

豌豆蛋白加工特性及在乳化香肠中的应用

白一凡¹, 王 辉², 杨 震², 贡 慧^{2,*}

(1. 石家庄双鸽食品有限责任公司, 河北 晋州 050000; 2. 肉类加工技术北京市重点实验室, 北京 100068)

摘 要: 研究豌豆蛋白的持水性、持油性、凝胶性等特性, 并与大豆分离蛋白进行对比, 考察添加豌豆蛋白对乳化香肠品质的影响。结果表明: 豌豆蛋白的加工性能不及大豆分离蛋白, 但4%以下的添加量可以对乳化香肠的品质产生较好的影响。从营养角度和特色产品出发, 豌豆蛋白仍可以应用于肉制品加工中。

关键词: 豌豆蛋白; 乳化香肠; 加工性能; 品质

Processing Characteristics of Pea Protein and Its Application in Emulsified Sausage

BAI Yifan¹, WANG Hui², YANG Zhen², GONG Hui^{2,*}

(1. Shijiazhuang Shuangge Food Co. Ltd., Jinzhou 050000, China;

2. Beijing Key Laboratory of Meat Processing Technology, Beijing 100068, China)

Abstract: The water holding capacity, oil binding capacity and gel properties of pea protein (PP) were investigated and compared with those of soybean protein isolate (SPI) with an emphasis on the effect of PP addition on the quality of emulsified sausage. It was demonstrated that the processing properties of PP were inferior to those of SPI, but had favorable effects on the quality of emulsified sausage when added at a concentration less than 4%. From the viewpoint of nutrition and product features, PP can be used in meat products.

Key words: pea protein; emulsified sausage; processing performance; quality

中图分类号: TS251.65

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2014) 12-0014-03

豌豆蛋白是生产豌豆淀粉的副产物。早先主要用作动物饲料或饲料添加剂, 相关研究也主要集中在豌豆蛋白动物饲喂研究, 如阚德义等^[1]以伊莎褐商品代蛋鸡为研究对象, 进行了豌豆蛋白粉替代国产鱼粉的应用研究, 并研究确定了豌豆蛋白粉在蛋鸡日粮中的最佳添加量^[2]; 李峻峰等^[3]进行了豌豆蛋白粉代替豆粕饲喂育肥猪的研究; 陈宝江等^[4]进行了豌豆蛋白粉部分代替豆粕对肉鸡生产性能的影响研究。近些年来, 豌豆蛋白的营养价值逐渐被挖掘出来, 研究结果表明其氨基酸组成均衡, 与联合国粮农组织/世界卫生组织推荐的标准模式较为接近, 营养价值高于大豆蛋白。同时, 豌豆蛋白不存在致敏源问题, 还具有降低肥胖、动脉粥样硬化以及恶性肿瘤等发病率的功效^[5], 因此近些年来逐渐引起消费者的关注, 相关研究也逐渐转向改性豌豆蛋白功能特性^[6-10]和酶解制备活性物质^[11-14], 以及豌豆蛋白在食品中的应用^[15-17]等方面。但是整体而言, 豌豆蛋白存在应用领域窄, 附加值低的问题, 极大地浪费了豌豆蛋白这一优质资源, 亟待拓展应用领域。肉制品是我国居民饮食结构中的重要组成部分。为了改善肉制品的品质和均

衡营养, 在肉制品加工中常添加植物蛋白。目前, 国内鲜有豌豆蛋白在肉制品加工中应用的研究报道。为此, 本实验系统研究了豌豆蛋白的加工特性, 以及添加豌豆蛋白对乳化香肠品质的影响, 旨在探索豌豆蛋白在肉制品加工中的应用。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

猪4号肉和猪背脂肪 北京二商大红门肉类食品有限公司; 豌豆蛋白 江苏辰星海洋生物科技有限公司; 花生油 乐天玛特超市(洋桥店)。

消化片、浓硫酸、氢氧化钠、盐酸均为分析纯 国药集团化学试剂有限公司; 大豆分离蛋白 吉林不二蛋白有限公司; 三聚磷酸钠、氯化钠、白砂糖、红曲红色素、香辛料等均为食品级。

1.2 仪器与设备

CR-400型色差计 柯尼卡美能达(中国)投资有限公司; TA-XT plus质构仪 英国Stable Micro System公司;

收稿日期: 2014-09-11

作者简介: 白一凡(1981—), 男, 助理工程师, 学士, 研究方向为肉制品加工工艺。E-mail: 152631265@qq.com

*通信作者: 贡慧(1987—), 女, 工程师, 硕士, 研究方向为肉类食品分析化学。E-mail: ghsunmer@126.com



冷冻离心机 日本Hitachi公司；FSP-625型匀浆机 日本Nihonseiki Kaisha公司；WH82型绞肉机、Cutter K20 Ras V型斩拌机 德国赛德曼机械制造公司；OSCAR 20型灌肠机 德国海因里希弗雷机械制造有限公司；F-120B型制冰机 日本星崎电机株式会社；BYXX-50烟熏箱 杭州艾博机械工程有限公司。

1.3 方法

1.3.1 乳化香肠加工

乳化香肠中豌豆蛋白的添加量为2%、4%和6%，以大豆分离蛋白添加量2%作为对照组，其余组分不变。乳化香肠的加工工艺如下：

原料肉解冻→修整→（肉和脂肪）绞碎→斩拌（添加辅料及添加剂）→灌肠→干燥→蒸煮→冷却→包装→二次杀菌→冷却→入库

1.3.2 持水性测定^[18-23]

称取5 g豌豆蛋白和大豆分离蛋白放入100 mL烧杯中。加入50 mL蒸馏水，用磁力搅拌器以最大转速充分搅拌15~20 min，使样品充分分散。然后转移到预先称质量（ m_1 ）的100 mL离心管中，静置5 min，在室温下以3 000×g的转速离心该悬浊液15 min。所得样液弃去上清液，并将管内的水沥干，将离心管与沉淀一起称质量（ m_2 ），按照式（1）计算持水性。每个样品进行3次平行实验，取平均值。

$$\text{持水性}/(\text{g/g}) = \frac{m_2 - (m_1 + 5)}{5} \quad (1)$$

1.3.3 持油性测定

称取2 g豌豆蛋白和大豆分离蛋白分别放入50 mL离心管中，向其中加入15 mL花生油，用玻璃棒搅拌1~2 min，至样品粉末完全与油接触，用5 mL花生油冲洗玻璃棒，并在离心管壁上将油刮干净。将离心管置于涡旋振荡器上，以最大转速振荡10 min。样品静置5 min后，在室温条件下以3 500×g的转速离心15 min。弃去上清液，用滤纸将管内残油吸干后称质量，持油性按照式（2）计算持油性。每个样品进行3次平行实验，取平均值。

$$\text{持油性}/(\text{g/g}) = \frac{m_2 - m_1}{m} \quad (2)$$

式中： m_2 为离心管与离心后沉淀质量/g； m_1 为离心管与样品质量/g； m 为样品质量/g。

1.3.4 凝胶性测定

称取8~26 g豌豆蛋白和大豆分离蛋白放入200 mL烧杯中。加入100 mL水，磁力搅拌5 min，用高速均质机以10 000 r/min的速度处理1~2 min（每次处理完均质刀头都要清洗）。所得样液置于95℃水浴中保持1 h后，用冰水降温至室温后，放入0~4℃冰箱过夜，第2天观察其状态，以不滑动不散落不塌陷，确定其是否成胶和最低凝

胶质量浓度，并用质构仪测定在最低凝胶质量浓度时的蛋白胶的凝胶强度和凝胶破裂距离。

质构仪的参数设置：测试模式为压缩，测试前速率1 mm/s，测试速率0.5 mm/s，测试后速率10 mm/s，触发力5 g，触发距离2 mm，应变10%，挤压力100 g，压缩距离28 mm。

1.3.5 乳化香肠的质构检测

质构仪使用平底柱形P/50探头，测前速率为2 mm/s，测试速率为1.0 mm/s，测后速率为10 mm/s，压缩比为75%，负载质量为5 g，两次压缩间隔时间为5 s，数据采集率为200 s⁻¹。样品使用圆形管取样器及切刀，取15 mm×15 mm的样品6~8个用于检测。

1.3.6 感官评价

感官评价主要针对所制备样品的滋气味进行评价。评价标准主要依据样品豆腥味和肉香程度：无豆腥味、肉香浓郁9~10分；隐约有豆腥味、肉香较浓7~8分；略有豆腥味、有肉香5~6分；有豆腥味、肉香寡淡3~4分；豆腥味很大、肉香清淡1~2分。评价人员由肉类加工技术北京市重点实验室长期从事肉制品研发的科研人员总成，共计20人，每人根据评分标准对产品进行评价打分。最终产品得分取平均值。

2 结果与分析

2.1 豌豆蛋白的加工特性

豌豆蛋白和大豆分离蛋白的持水性、持油性、最低凝胶质量浓度、凝胶强度和凝胶破裂距离如表1所示。

表1 豌豆蛋白和大豆分离蛋白的加工特性
Table 1 Processing properties of pea protein and soy protein isolate

样品	持水性/ (g/g)	持油性/ (g/g)	最低凝胶质量浓度/ (g/100 mL)	凝胶 强度/g	凝胶破裂 距离/mm
豌豆蛋白	2.69	1.49	18	17.48	15.51
大豆分离蛋白	5.05	1.90	9	41.45	19.50

持水性是蛋白质加工特性中的一种，是指在食品加工过程中其对原料中的水分以及添加到制品中参与加工的水分的保持能力。持水性的高低直接决定着肉制品的质地、风味、组织状态和出品率。由表1可知，豌豆蛋白的各项加工特性均不及大豆分离蛋白。豌豆蛋白的持水性受pH值、温度、离子强度的影响^[22]。据报道，豌豆蛋白的吸水性最高能达到吸附其自身质量的3.3倍的水^[23]。但是，与大豆分离蛋白相比，其持水性相对较差。

持油性是指蛋白产品吸附油的能力，是评价蛋白质功能特性的一个重要指标，其与蛋白质的种类、来源、加工方法、温度等因素有关，而且也与所用的油脂有关^[22]。本研究所有油脂为花生油。豌豆蛋白的持油性（1.49 g/g）相较于大豆分离蛋白（1.90 g/g）较低。

豌豆蛋白的最低凝胶质量浓度为18 g/100 mL, 为大豆分离蛋白的2倍; 凝胶强度为17.48 g, 不及大豆分离蛋白的1/2; 凝胶破裂距离也较大豆分离蛋白短, 为15.51 mm, 说明豌豆蛋白的凝胶性不及大豆分离蛋白。

2.2 豌豆蛋白对乳化香肠品质的影响

表2 乳化香肠的质构特性
Table 2 Texture characteristics of emulsified sausage

添加蛋白质	添加量/%	硬度/g	脆性/g	弹性	内聚性	咀嚼度/g	回复性
豌豆蛋白	2	1 747.03	1 554.56	0.487	0.167	145.17	0.040
	4	2 340.30	1 934.12	0.597	0.224	310.27	0.066
	6	1 208.60	883.22	0.482	0.154	89.68	0.038
大豆分离蛋白	2	1 958.11	2 147.98	0.665	0.213	277.11	0.066

由表2可知, 在相同添加量(2%)时, 添加豌豆蛋白乳化香肠的各项指标的测定值均小于添加大豆分离蛋白的产品。其原因可能与豌豆蛋白的凝胶性不及大豆分离蛋白有关。但乳化香肠的硬度、脆性、弹性等质构特性指标的大小, 并不能直接等同于产品的优劣。这是因为不同的人群, 对产品有着不同的喜好, 对产品的质构特性有着不同的要求。

同时, 当豌豆蛋白添加量为4%时, 乳化香肠的各项指标的测定值最大, 而当添加量增大为6%时, 各项指标又大幅下降, 反而最低。分析其原因, 主要与豌豆蛋白的持水性和凝胶性有关。当添加量增大到4%时, 豌豆蛋白对水分的束缚作用增强, 同时产品中的水分含量相对降低, 而水分含量及状态又直接影响产品质构特性。因此, 适量增加豌豆蛋白添加量(4%)使得产品的各项质构特性指标测定值增大。但是, 豌豆蛋白的凝胶性较差, 过量添加(6%)时, 尽管可以增强对水分的束缚作用, 降低水分相对含量, 但是由于自身的“发散”作用(凝胶性差)导致产品的质构特性反而劣化。

2.3 乳化香肠的感官评价

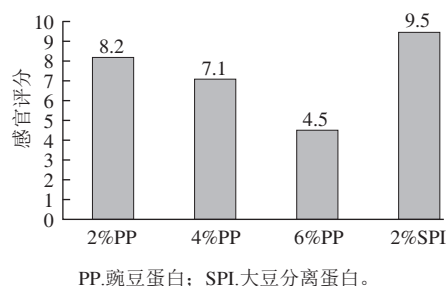


图1 乳化香肠感官评价结果

Fig.1 Sensory evaluation of emulsified sausage

由图1可知, 豌豆蛋白的加入对乳化香肠的滋气味产生了不良影响, 并随添加量增大而增强。这与豌豆蛋白自身具有一定的豆腥味有关。而由于大豆分离蛋白豆腥味很弱, 因此其得分最高。

3 结论

综上所述, 豌豆蛋白的持水性、持油性和凝胶性等加工性能不及大豆分离蛋白。持水性直接关系到产品的出品率, 进而影响产品成本。因此, 在等价的前提下, 应用豌豆蛋白生产肉制品的成本将高于使用大豆分离蛋白。同时, 由于豌豆蛋白的凝胶性较差, 添加豌豆蛋白会导致乳化香肠的硬度、弹性、内聚性等质构特性下降, 对产品品质产生了不利影响。此外, 由于豌豆蛋白的豆腥味较大, 添加豌豆蛋白会使得产品带有豆腥味。但是, 豌豆蛋白并非不可在肉制品加工中应用。通过调整产品配方, 或控制豌豆蛋白的添加量不大于4%, 可以有效克服添加豌豆蛋白给乳化香肠带来的不利影响。同时, 还可通过挤压膨化技术将豌豆蛋白在应用前进行组织化, 此举可有效克服其自身凝胶性差、豆腥味大的缺陷, 为其在肉制品加工中大量应用提供支持。因此, 豌豆蛋白在肉制品加工领域的应用潜力是巨大的。

参考文献:

- [1] 阚德义, 赵来兵, 张旭晨, 等. 豌豆蛋白粉饲喂商品蛋鸡产蛋全程试验研究[J]. 河北畜牧兽医, 1997(4): 1-2.
- [2] 阚德义, 吴占福, 赵来兵, 等. 豌豆蛋白粉在蛋鸡日粮中最佳添加量的试验[J]. 饲料研究, 1998(6): 34-35.
- [3] 李峻峰, 杨晓东, 李奉立. 豌豆蛋白粉代替豆粕饲喂育肥猪的试验[J]. 内蒙古草业, 1997(1): 56-58.
- [4] 陈宝江, 李树友, 王海涛. 豌豆蛋白粉部分代替豆粕对肉鸡生产性能的影响[J]. 养殖技术顾问, 2002(12): 17.
- [5] 柳春光. 豌豆制品的研究与应用[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
- [6] 黄科礼. 高溶解性豌豆蛋白的制备及其功能特性的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [7] 胡婷婷. 酶改性豌豆蛋白功能特性研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2012.
- [8] 郭兴凤, 刘洁, 胡婷婷, 等. 不同酶改性豌豆蛋白的泡沫性能比较[J]. 粮食与饲料工业, 2013(5): 27-30.
- [9] 郭兴凤, 崔会娟, 胡婷婷, 等. 碱性蛋白酶改性对豌豆蛋白乳化性影响[J]. 粮食与油脂, 2013(10): 26-29.
- [10] 郭兴凤, 崔会娟, 胡婷婷, 等. Alcalase改性豌豆蛋白功能性研究[J]. 粮食与油脂, 2014(2): 42-44.
- [11] 薛园园. 豌豆蛋白的酶水解及其产物抗氧化性能研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2011.
- [12] 刁静静, 于伟, 张丽萍. 豌豆蛋白水解物的分离及其抗氧化活性的研究[J]. 包装与食品机械, 2013(3): 25-29.
- [13] 张欣, 熊幼翎, 陈洁. 加热和碱性处理豌豆蛋白对其不同酶水解物抗氧化性的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(15): 5-10.
- [14] 张欣. 甘草提取物与水解豌豆蛋白在乳化体系中的协同抗氧化性研究[D]. 无锡: 江南大学, 2014.
- [15] 王英. 添加豌豆蛋白对Mozzarella干酪品质特性的影响[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2014.
- [16] 蒋将, 王宇, 刘元法. 改性豌豆蛋白替代脂肪的植脂奶油开发[J]. 食品与机械, 2013(6): 202-206; 215.
- [17] 刘妍妍, 王英, 张建强, 等. 豌豆蛋白-牛乳干酪凝乳强度的影响因素分析[J]. 中国食品学报, 2014(8): 142-149.
- [18] AACC. AACC Method 56-30.01 Water hydration capacity of protein materials[S]. 1999.
- [19] QUINN J R, PATON D. A practical measurement of water hydration capacity of protein materials[J]. Cereal Chemistry, 1978, 56: 38-40.
- [20] SATHE S K, SALUNKHE D K. Functional properties of great northern bean (*Phaseolus vulgaris*) proteins: emulsion, foaming, viscosity and gelation properties[J]. Journal of Food Science, 1981, 46: 71-75.
- [21] BEUCHAT L R. Functional and Electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1977, 25: 258-261.
- [22] 郭兴凤. 豌豆蛋白的功能特性研究[J]. 郑州粮食学院学报, 1996(1): 69-74.
- [23] 渡边笃二. 新蛋白食品知识[M]. 周奇文, 等, 译. 北京: 中国食品出版社, 1984.