

鸡肉肌原纤维蛋白与卡拉胶混合凝胶质构特性的研究*

杨玉玲, 姜攀, 贾继荣, 马云

(南京财经大学食品学院, 江苏省粮油品质控制重点实验室, 江苏 南京, 210003)

摘要 研究了肌原纤维蛋白(MP)及其与卡拉胶混合凝胶质构特性和保水性。结果表明:MP凝胶的硬度、弹性和保水性均随浓度增加而呈近线性增加的趋势;在MP中加入卡拉胶,能明显增加凝胶的硬度和保水性,并改善样品的弹性。MP与卡拉胶的混合凝胶的弹性和保水性变化很小,影响MP与卡拉胶混合凝胶硬度的主次因素依次为二者浓度配比、离子强度和pH值。

关键词 肌原纤维蛋白, 卡拉胶, 凝胶, 质构特性, 保水性(WHC)

肌原纤维蛋白(MP)占肌肉中总蛋白的40%~60%,是动物肌肉中最重要的蛋白质。MP能形成热诱导凝胶的特性在重组肉制品和糜类肉制品中起着重要作用,决定着产品的硬度、弹性、切片性、咀嚼性、色泽和产量等。因此,自1980年代以来,有关MP凝胶特性和凝胶机理等方面的研究一直是国际肉类科学领域的热点。

卡拉胶是肉制品中常用的添加剂,具有良好的凝胶性和保水性,能明显改善糜类肉制品的硬度、弹性、粘性等质构特性,并提高产品的产量。近年来,国外专家Dirk等人报道了卡拉胶对鸡肉中盐溶性蛋白质凝胶的复合模量、保水性、微观结构的影响^[1]。Donatus等人报道了卡拉胶对鸡腿肉和胸肉中MP热稳定性的影响^[2],笔者曾研究了卡拉胶与肌球蛋白混合凝胶的流变性^[3]。南京农业大学肉品研究实验室研究了大豆蛋白和肌肉MP的混合凝胶特性^[4,5]。但关于鸡肉MP和卡拉胶混合凝胶质构特性的报道极少。

我国是养鸡大国,鸡和鸡肉产量仅次于美国,但鸡肉制品的人均消费量却低于世界平均水平。为了更好地开发我国的鸡肉糜类制品以及在肉糜制品中科学合理地应用卡拉胶,文中研究了鸡肉MP与卡拉胶混合凝胶的保水性和质构特性。为卡拉胶在鸡肉制品中的应用提供参考。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

第一作者:博士,副教授。

*江苏省自然科学基金资助项目(KB2006175),科技部农业科技成果转化项目(2006GB2C100093)。

收稿日期:2008-02-21

活鸡,市售;牛血清蛋白BSA,上海Promeag公司;卡拉胶,(广东)番禺全统食品工业有限公司;KCl等所用试剂均为分析纯

1.2 实验仪器

TA.XT.Plus.Texture Analyser, Stable Micro Sydtems;PHS-25型PH计,上海精科雷磁;Anke GL-20B型高速冷冻离心机,上海安亭科学仪器厂;DS-1高速组织捣碎机,上海标本模型厂;722光栅分光光度计,上海精密科学仪器有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 肌原纤维蛋白的提取^[6]

1.3.2 蛋白浓度的测定^[7]

1.3.3 凝胶的制备

按各实验设计制备MP与卡拉胶的混合溶液2 mL置于7 mL塑料离心管中,水浴加热到75℃,保温20 min,取出,冷却至室温,放入冰箱在4℃下过12 h,凝胶用冰保持温度用质构仪测量质构,每个样品重复3次。

1.3.4 肌原纤维蛋白与卡拉胶混合凝胶特性的实验设计

1.3.4.1 肌原纤维蛋白凝胶的特性

分别制备浓度为25、30、35、40 mg/mL的MP溶液并制成凝胶,测定质构特性和保水性,每个样品重复3次。

1.3.4.2 卡拉胶对肌原纤维蛋白凝胶特性的影响

制备MP样品(20 mg/mL),MP与卡拉胶(20 mg:10 mL)混合样品和纯卡拉胶样品(10 mg/mL)测定3个样品的质构特性,每个样品重复3次。

1.3.4.3 肌原纤维蛋白与卡拉胶混合凝胶特性

表 1 混合凝胶质构特性的响应面分析实验设计

实验号	卡拉胶/(MP+卡拉胶) /%	pH 值	离子强度
1	2(50)	1(5)	1(0.6)
2	2	1	3(0.2)
3	2	3(7)	1
4	2	3	3
5	3(25)	2(6)	1
6	3)	2	3
7	1(75)	2	1
8	1	2	3
9	3	1	2(0.4)
10	3	3	2
11	1	1	2
12	1	3	2
13	2	2	2
14	2	2	2
15	2	2	2

注:蛋白浓度与卡拉胶的总浓度为 40mg/mL(表 2 同)。

表 2 混合凝胶保水性的实验设计

水平	卡拉胶/(MP+卡拉胶) /%	pH	离子强度
1	0	5.5	0.3
2	25	6	0.4
3	50	6.5	0.5
4	75	7	0.6

1.3.5 质构特性的测定

用 TA. XT. Plus. Texture Analyser 质构仪进行测定,测定条件为:探头:P/6,测试前速度 5.00 mm/

s,测试速度 1.00 mm/s,测试后速度 5.00 mm/s,测试距离 5.00 mm。

1.3.6 保水性的测定

将制备好的混合凝胶以 3 000 r/min 的速度离心 3min,去除水分,称重。然后按下式计算凝胶的保水性。

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

式中: m_1 ,离心管+离心后的凝胶重(g); m_2 ,离心管+离心前的凝胶重(g); m ,离心管重(g)。

1.3.7 统计分析

试验数据用 SAS9.0 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 肌原纤维蛋白浓度对凝胶质构和保水性的影响

由图 1 可知,MP 的凝胶硬度、弹性和保水性均随其浓度增加而逐渐增大,几乎均呈线性关系。但在 MP 浓度为 20~45 mg/mL 的范围内,凝胶弹性变化的幅度小于硬度和保水性的变化。徐幸莲在研究肌球蛋白凝胶特性时认为肌球蛋白凝胶的硬度和保水性随浓度的增加而增加^[9,10],这与本试验结果一致,因为肌球蛋白是 MP 中主要的成胶物质。

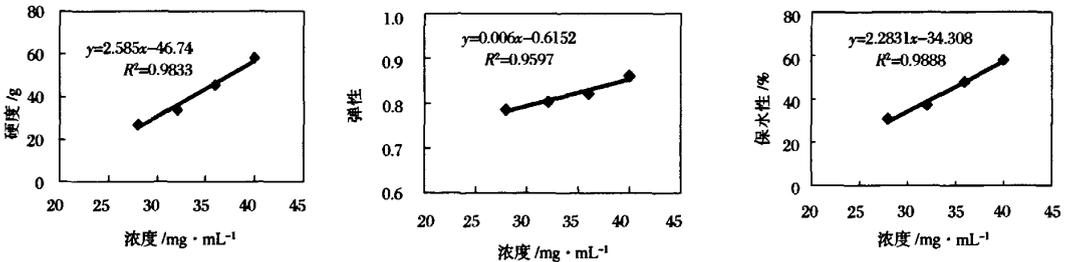


图 1 MP 浓度与凝胶特性的关系

2.2 卡拉胶对肌原纤维蛋白凝胶质构和保水性的影响

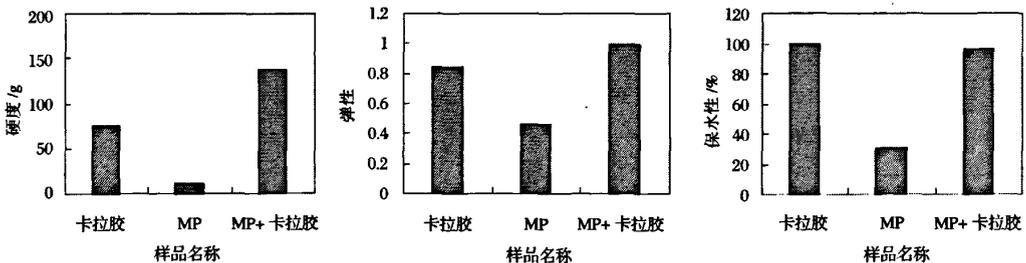


图 2 卡拉胶对 MP 凝胶特性的影响

从图 2 可见,在 MP 中加入卡拉胶,能明显增加 凝胶的硬度,并改善样品的弹性。Ould Eleya 等人在

研究卡拉胶和 β -乳球蛋白混合凝胶的特性时也发现,卡拉胶和 β -乳球蛋白混合凝胶的强度比单纯的 β -乳球蛋白凝胶强度大^[11],Mleko在研究卡拉胶和乳清蛋白混合凝胶时也得出相似结论^[12]。Drohan等人认为,卡拉胶是一种带有强阴离子基团的胶体,能和蛋白质(氨基酸)的极性基团发生作用,从而改变了混合凝胶的特性,进而改善肉制品的质构^[13]。

浓度为20mg/mL的MP凝胶保水性很低,而卡拉胶的保水性很高,在MP中添加卡拉胶能显著增加样品的保水性,由此可见,卡拉胶能提高肉制品产量的根本原因在于它能显著提高肉制品的保水性。

2.3 环境因素对肌原纤维蛋白与卡拉胶混合凝胶特性的影响

2.3.1 混合凝胶的质构特性

表3 混合凝胶质构特性的响应面分析实验结果

实验号	硬度/g	弹性	实验号	硬度/g	弹性	实验号	硬度/g	弹性
1	350.8	0.983	6	202.7	0.994	11	666.2	0.998
2	459.6	0.992	7	431.0	0.998	12	517.5	0.987
3	281.4	0.985	8	713.7	0.996	13	355.1	0.989
4	400.4	0.996	9	211.4	0.997	14	389.51	0.975
5	164.2	0.945	10	194.6	0.998	15	385.0	0.976

观察表3中的弹性试验结果,发现在本试验条件下[卡拉胶/(MP+卡拉胶)25%~75%,pH 5.5~7,离子强度0.3~0.6]凝胶弹性均在0.98以上,变化很小。因此,说明环境因素对MP和卡拉胶混合凝胶的弹性几乎没有影响。用SAS 9.0软件对表3中的硬度试验结果进行方差分析,结果见表4。

表4 三因素对混合凝胶硬度影响的方差分析

因素	DF	平方和	均方和	F值	Pr > F
卡拉胶/(MP+卡拉胶)	4	322317	80579	205.57	<0.0001
pH	4	15425	3856	9.84	0.0137
离子强度	4	53098	13275	33.87	0.0008

由表4可知,影响MP与卡拉胶混合凝胶硬度的

主要因素依次为:卡拉胶占MP与卡拉胶混合物的比例、离子强度、pH。

卡拉胶在混合凝胶中所占比例和离子强度对硬度的综合影响(pH=6)见图3(a),卡拉胶所占比例和pH对硬度的综合影响(I=0.4)见图3(b)。从图3(a)可见,随着卡拉胶所占比例的增大,混合凝胶的硬度显著增强;随着离子强度的增加,混合凝胶的硬度逐渐减弱,但离子强度对硬度的影响不如前者明显。图3(b)除了显示混合凝胶的硬度随卡拉胶比例增加而显著增强外,还显示了混合凝胶的硬度随pH值增大而逐渐减弱。同样,pH对混合凝胶硬度的影响不如卡拉胶。

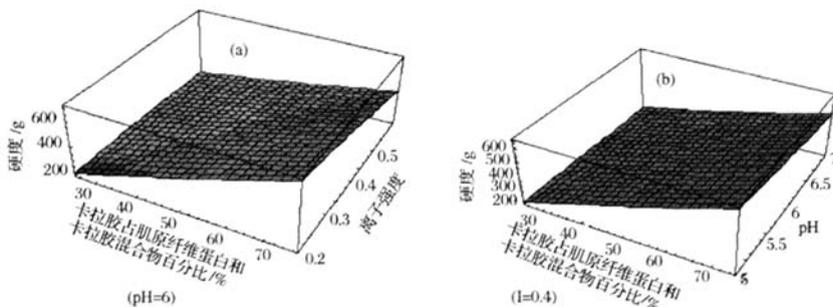


图3 混合凝胶硬度与环境因素的关系

2.3.2 pH、离子浓度、卡拉胶含量等因素对肌原纤维蛋白与卡拉胶混合凝胶保水性的影响

由图4可知,纯MP凝胶的保水性低于60%,而当用25%的卡拉胶替换MP组成混合凝胶时,混合

凝胶的保水性达到95%以上,卡拉胶浓度再提高时,混合凝胶的保水性变化不大。pH和离子强度对卡拉胶与MP混合凝胶的保水性影响很小。说明在肉品中添加卡拉胶能显著地改变肉品的保水性。

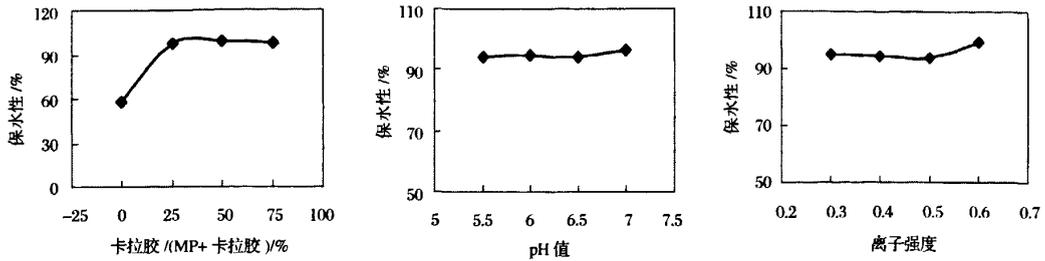


图4 环境因素对混合凝胶保水性的影响

3 结论

MP和卡拉胶混合凝胶的保水性和弹性明显好于单纯MP凝胶,并且受环境因素影响很小;影响MP和卡拉胶混合凝胶硬度的最主要因素是二者的混合比例,卡拉胶比例增加后凝胶的硬度明显增加。

参考文献

- Dirk Verbeke, Nico Neirinckb, Paul Van Der Meeren et al. Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins [J]. *Meat Science*, 2005, 70 (1):161~167
- Donatus E N, Amako, Xiong Y L. Effects of carrageenan on thermal stability of proteins from chicken thigh and breast muscles [J]. *Food Research International*, 2001, 34 (2/3): 247~253
- 杨玉玲,周光宏,徐幸莲,等. 肌球蛋白与 κ -卡拉胶混合凝胶机理的研究 [J]. *食品与发酵工业*, 2006, 32(1):6~10
- 祖海珍,徐幸莲,鲁奕俊,周光宏. 不同热处理温度下转谷氨酰胺酶对混合蛋白凝胶性的影响 [J]. *江苏农业学报*, 2005, 21 (3): 185~190
- 王苑,杨玉玲,周光宏,等. 高压预处理及加热方式对混合蛋白凝胶特性的影响 [J]. *食品与发酵工业*, 2007, 33 (7):18~21
- Xiong Y L, Lou X, Wang C, et al. Protein extraction from chicken myofibrils irrigated with various polyphosphate [J]. *Food Chemistry and Toxicology*, 2000, 65(1): 96~100
- 吴谋成. 食品分析与感官评定[M]. 北京: 中国农业出版社 2002. 74~75
- 徐幸莲,周光宏,黄鸿兵,等. 蛋白质浓度、pH值、离子强度对兔骨骼肌肌球蛋白热凝胶特性的影响 [J], *江苏农业学报*, 2004, 20(3):159~163
- 徐幸莲. 兔骨骼肌肌球蛋白热凝胶特性及成胶机制的研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2003
- Ould Eleya M M, Turgeon S L. The effects of pH on the rheology of β -lactoglobulin / κ -carrageenan mixed gels [J]. *Food Hydrocolloids*, 2000, 14(3): 245~251
- Mleko S, Li Chan, E C Y, et al. Interactions of κ -carrageenan with whey protein in gels formed at different pH [J]. *Food Research International*, 1997, 30: 427~433
- Drohan O D, Tziboula A, McNulty D, et al. Milk protein-carrageenan interactions [J]. *Food Hydrocolloids*, 1997, 11:101~107

Studies on the Textural Properties of Chicken Myofibrillar Protein and Carrageenan Mixed Gel

Yang Yuling, Jiang Pan, Jia Jirong, Ma Yun

(Food College, Nanjing University of Finance & Economics, Key Laboratory of Cereal and Oil Quality Control of Jiangsu Province, Nanjing 210003, China)

ABSTRACT Textural properties and water holding capacity (WHC) of myofibrillar protein (MP) gel, and MP and carrageenan mixed gel were studied. The results showed that the hardness, springiness and WHC of MP gel almost increased proportionately. Addition of carrageenan to MP could increase the hardness, WHC and springiness. Springiness and WHC of the MP and carrageenan mixed gel changed little. The factors which affected the hardness of the mixed gel were the order of MP:carrageenan ratios, ionic strength and pH.

Key words myofibrillar protein, carrageenan, gel, textural properties, WHC