

亚麻籽粉粕和食用胶对猪肉灌肠质构的影响

樊丽岩¹, 曹琪^{1,2}, 高鹏飞¹, 张悦¹, 董同力¹, 孙文秀^{1,*}

(1.内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018;

2.内蒙古自治区产品质量检验研究院, 内蒙古 呼和浩特 010070)

摘要: 考察亚麻籽粉粕和食用胶对猪肉灌肠质构的影响, 探究亚麻籽粉粕代替常用食用胶加入猪肉灌肠中的可行性。以不添加亚麻籽粉粕和食用胶的样品为空白组, 添加10% (质量分数, 下同) 淀粉的样品为对照组, 重点考察不同添加量的卡拉胶、魔芋胶、黄原胶和瓜尔豆胶对猪肉灌肠质构的影响, 并对比分析不同添加量下亚麻籽粉粕对上述常见食用胶的等效代替情况。结果表明: 卡拉胶添加量为0.30%时, 猪肉灌肠的质构特性优于添加其他食用胶的样品; 亚麻籽粉粕的添加量为0.5%时, 样品的弹性和内聚性优于添加0.30%卡拉胶的样品, 亚麻籽粉粕可以等效代替食用胶加入到猪肉灌肠中, 并具有改善猪肉灌肠质构的能力。

关键词: 亚麻籽粉粕; 猪肉灌肠; 质构特性; 食用胶

Effect of Flaxseed Meal and Food Gums on Texture Characteristics of Pork Sausage

FAN Liyan¹, CAO Qi^{1,2}, GAO Pengfei¹, ZHANG Yue¹, DONG Tungalag¹, SUN Wenxiu^{1,*}

(1.College of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China;

2.The Inner Mongolia Autonomous Region Institute of Product Quality Inspection, Hohhot 010070, China)

Abstract: With the aim of evaluating the feasibility of replacing common food gums used in pork sausage with flaxseed meal, the effect of adding different amounts of carrageenan, xanthan, konjacgum, and guar gum on the texture of pork sausage was investigated in comparison with blank (without added flaxseed meal or food gums) and control (with 10% starch added) samples. Besides, the equivalent substitution of different levels of flaxseed meal for the food gums was comparatively analyzed. The results showed that texture properties of pork sausage with 0.30% carrageenan added were better than those of the samples with the addition of other gums, and improved elasticity and cohesiveness were obtained by adding 0.5% flaxseed meal compared with adding 0.30% carrageenan. Flaxseed meal was useful for equivalent substitution of food gums in pork sausage due to its ability to improve the texture of pork sausage.

Key words: flaxseed meal; pork sausage; texture characteristics; food gums

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201705004

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2017) 05-0016-05

引文格式:

樊丽岩, 曹琪, 高鹏飞, 等. 亚麻籽粉粕和食用胶对猪肉灌肠质构的影响[J]. 肉类研究, 2017, 31(5): 16-20. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201705004. <http://www.rlyj.pub>

FAN Liyan, CAO Qi, GAO Pengfei, et al. Effect of flaxseed meal and food gums on texture characteristics of pork sausage[J]. Meat Research, 2017, 31(5): 16-20. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201705004. <http://www.rlyj.pub>

作为我国五大油料作物之一, 亚麻籽资源丰富, 但亚麻籽榨油后常被加工成饼粕用作饲料, 并未再进行深加工, 这种传统利用方式造成了资源的浪费。亚麻籽粉粕是亚麻籽压榨后的废渣, 是一种优质的植物蛋白及植物胶体资源, 具有亚麻籽油的清香, 主要含有亚麻籽胶、蛋白质、木酚素以及微量元素等^[1]。亚麻籽中亚麻籽

胶的含量约占种子质量的2%~10%, 并随品种和栽培区域不同而有所差异^[2]。亚麻籽胶具有乳化性、胶凝性及发泡性, 可以用作增稠剂、黏合剂、稳定剂、乳化剂及发泡剂等^[3-4]。然而亚麻籽粉粕作为压榨后的废渣大多数被用作饲料, 直接应用于肉制品中的报道很少。

灌肠制品是指原料肉经斩拌之后与调味料等辅料混

收稿日期: 2016-11-20

基金项目: 内蒙古农业大学优秀青年基金项目 (2014XYQ-15)

作者简介: 樊丽岩 (1992—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品包装与储运。E-mail: fanliyan0910@163.com

*通信作者: 孙文秀 (1979—), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品包装与储运。E-mail: swx122@126.com

合,然后充入肠衣内加工而成的肉制品。主要包括熏煮香肠、发酵香肠、中式香肠及生鲜肠等^[5-7]。由于灌肠制品具有肉质细腻、鲜嫩爽口、体积小、携带方便等优点,所以深受广大消费者的欢迎。在肉制品中加入食用胶可以改善肉制品的品质、增加黏合性与保水性,赋予产品良好的口感,同时还能提高肉制品的出品率^[8]。例如,在香肠中加入魔芋胶之后可提高香肠的弹性和韧性^[9];在肉制品中加入卡拉胶提高了肉制品的持水性^[10],加入瓜尔豆胶改善了组织结构、口感和风味,同时降低了生产成本、增加了经济效益^[11]。与亚麻籽粉粕相比,常用的食用胶价格昂贵,且亚麻籽粉粕中除了含有亚麻籽胶,还含有微量元素、木酚素、蛋白质等,其中蛋白质具有良好的保水性、保油性、起泡性、乳化性以及胶凝性,且对某些心脏、肾脏疾病以及癌症有一定的预防作用^[12]。亚麻籽胶可以与肉制品中的蛋白质相互作用,从而改善肉制品的品质,增加肉制品的保油性及保水性^[13-14]。

为了考察亚麻籽粉粕等效代替食用胶对猪肉灌肠质构的影响,本研究通过比较加入亚麻籽粉粕与魔芋胶、卡拉胶、黄原胶和瓜尔豆胶对猪肉灌肠质构的影响,旨在为亚麻籽粉粕在肉制品中的应用提供理论依据,使其潜在价值得到充分利用。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

亚麻籽粉粕 内蒙古绿云农牧开发有限公司;卡拉胶、黄原胶、瓜尔豆胶、魔芋胶(食品级) 山东阜丰发酵有限公司;猪后腿肉、调味品(盐、白砂糖、干姜粉、花椒粉、白胡椒粉、桂皮粉)、肠衣 内蒙古呼和浩特市东瓦窑农贸市场。

1.2 仪器与设备

ZGC-60型灌肠机 广州旭众食品机械有限公司;
QTS-25型物性分析仪 美国Brookfield公司。

1.3 方法

1.3.1 猪肉灌肠质构测定

将猪肉灌肠样品切成高2 cm的圆柱体肉饼,采用直径为7 mm的圆柱型探头对样品进行质构测试。测试速率4.0 mm/s;压缩距离5 mm;2次下压间隔时间5 s;触发力7 g。每个样品选取10个圆柱体肉饼测定,取平均值。

1.3.2 猪肉灌肠基础配方

原料肉(瘦肉与肥肉质量比为9:1)以100 g计,其他添加物的添加量为花椒粉0.2 g、干姜粉0.2 g、桂皮粉0.2 g、白胡椒粉0.2 g、白砂糖0.2 g、盐2.0 g、亚硝酸盐0.015 g、红曲0.22 g。

1.3.3 实验设计

在猪肉灌肠中分别添加质量分数(下同)为0.3%、

0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%的亚麻籽粉粕和0.30%、0.45%、0.60%、0.75%的黄原胶、瓜尔豆胶、卡拉胶及魔芋胶,研究亚麻籽粉粕和不同食用胶的添加对猪肉灌肠硬度、弹性、内聚性、咀嚼性、胶黏性和黏着性的影响。以不添加亚麻籽粉粕和食用胶的样品为空白组,添加10%淀粉的样品为对照组。

2 结果与分析

2.1 食用胶对猪肉灌肠硬度的影响

硬度是反应牙齿压迫食品变形或穿透产品所需的最大力,是食品保持其形状的内部结合力,其中含水量、蛋白质含量、含盐量、淀粉含量、胶类物质种类及添加量和脂肪含量等都会影响产品硬度。凝胶硬度主要取决于肌原纤维蛋白在加热条件下相互交联的种类和数量,凝胶形成环境的pH值影响蛋白质交联的类别,而离子强度主要影响肌原纤维蛋白的溶解度,进而影响交联的数量^[15]。

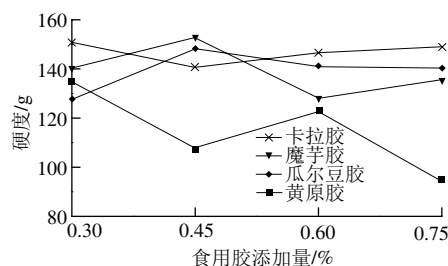


图1 食用胶对猪肉灌肠硬度的影响

Fig. 1 Effect of food gums on hardness of pork sausage

由图1可知,添加魔芋胶之后,猪肉灌肠样品的硬度呈现先上升后下降的趋势,添加量为0.45%时硬度最大。原因可能是魔芋胶可以和蛋白质的极性末端发生反应,其中盐溶蛋白和脂肪被不同程度地有机结合在所形成的凝胶网络中,使得样品硬度增大,但随着添加量的加大,其良好的持水能力表现出来或者浓度增加影响了盐溶蛋白的聚集和反应,又使得硬度降低^[16]。瓜尔豆胶的加入对猪肉灌肠硬度的影响趋势与魔芋胶一致。黄原胶的加入使样品硬度整体呈现下降趋势,可能是因为增加黄原胶(阴离子胶)的含量会降低胶原纤维蛋白形成凝胶的能力^[17]。添加卡拉胶后,样品的硬度整体变化趋势较平缓。

与其他食用胶相比,加入卡拉胶的猪肉灌肠的整体硬度最大,魔芋胶和瓜尔豆胶次之,黄原胶最小,这与张科等^[16]的实验结果一致。其中添加黄原胶的样品硬度低于空白组(135.00 ± 10.22 g),添加其他食用胶的样品硬度介于空白组和对照组(166.11 ± 13.95 g)之间。猪肉灌肠样品硬度指标最佳时,4种食用胶的添加量

分别为卡拉胶0.30%、魔芋胶0.45%、黄原胶0.30%、瓜尔豆胶0.45%。

2.2 食用胶对猪肉灌肠弹性的影响

弹性表示物体在外力作用下发生形变,撤去外力后恢复为原来状态的能力^[18]。弹性与产品内部结构呈正相关,内部结构越好,弹性越大。例如,纯肉灌肠中容易出现孔洞较多的现象,添加适量食用胶后能填充孔洞,改善灌肠内部结构,使弹性增大。影响肉制品弹性的因素有很多,如原料肉的种类、产品中蛋白质在贮藏及加工过程中的物理、化学性质等。

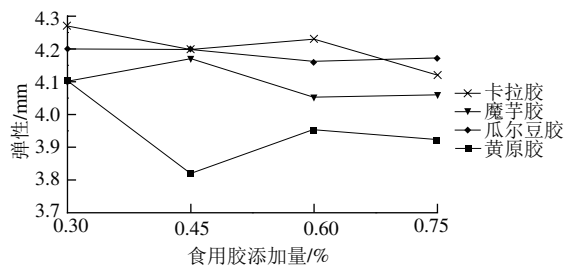


图2 食用胶对猪肉灌肠弹性的影响

Fig. 2 Effect of food gums on springiness of pork sausage

由图2可知,魔芋胶的添加对猪肉灌肠弹性的影响较大,样品弹性先上升后下降(空白组和对照组样品的弹性分别为 (4.20 ± 0.15) 、 (4.31 ± 0.10) mm),添加量为0.45%时达到最佳,添加量加大后,弹性变化比较平稳。随着卡拉胶添加量的增加,样品的凝胶弹性降低,这可能与卡拉胶凝胶的脆性较大有关,与Jarmoluk等^[19]的实验结果一致。添加黄原胶之后,样品的弹性呈下降趋势,原因可能是黄原胶具有较为复杂的分子结构,高分子质量的黄原胶可能会阻碍蛋白质网络结构的形成,使蛋白质基质中出现空洞,导致弹性下降^[17]。添加瓜尔豆胶后,样品弹性整体变化不大。加入卡拉胶的猪肉灌肠弹性最大,瓜尔豆胶和魔芋胶次之,黄原胶最小。猪肉灌肠样品弹性指标最佳时,4种食用胶的添加量分别为魔芋胶0.45%、卡拉胶0.30%、黄原胶0.30%、瓜尔豆胶0.30%。

2.3 食用胶对猪肉灌肠内聚性的影响

内聚性可以反映食物在被咀嚼时抵抗受损并紧密连接、保持自身完整的性质,表示样品内部结构结合能力的强弱^[20]。由图3可知,添加卡拉胶和魔芋胶的猪肉灌肠样品的内聚性随添加量的不同变化较小,添加魔芋胶样品的内聚性与对照组 (0.80 ± 0.06) 相差不大,而与空白组 (0.87 ± 0.02) 相比较差。食用胶的加入使得猪肉灌肠的内聚性整体低于空白组,可能是因为胶类物质的加入干扰了其样品分子内部的联结,破坏了蛋白基质的结构^[21]。瓜尔豆胶和黄原胶的添加对猪肉灌肠内聚性的影响较添加卡拉胶和魔芋胶波动较大。

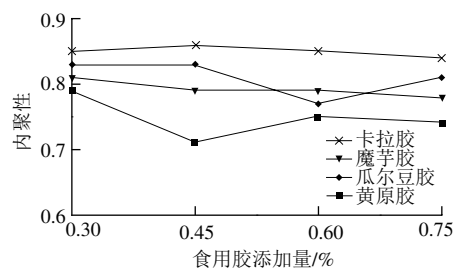


图3 食用胶对猪肉灌肠内聚性的影响

Fig. 3 Effect of food gums on cohesiveness of pork sausage

2.4 食用胶对猪肉灌肠咀嚼性的影响

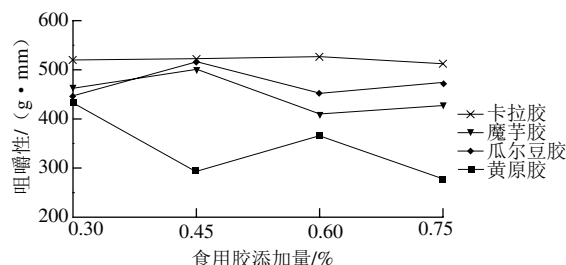


图4 食用胶对猪肉灌肠咀嚼性的影响

Fig. 4 Effect of food gums on chewiness of pork sausage

咀嚼性与硬度、内聚性和弹性有关,是将固体食品咀嚼到可吞咽时需做的功的大小。对照组样品的咀嚼性 (574.21 ± 51.62) ($\text{g} \cdot \text{mm}$)大于空白组 (493.18 ± 59.6) ($\text{g} \cdot \text{mm}$)。由图4可知,添加卡拉胶、魔芋胶、瓜尔豆胶和黄原胶之后,样品的咀嚼性整体小于对照组,且硬度和咀嚼性呈正相关,与文献^[22]报道一致。添加了黄原胶的猪肉灌肠硬度最小,咀嚼性整体小于其他组。加入卡拉胶的猪肉灌肠的咀嚼性最大,魔芋胶和瓜尔豆胶次之,黄原胶最小。咀嚼性指标最佳时,4种食用胶的添加量分别为魔芋胶0.45%、卡拉胶0.60%、黄原胶0.30%、瓜尔豆胶0.45%。

2.5 食用胶对猪肉灌肠胶黏性的影响

胶黏性一般用于描述剪切半固体测试样品时最先感到的抵抗力,理论上胶黏性的大小受到硬度和内聚性的影响。

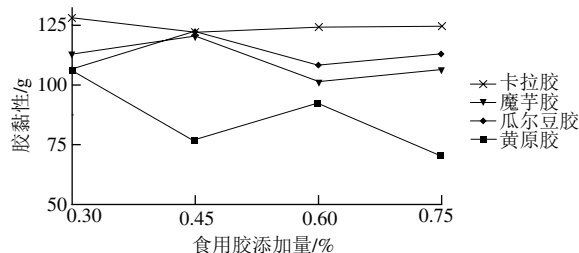


图5 食用胶对猪肉灌肠胶黏性的影响

Fig. 5 Effect of food gums on adhesiveness of pork sausage

空白组和对照组样品的胶黏性分别为 (117.07 ± 10.58) 、 (133.29 ± 11.32) g。由图5可知,各食用胶样品组的胶

黏性均低于对照组。其中添加瓜尔豆胶和魔芋胶样品的胶黏性随着添加量的增大呈现先增大后减小的趋势，二者的添加量为0.45%时，样品的胶黏性最大。黄原胶的添加使样品的胶黏性呈现下降趋势，而样品的胶黏性随卡拉胶添加量的增大变化不大。4种食用胶加入后，猪肉灌肠的胶黏性变化趋势与硬度一致。加入卡拉胶猪肉灌肠的胶黏性最大，魔芋胶和瓜尔豆胶次之，黄原胶最小。胶黏性指标最佳时，4种食用胶的添加量分别为卡拉胶0.30%、魔芋胶0.45%、瓜尔豆胶0.45%、黄原胶0.30%。

2.6 食用胶对猪肉灌肠黏着性的影响

黏着性是表征食品表面和其他物体（舌、牙、口腔）附着时，剥离它们所需要的力。当食品的黏附力高而内聚力低时，被认为具有黏着性^[20]。

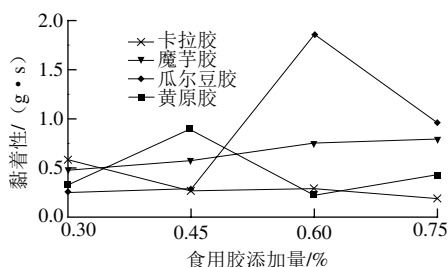


图6 食用胶对猪肉灌肠黏着性的影响

Fig. 6 Effect of food gums on cohesiveness of pork sausage

空白组和对照组样品的黏着性分别为 (0.17 ± 0.06) 、 (0.37 ± 0.12) ($\text{g} \cdot \text{s}$)。由图6可知，添加瓜尔豆胶的样品黏着性随添加量增加初期变化不大，后期先增大后减小，当添加量为0.60%时，样品的黏着性最大，且整体黏着性大于对照组。添加黄原胶和卡拉胶的样品黏着性整体介于淀粉组和空白组之间，而魔芋胶的加入使得猪肉灌肠的胶黏性较大。说明添加食用胶后，样品中的组分相互黏附且不再松散，从而使灌肠的口感更好。瓜尔豆胶对样品黏着性的影响最大，魔芋胶和黄原胶次之，卡拉胶最小。黏着性指标最佳时，4种食用胶的添加量分别为卡拉胶0.30%、魔芋胶0.75%、瓜尔豆胶0.60%、黄原胶0.45%。

通过对比以上几种食用胶对猪肉灌肠质构特性的影响，综合分析样品的硬度、弹性、内聚性、咀嚼性、胶黏性和黏着性6个指标，当卡拉胶为0.30%、魔芋胶0.45%、瓜尔豆胶0.45%、黄原胶0.30%时，猪肉灌肠的质构最好。

2.7 亚麻籽粉粕对猪肉灌肠质构的影响

由表1可知，在猪肉灌肠中添加了亚麻籽粉粕后，灌肠的硬度随粉粕添加量的增大呈现先上升后有所波动的趋势，添加量为0.5%时硬度最大，这可能是由亚麻籽粉粕中不溶性纤维以及亚麻籽胶形成的凝胶引起的。猪肉灌肠的弹性随着亚麻籽粉粕添加量的增大先增大后减

小，添加量为0.5%时弹性最大。添加亚麻籽粉粕后，灌肠的胶黏性降低，这可能是由于亚麻籽粉粕中蛋白质与油脂结合，减小了产品的黏性。亚麻籽粉粕的添加减小了猪肉灌肠的内聚性，但随着亚麻籽粉粕添加量的增加，样品的内聚性呈现波动性变化。亚麻籽粉粕加入量较小时，样品的咀嚼性降低，但是在添加量继续增大时，咀嚼性增强，添加量为0.5%时咀嚼性最强，说明适量添加亚麻籽粉粕可以增加灌肠的咀嚼感。猪肉灌肠的黏着性随着亚麻籽粉粕添加量的增加先增大后减小，添加量不超过0.6%时，其可以充分结合产品内部的组分，使产品结构不再松散，口感变佳。综合考虑猪肉灌肠的质构特性，亚麻籽粉粕的添加量以0.5%为宜。

表1 亚麻籽粉粕对猪肉灌肠质构的影响

Table 1 Effect of flaxseed meal on texture characteristics of pork sausages

添加量/%	硬度/g	弹性/mm	胶黏性/g	内聚性	咀嚼性/($\text{g} \cdot \text{mm}$)	黏着性/($\text{g} \cdot \text{s}$)
0.0	135.00 $\pm$ 10.22	4.20 $\pm$ 0.15	117.07 $\pm$ 10.58	0.87 $\pm$ 0.02	493.18 $\pm$ 59.60	-0.17 $\pm$ 0.06
0.3	131.18 $\pm$ 8.56	4.20 $\pm$ 0.12	112.10 $\pm$ 6.74	0.86 $\pm$ 0.02	470.86 $\pm$ 24.90	-0.19 $\pm$ 0.15
0.4	133.11 $\pm$ 11.75	4.21 $\pm$ 0.12	111.00 $\pm$ 10.96	0.83 $\pm$ 0.02	467.97 $\pm$ 44.96	-0.26 $\pm$ 0.12
0.5	139.89 $\pm$ 6.79	4.30 $\pm$ 0.07	118.74 $\pm$ 5.91	0.85 $\pm$ 0.02	510.30 $\pm$ 23.08	-0.34 $\pm$ 0.21
0.6	127.16 $\pm$ 11.18	4.20 $\pm$ 0.11	105.97 $\pm$ 11.76	0.83 $\pm$ 0.04	444.71 $\pm$ 48.35	-0.59 $\pm$ 0.77
0.7	137.00 $\pm$ 11.25	4.11 $\pm$ 0.11	115.60 $\pm$ 12.81	0.84 $\pm$ 0.03	475.80 $\pm$ 69.73	-0.27 $\pm$ 0.16
0.8	135.49 $\pm$ 8.92	4.25 $\pm$ 0.11	112.40 $\pm$ 9.04	0.83 $\pm$ 0.04	477.37 $\pm$ 33.56	-0.21 $\pm$ 0.09

比较添加0.30%卡拉胶和0.5%亚麻籽粉粕对猪肉灌肠质构特性的影响，结果表明，亚麻籽粉粕添加量为0.5%时猪肉灌肠的弹性 (4.30 ± 0.07) mm大于添加0.30%卡拉胶的猪肉灌肠 (4.27 ± 0.09) mm，这是因为亚麻籽粉粕中含有蛋白质，其与油脂有很强的结合能力^[23]，同时亚麻籽粉粕中的亚麻籽蛋白具有良好的乳化作用^[24]。亚麻籽粉粕添加量为0.5%时，猪肉灌肠的黏着性 (0.34 ± 0.21) ($\text{g} \cdot \text{s}$)小于添加0.3%卡拉胶的猪肉灌肠 (0.58 ± 1.09) ($\text{g} \cdot \text{s}$)。添加2种物质的猪肉灌肠的内聚性相同，而添加亚麻籽粉粕的猪肉灌肠的硬度、咀嚼性和胶黏性相比添加卡拉胶的猪肉灌肠偏小，但是相差不大。据文献报道，亚麻籽粉粕的添加量为0.5%时，猪肉灌肠的色泽接近空白组^[18]，同时，亚麻籽粉粕中的酸性多糖在加工过程中能够分解成葡萄糖，葡萄糖具有辅助护色作用，对香肠的发色具有辅助作用^[25]。综上所述，亚麻籽粉粕可以代替卡拉胶加入猪肉灌肠中，从而改善灌肠的品质，使得猪肉灌肠更有弹性、耐咀嚼。

3 结论

通过对比卡拉胶、魔芋胶、瓜尔豆胶和黄原胶的加入对猪肉灌肠质构的影响，发现加入0.30%卡拉胶的猪肉灌肠的质构较好。对比分析亚麻籽粉粕和卡拉胶对猪肉



灌肠质构的影响, 结果表明, 亚麻籽粉粕添加量为0.5%时, 猪肉灌肠的弹性和内聚性优于添加量为0.30%卡拉胶的样品, 说明亚麻籽粉粕可以代替卡拉胶加入到猪肉灌肠中。同时亚麻籽粉粕的价格远低于其他食用胶的价格, 有利于降低猪肉灌肠的成本。因此, 亚麻籽粉粕可以代替食用胶应用于猪肉灌肠的制作, 从而使亚麻籽资源得到充分利用。此外, 可以考虑将亚麻籽粉粕与其他食用胶复配, 以进一步提高产品品质。

参考文献:

- [1] 詹碧琳. 亚麻粕提取物的性质及在鱼糜制品中的应用研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2014: 5-8. DOI:10.7666/d.Y2531618.
- [2] 陈海华, 许时婴, 王璋. 亚麻籽胶的胶凝性质[J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25(5): 8-14. DOI:10.3321/j.issn:1673-1689.2006.05.003.
- [3] 陈海华, 许时婴. 亚麻籽胶的乳化性质[J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25(1): 21-26. DOI:10.3321/j.issn:1673-1689.2006.01.005.
- [4] 陈海华. 亚麻籽胶的功能性质、结构及其应用[D]. 无锡: 江南大学, 2005: 2-7.
- [5] 付军杰. 灌肠类低温肉制品品质变化研究[D]. 重庆: 西南大学, 2012: 2-10. DOI:10.7666/d.y2086857.
- [6] 李素云, 宋志强, 王爱洪. 西红柿肉类复合灌肠工艺研究[J]. 肉类研究, 2007, 21(1): 23-25. DOI:10.3969/j.issn.1001-8123.2007.01.008.
- [7] 周传云, 聂明, 万佳蓉. 发酵肉制品的研究进展[J]. 食品与机械, 2004, 20(2): 27-30. DOI:10.3969/j.issn.1003-5788.2004.02.017.
- [8] 张献伟, 周梁, 蒋爱民, 等. 食品胶特性及其在食品中应用[J]. 食品与机械, 2011, 27(1): 166-169. DOI:10.3969/j.issn.1003-5788.2011.01.047.
- [9] 杨雯, 李宏梁. 魔芋胶在低脂肪肉制品中的应用研究现状[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(18): 192-195. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2015.18.050.
- [10] 刘冠勇, 罗欣. 卡拉胶及其在香肠制品中的应用[J]. 山东食品科技, 2000(5): 5-6.
- [11] 黄洁, 安秋凤. 瓜尔豆胶研究进展[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(1): 144-147. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2011.01.042.
- [12] 苗露, 唐书泽, 汪勇. 亚麻籽饼粕利用研究进展[C]//“健康与安全”学术研讨会暨2015年广东省食品学会年会论文集. 广州: 暨南大学, 2015: 81-85.
- [13] 陈海华, 许时婴, 王璋. 亚麻籽胶与盐溶肉蛋白的作用机理的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(4): 95-98. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2007.04.018.
- [14] 刘跃泉, 陈涛, 赵百忠. 亚麻籽胶对提高肉制品中脂肪稳定性的研究[J]. 肉类研究, 2005, 19(12): 39-42. DOI:10.3969/j.issn.1001-8123.2005.12.015.
- [15] 郭世良, 赵改名, 王玉芬, 等. 离子强度和pH值对肌原纤维蛋白热诱导凝胶特性的影响[J]. 食品科技, 2008, 33(1): 84-87. DOI:10.3969/j.issn.1005-9989.2008.01.023.
- [16] 张科, 倪学文, 陈洁, 等. 食品胶对西式灌肠质构特性的影响[J]. 食品工业科技, 2011, 32(3): 247-250.
- [17] PLOYE M. Microstructural behaviour and gelling characteristics of myosystem protein gels interacting with hydrocolloids[J]. Food Hydrocolloids, 2000, 14(5): 455-461. DOI:10.1016/S0268-005X(00)00025-4.
- [18] 孙文秀, 王红, 张师, 等. 亚麻籽粉对猪肉灌肠品质的影响[J]. 食品与机械, 2014(6): 172-169.
- [19] JARMOLUK A, PIETRASIK Z. Response surface methodology study on the effects of blood plasma, microbial transglutaminase and κ -carrageenan on pork batter gel properties[J]. Journal of Food Engineering, 2004, 60(3): 327-334. DOI:10.1016/S0260-8774(03)00055-4.
- [20] SPAZIANI M, TORRE M D, STECCHINI M L. Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low-acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles[J]. Meat Science, 2009, 81(1): 77-85. DOI:10.1016/j.meatsci.2008.06.017.
- [21] GIMENO O, ANSORENA D, ASTIASAR N I, et al. Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of colour and texture[J]. Food Chemistry, 2000, 69(2): 195-200. DOI:10.1016/S0308-8146(99)00239-3.
- [22] RAHMAN M S, AL-FARSI S A. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content[J]. Journal of Food Engineering, 2005, 66(4): 505-511. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2004.04.022.
- [23] 刘永安. 原辅料对灌肠质构影响的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2012: 4-27.
- [24] 黄海浪, 张水华. 亚麻籽的营养成分及其在食品工业中的应用[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(6): 147-149. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2006.06.055.
- [25] 郭玉华, 李钰金. 发色剂及发色助剂在肉制品加工中的应用[J]. 肉类研究, 2010, 24(10): 60-66. DOI:10.3969/j.issn.1001-8123.2010.10.015.