

复配食用胶对乳化肠品质的影响

芦嘉莹, 夏秀芳, 孔保华*, 韩 齐
(东北农业大学食品学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 对魔芋胶、卡拉胶、黄原胶3种单体食用胶两两复配, 添加量为肉总质量的0.6%, 通过测定成品出品率、质构、色差和保水性, 研究复配食用胶对乳化肠品质的影响。结果表明: 添加复配胶后成品的出品率最高可达183%, 高于对照组和单体胶的效果; 复配食用胶还可以显著提高乳化肠的硬度、弹性、保水性和红度值(a^*) ($P < 0.05$), 即添加复配食用胶提高了乳化肠的品质, 改善了产品的外观。魔芋胶、卡拉胶和黄原胶之间存在协同增效性, 其中魔芋胶与卡拉胶、魔芋胶与黄原胶、卡拉胶与黄原胶的最佳复配质量比分别为4:6、3:7和7:3。提示将食用胶复配应用到乳化肠的生产中可以显著提高产品的出品率和改善产品的品质, 食用胶复配后对提高产品质量具有协同的效果。

关键词: 乳化肠; 食用胶; 品质

Effect of Formulated Edible Gum on the Quality of Emulsified Sausages

LU Jia-ying, XIA Xiu-fang, KONG Bao-hua*, HAN Qi
(College of Food Science, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: The effect of formulated edible gum on the quality of emulsified sausages was investigated in this study. The amount ratios between two kinds of gum such as konjac gum, carrageenan gum and xanthan gum were 0:10, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3 and 10:0, respectively. The formulated edible gum (0.6%) was added to emulsified sausages to observe the effect of edible gum ratio on the quality of emulsified sausage by determining productivity, textural characteristics, color, and water-holding capacity. The results showed that the maximum productivity of emulsified sausages with the addition of edible gum was 183%, which was much higher than that of control group. A significant increase in hardness, springiness, water-holding capacity and redness (a^* -value) was observed in emulsified sausage group with the addition of formulated edible gum, suggesting that formulated edible gum could significantly improve the quality of emulsified sausage. In addition, a synergic effect of pairwise combinations of konjac gum, carrageenan gum, and xanthan gum was observed. The optimal ratio between konjac and carrageenan, konjac and xanthan gum, or carrageenan and xanthan gum were 4:6, 3:7 and 7:3, respectively. Therefore, the formulated edible gum can improve the quality of emulsified sausages.

Key words: emulsified sausages; edible gum; quality

中图分类号: TS254.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)05-0031-05

食用胶又称增稠剂或亲水胶体, 是一类能提高食品黏度并改变其性能的一类食品添加剂, 一般属于水溶性高分子化合物, 可水化形成高黏度的均相液^[1]。食用胶用途广泛, 可应用于肉制品、冷食品、饮料、乳制品、调味品、食品保鲜与冷藏等食品行业。肉制品中使用的食用胶种类繁多, 目前使用最广泛的主要有卡拉胶、黄原胶、瓜尔豆胶、琼脂、明胶、海藻酸钠、刺槐豆胶和魔芋胶等。这些胶的增稠性、稳定性、持水性、凝胶性可提高低温蒸煮肉制品的品质, 改善肉制品的组织结构、口感和风味, 同时降低生产成本、增加经济效益^[2]。随着亲水胶体在肉制品中的广泛应用, 人们逐步认识到各种

多糖之间存在协同作用^[3-4], 故复配食用胶应运而生。复配胶是将两种或两种以上的食用胶按特定比例复合而成的。通过复配, 可以发挥各种单一食用胶的互补作用, 从而扩大食用胶的使用范围或提高其使用功能^[5]。

乳化肠是一种食用方便、风味独特的肉糜制品, 由于其便于携带的特点, 在目前的肉制品市场上占有很大的比重。乳化肉糜是由肌肉和结缔组织纤维(或纤维片段)的基质悬浮于包含有可溶性蛋白和其他可溶性肌肉组分的水介质内构成的, 其中的可溶性蛋白即盐溶性蛋白质^[6]。大量研究表明, 肌肉盐溶性蛋白质是影响肉蛋白凝胶功能特性的主要肌肉蛋白质, 直接影响肉制品的组织

收稿日期: 2012-01-05

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD28B0); 国家公益性行业(农业)科研专项(200903012-02)

作者简介: 芦嘉莹(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为畜产品加工。E-mail: lujiaying605@hotmail.com

*通信作者: 孔保华(1963—), 女, 教授, 博士, 研究方向为畜产品加工。E-mail: kongbh@163.com

特性、保水性、黏结性和出品率,而亲水性多糖能够改善盐溶性蛋白热诱导凝胶的特性^[7],即可以利用蛋白质/多糖互作以得到具有特定结构的产品^[8]。重组肉制品和糜类肉制品的制备工艺就是基于盐溶性蛋白能形成凝胶的功能特性的原理。目前在此类肉制品的生产中,也广泛应用了亲水性多糖以改善凝胶的功能特性。

本研究在乳化肠基本配方的基础上,按不同质量比将魔芋胶、卡拉胶、黄原胶3种食用胶两两复配添加到乳化肉糜中,制得乳化肠成品,测定产品的出品率、质构特性(硬度、弹性)、色差、保水性并进行感官评定,研究复配胶对其品质的影响。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

原料肉为黑龙江双汇北大荒肉业生产的冷鲜猪后腿肉。

亚硝酸钠、异抗坏血酸钠、混合磷酸盐 哈尔滨亿人食品添加剂公司;玉米淀粉 吉林帝达淀粉生化有限公司;大豆分离蛋白(SPI) 山东万得福实业集团;卡拉胶、魔芋胶、黄原胶 新疆绿旗企业(集团)生物科技有限公司;盐、糖、味精、猪肉香精、冰水均为食品级;肠衣为直径2.2cm的聚偏二氯乙烯(PVDC)肠衣。

1.2 仪器与设备

电动绞肉机(孔径5mm)、UMC5斩拌熔融釜 德国Stephan公司;真空灌肠机 临沂大浩机械厂;SU506手动U型打卡机 保定生茂包装线材厂;ZE-6000色差计 日本色电工业株式会社;TA-XT plus型质构分析仪 英国Stable Micro System公司;YYW-2应变控制式无侧限压力仪 上虞市建宇五金仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 乳化肠的制备

主料:每份瘦肉质量300g、肥肉质量200g,加冰水为原料肉质量的80%。腌制剂:瘦肉中加入盐9g、糖4.5g、亚硝酸盐0.03g、异抗坏血酸钠0.15g、复合磷酸钠1.2g,肥肉中只加盐6g。辅料:玉米淀粉90g、大豆分离蛋白10g、食用胶3g(按照肉总质量的0.6%添加,对照组不添加)。调料:味精1.5g、猪肉香精0.06g。

加工步骤及操作要点:原料肉(瘦肉300g、肥肉200g)剔除可见筋膜→瘦肉和肥肉分别绞成肉馅→加入腌制剂混合均匀后在0~4℃条件下腌制16h→斩拌→灌装→打卡→85℃煮制30min→冷却→4℃冷藏。

1.3.2 实验设计

实验共分为3组,分别为魔芋胶与卡拉胶、魔芋胶与黄原胶以及卡拉胶与黄原胶的复配胶组合。每1组进一步分成8小组,研究两种食用胶的不同复配质量比对产品的影响,选取的复配质量比分别为对照组、0:10、3:7、

4:6、5:5、6:4、7:3、10:0,以不添加食用胶为对照组。

1.3.3 复配胶的制备

参考扶庆权等^[9]的方法,略作调整。按实验设计的比例分别称取魔芋胶、卡拉胶和黄原胶,在100mL的烧杯中混匀,之后加入100mL、60℃的热水,用高速均质机将其混合均匀成凝胶溶液,待其冷却后备用。

1.3.4 乳化肠质构特性(TPA)测定

乳化肠的TPA测定参照刘迪迪等^[10]的方法。

乳化肠预处理:将4℃贮藏的乳化肠在室温下放置,使其温度达到室温(20~22℃),剥去肠衣后,用平行刀将其切成2cm长的圆柱,切面要平整垂直,每批样选取8个平行乳化肠用于TPA测定。

设置测试参数为:选用P/50探头,测试前速率:2mm/s,测试速率:1mm/s,测试后速率:1mm/s,压缩比为50%,两次激活感应力:5g,TPA结果采用Stable Micro System软件分析,测定的质构参数包括硬度和弹性。

1.3.5 乳化肠红色度(a^*)值的测定

乳化肠 a^* 值的测定参照Zhang Xue等^[11]的方法,略作改动。ZE-6000色差计经自检及零点、白板校正后,将乳化肠切成1.5cm的薄片放入样品池中,填平压实,保证样品铺满整个池底,且与池底不能有空隙。将样品池底部置于载样台上,测量乳化肠的颜色和光泽,每个试样按一个方向旋转3次,测定3次,输出值为其平均值。测量结果用 a^* 值表示乳化肠的红色度。每批样测定8个平行样。

1.3.6 乳化肠保水性的测定

参考王卫芳等^[12]的压力失水率检测方法,略作改动。

将乳化肠切取1.0cm厚的薄片,将切取的乳化肠用分析天平称质量,然后将乳化肠上、下各垫18层滤纸(中性滤纸)。然后放置于YYW-2应变控制式无侧限压力仪上,用匀速摇动摇把加压至35N,并在35N条件下保持5min,撤出压力后立即称量乳化肠质量。每批样测定8个平行样。

$$\text{保水性}/\% = \left(1 - \frac{m_1 - m_2}{m_1}\right) \times 100$$

式中: m_1 为加压前肉样质量/g; m_2 为加压后肉样质量/g。

1.4 统计分析

结果表示为 $\bar{x} \pm s$ 。数据统计分析采用Statistix 8.1(分析软件,St Paul, MN)软件包中Linear Models程序进行,差异显著性($P < 0.05$)分析使用Tukey HSD程序,采用Sigma Plot 11.0软件作图。

2 结果与分析

2.1 添加不同质量比的复配食用胶对乳化肠出品率的影响

出品率是实际生产中所考虑的重要指标,是指最终成品的质量与原料质量的百分比,提高出品率可为生产

者提供更多的利润。由图1可知,未添加食用胶的对照组出品率为174%左右,而添加食用胶之后,乳化肠的出品率均有明显提高。尤其在魔芋胶与卡拉胶复配比例为5:5,卡拉胶与黄原胶复配比例为3:7时,乳化肠的出品率可分别达到183%和181%。出品率的提高是由于所添加的食用胶为亲水多糖,其在溶解过程中会吸收大量水分,形成稳定凝胶,可以将多余的部分游离水吸收,并在斩拌过程中与肉糜中的盐溶性蛋白一同形成乳化体系。

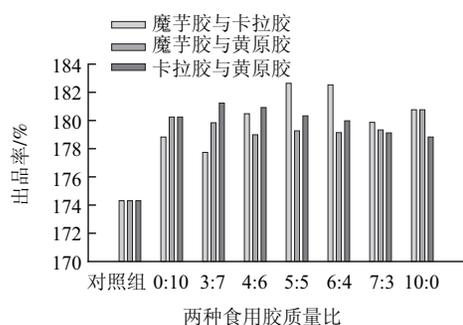


图1 添加不同质量比例的复配食用胶对乳化肠出品率的影响

Fig.1 Effect of formulated edible gum with different ratios on the yield of emulsified sausage

2.2 添加不同比例的复配食用胶对乳化肠硬度的影响

表1 添加不同比例的复配食用胶对乳化肠硬度的影响

Table 1 Effect of formulated edible gum with different ratios on the hardness of emulsified sausage

两种食用胶质量比	魔芋胶与卡拉胶	魔芋胶与黄原胶	卡拉胶与黄原胶
对照组	3621 ± 54 ^f	3621 ± 54 ^e	3621 ± 54 ^f
0:10	5175 ± 67 ^d	5050 ± 35 ^e	5050 ± 35 ^e
3:7	5402 ± 82 ^d	5825 ± 24 ^a	5287 ± 16 ^c
4:6	6110 ± 50 ^a	5755 ± 25 ^{ab}	5318 ± 40 ^{bc}
5:5	5890 ± 79 ^b	5746 ± 30 ^{ab}	5411 ± 25 ^b
6:4	5843 ± 36 ^b	5669 ± 48 ^{bc}	5530 ± 15 ^a
7:3	5569 ± 58 ^c	5574 ± 20 ^c	5619 ± 20 ^a
10:0	5250 ± 13 ^d	5249 ± 13 ^d	5175 ± 67 ^d

注: a~d. 同列字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

硬度是反映乳化肠质构特性的重要指标之一,适当的硬度可提供给产品良好的口感。由表1可知,与对照组相比,添加食用胶的各组乳化肠硬度均有显著提高($P < 0.05$)。在各组加水量均为80%时,对照组乳化肠硬度仅为3621N,明显低于添加食用胶组的乳化肠;而将魔芋胶、卡拉胶及黄原胶两两复配使用时,与添加单一胶体的处理组相比,乳化肠的硬度又有显著提高($P < 0.05$)。尤其魔芋胶与卡拉胶质量比为4:6、魔芋胶与黄原胶质量比为3:7、卡拉胶与黄原胶质量比为7:3时,乳化肠的硬度可提高至6110、5825、5619N。由于食用胶主要成分为亲水多糖,其溶于水后再经加热即可形成具有较强硬度的凝胶,且亲水多糖与肉中的蛋白质经斩拌过程相互结

合,可将蛋白质更有效地结合在其自身形成的凝胶体系中,形成的三维空间结构更加稳固^[13-14],提高乳化肠的硬度。

魔芋胶与卡拉胶复配使用具有协同增效作用,且当魔芋胶与卡拉胶共混比例为4:6时,混胶的凝胶硬度达到最大。有研究表明^[15],魔芋胶对卡拉胶的这种增效作用,可能是由于两种多糖分子共混时魔芋胶分子填充在卡拉胶形成的双螺旋结构中,分子间可形成氢键,当魔芋胶与卡拉胶共混比例为4:6时,魔芋胶与卡拉胶形成网络结构,分子间的相互作用力大大加强而使共混凝胶硬度最大。

魔芋胶与黄原胶同样具有明显的协同增效作用。这主要是黄原胶分子的双螺旋结构易和含 β -1,4键的多糖分子发生嵌合作用,而魔芋胶的主要组分为葡甘聚糖,魔芋葡甘聚糖即是由D-葡萄糖和D-甘露糖按一定比例通过 β -1,4键构成的多聚糖^[16]。当魔芋胶与黄原胶复配比例为7:3时,两种多糖的协同作用最大,因此凝胶的硬度达到最强。

将卡拉胶与黄原胶复配使用时,随着卡拉胶在复配胶中所占比例逐渐升高,乳化肠的凝胶强度也相应升高,单独添加黄原胶时乳化肠的凝胶强度最弱。黄原胶本身并非一种胶凝性多糖,它最大的用途是利用其显著增加体系黏度即形成弱凝胶结构的特点以提高食品或其他产品水包油型乳状液的稳定性^[17],因此,黄原胶的添加会降低乳化肠的凝胶强度。卡拉胶却不同于黄原胶,其本身的强凝胶性使得乳化肠的凝胶性有所提高。

2.3 添加不同质量比的复配食用胶对乳化肠弹性的影响

表2 添加不同质量比的复配食用胶对乳化肠弹性的影响

Table 2 Effect of formulated edible gum with different ratios on the springiness of emulsified sausage

两种食用胶质量比	魔芋胶与卡拉胶	魔芋胶与黄原胶	卡拉胶与黄原胶
对照组	0.82 ± 0.02 ^f	0.82 ± 0.02 ^e	0.82 ± 0.02 ^d
0:10	0.88 ± 0.01 ^e	0.90 ± 0.02 ^a	0.90 ± 0.02 ^a
3:7	0.89 ± 0.02 ^{de}	0.88 ± 0.02 ^d	0.90 ± 0.02 ^{ab}
4:6	0.89 ± 0.04 ^{bc}	0.89 ± 0.02 ^{bc}	0.89 ± 0.03 ^{ab}
5:5	0.89 ± 0.01 ^{bc}	0.90 ± 0.01 ^{ab}	0.89 ± 0.01 ^b
6:4	0.90 ± 0.02 ^{ab}	0.89 ± 0.02 ^{ab}	0.89 ± 0.01 ^b
7:3	0.91 ± 0.02 ^a	0.89 ± 0.01 ^{bc}	0.89 ± 0.02 ^b
10:0	0.89 ± 0.02 ^{cd}	0.89 ± 0.02 ^{cd}	0.88 ± 0.01 ^c

富于弹性的乳化肠具有滑润、丰厚的口感,产品符合人们的传统食用习惯。由表2可知,添加复合食用胶的各组乳化肠弹性均明显高于对照组。对照组乳化肠的弹性为0.82,添加复合食用胶乳化肠的弹性则均在0.88~0.91之间。在魔芋胶与卡拉胶复配的乳化肠中,随卡拉胶质量比的降低,乳化肠的弹性逐渐提高,当魔芋胶与卡拉胶复配质量比为7:3时,乳化肠弹性达到最高值0.91。当魔芋胶与黄原胶及卡拉胶与黄原胶复配使用时,乳化肠的弹性可提高到0.88~0.90;且当魔芋胶与黄原

胶复配质量比为5:5, 卡拉胶与黄原胶为复配质量比为3:7时, 乳化肠的弹性达到最大值0.90。有研究表明, 卡拉胶形成的凝胶脆性大、弹性小, 而在卡拉胶中添加魔芋胶和黄原胶可使混合凝胶更柔软、更优的弹性^[18]。因此, 将魔芋胶、黄原胶与卡拉胶按适当比例进行复配应用到乳化肠的加工中, 可以得到硬度适中, 富有弹性的产品^[15]。也有学者对黄原胶与魔芋胶的复配使用做了研究, 结果显示两种多糖在一定条件下共混可以得到较好的协同增效作用, 得到具有一定凝胶强度且弹性较好的凝胶^[16]。

2.4 添加不同质量比的复配食用胶对乳化肠 a^* 的影响

表3 添加不同质量比的复配食用胶对乳化肠红度值(a^*)的影响
Table 3 Effect of formulated edible gum with different ratios on the a^* value of emulsified sausage

两种食用胶质量比	魔芋胶与卡拉胶	魔芋胶与黄原胶	卡拉胶与黄原胶
对照组	8.18±0.07 ^b	8.18±0.07 ^b	8.18±0.07 ^b
0:10	8.73±0.22 ^a	8.55±0.18 ^{ab}	8.55±0.18 ^{ab}
3:7	8.92±0.12 ^a	8.75±0.21 ^a	8.72±0.22 ^a
4:6	8.91±0.22 ^a	8.57±0.16 ^a	8.69±0.17 ^a
5:5	8.98±0.25 ^a	8.74±0.07 ^a	8.73±0.22 ^a
6:4	8.78±0.16 ^a	8.56±0.20 ^{ab}	8.56±0.16 ^{ab}
7:3	8.72±0.12 ^a	8.72±0.21 ^a	8.87±0.09 ^a
10:0	8.68±0.10 ^a	8.68±0.10 ^a	8.73±0.22 ^a

食品外观的颜色是影响消费者对其可接受性的诸多因素之一。优质乳化肠产品外观的颜色应是红润有光泽的, 用 a^* 值反映乳化肠的红度, 由表3可知, 对照组乳化肠的红度值仅为8.18, 而添加复配食用胶的处理组红度值均高于对照组。将魔芋胶与卡拉胶复配使用时, 乳化肠的 a^* 值最高, 均高于8.72; 当魔芋胶与卡拉胶复配质量比为5:5, 乳化肠的 a^* 值可高达8.98。在魔芋胶与黄原胶、卡拉胶与黄原胶的复配处理组中, a^* 值也在8.56~8.77和8.56~8.87之间。由于所添加的食用胶具有较强的吸水性, 可吸收额外添加的水分并形成凝胶, 缓解水分对肌红蛋白的稀释作用, 而使处理组的乳化肠得到较高的 a^* 值。因此, 将这3种食用胶复配使用添加到乳化肠产品中, 可提高其 a^* 值, 赋予产品更好的外观。

2.5 添加不同质量比的复配食用胶对乳化肠保水性的影响

表4 添加不同质量比的复配食用胶对乳化肠保水性的影响
Table 4 Effect of formulated edible gum with different ratios on the water-holding capacity of emulsified sausage

两种食用胶质量比	魔芋胶与卡拉胶	魔芋胶与黄原胶	卡拉胶与黄原胶
对照组	91.26±0.25 ^d	91.26±0.25 ^d	91.26±0.25 ^c
0:10	92.48±0.28 ^c	92.43±0.49 ^c	92.43±0.49 ^d
3:7	94.63±0.23 ^b	96.44±0.37 ^a	94.16±0.34 ^c
4:6	96.60±0.26 ^a	95.01±0.37 ^b	94.34±0.37 ^{bc}
5:5	94.96±0.27 ^b	95.09±0.38 ^b	94.63±0.29 ^{bc}
6:4	94.58±0.34 ^b	95.41±0.37 ^{ab}	95.23±0.51 ^{ab}
7:3	95.40±0.44 ^b	94.38±0.27 ^b	96.05±0.26 ^a
10:0	92.56±0.37 ^c	92.56±0.37 ^c	92.48±0.28 ^d

保水性是反映乳化肠产品品质的另一个重要指标。由表4可知, 添加复配胶的乳化肠其保水性均明显高于对照组和添加单一食用胶的乳化肠。在魔芋胶与卡拉胶复配使用的处理组中, 对照组、魔芋胶组和卡拉胶组的乳化肠保水性分别为91.26%、92.56%和92.48%; 而复配处理的乳化肠保水性均高于94%, 尤其是当魔芋胶与卡拉胶复配质量比为4:6时, 保水性达到最高值96.60%。在魔芋胶与黄原胶复配使用的处理组中, 对照组、魔芋胶和黄原胶的乳化肠保水性分别为91.26%、92.56%和92.43%; 而添加复配胶的处理组在魔芋胶与黄原胶质量比为3:7时保水性达到最高, 为96.44%。将卡拉胶与黄原胶复配使用时, 虽然得到的乳化肠保水性比魔芋胶和卡拉胶及魔芋胶和黄原胶的处理组稍低, 但均高于94%; 在卡拉胶与黄原胶复配质量比为7:3时, 保水性可高达96.05%。所添加的3种单体食用胶本身就是多糖, 而多糖分子结构中所含有的阴离子性硫酸酯基团能和游离水形成额外的氢键, 吸水比例可达1:40~1:50^[19]。由于单体食用胶的协同增效作用, 使得复配食用胶在形成凝胶的过程中可吸收更多的水分, 将添加的游离水分“锁住”, 从而使乳化肠的保水性有更大的提高。

3 结论

3种单体食用胶——魔芋胶、卡拉胶、黄原胶之间存在协同增效作用, 将其复配使用时可明显改善乳化肠的品质特性, 且当魔芋胶与卡拉胶、魔芋胶与黄原胶、卡拉胶与黄原胶的复配质量比分别为4:6、3:7和7:3时, 协同作用达到最大, 乳化肠产品的出品率可以达到183%; 且其硬度、弹性、颜色和保水性等指标也有显著提高。当魔芋胶与卡拉胶复配比例为4:6、魔芋胶与黄原胶复配质量比为3:7、卡拉胶与黄原胶复配质量比为7:3时, 乳化肠乳化肠的硬度分别6110.4、5825.9、5619.9N; 弹性分别为0.89、0.88、0.89; 保水性可达96.60%、96.44%、96.05%, 这些指标均明显高于对照组和单一食用胶处理组。由此可知, 将复配食用胶应用于乳化肠生产中, 不仅可赋予产品良好的质构特性, 且可在一定程度上提高出品率, 创造出更大的利润。而添加复配胶对乳化肠的 a^* 值也有一定提高, 这有利于改善产品的颜色及提高产品外观的可接受性。因此, 魔芋胶、卡拉胶和黄原胶之间具有协同增效作用, 将其中两种单体食用胶按适当比例复配使用, 不仅有效改善乳化肠的品质和质地的作用, 而且能够提高出品率, 可广泛应用于肉制品生产中。

参考文献:

- [1] 冯改霞. 增稠剂在肉制品加工中的应用[J]. 肉类研究, 2002, 16(1): 34-35.
- [2] 南庆贤. 肉类工业手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 1-9.
- [3] 陈正行, 狄济乐. 食品添加剂新产品与新技术[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2002: 387-392.
- [4] 郝素娥, 庞满坤, 钟耀广, 等. 食品添加剂制备与应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 198-201.
- [5] 白明, 尹金兰. 肉制品中常见食用胶及其应用[J]. 食品安全导刊, 2010(1): 50-52.
- [6] 孔保华. 畜产品加工贮藏新技术[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 25-31.
- [7] XIONG YoulingL., LOU Xin, WANG Chong. Protein extraction from chicken myofibrils irrigated with various polyphosphate[J]. Food Chemistry and Toxicology, 2000, 65(1): 96-100.
- [8] DAMODARAN S. Protein functionality in food systems university of wisconsin madison madison[M]. Wisconsin: CRC Press, 1994 265-267.
- [9] 扶庆权, 师文添. 卡拉胶和魔芋胶的复配及其在香肠类产品中的应用[J]. 肉类研究, 2008, 22(10): 28-30.
- [10] 刘迪迪, 孔保华. 不同肥瘦肉质量比对乳化肠品质的影响[J]. 肉类研究, 2009, 23(12): 173-177.
- [11] ZHANG Xue, KONG Baohua, XIONG YoulingL.. Production of cured meat color in nitrite-free Harbin red sausage by *Lactobacillus fermentum* fermentation[J]. Meat Science, 2007, 77(4): 593-598.
- [12] 王卫芳, 李丹丹, 熊善柏. 猪肉添加量对鱼糜凝胶制品品质的影响[J]. 食品科学, 2006, 27(12): 531-534.
- [13] NUNEZ-SANTIAGO M C, TECANTE A, GAMIER C, et al. Rheology and microstructure of κ -carrageenan under different conformations induced by several concentrations of potassium ion[J]. Food Hydrocolloids, 2011, 25: 32-41.
- [14] 夏秀芳, 孔保华, 张宏伟. 肌原纤维蛋白凝胶形成机理及影响因素的研究进展[J]. 食品科学, 2009, 30(9): 264-268.
- [15] 魏玉, 王元兰, 胡云楚. κ -卡拉胶与魔芋胶共凝胶的质构特性研究[J]. 食品科学, 2010, 31(15): 96-100.
- [16] 杨新亭, 王林凤, 王香东. 黄原胶与魔芋胶的协效凝胶性研究[J]. 食品科学, 2001, 22(3): 38-40.
- [17] 钱毅玲, 赵谋明, 赵强忠. 卡拉胶/黄原胶和 K^+ 浓度对低脂低盐乳化肠凝胶品质影响的研究[J]. 现代食品科技, 2009, 25(7): 734-737.
- [18] WILLIAMS P A, PHILLIPS G O. Introduction to food hydrocolloids [M]// Handbook of hydrocolloids. England: Woodhead Publishing Ltd., 2000: 1-19.
- [19] 浮吟梅, 崔惠玲. 增稠剂在肉制品加工中的应用[J]. 肉类研究, 2008, 22(10): 23-27.