

巢脾多糖在调理低脂猪肉丸中的应用研究

殷玲¹,牛德芳¹,叶帅¹,张继龙¹,吉挺²,陆广富^{1*}

(1.江苏农牧科技职业学院,江苏泰州 225300;2.扬州大学 动物科技学院,江苏扬州 225009)

摘要:该文以0.4%的巢脾多糖分别替代0%、20%、40%、60%、80%和100%的脂肪,考察脂肪替代比对低脂猪肉丸的色泽、保水性、硬度、弹性、咀嚼性以及感官品质的影响。结果显示,随着脂肪替代比的提高,色差值中L*(亮度)值、b*(黄度)值显著上升;硬度、咀嚼性和弹性均显著增大;保水性呈先上升后下降的趋势。脂肪替代比为40%~80%的产品感官较佳。选用最佳的脂肪替代比60%,以茶多酚为对照研究巢脾多糖对调理猪肉丸的保鲜性能。试验结果表明,在观测的第4天~第8天,添加巢脾多糖猪肉丸的挥发性盐基氮值及酸价均显著低于空白对照组,说明蜜蜂巢脾多糖对猪肉丸有较好的保鲜性能。

关键词:巢脾多糖;猪肉丸;脂肪;感官性状;保鲜性能

Study of the Application of Honeycomb Polysaccharide in Low Fat Pork Balls

YIN Ling¹, NIU De-fang¹, YE Shuai¹, ZHANG Ji-long¹, JI Ting², LU Guang-fu^{1*}

(1. Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College, Taizhou 225300, Jiangsu, China; 2. College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China)

Abstract: Fat in pork balls was replaced (0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100%) by honeycomb polysaccharide (0.4%). The resultant effects on color, water-holding capacity, hardness, springiness, chewiness and sensory evaluation of the pork balls were investigated. Increased fat replacement produced significant increases in L* and b* values, hardness, chewiness and springiness. The water-holding capacity increased until the fat replacement ratio reached 60%. The sensory evaluation was favorable for 40% -80% fat replacement ratios. Hence, the fat replacement ratio of 60% was selected to study the influence of honeycomb polysaccharide on freshness of pork balls with tea polyphenols as the control. The acid value and total volatile base nitrogen (TVB-N) of the honeycomb polysaccharide group were significantly lower than those of the blank control group on 4 d-8 d, indicating that honeycomb polysaccharide was effective in preserving the freshness of pork balls.

Key words: honeycomb polysaccharide; pork ball; fat; sensory evaluation; preservation performance

引文格式:

殷玲,牛德芳,叶帅,等.巢脾多糖在调理低脂猪肉丸中的应用研究[J].食品研究与开发,2021,42(19):72-77.

YIN Ling, NIU Defang, YE Shuai, et al. Study of the Application of Honeycomb Polysaccharide in Low Fat Pork Balls[J]. Food Research and Development, 2021, 42(19):72-77.

蜜蜂巢脾含有大量的生物活性成分,其中多糖是巢脾中的主要活性成分^[1-2]。研究前期发现巢脾多糖具有较好的抗脂质氧化活性^[3]。已有研究人员证实某些食品多糖,如魔芋胶、卡拉胶、海藻酸钠、膳食纤维等^[4-5]

可以用于改善猪肉丸的质构性能、感官品质、保水性能和出品率。

猪肉丸是我国传统的家常肉制品,由于其Q弹多汁而深受消费者的喜爱。肥瘦比例是影响猪肉丸口感

基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(31502020);2019年度江苏省“青蓝工程”优秀青年骨干教师项目(00000219011);2019年度江苏省优秀中青年骨干教师出国研修项目;泰州市第五期“311高层次人才培养工程”项目;江苏农牧科技职业学院科研项目(NSF2021ZR03);江苏省大学生创新创业训练计划项目(201912806041H)

作者简介:殷玲(1983—),女(汉),讲师,博士,研究方向:蜂产品开发及深加工。

*通信作者:陆广富(1967—),男,教授,博士,研究方向:畜禽产品加工。

的重要因素,因此猪肉丸的脂肪含量往往较高。但是,随着我国人民健康和营养意识增强,低脂肉制品的开发成为肉制品行业的发展趋势^[6]。本研究以猪肉丸为研究对象,以蜜蜂巢脾多糖代替部分脂肪,研究其对猪肉丸的色泽、保水性、硬度、弹性、咀嚼性和感官品质的影响,同时以茶多酚作为对照组研究巢脾多糖对猪肉丸的保鲜性能,探讨巢脾多糖代替脂肪加工的可行性及其对调理肉制品的保鲜性能,为低脂保健肉制品的开发提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料

巢脾多糖:江苏省畜产品深加工工程技术研究中心实验室自制;冷鲜猪后腿肉、猪背膘、基本调味料(食盐、白砂糖、味精、白胡椒粉、生姜粉、葱姜蒜粉等);市售;茶多酚、无水乙醇、盐酸、氧化镁、次甲基蓝、酒石酸钾钠、氢氧化钾、酚酞、甲基红、氢氧化钾、无水乙醚、硼酸(以上试剂均为分析纯):国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

HB-B48 多功能食品加工机:中山市九阳小家电有限公司;TMS-touch 质构分析仪:美国 FTC 公司;TD5A-WS 台式低速大容量离心机:金坛市金南仪器制造有限公司;DHG-9101ZS 电热恒温鼓风干燥箱:上海三发科学仪器有限公司;PRIMO R 高速冷冻离心机、SIN SC10 测色仪:北京普析通用仪器有限公司;800Y 多功能粉碎机:铂欧五金厂;WK2012 凯氏定氮装置:上海申瓯有限公司。

1.3 方法

1.3.1 样品的制备

将猪后腿肉清洗、去皮、剔除可见脂肪和结缔组织,切成肉块,绞碎。将脂肪解冻、绞碎。向瘦肉糜部分添加 0.4% 巢脾多糖(4 g/kg)搅拌 5 min;把加有巢脾多糖的瘦肉糜分成 6 份,并依次添加 10%、8%、6%、4%、2% 和 0% 的预先绞碎的脂肪,即可视为 0.4% 的巢脾多糖依次替代了各组样品中 0%、20%、40%、60%、80% 和 100% 的脂肪。随后加入盐、白胡椒粉、葱姜蒜粉等辅料,搅拌混合 5 min,4℃ 下腌制 12 h,取 8 g 肉糜搓成肉丸在 100℃ 水中煮制至产品中心温度达 80℃ 后捞出,冷却。保鲜袋分装后,于 4℃ 的冰箱里储存待测。同时设定空白组,空白组中除不加巢脾多糖外,其余操作均和巢脾多糖组一致。

1.3.2 保水性测定

参照 Perez-mateos 等^[7]的方法,并稍作改动。称取 3 g 研碎的猪肉丸样品,用滤纸包住,放置在 50 mL 离

心管(底部放一小块棉花球),在 25℃ 下以 6 000 r/min 转速离心 10 min,然后称其前后质量。

$$\text{保水性}/\% = m_1/m_2 \times 100$$

式中: m_1 为离心前质量,g; m_2 为离心后的质量,g。

1.3.3 色泽分析

将样品切成 1 cm 的薄片,进行色泽检测。采用 1976 年国际照明委员会(Commission Internationale De L'eclairage,CIE)制定的均匀色立体表色系统,检测结果以 L^* 、 a^* 、 b^* 表示。 L^* 表示明度指数, $L^*=100$ 表示白色, $L^*=0$ 表示黑色,中间有 100 个等级,代表不同的灰度; $+a^*$ 表示红值, $-a^*$ 表示绿值; $+b^*$ 值表示黄值, $-b^*$ 表示蓝值。

1.3.4 质构检测

选择硬度、弹性、咀嚼性作为质构的检测指标。测试条件:样品切成长 2 cm、宽 2 cm、高 1 cm,采用 TPA 模型,选用 P/36R 圆柱形不锈钢探头。测定参数设定为触发类型 Button、触发力 5.0 g,测定速率 3 mm/s,测定中和测定后速率 30.00 mm/s、下压距离 5.00 mm^[8]。重复检测 3 次。

1.3.5 样品感官评价标准

将新制猪肉丸蒸煮至中心温度达 80℃ 后捞出,立即请 10 名专业人员组成感官评定小组进行感官评分。评价标准包括肉丸的色泽(30%)、香气(20%)、口感(40%)、切片性能(10%) 4 项,每项指标总分值 10 分,按以上权重比例计入总分。色泽:1=灰暗、无光泽,10=灰红色、鲜亮;香气:1=无肉香、巢脾味道浓烈、掩盖肉香,10=肉香浓郁,带有巢脾的清香;口感:1=僵硬、无弹性,10=脆嫩、弹性十足;切片性能:1=切片易散,10=切片坚实,平滑。

1.3.6 巢脾多糖对猪肉丸保鲜性能的研究

选择最佳的脂肪替代比,按照样品的制备过程,分别制作巢脾多糖组(添加 0.40% 巢脾多糖)、茶多酚组(添加 0.40% 茶多酚)及空白组(不添加巢脾多糖及茶多酚),对 3 组猪肉丸进行保鲜性能的研究。将待测的 3 种猪肉丸于常温(25℃)放置,每天分别测 3 种猪肉丸的酸价和挥发性盐基氮(连续检测 7 d)。按照 GB 5009.229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》对样品酸价进行测定。按照 GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》中的第二法测定挥发性盐基氮。

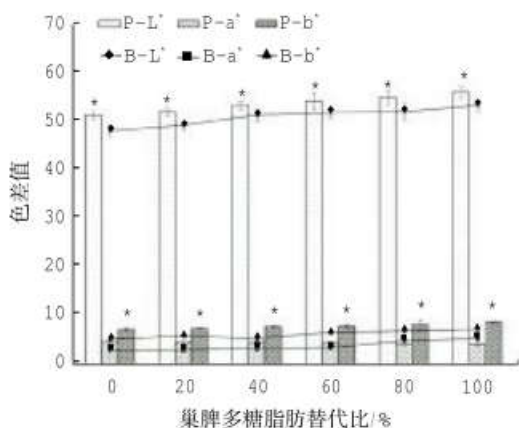
1.4 数据处理

采用 SPSS 20.0 进行单因素方差分析(one-way ANOVA),最小显著差异法(least significant difference, LSD)进行多重比较, $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 脂肪替代比对样品色差的影响

加入0.40%的巢脾多糖,分别替代0%、20%、40%、60%、80%和100%的脂肪,同时设置空白组,即不添加巢脾多糖,脂肪添加量与巢脾多糖组一致。各巢脾多糖组与空白组相比并进行方差分析,考察巢脾多糖不同脂肪替代比对肉丸色差值的影响,结果见图1。



P代表多糖组;B代表空白组;*表示与空白组相比差异显著($P < 0.05$)。

图1 脂肪替代比对猪肉丸色差的影响

Fig.1 Effect of fat replacement ratio on color of pork balls

由图1可知,随着脂肪替代比的不断增大,巢脾多糖组的 L^* 值和 b^* 值均不断增大,即样品的亮度和黄度值不断升高。研究表明, L^* 值与猪肉保水性密切相关^[9],本研究中无论空白组还是巢脾多糖组随着脂肪替代比的增高, L^* 值均呈上升趋势,主要原因是肌肉的持水性要优于脂肪,因此高比例的肌肉造成肉丸含水量增多, L^* 值上升,而巢脾多糖组的 L^* 值始终显著高于空白组($P < 0.05$),说明巢脾多糖的加入进一步增加了肉丸的持水性。猪肉色泽的变化主要与猪肉中肌红蛋白的含量及状态有关^[10]。红度(a^*)值主要与肌肉中酶促反应及其氧化状态有关^[11]。结果显示,随着脂肪替代比的增高,脂肪含量下降,瘦肉含量增多,肌红蛋白含量增高,空白组的 a^* 值上升。而巢脾多糖组比空白组的 a^* 值略有降低,但各脂肪替代比下的巢脾多糖组与空白组间 a^* 值差异不显著($P > 0.05$),说明巢脾多糖对于肉丸红度值的影响不显著。两组的 b^* 值均呈现上升趋势,且巢脾多糖组与空白组间差异显著($P < 0.05$),推测原因是由于巢脾多糖本身呈黄褐色,巢脾多糖的添加显著增加了黄度值(b^*)($P < 0.05$)。色泽是评价猪肉食用品质的关键指标,影响消费者的食欲^[12],食物的亮度高往往能激起人的食欲,但过高的黄度值对其感官品质有负面影响,巢脾多糖的添加,增加了肉丸的亮度值,但也升高了黄度值,在实际生产中应适量添加。

2.2 脂肪替代比对样品的保水性的影响

脂肪替代比对样品的保水性的影响见图2。

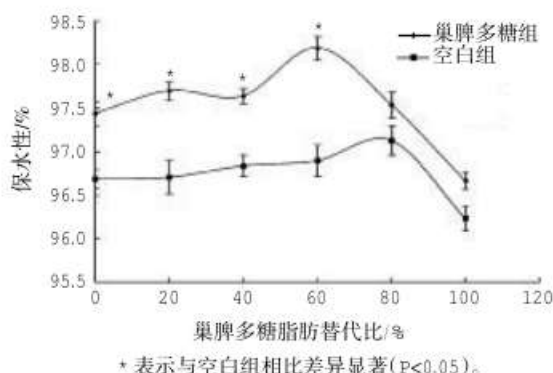


图2 脂肪替代比对样品的保水性的影响

Fig.2 Effect of fat replacement ratio on the water holding capacity of pork balls

由图2可知,随着脂肪替代比的增加,两种样品的保水性均呈先上升后下降的趋势。在脂肪替代比为0%~60%的区间段,添加多糖样品的保水性比空白样品保水性的增长幅度大,在脂肪替代比为60%时巢脾多糖组保水性达到顶点98.19%,添加多糖样品的保水性总体均大于空白样品的保水性。研究人员已经证实某些食品多糖,如魔芋胶、卡拉胶、海藻酸钠和食物纤维等^[13-15]可以用在猪肉丸中,改善肉制品的质构性能、感官品质、保水性能和出品率。多糖加入到肉制品中时,能使水分、胶体等更紧密地结合,形成更稳定的体系,因此提升肉制品的保水性^[16]。本研究试验结果表明巢脾多糖在脂肪替代比0%~60%时能显著提高猪肉丸的保水性,在脂肪替代比为60%时保水作用最强。

2.3 脂肪替代比对样品质构的影响

2.3.1 脂肪替代比对样品弹性的影响

脂肪替代比对样品弹性的影响见图3。

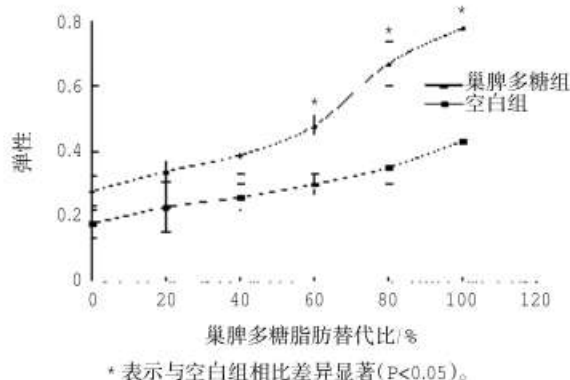


图3 脂肪替代比对样品弹性的影响

Fig.3 Effect of fat replacement ratio on the springiness of pork balls

由图3可知,随着脂肪替代比的提高,两种样品的弹性呈上升趋势。脂肪替代比为60%~100%,添加巢脾

多糖样品的弹性显著高于空白样品的弹性。弹性指标是影响猪肉丸感官品质的重要参数之一。巢脾多糖可显著增加低脂猪肉丸的弹性,可能是巢脾多糖与肉糜肌纤维蛋白之间作用的结果,其机理有待进一步研究^[27]。

2.3.2 脂肪替代比对样品硬度的影响

脂肪替代比对样品硬度的影响见图4。

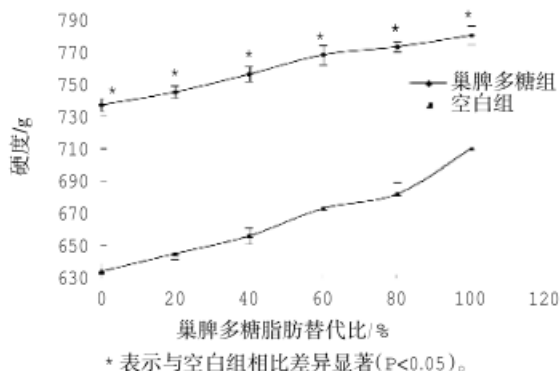


图4 脂肪替代比对样品硬度的影响

Fig.4 Effect of fat replacement ratio on the hardness of pork balls

多糖可以和肌原纤维蛋白相互作用,不同多糖对肌原纤维蛋白凝胶特性的影响不同而决定肉糜制品的品质质量^[28-30]。由图4可知,随着脂肪替代比的不断增加,两种样品的硬度均不断上升。添加巢脾多糖的样品的硬度均显著高于空白组。硬度是猪肉丸的一个重要质构特性,一定的硬度有利于保证肉丸外观的完整性及弹性的口感。但是过高的硬度会对口感产生负面的影响。

2.3.3 脂肪替代比对样品咀嚼性的影响

脂肪替代比对样品咀嚼性的影响见图5。

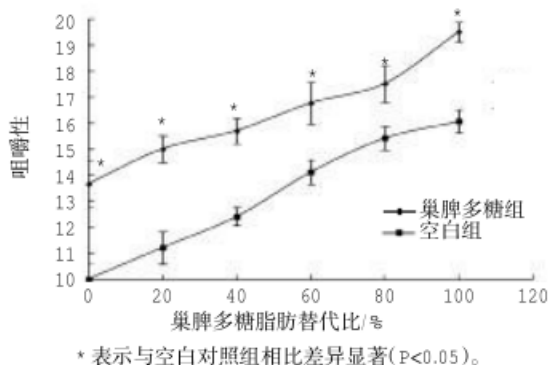


图5 脂肪替代比对样品咀嚼性的影响

Fig.5 Effect of fat replacement ratio on the chewiness of pork balls

由图5可知,随着脂肪替代比的不断增加,两种样品的咀嚼性均呈现不断上升的趋势,添加巢脾多糖的咀嚼性显著高于空白组的咀嚼性。硬度和咀嚼性成正相关,硬度的提高也导致了咀嚼性的提高。

2.4 感官评价

脂肪替代比对肉丸质构及感官评分的影响见表1。

表1 脂肪替代比对肉丸质构及感官评分的影响

Table 1 Effect of fat replacement ratio on texture and sensory evaluation of pork balls

替代比/%	颜色	香味	口感	切片性能	总分
0	7.62±0.25 ^b	7.57±0.45 ^c	7.55±0.59 ^{bc}	8.46±0.59 ^b	7.68±0.43 ^c
20	7.76±0.38 ^{ab}	7.62±0.44 ^c	7.26±0.51 ^c	8.82±0.51 ^a	7.64±0.85 ^c
40	7.63±0.44 ^b	7.78±0.42 ^b	7.38±0.34 ^c	8.78±0.34 ^a	7.68±0.61 ^c
60	8.04±0.46 ^a	8.83±0.31 ^a	8.96±0.32 ^a	8.81±0.61 ^a	8.64±0.43 ^b
80	7.78±0.46 ^{ab}	8.03±0.32 ^{ab}	8.01±0.41 ^b	8.78±0.66 ^a	8.02±0.52 ^{ab}
100	7.57±0.13 ^b	7.61±0.49 ^c	7.41±0.49 ^c	8.80±0.40 ^a	7.64±0.74 ^c

注:同列小写字母不同表示差异显著(P<0.05);含相同小写字母表示差异不显著(P>0.05)。

随着脂肪替代比的增加,感官评价总分呈现先上升后下降的趋势。脂肪替代比的提高有利于改善肉丸的品质,但脂肪含量的降低也会给样品风味及口感产生负面影响。脂肪替代比为60%时,样品感官评价最好。综上,巢脾多糖可有效提高低脂猪肉丸的保水性、弹性、硬度以及咀嚼性,在脂肪替代比为60%的产品感官评分最高,因此,选用60%的脂肪替代比进行巢脾多糖对猪肉丸的保鲜性能的研究。

2.5 巢脾多糖对猪肉丸保鲜性能的研究

2.5.1 酸价测定

室温25℃储藏条件下各组样品酸价变化结果见图6。

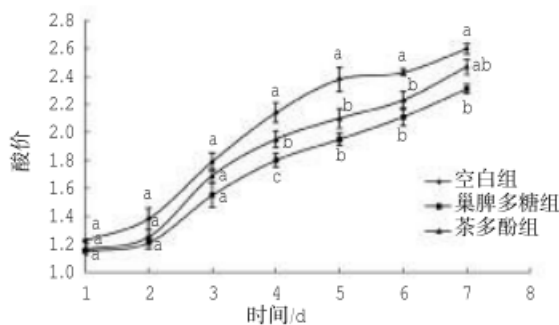


图6 室温(25℃)储藏条件下酸价变化

Fig.6 Changes of acid value of pork balls stored at room temperature (25 °C)

在60%的脂肪替代比下,随着储藏时间的延长,3组样品的酸价都呈现逐渐上升的趋势。添加巢脾多糖样品的酸价增长趋势小于空白组及茶多酚组,且在4d到7d之间,巢脾多糖组酸价均显著低于空白对照组,说明添加巢脾多糖可减缓猪肉丸的脂肪酸败,从而延长保藏时间。

2.5.2 挥发性盐基氮的测定

室温25℃储藏条件下各组样品挥发性盐基氮值

的变化见图7。

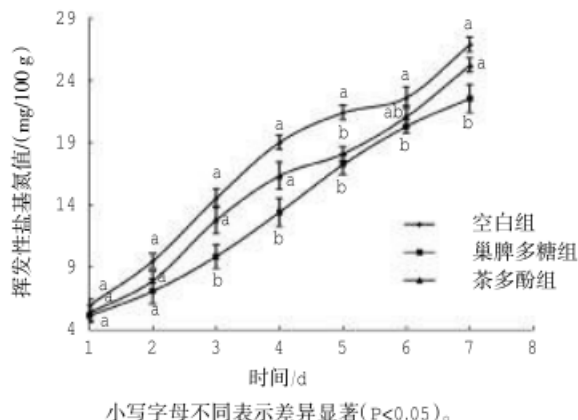


图7 室温(25℃)储藏条件下挥发性盐基氮的变化

Fig.7 Changes in volatile salt-based nitrogen of pork balls stored at room temperature(25℃)

挥发性盐基氮是反映动物性食品腐败程度的主要指标,我国食品安全标准对其有明确的规定^[20]。在相同的脂肪替代比下,随着储藏时间的延长,3组样品的挥发性盐基氮值都呈现逐渐上升的趋势,储藏3 d~8 d之间,添加巢脾多糖样品的挥发性盐基氮值增长显著低于空白组及茶多酚组。在储藏的第5天,茶多酚组与空白组的挥发性盐基氮值均超过了GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》规定的18 mg/100 g,而巢脾多糖组的挥发性盐基氮值为17.25 mg/100 g,低于国标规定的理化指标。说明添加巢脾多糖可有效延缓猪肉丸的腐败程度,从而延长保藏时间。

3 讨论与结论

本研究通过以0.40%的巢脾多糖分别替代猪肉丸中0%、20%、40%、60%、80%和100%的脂肪,考察对调理猪肉丸的质构特性及感官品质的影响。结果显示巢脾多糖能显著提高低脂猪肉丸的保水性、弹性、硬度及咀嚼性,在脂肪替代比为60%时产品感官评分最高。同时巢脾多糖对猪肉丸的保鲜性能的研究结果表明,储藏4 d~7 d,添加巢脾多糖的猪肉丸挥发性盐基氮值及酸价值均显著低于空白对照组。在储藏的第5天,添加巢脾多糖的猪肉丸挥发性盐基氮值没有超过国标的规定值18 mg/100 g,显著优于空白样品。说明巢脾多糖不仅可以提高低脂调理猪肉丸的质构特性和感官品质,同时还可有效延长调理猪肉丸的储藏期。我国是养蜂大国,每年淘汰下来的巢脾数量十分可观,这些巢脾大都用于蜂蜡提取,而其中水溶性的活性物质包括巢脾多糖都被丢弃,非常可惜^[1],本研究结果为巢脾多糖的开发利用提供了理论依据和技术指导,同

时也为低脂保健肉制品的开发提供技术参考。

参考文献:

- 褚亚芳,胡福良.蜜蜂巢脾抗氧化活性与抗菌活性的研究[J].天然产物研究与开发,2011,23(4):726-729,683.
CHU Yafang, HU Fulliang. Antioxidant and antimicrobial activities of honeycomb[J]. Natural Product Research and Development, 2011, 23(4): 726-729,683.
- 殷玲,吉挺,战旭梅,等.不同分子量段巢脾多糖理化性质及其抗氧化活性分析[J].食品研究与开发,2018,39(4):1-7.
YIN Ling, JI Ting, ZHAN Xumei, et al. Comparison of physico-chemical properties and antioxidant activity of polysaccharides from honeybee comb with different molecular weights[J]. Food Research and Development, 2018, 39(4): 1-7.
- 殷玲,吉挺,张焕新,等.巢脾多糖脱蛋白工艺优化及其对油脂抗氧化活性的研究[J].食品工业科技,2017,38(13):202-205,211.
YIN Ling, JI Ting, ZHANG Huanxin, et al. Optimization of deproteinized technology and anti-lipid peroxidation activity of polysaccharide from honeybee comb[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(13): 202-205,211.
- LIU D C, CHEN M T. Effect of cellulose addition on the quality of meat balls[J]. Journal of Chinese Society of Animal Science, 1992, 21(4):403-409.
- 周杰,陈韬.肉丸加工工艺及配方对其品质的影响[J].肉类研究,2009,23(9):28-33.
ZHOU Jie, CHEN Tao. Effects of processing factors and formulating on quality of meatball[J]. Meat Research, 2009, 23(9): 28-33.
- 王正荣,阮夏青,马文涛,等.苹果渣结合预乳化稻米油对低脂猪肉丸品质的影响[J].食品科学,2020,41(12):54-59.
WANG Zhengrong, RUAN Xiaqing, MA Wentao, et al. Effect of apple pomace combined with pre-emulsified rice oil on the quality of low-fat pork meatballs[J]. Food Science, 2020, 41(12): 54-59.
- PÉREZ-MATEOS M, SOLAS T, MONTERO P. Carrageenans and alginate effects on properties of combined pressure and temperature in fish mince gels[J]. Food Hydrocolloids, 2002, 16(3): 225-233.
- 李德海,徐颖,顾嘉琳,等.黑木耳多糖对猪肉糜质构及氧化特性的影响[J].食品科学,2016,37(15):88-93.
LI Dehai, XU Ying, GU Jialin, et al. Effect of Auricularia auricula polysaccharides (AAP) on the texture of minced pork and their antioxidant potential[J]. Food Science, 2016, 37(15): 88-93.
- HOLMER S F, MCKEITH R O, BOLER D D, et al. The effect of pH on shelf-life of pork during aging and simulated retail display[J]. Meat Science, 2009, 82(1): 86-93.
- 孟彤,刘源,仇春决,等.蛋白质氧化及对肉品品质影响[J].中国食品学报,2015,15(1):173-181.
MENG Tong, LIU Yuan, QIU Chunyue, et al. Research progress on protein oxidation mechanisms and its effects on meat quality[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2015, 15(1): 173-181.

- [11] 朱明明, 王亚秋, 刘新建, 等. 快速与慢速解冻对冷冻猪肉品质特性及蛋白变性的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(23): 23-30,36. ZHU Mingming, WANG Yaqiu, LIU Xinjian, et al. Effects of rapid and slow thawing methods on quality characteristics and protein denaturation of frozen pork[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(23): 23-30,36.
- [12] 张泓, 黄艳杰, 胡宏海, 等. 包装袋阻隔性对腊肉储存期间品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(16): 346-351,373. ZHANG Hong, HUANG Yanjie, HU Honghai, et al. The influence of barrier properties of package materials on bacon physicochemical properties during storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(16): 346-351,373.
- [13] 孙建清, 徐宝才, 余忠, 等. 淀粉类对低温乳化香肠品质的影响[J]. 肉类研究, 2011, 25(12): 1-5. SUN Jianqing, XU Baocai, YU Zhong, et al. Effect of different types of starches on the quality of low-temperature emulsified sausage[J]. Meat Research, 2011, 25(12): 1-5.
- [14] AYADI M A, KECHAOU A, MAKNI I, et al. Influence of carrageenan addition on Turkey meat sausages properties[J]. Journal of Food Engineering, 2009, 93(3): 278-283.
- [15] DEFREITAS Z, SEBRANEK J G, OLSON D G, et al. Carrageenan effects on salt-soluble meat proteins in model systems[J]. Journal of Food Science, 1997, 62(3): 539-543.
- [16] XIONG Y L, NOEL D C, MOODY W G. Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt[J]. Journal of Food Science, 1999, 64(3): 550-554.
- [17] 王未君. 多糖对瘦肉丸及肌原纤维蛋白特性影响的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2014. WANG Weijun. The effect of polysaccharide on the characteristics of lean pork meatballs and myofibrillar protein[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2014.
- [18] 丛峰松, 张洪斌, 张维杰. 可德胶及其在食品和医药领域上的应用[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 432-435. CONG Fengsong, ZHANG Hongbin, ZHANG Weijie. The properties of curdian and its applications in food and pharmaceutical fields[J]. Food Science, 2004, 25(11): 432-435.
- [19] VERBEKEN D, NEIRINCK N, VAN DER MEEREN P, et al. Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins[J]. Meat Science, 2005, 70(1): 161-166.
- [20] 陈伟玲, 周乐丹, 龙姣丽, 等. 4℃贮藏下黄田扣肉品质变化及贮藏期的研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(20): 78-83. CHEN Weiling, ZHOU Ledan, LONG Jiaoli, et al. Study on the quality changes and storage period of Huangtian braised pork at 4℃[J]. Food Research and Development, 2020, 41(20): 78-83.

加工编辑:姚骏

收稿日期:2020-12-18