文版), 2014, 15(4): 616-619.

[6] 陈振林, 石忠志, 肖华党, 等. 影响猪血豆腐品质的主要因素探讨[J]. 肉类工业, 2010(5): 21-25. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2010.05.008.

[7] 李翔, 许彦. 猪血豆腐质构特性的影响因素[J]. 肉类研究, 2016, 30(5): 15-19. DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.05.004.

[8] 苏宇静, 李瑜. 猪血豆腐制作工艺的研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(30): 18760-18761; 18770. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2011.30.144.

[9] 姚星星, 蔡华珍, 吕凤云, 等. 盒装鸡血豆腐品质稳定性研究[J]. 食品工业科技, 2015(5): 208-212. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2015.05.035.

[10] 赵谋明, 杨园媛, 孙为正, 等. 魔芋胶/瓜尔豆胶对猪肉脯品质的影响[J]. 现代食品科技, 2014(3): 121-125.

[11] 龙肇. 蛋白质-多糖交互作用对高乳脂乳液稳定性的影响及作用机理研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2014.

[12] 陈琳, 张新笑, 卞欢, 等. 血水比例对羊血豆腐凝胶特性和品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017(23): 5-9. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2017.23.002.

[13] 张志伟, 王素梅. 低温肉制品专用复合胶的开发[J]. 食品工业, 2014(6): 10-12.

[14] FAN M, HU T, ZHAO S, et al. Gel characteristics and microstructure of fish myofibrillar protein/cassava starch composites[J]. Food Chemistry, 2017, 218: 221-230. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.09.068.

[15] ONIBI G E. The effect of open-market retail conditions in nigeria on oxidative deterioration of imported frozen upper arms (brachium) of turkeys[J]. International Journal of Poultry Science, 2003, 2(6): 454-458.

[16] ISLAM A M, PHILLIPS G O, SLJIVO A, et al. A review of recent developments on the regulatory, structural and functional aspects of gum arabic[J]. Food Hydrocolloids, 1997, 11(4): 493-505. DOI:10.1016/S0268-005X(97)80048-3.

[17] 黄洁, 安秋凤. 瓜尔豆胶研究进展[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(1): 144-147. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2011.01.042.

[18] 穆慧玲, 罗丽华, 杨昌林, 等. 黄原胶对蛋白棒质构的影响[J]. 农产品加工, 2015(1): 4-7. DOI:10.3969/j.issn.1671-9646(X).2015.01.002.

[19] 吴修东, 赵谋明, 赵强忠, 等. 明胶冻力和添加量对明胶软糖品质影响的研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(4): 420-423. DOI:10.3969/j.issn.1673-9078.2012.04.015.

[20] 林好, 汪秀妹, 庞杰, 等. 魔芋葡甘聚糖/明胶复配胶液表观黏性研究[J]. 粮食与油脂, 2013(10): 18-21.

[21] NAGANO T, TAMAKI E, FUNAMI T. Influence of guar gum on granule morphologies and rheological properties of maize starch[J]. Carbohydrate Polymers, 2008, 72(1): 95-101. DOI:10.1016/j.carbpol.2007.07.028.

[22] 李翔. 猪血和鸭血豆腐质构分析(TPA)几种测试条件的确定[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(11): 36-42. DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2015.11.007.

[23] 陈菲. 鸭血豆腐加工工艺优化及品质改善技术研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2012.

[24] MAKRI E A, DOXASTAKIS G I. Surface tension of *Phaseolus vulgaris* and *coccineus* proteins and effect of polysaccharides on their foaming properties[J]. Food Chemistry, 2007, 101(1): 37-48. DOI:10.1016/j.foodchem.2005.12.051.

[25] 贾娜, 陈倩, 韩齐, 等. 食用胶对猪肉肌原纤维蛋白功能特性的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(23): 282-285.

[26] 李森. 盒装猪血豆腐加工关键技术研究[J]. 肉类工业, 2009(11): 17-19. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2009.11.008.

[27] 陈菲, 王道营, 诸永志, 等. 超声波破壁工艺对鸭血凝胶特性的影响[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(1): 181-185. DOI:10.3969/j.issn.1000-4440.2012.01.033.

[28] 芦鑫, 程永强, 李里特. 研究蛋白质凝聚凝胶的技术进展[J]. 中国粮油学报, 2010(1): 132-137.

[29] 张佳敏, 王卫, 白婷, 等. 工艺条件对猪血凝胶质构特性和持水力的影响[J]. 肉类研究, 2016, 30(7): 16-20. DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.07.004.

[30] MAHFOUDHI N, SESSA M, CHOUAIBI M, et al. Assessment of emulsifying ability of almond gum in comparison with gum arabic using response surface methodology[J]. Food Hydrocolloids, 2014, 37(3): 49-59. DOI:10.1016/j.foodhyd.2013.10.009.

[31] 李开雄, 刘成江, 贺家亮. 食用胶及其在肉制品中的应用[J]. 肉类研究, 2007, 21(7): 43-45.