

儿茶素 / 大豆分离蛋白复合物对猪肉香肠品质的影响

杨斐然, 陈逸玉, 徐朔, 李玉奇, 赵钜阳 *

(哈尔滨商业大学 旅游烹饪学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 儿茶素作为常见的酚类物质可与大豆分离蛋白相互作用形成相应的复合物。实验分析了功能性不同的复合物及不同含量儿茶素对猪肉肠贮存 0, 1, 3, 5, 7d 过程中质构特性、色泽、水分含量、保水性及感官等品质的影响。结果显示, 复合物及儿茶素均具有维持猪肉肠色泽、弹性及水分含量的作用, 且复合物的加入使肉肠的 L^* 值降低, 肉肠偏于肉色, 更易被接受, 此外, 含有凝胶型复合物的猪肉肠硬度值更高, 保水性更好。

关键词: 儿茶素; 大豆分离蛋白; 复合物; 猪肉肠

Effect of Catechin and Soybean Protein Isolate Compound On the Quality of Pork Sausage

YANG Fei-ran, CHEN Yi-yu, XU Shuo, LI Yu-qi, ZHAO Ju-yang *

(College of Tourism and Cuisine, Harbin University of Commerce, Harbin 150030, China)

Abstract: As a common phenolic substance, catechin can interact with soybean protein isolate to form corresponding compound. The effects of different functional compounds and different content of catechins on the texture properties, color, water content, water retention and sensory quality of pork sausage during storage for 0, 1, 3, 5, 7 days are analyzed. There sults show that both compound and catechin could maintain the color, elasticity and water content of pork sausage, and the addition of compound could reduce the L^* value of pork sausage, make the color of pork sausage tend to the meat color, which is more acceptable. In addition, the hardness value of pork sausage containing gelatinous compound is higher and its water retention is better.

Keywords: catechin; soybean protein isolate; compound; pork sausage; quality

大豆中营养成分含量丰富, 其蛋白质含量超过 40%^[1]。大豆分离蛋白(SPI)是一种易于被人体吸收的纯植物完全蛋白, 因其较好的功能特性(溶解性、起泡性、胶凝性、乳化性等)而被广泛作为食品成分用于食品体系中^[2]。SPI可作为功能性添加剂加入到肉制品中并起到提高肉制品营养成分的作用^[3]。

近几年, 随着人们的生活水平跨入新时代, 肉制品的品质及安全问题一直牵动着消费者的心, 越来越多的人开始追求吃得放心、吃得营养、吃得健康^[4]。天然的多酚类物质因具有抗菌、抗氧化等作用受到广大

食品加工企业和研究人员的关注, 将多酚成分加入到食品产品中可起到提高产品的营养价值、延长产品货架期及贮存时间的作用^[5]。成少宁等^[6]研究发现葡萄籽多酚可有效提高牛轧糖的保质期, 林娟等^[7]研究发现甜瓜皮多酚对牛肉具有良好的保鲜效果, 王萌^[8]研究发现薄荷多酚提取物可提高预调理清炸大麻哈鱼的贮藏品质。众多多酚类物质中, 儿茶素因自身结构简单、广泛存在、易于提取而受到研究者的喜爱。贾娜等^[9]研究发现儿茶素能抑制猪肉糜脂肪和蛋白的氧化, 提高猪肉色泽, 使肉糜品质得以提升。曾亮^[10]实验

证明儿茶素可以改善鸭腿肉和鸭胸肉的颜色，降低肉中丙二醛的含量，起到抗氧化的作用，同时，儿茶素还可降低鸭肉初始腐败菌的含量，并有效抑制腐败菌的生长，起到保鲜作用。此外，儿茶素与生物大分子（如蛋白质、多糖）发生相互作用所形成的复合物具有更高的应用价值^[11-19]，郭梅英等^[20]研究发现，儿茶素可与壳聚糖相互作用形成复合物制备复合膜，膜的吸湿性随着儿茶素含量的增加而增大，透湿性反之，由此改变与壳聚糖相互作用的儿茶素浓度可得到不同功能性质的复合膜。焦铭^[21]实验得出儿茶素可与7S蛋白相互作用，在加热的条件下所形成的复合物可提高乳液的稳定性，此外，作者通过体外模拟消化实验发现，儿茶素-蛋白相互作用能释放更多的必需氨基酸、抗氧化肽等有益因子，显著提高蛋白的生物可及度。

总结发现，目前关于儿茶素对食物营养价值影响的研究较多，而将儿茶素与大分子营养物质结合，再将复合物应用到食物中以改善食物品质的研究还所见甚少。因此，本文研究了不同添加量的儿茶素及复合物对猪肉肠品质的影响。

1 实验材料与仪器

1.1 材料

本实验所用原料与试剂见表 1。

表 1 实验原料与试剂

Table1The experimental materials and reagents

原料/试剂	纯度	生产厂家
大豆蛋白-儿茶素乳化型复合物	>98%	实验室自提
大豆蛋白-儿茶素凝胶型复合物	>98%	实验室自提
大豆分离蛋白	>98%	实验室自提
儿茶素	≥98%	合肥博美生物公司
水	蒸馏水	哈尔滨市文森蒸馏水经销处
猪背部最长肌	冷鲜肉	哈尔滨市松北区大润发超市
Na ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
NaH ₂ PO ₄ ·2H ₂ O	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
氢氧化钠	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
盐酸	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司

1.2 实验仪器与设备

本实验所用仪器与设备见表 2。

表 2 实验仪器与设备

Table2The experimental instruments and equipment

仪器	型号	生产厂家
电子天平	JD200-3	沈阳天平仪器有限公司
质构仪	TMS-Touch250N	美国 Food Technology Corporation
分光测色计	CM-600d	日本柯尼卡美能达公司
立式低速离心机	L535-1	湖南湘仪实验室仪器开发有限公司
高速离心机	H1850R	湖南湘仪实验室仪器开发有限公司
电热恒温水浴锅	DK-9S-II	天津市泰斯特仪器有限公司
磁力搅拌器	RH BS025	德国 IKA 公司
恒温振荡器	THZ-98A	上海一恒科学仪器有限公司
冻干机	FD-1A-80	北京博医康实验仪器有限公司
精密鼓风干燥箱	BPG-9070A	上海一恒科学仪器有限公司

1.3 实验方法

1.3.1 复合物的制备

通过预实验分别以复合物乳化性和凝胶性大小为筛选指标，制备两种功能性质不同的复合物，即凝胶型复合物(G-C-SPI)及乳化型复合物(E-C-SPI)，其复合制备条件：G-C-SPI组儿茶素添加量 4.41%、温度 48.97℃，pH 值 9.59；E-C-SPI 组儿茶素添加量 10.11%，温度 59.31℃，pH 值 7.69。按照上述互作条件制备儿茶素-大豆分离蛋白复合物，冻干后备用。

1.3.2 猪肉肠的制备

每组肉糜 50g，依次加入不同添加物(4%的 SPI、4%的乳化型 C-SPI、凝胶型 C-SPI、0.18%儿茶素和 0.40%儿茶素，其余一组不做任何添加作为空白对照)、2%的淀粉、10%的水混合均匀，放入模具，为去除其他调味料因素的干扰，本实验所制肉肠未添加其他调味料成分。肉糜定型后，小心去除模具，用相同大小的锡纸将各组包装好，置于蒸架上蒸制 15 min。为保证实验数据准确，每组需做 3 个平行。

1.3.3 猪肉肠质构特性的测定

猪肉肠的质构特性检测采用 TPA-两次咀嚼测试程序，将猪肉肠切成 20 mm 高的均匀圆柱体进行测试，选用 TPA 实验专用探头测定，测试前速度 60mm/min，测试速度 120mm/min，测试后速度 200mm/min，设定起始力为 0.1N，形变量为 40%，回程距离为 30mm。测试结果得到双峰值曲线，导出数据并记录压缩过程中的硬度值和弹性值，每组样品重复 6 次进行。

1.3.4 猪肉肠色度的测定

使用分光测色计对猪肉血肠色度进行测定，预先用白板校正色差计，再紧扣猪肉肠表面进行肉色测定，记录肉样的亮度值(L*)、红度值(a*)和黄度值(b*)。

1.3.5 猪肉肠水分含量的测定

猪肉肠水分含量的测定采用直接干燥法，参考 GB5009.3-2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[22]的方法进行测定。

1.3.6 猪肉肠保水性的测定

1.3.6.1 压力失水率的测定

参考翟小波等^[23]的方法并稍作修改，将样品切成 5mm 厚的薄片，称重并记录为 m₁，上下铺好足够多的滤纸，再施加恒定 1000N 的力，持续 5 min，再次称重记为 m₂，压力失水率表示施加重量前后质量的变化率，计算公式如下：

$$\text{压力失水率}(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

每组样品重复 3 次，结果取平均值。

1.3.6.2 持水性(WHC)的测定

取 2g 猪肉肠，用 4 层滤纸包裹完整，放入离心管

中,于4℃条件下5000g离心15 min,离心后取出样品称重记为m₃,持水性(WHC)根据下式计算:

持水性(%) = $\frac{m_3}{2} \times 100\%$ 。

1.3.7 猪肉肠感官评价

由10名专业人士组成感官品评小组,感官评分标准见表3,从4个方面分别打分,分值高低代表样品品质的优劣与可接受程度的高低。感官评价前,实验员将制作好的猪肉肠随机编号并分别盛装在相同的容器中,品鉴员品尝各组样品间歇需饮用清水漱口。

表3 感官评价标准

Table3Thesensory evaluation criteria

指标	评分标准	得分
风味 (20分)	味道良好,无豆腥或肉腥味	14~20
	味道较好,有轻微豆腥或肉腥味,总体风味可接受	8~14
	味道较差,有不可忽略的豆腥或肉腥味	0~7
口感 (30分)	口感细腻均匀,有弹性,有良好的咀嚼性能	21~30
	口感适中,弹性一般,咀嚼性较好	11~20
	口感较柴,弹性较差,咀嚼性不佳	0~10
色泽 (20分)	色泽纯正均匀,具有肉的颜色,表层光亮	14~20
	色泽均匀,但颜色过深或过浅	8~14
	色泽深浅不均,肠体颜色过重,无食欲	0~7
组织状态 (30分)	组织结构紧密,有弹性,无气孔,切片状态良好	14~20
	组织结构紧密,略有弹性,气孔较小,切片状态一般	8~14
	组织结构紧密度一般,有较大气孔,切片状态差	0~7

1.4 数据分析

每组实验设置3个平行样品,结果采用平均数±标准差表示。数据分析采用Statistix8.1(分析软件StPaul.MN)软件包中LinearModels程序分析。差异显著性采用Sigmaplot9.0软件进行作图。

2 结果与分析

2.1 复合物对猪肉肠质构特性的影响

食品的质构特性可直接反映食物的组织状态和口感等,是评价食品品质的重要指标。不同添加物对猪肉肠质构特性的影响结果见图1。

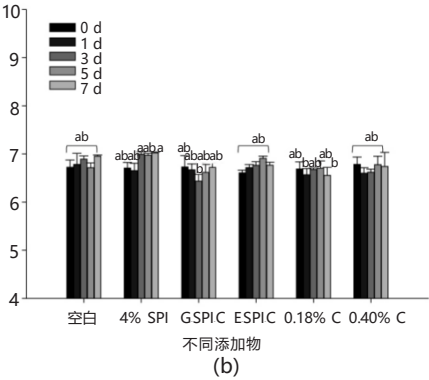
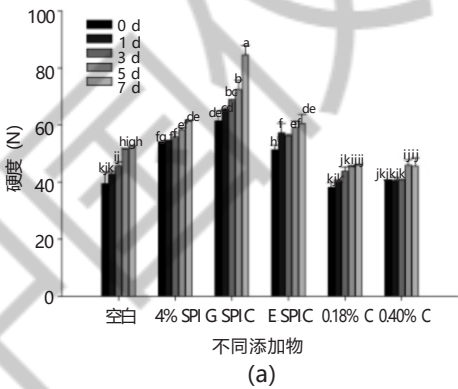


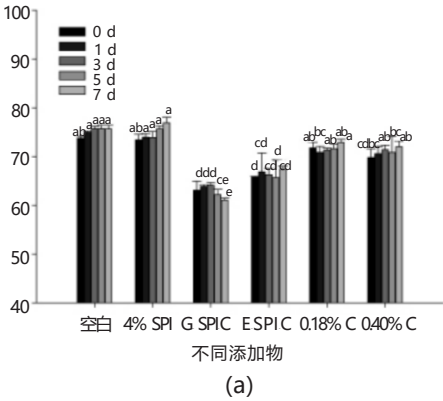
图1 不同添加物对猪肉肠贮存期间质构特性的影响
Fig.1Theeffectofdifferentadditivesonthe texture propertiesofPorksausageduring storage

注:字母不同表示不同处理组间差异显著(P<0.05)。

由图1中(a)可知,随着贮存时间的延长,各组硬度呈显著上升趋势。与对照组相比,添加SPI、G-C-SPI与E-C-SPI的猪肉肠硬度较大,添加0.18% C和0.40% C的猪肉肠硬度无显著变化,这可能是SPI、G-C-SPI与E-C-SPI的加入填补了肌原纤维蛋白间的缝隙,使肉糜形成了空间结构更为紧密的复合体系,使蒸制后的猪肉肠硬度增大,且添加凝胶型复合物的猪肉肠硬度显著高于其余各组,说明复合物G-C-SPI可显著提高猪肉肠的凝胶特性,这与G-C-SPI自身的凝胶性较高有关。由图1中(b)可知,贮存时间的延长及不同添加物未对猪肉肠的弹性产生影响。由此可知,G-C-SPI与E-C-SPI的加入提高了猪肉肠的硬度,具有潜在的市场应用价值。

2.2 复合物对猪肉肠色度值的影响

肉品的色泽通常与肉品的新鲜度有关,肉品的颜色会直接影响消费者的购买欲。色差仪可模拟人对颜色的感知,客观、稳定、快速地对样品的色泽进行判断,L*值代表肉品的亮度值;a*值代表肉品的红度值;b*值代表肉品的黄度值,其中L*值和a*值的变化可直接地反映贮存过程中肉糜的色泽变化。不同添加物对猪肉肠色泽的影响见图2。



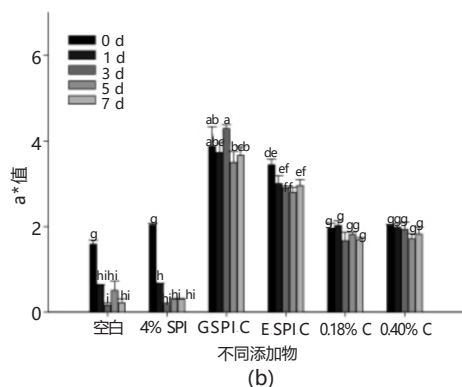


图 2 不同添加物对猪肉肠色泽度值的影响

Fig.2 The effect of different additives on the chromatic values of pork sausage

注：字母不同表示不同处理组间差异显著($P < 0.05$)。

由图 2 中(a) 可知，随着贮存时间的延长，各组肉肠的 L^* 值无明显变化，添加复合物两组的 L^* 值显著低于其余各组，这是儿茶素 - 大豆分离蛋白复合物自身所具有的颜色导致，将复合物加入到肉糜中，经蒸制肉肠保留了 G-C-SPI 与 E-C-SPI 在肉糜中的颜色，使 L^* 值变小。由图 2 中(b) 可知，G-C-SPI 和 E-C-SPI 的加入可显著提高猪肉肠的 a^* 值，增大样品的红度值，使其更偏于肉的颜色。随着贮存时间的延长，SPI 组和空白对照组的 a^* 值呈现显著降低趋势，其余各组的 a^* 值变化程度较小，说明 C-SPI 和儿茶素均可起到保护肉肠色泽的作用。由此可知，G-C-SPI 与 E-C-SPI 具有改变肉肠 L^* 值和维持肉肠 a^* 值的作用。

2.3 复合物对猪肉肠水分含量的影响

不同添加物对猪肉肠水分含量的影响见图 3。

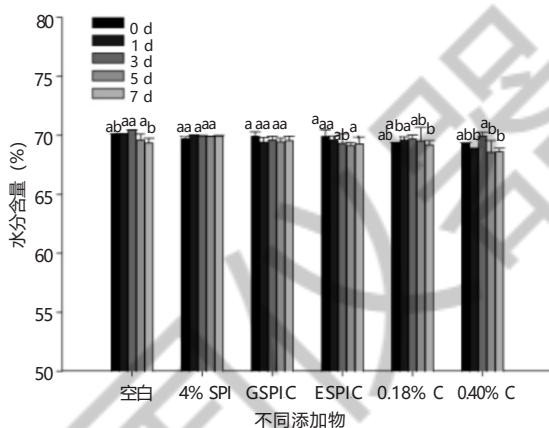


图 3 不同添加物对猪肉肠水分含量的影响

Fig.3 The effect of different additives on the water content of pork sausage

注：字母不同表示不同处理组间差异显著($P < 0.05$)。

由图 3 可知，各组肉肠的水分含量变化不明显，其中空白对照组和添加不同含量儿茶素组的水分含量略

有降低，这可能是由于随着贮存时间的延长，肉肠中的水分散失到外界环境中，造成肉肠自身水分含量降低，而添加 SPI、G-C-SPI 和 E-C-SPI 的猪肉肠随着时间的延长水分含量无降低趋势，说明 SPI、G-C-SPI 和 E-C-SPI 的加入可防止肉肠水分含量的散失，具有维持猪肉肠品质的作用。

2.4 复合物对猪肉肠保水性的影响

2.4.1 压力失水率结果分析

不同添加物对猪肉肠压力失水率的影响见图 4。

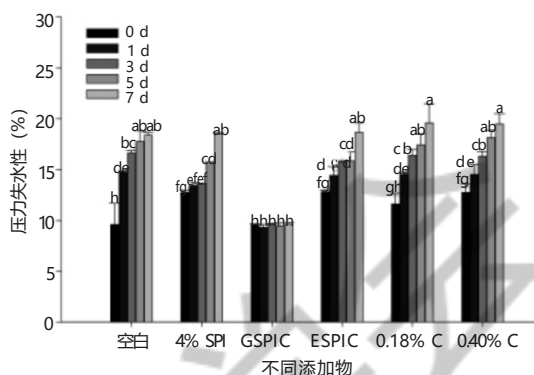


图 4 不同添加物对猪肉肠压力失水率的影响

Fig.4 The effect of different additives on the pressure water loss rate of pork sausage

注：字母不同表示不同处理组间差异显著($P < 0.05$)。

由图 4 可知，随着贮存时间的延长，空白对照组、SPI、E-C-SPI、0.18% C 和 0.40% C 组的猪肉肠压力失水率均呈上升趋势，而 G-C-SPI 组保持不变，且其总体水分含量与对照组无显著差异，说明 G-C-SPI 对肉肠具有良好的保水性，这可能是由于凝胶型强度较大的 G-C-SPI 添加到肉肠中，在肉肠内部形成致密实的网络结构，将水分子包裹在其内部，当施加一定外力时，被包裹的水分不易流失，降低了肉肠的失水率。而其余各组不具有较强的凝胶聚集性，因此肉肠内部结构较为疏松，随着贮存时间的延长，肉肠的品质难以维持，致使内部水分子结构松散，易于失去。由此，与其余各组相比，G-C-SPI 可更好地维持猪肉肠的品质。

2.4.2 持水性 (WHC) 结果分析

为进一步证明 G-C-SPI 的添加可以改善肉肠的保水性，本实验从失水率的对立角度（肉肠的持水性）进行分析。不同添加物对猪肉肠持水性的影响见图 5。

由图 5 可知，随着贮存时间的延长，各组肉肠的持水性呈先上升后下降的趋势，这是由于在贮存的前期，肉肠结构逐步稳定，水分子被更好地固定在肠体内部，而随着时间的延长，肉肠品质逐渐下降，结构疏松，内

部水分子在受到外界强烈作用力时流失。贮存第 0 天时，G-C-SPI 组的持水性显著高于对照组及其余各组，且随着时间的延长，G-C-SPI 组的持水性仍保持在较

高水平，综上，在猪肉肠水分含量相同的前提下，添加 G-C-SPI 可降低肉肠的失水率，提

高肉肠的持水性，具有维持肉肠品质的作用。

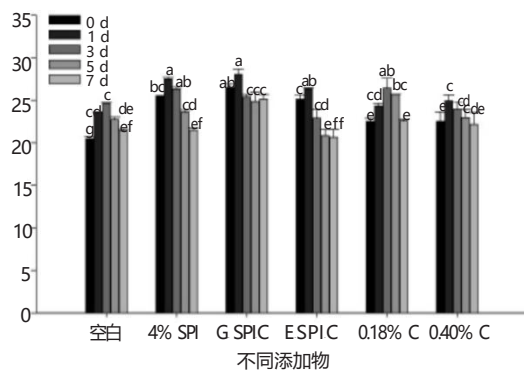


图 5 不同添加物对猪肉肠持水性的影响
Fig.5Theeffectofdifferntadditivesonthe water holding capacity of porksausage

注：字母不同表示不同处理组间差异显著(P<0.05)。

2.5 复合物对猪肉肠感官品质的影响

为更好地说明 C-SPI对肉糜品质的影响，本实验将添加不同复合物及不同浓度儿茶素的新鲜肉糜经简单工艺加工制成猪肉肠进行品质评定。感官食用品质是评价肉制品好坏最直接且有效的方法之一，不同添加物对猪肉肠感官评分的影响结果见图 6。

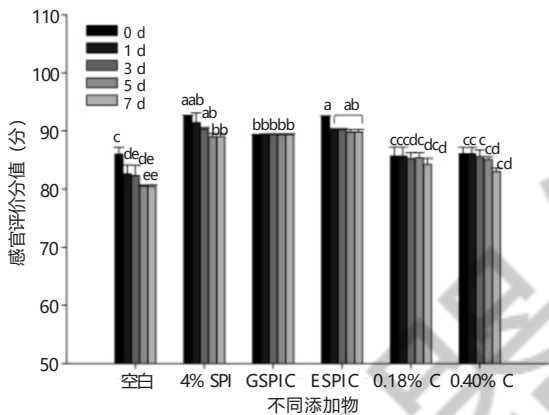


图 6 不同添加物对猪肉肠贮存期间感官评分的影响
Fig.6Theeffectofdifferntadditivesonthesensory scoresoftinfoilsausagesduring storage

注：字母不同表示不同处理组间差异显著(P<0.05)。

由图 6可知，贮存 0~3d，含有 SPI、G-C-SPI与 E-C-SPI的猪肉肠的感官品质显著优于对照组，含有 0.18% C和 0.40% C的猪肉肠的感官品质与对照组无明显差异，这可能是由于 SPI及 C-SPI复合物可填

充至肌原纤维蛋白的网络结构中，与肉糜蛋白质结合并形成均一稳定的结构，维持肉肠表面及切割面的光滑和平整，且含有 SPI、G-C-SPI与 E-C-SPI的猪肉肠的切割面无肉渣，对于肉肠颜色，6名专业人士表示更容易接受略带红色的肉肠，而另外 4名专业人士表示更易接受不具有特殊颜色的肉肠。随着贮存时间的延长，含有 SPI、G-C-SPI、E-C-SPI的3组肉肠中，前者的感官评分有所降低且出现显著差异，后两组的感官评分随着贮存时间的延长未发生显著变化，以上结果说明两种 C-SPI复合物可以在提高猪肉肠感官评分的同时更好地维持肉肠的品质，具有市场应用价值。

3 结论

本文以猪肉肠为研究对象，通过预实验筛选儿茶素与大豆分离蛋白相互作用条件来分别制备凝胶性最佳及乳化性最佳的 G-C-SPI和 E-C-SPI复合物，并将复合物添加于猪肉肠中测定其品质的变化。结果显示：添加 SPI、G-C-SPI、E-C-SPI的肉糜所制得的猪肉肠具有良好的感官稳定性，将略带颜色的复合物 G-C-SPI、E-C-SPI添加到肉肠中会降低肉肠的 L* 值，60% 的专业人士表示 G-C-SPI、E-C-SPI对肉肠所产生的红棕色更易于接受，随着贮存时间的延长，含有 G-C-SPI、E-C-SPI、0.18% C和 0.40% C的肉肠的 a* 值降低延缓或无明显变化，且各组之间弹性及水分含量无明显差异，说明 C-SPI复合物具有维持肉肠品质的作用；此外，G-C-SPI组肉肠的硬度值最高且保水性最好，这与 G-C-SPI具有良好的凝胶性质有关。本研究结果有望为进一步拓展多酚类物质在食品行业中的应用提供新思路，为提升肉制品品质提供新策略。

参考文献

- [1]Sirotkin Alexander, Záhoranska Zuzana, Tarko Adam, et al. Plant polyphenols can directly affect ovarian cell functionsandmodify tolueneeffects[J]. JournalofAnimal Physiology andAnimalNutrition, 2020 , 105(5) :13461.
- [2]NielsenN C. Structureof soy proteins[J]. New Protein Foods(USA) ,1985:27-64.
- [3]周茛, 黄行健, 吕思伊, 等. 物理作用力对大豆分离蛋白乳化性及乳化稳定性的影响[J]. 食品科学, 2010 , 31(7) :71-74.
- [4]Wisnuwardani-Ratih Wirapusita, De Henauw Stefaan, MarikaFerrari, et al. Totalpolyphenolintakeisinversely associatedwitha pro/anti-inflammatory biomarkerratioin European adolescents of the HELENA study[J]. The JournalofNutrition, 2020 , 150(6) :1610-1618.
- [5]张路路, 陈奕, 王玉婷, 等. 葡萄渣多酚的分布、生物活性及其在食品中的应用研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2015 , 6(12) :4871-4877.

- [6] 成少宁, 裴亚萍, 许先猛, 等. 葡萄籽多酚对花生牛轧糖保质期的影响研究[J]. 食品工程, 2020(2):40-43.
- [7] 林娟, 韩玲, 陈颢予, 等. 甜瓜皮多酚的提取及其对牛肉保鲜效果的影响[J/OL]. 食品与发酵工业: 1-10[2021-02-01]. <http://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.026064>.
- [8] 王萌. 预制清炸大麻哈鱼调理食品的开发及品质研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2020.
- [9] 贾娜, 刘丹, 王乐田, 等. 儿茶素对冷藏猪肉糜脂肪和蛋白氧化及品质特性的影响[J]. 中国食品学报, 2018, 18(12): 210-218.
- [10] 曾亮. 儿茶素对鸭肉保鲜和对肉鸭生长的影响及其机理研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2007.
- [11] Ryan L, Sutherland S. Comparison of the effects of different types of soy milk on the total antioxidant capacity of black tea infusions[J]. Food Research International, 2011, 44(9):3115-3117.
- [12] 邢淑婕, 张宇航, 刘开华. 含茶多酚的大豆分离蛋白涂膜对豇豆保鲜效果的影响[J]. 食品工业, 2015, 36(9):192-195.
- [13] QinYY, YangJY, Lu HB, et al. Effect of chitosan film incorporated with tea polyphenol on quality and shelf life of pork meat patties[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2013, 61(10):312.
- [14] 牛春艳, 梁旭, 李帅. 苹果多酚大豆分离蛋白可食性膜的研制[J]. 科学技术创新, 2017(31):86-87.
- [15] 赵玉红, 翟亚楠, 许耀鹏, 等. 樟子松多酚和蛋白质的复合反应及产物性质[J]. 北京林业大学学报, 2016, 38(9): 102-107.
- [16] 丁宁. 用含茶多酚的大豆分离蛋白涂膜可延长甜樱桃保鲜期[J]. 中国果业信息, 2013, 30(3):73.
- [17] 刘开华, 邢淑婕. 大豆分离蛋白结合茶多酚处理对冬枣贮藏品质和生理的影响[J]. 食品工业, 2013, 34(8):115-117.
- [18] 刘开华, 张宇航, 邢淑婕. 含茶多酚的大豆分离蛋白涂膜对甜樱桃保鲜效果的影响[J]. 茶叶科学, 2013, 33(1): 67-73.
- [19] 刘开华, 王家东, 邢淑婕. 含茶多酚的大豆分离蛋白涂膜对红富士苹果贮藏品质和生理的影响[J]. 中国食品添加剂, 2012(5):140-145.
- [20] 郭梅英, 余亮, 夏彩芬. 儿茶素/壳聚糖复合膜的抗氧化性分析[J]. 湖北工程学院学报, 2020, 40(6):9-14.
- [21] 焦铭. 儿茶素干预脂肪氧合酶催化亚油酸诱导大豆伴球蛋白氧化的作用机理研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2018.
- [22] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品中水分的测定: GB5009.3-2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [23] 翟小波, 李洪军, 贺稚非. 薯类淀粉对兔肉肉糜流变性质和凝胶特性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(12):49-56.

品质的影响, 并采用模糊逻辑模型进行验证试验。试验结果表明: 在其他条件不变的情况下, 海藻酶解液添加量 20%, 木糖添加量 6.0%, 半胱氨酸添加量 0.2%, 反应温度 100 °C 时制得的海藻鸡肉膏感官品质最好。本试验不仅为创新研发海藻鸡肉膏产品提供了借鉴, 也为模糊逻辑模型应用于食品配方优化提供了参考。

参考文献:

- [1] 郑家伦, 李晨, 陆利霞, 等. 美拉德反应制备咸味香精研究进展[J]. 中国调味品, 2016, 41(12):129-133.
- [2] 陆君, 刘奕, 闫丹丹. 鸡精调味料鸡肉风味的优化[J]. 食品工业, 2019, 40(10):66-70.
- [3] 田可. 海带复合调味素的研制[D]. 福州: 福建农林大学, 2012.
- [4] Molnár P J. A model for overall description of food quality[J]. Food Quality and Preference, 1995, 6(3):185-190.
- [5] Beriain M J, Chasco J, Lizaso G. Relationship between biochemical and sensory quality characteristics of different commercial brands of salchichon[J]. Food Control, 2000, 11(3):231-237.
- [6] Perrot N, Ioannoul, Allais I, et al. Fuzzy concepts applied to food product quality control: a review[J]. Fuzzy Sets & Systems, 2006, 157(9):1145-1154.
- [7] Tahsiri Z, Niakousari M, Khoshnoudi-Nia S, et al. Sensory evaluation of selected formulated milk barberry drinks using the fuzzy approach[J]. Food Science & Nutrition, 2017(5): 739-749.
- [8] Shrivastava C, Chakraborty S. Bread from wheat flour partially replaced by fermented chickpea flour: optimizing the formulation and fuzzy analysis of sensory data[J]. LWT-Food Science and Technology, 2017, 90:215-223.
- [9] Mukhopadhyay S, Majumdar G C, Goswami T K, et al. Fuzzy logic (similarity analysis) approach for sensory evaluation of chhana podo[J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 53(1):204-210.
- [10] Chakraborty D, Shrivastava S, Das H. Aggregation of sensory data using fuzzy logic for sensory quality evaluation of food[J]. Journal of Food Science and Technology, 2013, 50(6):1088-1096.
- [11] 冉静学. 三角模糊数排序方法的研究[J]. 中央民族大学学报(自然科学版), 2011(4):39-44.
- [12] 杨洁茹, 沈照鹏, 余俊红, 等. 酶法提取海带成分分析[J]. 食品科技, 2019, 44(7):277-282.
- [13] 朱新武. 鸡肉美拉德肽的制备及其呈味研究[D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2015.
- [14] 王旭, 冯涛, 庄海宁. 氨基酸对美拉德反应产物呈香特性的研究进展[J]. 中国调味品, 2013, 38(7):1-5.
- [15] 尚易. 鸡汤特征香气分析与鸡肉香精制备工艺的研究[D]. 上海: 上海应用技术学院, 2015.