

大豆分离蛋白对速冻肉饼理化和质构特性的影响

邓秀蝶, 滕建文*, 王勤志, 夏 宁
(广西大学轻工与食品工程学院, 广西 南宁 530004)

摘 要: 本实验用大豆分离蛋白(soy protein isolate, SPI)替代速冻中式肉饼中的部分猪肥膘, 研究SPI对肉饼的加工特性、质构特性和色度的影响。结果表明: SPI替代率为12.5%~62.5%时, 速冻肉饼的离心损失率、蒸煮损失率逐渐减少, 蒸煮损失率的减少量最大达89%, 离心损失率减少量最大为49%; 水分含量和水分保有率逐渐增大, 当替代率为62.5%时, 生肉饼水分含量增大了31%, 熟肉饼水分含量增大了36%, 水分保有率增加了32%; 而解冻损失率在SPI替代率为0~37.5%时是逐渐降低的, 超过37.5%则变大。蛋白质含量随着SPI替代率的增大而增大, 当替代率为37.5%时, 生肉饼蛋白质含量比无替代肉饼增加了34%, 而脂肪含量随着替代率的增大而减少, 替代率最大时脂肪含量减少最多, 减少量达到57%(生肉饼)。质构方面, 肉饼硬度、咀嚼性随着SPI替代率的增大逐渐增大。SPI替代率在50.0%及以下对肉饼的色度值没有影响。

关键词: 大豆分离蛋白; 肉饼; 加工特性; 质构特性

Effect of Soy Protein Isolate on Physicochemical Properties and Structural Characteristics of Quick-Frozen Patty

DENG Xiudie, TENG Jianwen*, WANG Qinzhi, XIA Ning
(Institute of Light Industry and Food Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: Low fat is the trend of future development of Chinese patty. The effect of soy protein isolate (SPI) on processing features, structure characteristics and color of petty with SPI replacing partially fat was studied. The experimental results showed that when the SPI replacement rate was 12.5%–62.5%, the centrifugal loss and cooking loss of quick-frozen patties gradually reduced by up to 89%, the centrifugal loss reduced by up to 49%. The moisture content and moisture retention increased gradually. Moreover, The moisture content of uncooked and cooked patties increased by 31% and 36%, the moisture retention increased by 32% when the replacement rate was 62.5%; the thawing loss rate at SPI substitution rate of 0–37.5% gradually declined followed by an increase when the substitution rate exceeded 37.5%. The protein content increased as SPI replacement rate rose. At the replacement rate of 37.5%, the protein content of uncooked patties increased by 34% when compared with the sample without substitution. The fat content reduced with increasing replacement rate. The largest replacement rate induced the maximum fat reduction of uncooked patties, by up to 57%. In terms of quality and structure, the hardness and chewiness gradually increased with increasing replacement rate. No effect on the color was observed with SPI substitution rate below 50.0%.

Key words: soy protein isolate (SPI); patty; processing features; structure characteristics

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2015)15-0070-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201515014

传统中式肉饼以半肥瘦猪肉加工, 并通过蒸煮成熟。中式肉饼因其独特的风味深受人们的喜爱, 是中国大小酒店、餐馆上经常出现的一道菜。然而, 传统中式肉饼含有较多脂肪, 对于预防肥胖、心血管疾病等慢性病不利。在现代人们追求健康、方便饮食的背景下, 肉制品生产厂家开发低脂速冻肉饼将具有广阔的市场。

开发低脂肉制品最常用的手段是用脂肪替代物替代

肉制品中的全部或者部分脂肪。近10 a来, 国内外对脂肪替代品研究的报道比较多。研究表明, 脂肪替代品可以使肉制品在低脂条件下仍能保持较好的口感, 同时脂肪、胆固醇和热量明显减少^[1]。蛋白质具有许多功能特性, 被广泛应用于肉制品中, 大豆蛋白是肉制品行业中碎肉和蒸煮肉制品常用的植物性配料^[2]。大豆分离蛋白(soy protein isolate, SPI)的蛋白质含量高达90%以上,

收稿日期: 2014-11-06

基金项目: 广西科技攻关计划项目(桂科攻1348009-6; 桂科攻1348009-4); 2013年度国家星火计划项目(2013GA790001)

作者简介: 邓秀蝶(1991—), 女, 硕士研究生, 研究方向为植物蛋白工程。E-mail: 1220311384@qq.com

*通信作者: 滕建文(1969—), 男, 教授, 硕士, 研究方向为肉制品加工。E-mail: tjw1027@gxu.edu.cn

具有改善食品的营养和口感、延长保质期并降低生产成本等优点,因此广泛应用于鱼制品、肉制品、面制品、冷食制品和糖制品中。许多研究证明大豆分离蛋白对改善肉制品的结构、质地、保水性和保油性等功能特性有重要意义^[3-6]。在肉制品中,SPI已广泛应用于火腿肠、香肠、午餐肉、肉丸和西式肉饼中。但目前低脂速冻中式肉饼的开发,以及将SPI作为脂肪替代物应用于中式肉饼中的研究鲜有报道。本实验将SPI凝胶作为中式肉饼猪肥膘的替代物,用于制作速冻中式肉饼,研究SPI凝胶对速冻肉饼的解冻损失率、离心损失率、蒸煮损失率以及对水分、蛋白质、脂肪含量等理化指标、质构和色度特性等的影响,为开发低脂肉饼提供一定的理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料

猪肉、米酒(28%,V/V)、生抽均为市售;大豆分离蛋白(纯度≥90%),购于谷神生物集团有限公司。

SPI凝胶的制备:将100 mL水加入到40 g大豆分离蛋白粉中,搅拌直到形成凝胶,其质量分数为28.6%。

1.2 仪器与设备

MM8型绞肉机 韶关市新通力食品机械有限公司;冰箱 容声电器有限公司;AT-XT Plus物性测定仪 英国StableMicvo公司;CM-3600d分光测色计 日本柯尼卡·美能达公司;PEN3电子鼻 德国Airsense公司。

1.3 方法

1.3.1 速冻肉饼的制作

按6:4的瘦肥比选择新鲜猪肉,洗净后分别用孔径为5 mm的绞肉机绞碎。按鲜肉质量的15%添加辅料(木薯淀粉4.8%、食盐1.65%以及亚硝酸盐75 mg/kg,其余为白糖等调味料和香辛料),与瘦肉混合均匀并腌制2 h。然后加入猪肥膘,混合均匀,用直径为6 cm、高为1 cm的圆形模具成型。将成型肉饼用蒸煮袋以热封的形式包装,置于一60℃冰箱下速冻1 d后取出,置于冰柜冻藏。

Danowska-Oziewicz^[7]研究了SPI添加量为2%、5%和10%的低脂猪肉饼的质量特征,发现不会引起不良影响的SPI的最大添加量为5%。参考此最适添加量,本研究选取SPI凝胶替代比例分别为0(R0组)、12.5%(R1组)、25.0%(R2组)、37.5%(R3组)、50.0%(R4组)和62.5%(R5组),分别含有0、3.57%、7.15%、10.7%、14.3%和17.9%的SPI。SPI替代率为各实验组SPI凝胶质量(g)与R0组猪肥膘的质量(g)的比值。按上述工艺及同样配方,仅采用SPI凝胶替代不同比例的猪肥膘制作低脂速冻肉饼。样品冻藏5 d后取出进行各项理化指标测定和感官分析。

1.3.2 速冻肉饼加工特性的测定

解冻损失率^[8]:将冷冻肉饼取出,放置在4℃条件下解冻12 h,将可见的渗出物用纸巾吸附掉,分别称量肉饼解冻前后的质量。按公式(1)计算解冻损失率。

$$\text{解冻损失率}/\% = \frac{\text{解冻前质量}/\text{g} - \text{解冻后质量}/\text{g}}{\text{解冻前质量}/\text{g}} \times 100 \quad (1)$$

离心损失率^[9-10]:将冷冻肉饼取出,4℃条件下解冻12 h。称取解冻后的样品约2 g放入底部垫有滤纸的离心管中,4 000 r/min离心20 min。记录离心前后样品的质量,按公式(2)计算离心损失率。

$$\text{离心损失率}/\% = \frac{\text{样品原质量}/\text{g} - \text{离心后样品质量}/\text{g}}{\text{样品原质量}/\text{g}} \times 100 \quad (2)$$

蒸煮损失率^[11]:将冷冻肉饼取出,放置在4℃条件下解冻12 h。去除包装,称量生肉饼的质量,再装到盘里用沸水蒸8 min,取出在室温下冷却,称量肉饼质量(不包括蒸煮后的液体)。按公式(3)计算蒸煮损失率。

$$\text{蒸煮损失率}/\% = \frac{\text{蒸煮前质量}/\text{g} - \text{蒸煮后质量}/\text{g}}{\text{蒸煮前质量}/\text{g}} \times 100 \quad (3)$$

水分保有率^[12-13]:水分保有率代表在每100 g生肉饼中蒸煮后水分的保有率,计算方法参考El-Magoli^[14]、Ikhlas^[15]等并稍做修改。水分含量按照GB/T 9695.15—2008《肉与肉制品 水分含量测定》测定,按公式(4)计算水分保有率。

$$\text{水分保有率}/\% = \frac{\text{蒸煮后肉饼质量}/\text{g} \times \text{蒸煮后肉饼水分含量}/\%}{\text{生肉饼质量}/\text{g}} \times 100 \quad (4)$$

1.3.3 速冻肉饼主要成分含量的测定

蛋白质含量测定参照GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》中凯氏定氮法。

脂肪含量测定参照GB/T 14772—2008《食品中粗脂肪的测定》。

1.3.4 速冻肉饼质构特性的测定

将肉饼切成3 cm×3 cm×1 cm的小块,用SMS质构仪进行全质构测试(texture profile analysis, TPA),选用P100柱形探头。测试速率为1 mm/s,压缩比为75%^[16],可得样品的硬度、弹性、咀嚼性等指标。

1.3.5 速冻肉饼色度的测定

使用分光测色计测定蒸煮前和蒸煮后肉饼表面的颜色,记录每个平行肉饼的亮度(L*)值、红度(a*)值和黄度(b*)值。

1.4 数据处理

使用Excel 2003和SPSS Statistics 17.0数据处理软件,分析各个替代比例肉饼与对照组的显著关系以及各个替代组间的差异。显著水平取 $\alpha = 0.05$ 。以Duncans Multiple Range分析各组平均值的差异。

2 结果与分析

2.1 SPI凝胶的不同替代比例对速冻中式肉饼加工特性的影响

表1 不同SPI凝胶替代率的速冻肉饼的加工特性
Table 1 Processing characteristics of frozen patties with different replacement rates of SPI

组别	SPI 替代率/%	解冻 损失率/%	离心 损失率/%	蒸煮 损失率/%	水分 保有率/%
R0组	0	0.45±0.05 ^{bc}	7.01±0.08 ^a	3.48±0.67 ^d	47.77±2.00 ^a
R1组	12.5	0.43±0.06 ^b	6.27±0.08 ^b	1.36±0.45 ^c	50.97±0.13 ^b
R2组	25.0	0.39±0.08 ^{ab}	5.73±0.15 ^c	1.14±0.23 ^{bc}	55.02±0.85 ^c
R3组	37.5	0.29±0.02 ^a	4.68±0.11 ^d	0.86±0.16 ^{abc}	58.00±0.48 ^d
R4组	50.0	0.54±0.09 ^c	3.95±0.06 ^e	0.60±0.21 ^{ab}	60.26±0.17 ^e
R5组	62.5	0.42±0.04 ^b	3.59±0.02 ^f	0.39±0.23 ^a	63.16±0.44 ^f

注：同列小写字母不同表示差异显著（ $P < 0.05$ ）。下同。

解冻损失率和离心损失率是评价速冻肉制品品质的重要指标。解冻损失率高，说明肉制品的冷冻性能不好。添加SPI凝胶可以影响速冻肉饼的解冻损失率。如表1所示，SPI替代率在0~37.5%时，解冻损失率随着SPI替代率的增加逐渐降低，替代率为37.5%时达到最低，比无替代肉饼减少了36%，这得益于SPI具有一定的保水能力；但是替代率超过37.5%时，解冻损失率又增大了，这可能是因为SPI替代率过高，减少了肉饼间的组织紧密性，使肉饼中游离水易流失。离心损失率和蒸煮损失率在SPI替代率为0~62.5%的范围内均随着替代率增加而减少，替代率为62.5%时，蒸煮损失率的减少量达到89%，这与水分保有率随着SPI替代率增加而增大相吻合。大豆分离蛋白的结构长链中含有极性侧链，具有亲水性，因此大豆蛋白质能吸收水分并能在食品成品中保留水分^[17]。另外，肉饼蒸煮损失率随着SPI替代率的增加而减少，除了与SPI的持水能力有关外，还得益于SPI的保油性。大豆蛋白加入肉制品中，能形成乳状液和凝胶基质防止脂肪向表面移动，因而起着促进脂肪吸收或脂肪结合的作用，可以减少肉制品加工过程中脂肪和汁液的损失，有助于维持外形的稳定。这与Lauck^[18]的报道一致。Youssef等^[19]在研究植物蛋白对乳化肉的影响时，也发现添加了大豆蛋白和乳清蛋白实验组的蒸煮损失率较低。

2.2 不同SPI凝胶替代率对速冻肉饼的水分、脂肪、蛋白质含量的影响

表2 SPI凝胶不同替代比例的速冻肉饼的主要成分含量
Table 2 Principal components of frozen patties with of different replacement rates of SPI

组别	SPI 替代率/%	生肉饼			熟肉饼		
		水分含量/%	脂肪含量/ (g/100 g)	蛋白质含量/ (g/100 g)	水分含量/%	脂肪含量/ (g/100 g)	蛋白质含量/ (g/100 g)
R0组	0	50.57±2.54 ^a	31.74±1.55 ^a	10.01±0.19 ^a	46.61±0.03 ^a	28.95±0.99 ^a	12.20±0.30 ^a
R1组	12.5	55.09±2.23 ^b	27.93±0.98 ^b	11.32±0.10 ^b	52.57±1.96 ^b	24.10±1.51 ^b	13.20±0.21 ^b
R2组	25.0	59.40±0.60 ^c	22.53±1.26 ^c	11.77±0.17 ^c	56.64±0.24 ^c	19.87±0.66 ^c	13.29±0.60 ^{bc}
R3组	37.5	60.61±1.46 ^{cd}	21.43±0.90 ^c	13.43±0.11 ^d	58.83±0.49 ^d	18.62±0.64 ^d	14.50±0.23 ^c
R4组	50.0	62.74±0.32 ^d	14.76±1.86 ^d	14.08±0.12 ^e	60.61±0.20 ^e	15.11±0.87 ^d	16.33±0.07 ^d
R5组	62.5	66.04±0.65 ^e	13.75±0.26 ^d	15.15±0.12 ^f	63.17±0.99 ^f	11.12±0.61 ^e	16.42±0.07 ^d

肉饼的水分含量会影响肉饼的嫩度、多汁性等，是评价肉饼品质的一个重要指标。由表2可知，添加SPI的肉饼其水分含量明显比无添加SPI的肉饼大（ $P < 0.05$ ），而且在SPI替代率为0~62.5%的范围内，随着替代率的增加，肉饼的水分含量呈现增大的趋势，这与水分保有率的变化趋势一致。当替代率达到62.5%时生肉饼水分含量增加了31%，与水分保有率增加了32%很接近，这些均得益于SPI的持水能力。有研究表明，大豆蛋白的添加量和持水能力成明显的正相关（ $r = 0.981$ ， $P < 0.05$ ）^[20]。对比生、熟肉饼的水分含量，可知熟肉饼的水分含量比生肉饼的水分含量低，这是因为在蒸煮过程中肉饼水分从肉饼组织内部迁移到肉饼表面，使水分有所损失。对于肉饼的脂肪含量，不论生肉饼还是熟肉饼都是无添加SPI的最高，分别为31.74 g/100 g和28.95 g/100 g。随着SPI的添加，脂肪含量均减少，替代率为25.0%时生肉饼脂肪含量减少了29%，已经符合低脂产品的要求，而替代率为62.5%时脂肪减少量甚至达到57%。由于肉饼配方中用SPI代替了部分脂肪，使得肉饼的脂肪含量降低，而蛋白质含量增大。而熟肉饼的脂肪含量比生肉饼的脂肪含量低，则是因为在蒸煮过程中肉饼组织内部的脂肪迁移，在表面渗出，导致熟肉饼的脂肪含量减少。随着SPI替代比例的增大，肉饼蛋白质含量增大，当替代率为37.5%时生肉饼蛋白质含量就已经增加了34%，符合高蛋白产品的要求，而替代率为62.5%时蛋白质含量甚至比无添加SPI的生肉饼增加了51%。SPI的蛋白质含量达到90%以上，将其添加到肉饼中显然会增大肉饼的蛋白质含量。而与水分含量和脂肪含量在生、熟肉饼之间的差异不同，熟肉饼的蛋白质含量比生肉饼的蛋白质含量大，是因为在蒸煮过程中有水分损失和脂肪损失，而蛋白质在蒸煮过程几乎没有渗出损失。

2.3 不同SPI凝胶替代率对速冻中式肉饼质构的影响

表3 不同SPI凝胶替代率的生肉饼的质构特性
Table 3 Texture properties of uncooked patties with of different replacement rates of SPI

组别	SPI替代率/%	硬度/g	弹性	内聚性	咀嚼性/g
R0组	0	2 793.35±92.79 ^a	0.12±0.05 ^a	0.18±0.16 ^a	79.65±9.53 ^a
R1组	12.5	3 235.01±145.01 ^b	0.13±0.07 ^{ab}	0.15±0.08 ^a	66.00±9.80 ^a
R2组	25.0	3 374.41±106.74 ^{bc}	0.15±0.08 ^b	0.18±0.04 ^b	90.72±23.11 ^{ab}
R3组	37.5	3 408.46±15.38 ^c	0.16±0.03 ^c	0.18±0.12 ^b	90.53±14.03 ^{ab}
R4组	50.0	3 530.70±31.82 ^c	0.17±0.01 ^c	0.19±0.07 ^b	156.82±59.35 ^{bc}
R5组	62.5	4 255.88±30.79 ^d	0.24±0.10 ^d	0.21±0.17 ^b	181.45±58.54 ^c

由表3可知，SPI的添加量对生肉饼的硬度有显著影响。随着SPI替代率的增加，生肉饼的硬度也逐渐增大。这是因为肉中的脂肪会增加肉糜颗粒的润滑性和水溶性物质移动性，从而增加肉制品柔软顺滑的感觉，减少脂肪就减少了这种作用，而SPI等蛋白质不仅没有这种作

用,反而还增加了反作用,因此,脂肪的减少和SPI的增加增强了产品的硬度。孙健等^[21]研究亚麻籽胶、黄原胶与大豆分离蛋白对肉制品出品率和质构特性的影响时发现SPI使产品的硬度显著增加;郝娟等^[22]在研究大豆分离蛋白、淀粉、卡拉胶对鸡肉肠硬度的影响时,发现大豆分离蛋白能极显著提高鸡肉肠的硬度($P<0.01$)。而Youssef等^[19]也发现添加大豆蛋白对乳化肉的硬度有影响,因为大豆分离蛋白使肉饼蛋白质含量增加导致蛋白质矩阵更密集,因此产生更多的刚性结构。对比表3和表4可知,熟肉饼的硬度几乎是生肉饼硬度的2~3倍,在SPI替代率为12.5%~62.5%之间也随着替代率的增加而增大。这是因为肉饼蒸煮后蛋白质变性,使其刚性强度更大。

表4 不同SPI凝胶替代率的熟肉饼的质构特性
Table 4 Texture properties of cooked patties with of different replacement rates of SPI

组别	SPI替代率/%	硬度/g	弹性	内聚性	咀嚼性/g
R0组	0	7 945.72±497.42 ^b	0.49±0.05	0.26±0.01	1 009.36±189.26 ^b
R1组	12.5	6 560.11±396.34 ^d	0.50±0.01	0.23±0.02	759.48±81.37 ^e
R2组	25.0	7 882.66±175.40 ^b	0.55±0.02	0.22±0.00	977.87±26.26 ^{ab}
R3组	37.5	8 677.70±871.75 ^{bc}	0.55±0.05	0.24±0.01	1 148.45±105.35 ^b
R4组	50.0	8 665.02±738.86 ^{bc}	0.55±0.04	0.24±0.00	1 143.16±86.08 ^b
R5组	62.5	9 206.85±756.82 ^c	0.57±0.11	0.23±0.01	1 212.49±341.88 ^b

由表3可知,SPI凝胶的添加量达到25%时才会对生肉饼弹性产生显著影响($P<0.05$),弹性随着SPI替代率的增加而增加,这可能是因为SPI具有良好的吸水性和膨胀性。由表4可知,SPI凝胶的添加量对熟肉饼弹性的影响不显著($P>0.05$)。对于内聚性,除了SPI替代率为12.5%的生肉饼与其他替代率生肉饼有显著差异($P<0.05$)外,其他替代率生肉饼与无添加SPI的生肉饼之间没有显著差异;熟肉饼之间的内聚性没有显著差异,这与Youssef等^[19]的研究结论一致。生肉饼咀嚼性在SPI替代率为12.5%时偏小,但是整体是随着SPI替代率的增大而增,SPI替代率达到50%及其以上时,咀嚼性显著增大。对于熟肉饼来说,虽然各个替代率间肉饼的咀嚼性没有显著差异($P>0.05$),但是也随着SPI替代率的增大而增大,替代率达到37.5%时比无替代的肉饼的咀嚼性大。孙健等^[21]也发现随着SPI添加百分数的增大,猪肉肠的咀嚼性增大,但是差异不显著($P>0.05$)。这些结果与Herrero等^[20]的研究大豆蛋白对肉的影响结论几乎一致:添加大豆蛋白的肉硬度和咀嚼性比无添加的对照组的大;弹性和内聚性则没有显著差异;硬度和大豆蛋白含量成正相关($r=0.974$, $P<0.005$),咀嚼性与大豆蛋白含量成正相关($r=0.968$, $P<0.005$)。

2.4 不同SPI凝胶替代率对速冻中式肉饼色度的影响

由表5可知,用SPI凝胶代替肉饼的脂肪对肉饼

的色度值影响不大。其中,生肉饼组,肉饼的 L^* 值和 a^* 值在SPI替代率为0~62.5%之间都没有显著差异($P>0.05$);SPI替代率为12.5%~62.5%肉饼的 b^* 值与无SPI替代的传统肉饼无显著差异($P>0.05$)。熟肉饼组,SPI替代率为12.5%~62.5%肉饼的 L^* 值与无SPI替代的传统肉饼无显著差异($P>0.05$);而对于 a^* 值,SPI替代率为12.5%~50%的肉饼与传统肉饼无显著差异($P>0.05$),SPI替代率为62.5%的R5组肉饼与传统肉饼的有显著差异,即红色较浅,这是因为大量的SPI掩盖了瘦肉本身的红色;对于 b^* 值,SPI替代率为0~62.5%的肉饼之间都没有显著差异($P>0.05$)。总的来说,替代率为50%及其以下的SPI凝胶代替速冻中式肉饼的猪肥膘时对肉饼的颜色没有显著影响。

表5 不同SPI凝胶替代率中式肉饼的色度值
Table 5 Color parameters of patty with of different replacement rates of SPI

组别	SPI替代率/%	生肉饼			熟肉饼		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
R0组	0	62.42±5.84	2.26±1.72	12.24±1.08 ^{ab}	57.15±1.90 ^{ab}	4.76±0.55 ^b	9.77±0.88
R1组	12.5	59.10±1.82	2.95±0.41	14.39±0.36 ^b	59.69±0.45 ^b	4.42±0.35 ^b	9.59±1.83
R2组	25.0	64.82±5.22	1.65±1.25	14.07±0.53 ^{ab}	53.81±0.14 ^a	3.31±0.54 ^{ab}	8.87±0.69
R3组	37.5	66.89±9.51	1.00±2.53	9.63±3.34 ^a	58.95±3.95 ^b	2.54±2.48 ^{ab}	6.04±4.57
R4组	50.0	62.39±6.54	1.50±1.90	11.59±3.88 ^{ab}	54.58±1.21 ^a	3.06±1.37 ^{ab}	8.23±1.76
R5组	62.5	64.58±3.98	1.17±0.70	10.25±2.58 ^{ab}	56.67±2.48 ^{ab}	1.52±1.71 ^a	9.46±1.88

3 结论

用SPI替代部分脂肪用于速冻中式肉饼的生产,总体上能够提高肉饼的营养价值和加工性能,但是替代率过大也会对肉饼品质产生不良影响。其中SPI替代率为12.5%~62.5%时,随着替代率的增加,速冻肉饼的离心损失率、蒸煮损失率逐渐减少,水分保有率逐渐增大,水分含量、蛋白质含量逐渐增加,脂肪含量逐渐降低。而解冻损失率在SPI替代率为0~37.5%时是逐渐降低的,超过37.5%则变大。色度方面,SPI替代率在50.0%及以下对肉饼的色度值没有显著影响($P>0.05$)。质构特性方面,SPI替代率对肉饼的内聚性和弹性都没有产生显著影响($P>0.05$);硬度和咀嚼性在SPI替代率为12.5%~62.5%随着替代率的增加而明显增大,从这个方面来说,SPI替代率越大越不利,今后在低脂产品中应寻找具有促进产品柔软度的代脂产品。

参考文献:

- [1] 徐聃,孔保华,武晗.脂肪替代品在肉制品中的研究与应用进展[J].食品研究与开发,2007,28(3):163-166.
- [2] 冯屏,徐玉佩.功能性大豆蛋白及其应用[J].中国油脂,2001,26(6):70-74.
- [3] 马宇翔,杨国龙,周瑞宝,等.大豆分离蛋白对盐溶肌肉蛋白受热形成凝胶的影响[J].河南工业大学学报:自然科学版,2008,29(6):23-25.

- [4] 周玲, 彭顺清, 汪学荣, 等. 大豆分离蛋白在肉制品中的应用[J]. 肉类工业, 2004(11): 41-44.
- [5] 孔保华, 刘迪迪, 刘骞, 等. 添加不同非肉蛋白对乳化肠品质特性的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(7): 145-150.
- [6] 张福, 杨艳敏. 大豆蛋白在肉制品中的重要作用[J]. 肉类工业, 2005(1): 34-36.
- [7] DANOWSKA-OZIEWICZ M. Effect of soy protein isolate on physicochemical properties, lipid oxidation and sensory quality of low-fat pork patties stored in vacuum, map and frozen state[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2014, 38(2): 641-654.
- [8] 赵知微. 素肉饼配方及加工工艺的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2013: 1-48.
- [9] 李莎莎, 安明琦, 丁玉琴, 等. 碱性盐对冷冻鱼糜保水性的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(21): 68-72.
- [10] 邓小顺. 速冻猪肉丸加工工艺及其添加剂的应用研究[D]. 南宁: 广西大学, 2013: 1-70.
- [11] 李雪姣, 马悦培, 谌徽, 等. 无磷酸盐制剂对牛肉嫩度和保水性的影响[J]. 食品工业科技, 2010, 32(3): 109-111.
- [12] GAO Xueqin, ZHANG Wangang, ZHOU Guanghong. Effects of glutinous rice flour on the physiochemical and sensory qualities of ground pork patties[J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 58(1): 135-141.
- [13] PIÑERO M P, PARRA K, HUERTA-LEIDENZ N. Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties[J]. Meat Science, 2014, 80(3): 675-680.
- [14] EL-MAGOLI S B, LAROJA S, HANSEN P M T. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate[J]. Meat Science, 1996, 42(2): 179-193.
- [15] IKHLAS B, HUDA, NORAYATI I. Chemical composition and physicochemical properties of meatballs prepared from mechanically deboned duck quail meat using various types of flour[J]. International Journal of Poultry Science, 2011, 10(1): 30-37.
- [16] RODRÍGUEZ-CARPENA J G, MORCUENDE D, ESTÉVEZ M. Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits[J]. Meat Science, 2012, 90(1): 106-115.
- [17] 唐裕芳. 大豆蛋白的制取及其在肉制品中的应用特性[J]. 肉类工业, 2000(4): 39-40.
- [18] LAUCK R M. The functionality of binders in meat emulsion[J]. Journal of Food Science, 1975, 40(4): 736-740.
- [19] YOUSSEF M K, BARBUT M. Effects of two types of soy protein isolates, native and preheated whey protein isolates on emulsified meat batters prepared at different protein levels[J]. Meat Science, 2011, 87(1): 54-60.
- [20] HERRERO A M, CARMONA P, COFRADES S, et al. Raman spectroscopic determination of structural changes in meat batters upon soy protein addition and heat treatment[J]. Food Research International, 2008, 41(7): 765-772.
- [21] 孙健, 冯美琴, 王鹏, 等. 亚麻籽胶、黄原胶与大豆分离蛋白对肉制品出品率和质构特性的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(21): 1-5.
- [22] 郝娟, 丁武. 大豆分离蛋白、淀粉、卡拉胶对鸡肉肠硬度的影响[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(11): 55-58.