

糖基脂肪替代物对低脂鸡肉肠品质的影响研究

高鲲

(辽宁农业职业技术学院食品药品学院, 营口 115009)

摘要: 目的: 在不影响原有口感风味的前提下, 通过添加脂肪替代物降低鸡肉肠中的脂肪含量。方法: 在低脂鸡肉肠中添加糖基脂肪替代物, 分别是蓝莓渣膳食纤维粉、魔芋胶、糯米粉, 进行单因素试验和正交试验, 以感官评分、质构特性和蒸煮损失率作为指标进行评价。结果: 确定鸡肉肠最优配方为: 鸡胸肉 50%、冰水 20%、糯米粉 8%、蓝莓渣膳食纤维粉 2%、五香粉 1%、魔芋胶 0.8%、食盐 0.6%、酱油 0.5%、味精 0.5%、白糖 0.4%。此时低脂鸡肉肠肠衣完整无破损, 组织致密, 切片性能好, 富有弹性, 具有鸡肉固有的香味和滋味, 无异味, 呈略带淡蓝紫的肉色。结论: 该配方的鸡肉丸脂肪含量较低, 蛋白质和膳食纤维含量较高, 微生物指标符合国家标准, 满足消费者对食品口感、营养、安全等多方面需求。

关键词: 脂肪替代物; 鸡肉肠; 感官评分; 质构特性; 蒸煮损失率

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

文章编号: 1006-2513(2022)12-0192-07

doi: 10.19804/j.issn1006-2513.2022.12.025

The effect of sugar-based fat substitute on the quality of low-fat chicken sausage

GAO Kun

(Department of Food and Drug, Liaoning Agricultural Technical College, Yingkou 115009)

Abstract: Objective: The fat content in chicken sausage was reduced by adding fat substitute without affecting the original taste and flavor. Methods: Sugar-based fat substitutes were added in the low-fat chicken sausages, which were blueberry dregs dietary fiber powder, konjac gum and glutinous rice flour, respectively. Sensory score, texture properties and cooking loss rate were used to evaluate the effects. Results: The optimal product formula was as follows: Chicken breast 50%, ice water 20%, glutinous rice flour 8%, blueberry dregs dietary fiber powder 2%, five-spice powder 1%, Konjac gum 0.8%, salt 0.6%, soy sauce 0.5%, monosodium glutamate 0.5%, sugar 0.4%. The treated low-fat chicken sausage was with intact casing, dense tissue, good slice performance, good elasticity, the inherent flavor and taste of chicken, no odor, and was with slightly bluish purple color. Conclusion: The chicken meatballs with the optimized formula have lower fat content, higher protein and dietary fiber content, and their microbiological indexes meet the national standards, which could meet consumers demands for food taste, nutrition, safety and other aspects.

Key words: fat substitutes; chicken sausages; sensory evaluation; texture properties; cooking loss rate

收稿日期: 2021-07-02

基金项目: 辽宁农业职业技术学院2022年院级科研项目(Lnz202206)。

作者简介: 高鲲(1986-), 女, 硕士, 主要研究方向为食品加工与研发, E-mail: 735479158@qq.com。

随着消费者生活水平的提升,人们对食品的消费已从生存型消费加速向健康型消费转变。鸡胸肉肉质细嫩,蛋白质含量较高为20%,且易被人体吸收利用^[1],以鸡肉为主要原料制作的方便食品种类较多,其中肠制品以其美味、耐贮、方便等优点,深受国人的喜爱。目前市面上的鸡肉肠中多添加有鸡皮或肥膘,使产品中脂肪的含量明显增加,但缺少膳食纤维、维生素等营养成分,这与人们追求低脂健康食品的消费观念相悖^[2]。

脂肪替代物是指一类加入低脂食品后,使其能量降低,具有与同类传统食品相似的感官品质和质构特征^[3]。脂肪替代物根据组成成分可分为蛋白质基脂肪替代物、糖基脂肪替代物和脂肪基脂肪替代物,其中糖基脂肪替代物又可分为纤维基脂肪替代物、淀粉基脂肪替代物、胶体基脂肪替代物等种类^[4],其具有来源丰富、热量较低、安全性高等特点。研究表明,部分糖基脂肪替代物纤维还具有促进胃肠道蠕动、增强免疫力、降低血糖血脂、预防癌症等功效^[5]。将糖基脂肪替代物添加到低脂制品中,不仅保证其优良的口感风味,而且功能营养性更高,是理想的模仿脂肪感官特征的替代物。

本试验尝试在低脂鸡肉肠中添加糖基脂肪替代物,分别为蓝莓渣膳食纤维粉、糯米粉、魔芋胶,研制出一种低脂肪、低热量、高膳食纤维的新型肉糜类制品。本试验以感官评分、质构特性和蒸煮损失率作为评价指标^[6],采用单因素、正交和验证试验,确定鸡肉肠的最佳配方,该研究将为低脂肉制品的研发和生产提供一定的理论基础和实践指导。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料

魔芋胶:上海鑫泰实业有限公司;蓝莓果渣:丹东高冠蓝莓研究开发有限公司;五香粉:大连王者兴老头调料有限公司;食盐:中盐枣阳盐化有限公司;酱油:千禾味业食品股份有限公司;味精:沈阳红梅食品有限公司;鸡胸肉、糯米粉、白糖:市售

1.1.2 仪器

ACS-15A 电子计价秤:上海友声衡器有限公司;TMS-PRO 质构仪:美国 FTC 公司;202-0S 恒温鼓风干燥箱:上海福玛实验设备有限公司;KYS-S0111 多功能磨粉机:武义海纳电器有限公司;TGL-16.5A 高速离心机:上海卢湘仪实验设备有限公司;TK-22 绞肉机:浙江应晓工贸有限公司;ZB-20 斩拌机:诸城市新得利食品机械有限公司。

1.2 方法

1.2.1 基础配方

以鸡胸肉添加量为50%,通过比较得到其他材料添加量,根据预试验的结果,确定糖基脂肪替代物低脂鸡肉肠的基础配方如下,见表1。

表1 糖基脂肪替代物低脂鸡肉肠的基础配方
Table 1 Basic formula of low fat chicken sausage with sugar-based fat substitute

原料	添加量 (%)	原料	添加量 (%)
鸡胸肉	50	食盐	0.6
冰水	20	魔芋胶	0.5
糯米粉	8	酱油	0.5
蓝莓果渣膳食纤维粉	2	味精	0.5
五香粉	1	白糖	0.4

1.2.2 制作流程

原料预处理→原料称量→绞肉→斩拌→腌制→灌制→蒸煮→烘烤→冷却→包装→成品^[7]

1.2.3 操作要点

利用双酶法将蓝莓渣制成蓝莓果渣膳食纤维粉^[8-9],新鲜(冻)鸡胸肉去除脂肪、筋膜、淤血后洗净,按配方称量各材料,鸡胸肉绞成肉糜,加入基础配方中的配料搅拌均匀,腌制30min后^[10],灌入准备好的肠衣,在80℃条件下煮制2h,再在130℃条件下烘烤30min,冷却即可。

1.2.4 试验设计

1.2.4.1 单因素试验设计 其他原辅料的添加量与基础配方一致,分别研究蓝莓果渣膳食纤维粉添加量(1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%)、魔芋胶添加量(0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%)、

糯米粉添加量(6.0%、7.0%、8.0%、9.0%、10.0%) 3个因素对鸡肉肠品质的影响,根据感官评分、质构特性和蒸煮损失率结果确定正交试验设计中各因素的添加量。

1.2.4.2 正交试验设计 以蓝莓果渣膳食纤维粉、魔芋胶、糯米粉添加量为试验因素,单因素试验确定的添加量为试验水平,感官评分为指标,进行正交试验,通过方差分析确定最佳配方。糖基脂肪替代物低脂鸡肉肠的正交试验设计表如下,见表2。

表2 糖基脂肪替代物低脂鸡肉肠的正交试验设计表
Table 2 Orthogonal experiment design of low fat chicken sausage with sugar-based fat substitute

水平	因素		
	A 蓝莓果渣膳食纤维粉 (%)	B 魔芋胶 (%)	C 糯米粉 (%)
1	1.5	0.6	7.0
2	2.0	0.8	8.0
3	2.5	1.0	9.0

1.2.5 品质评定

1.2.5.1 感官评价 根据SB/T 10279—2017^[11]对熏煮肉肠感官品质的要求,并结合产品实际,以10名具有感官评价经验的评审员组成感官评定小组,分别从外观、组织状态、风味、色泽、杂质5个指标对冷却后的鸡肉肠进行感官评分,以平均值作为结果^[12]。具体评分标准如表3所示。

表3 糖基脂肪替代物低脂鸡肉肠的感官评分标准
Table 3 Sensory scoring criteria for low fat chicken sausage with sugar-based fat substitutes

指标 (分值)	评分标准	得分
外观 (15分)	肠体均匀,肠衣表面无破损。	13 ~ 15
	肠体较均匀,肠衣表面有少许破损。	7 ~ 12
	肠体不均匀,肠衣表面有较多破损。	1 ~ 6
组织形态 (30分)	组织致密,切片性能好,富有弹性,无密集气孔。	25 ~ 30
	组织较致密,切片性一般,稍有弹性,无密集气孔。	15 ~ 24
	组织松散,切片性不好,缺乏弹性,有大气孔。	1 ~ 14
风味 (25分)	具有鸡肉固有的,咸淡适中,无异味。	20 ~ 25
	鸡肉固有的滋味和香气稍淡,咸淡稍有不适,无异味。	12 ~ 19
	缺乏鸡肉固有的滋味和香气,咸味过浓或过淡,有异味。	1 ~ 11
色泽 (20分)	表面有光泽,呈肉色,带有蓝莓渣的蓝紫色,颜色均匀一致。	16 ~ 20
	表面有光泽,颜色稍深或稍浅,颜色较均匀。	8 ~ 15
	表面没有光泽,呈肉色,带有蓝莓渣的蓝紫色,颜色不均匀。	1 ~ 7
杂质 (10分)	无正常视力可见杂质。	8 ~ 10
	有少量视力可见杂质。	4 ~ 7
	有较多视力可见杂质。	1 ~ 3

1.2.5.2 蒸煮损失率的测定 测定鸡肉肠煮制前后的蒸煮损失率,同一配方取3个样品做3次试验,结果取平均值^[13-14]。计算公式如下:

$$\text{蒸煮损失率}(\%) = \frac{\text{蒸煮前鸡肉肠质量}(\text{g}) - \text{蒸煮后鸡肉肠质量}(\text{g})}{\text{蒸煮前鸡肉肠质量}(\text{g})} \times 100$$

1.2.5.3 质构特性的测定 采用质构仪对低脂鸡肉肠的质构指标进行测定,在样品中心部位切出2.5cm×2.5cm×2.5cm的立方体,同一试验水平取3个样品进行3次试验,取平均值。质构仪采用TPA测试模式,圆柱形挤压P/50探头,测试速率为5.0mm/s,返回速率为2.0mm/s,压缩度设为50%,循环两次,触发力为0.5N,测定弹性、回复率、硬度、咀嚼性4项指标^[15-16]。

1.2.6 理化、微生物指标测定

根据《食品安全国家标准》^[17-21]对鸡肉肠中

的多项理化指标和微生物指标进行检测,理化指标包括脂肪、蛋白质、水分、膳食纤维,微生物指标包括菌落总数和大肠菌群^[22-23]。

1.2.7 数据分析

采用Excel 2020、SPSS 22.0软件进行方差分析和差异显著性检验分析。

2 结果与讨论

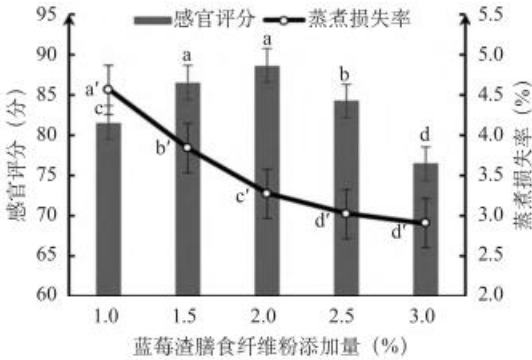
2.1 单因素试验

2.1.1 蓝莓果渣膳食纤维粉添加量对鸡肉肠品质

的影响

由图 1 的折线图可知,随着蓝莓果渣膳食纤维粉添加量的增加,蒸煮损失率呈持续下降趋势。由图 1 的柱状图得知,在蓝莓果渣膳食纤维粉添加量为 2.0% 时,感官评分 88.7 分,分数最高,此时低脂鸡肉肠肠衣无破损,呈淡蓝紫色泽,组织致密,富有弹性,无密集气孔,具有鸡肉的香气和滋味,无异味。蓝莓果渣膳食纤维在其它添加量时,感官评分都有所降低,但在添加量为 1.5% 时差异不显著,当添加量小于 1.5% 时,鸡肉肠切片性一般,缺乏弹性,当添加量大于 2.5% 时,鸡肉肠颜色过深,原有的滋味部分被掩盖,出现大气孔,有异味。

由表 4 可知,在蓝莓果渣膳食纤维粉添加量为 2.0% 时,弹性和回复性数值最大,大于或小于此添加量,数值都有所下降,硬度和咀嚼性则随着添加量的增加,呈现逐渐下降的趋势。这是



注:不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

图 1 蓝莓果渣膳食纤维粉添加量对鸡肉肠品质的影响
Figure 1 Effect of dietary fiber powder supplemental level of blueberry residue on the quality of chicken sausages

由于膳食纤维具有良好的持水性和吸附作用,一方面能够有效地与水结合而膨胀,形成高粘度的胶体,另一方面吸附脂肪,形成稳定的水包油型乳胶体^[24],并减少人体对脂肪的吸收。

表 4 蓝莓果渣膳食纤维粉添加量对鸡肉肠质地特性的影响

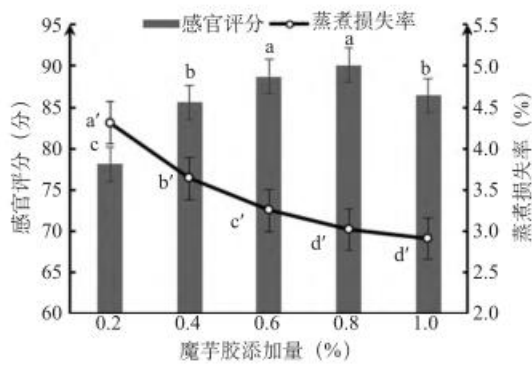
蓝莓果渣膳食纤维粉添加量 (%)	弹性 (mm)	回复性	硬度 (N)	咀嚼性 (mJ)
1.0	11.67 ± 0.73 ^c	0.49 ± 0.01 ^c	30.58 ± 1.34 ^a	49.73 ± 1.68 ^a
1.5	14.93 ± 1.11 ^b	0.65 ± 0.01 ^b	28.42 ± 1.19 ^b	48.86 ± 1.89 ^a
2.0	18.12 ± 1.23 ^a	0.86 ± 0.03 ^a	26.31 ± 1.14 ^c	46.29 ± 1.27 ^b
2.5	16.58 ± 0.86 ^a	0.70 ± 0.02 ^b	25.96 ± 0.87 ^c	44.75 ± 1.41 ^c
3.0	14.89 ± 0.93 ^b	0.53 ± 0.03 ^c	25.12 ± 0.82 ^d	43.98 ± 1.08 ^c

注:同列间不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

综上所述,确定以 1.5% ~ 2.5% 的蓝莓果渣膳食纤维粉添加量进行正交试验。

2.1.2 魔芋胶添加量对鸡肉肠品质的影响

由图 2 的折线图可知,蒸煮损失率随着魔芋胶添加量的增加,呈现逐渐下降的趋势,当添加量大于 0.6% 后,差异不显著。由柱状图得到,魔芋胶添加量在 0.8% 时,感官评分最高,得分 90.1,此时鸡肉肠肠衣完整,组织致密,切片性好,富有弹性,鸡肉滋味和香气浓郁,无异味。当魔芋胶添加量小于 0.6% 时,感官评分逐渐下降且差异显著,鸡肉肠逐渐呈现出切面粗糙,弹性降低,滋味和香气变差等特点。



注:不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

图 2 魔芋胶添加量对鸡肉肠品质的影响
Figure 2 Effect of konjac gum on the quality of chicken sausages

由表 5 可知,弹性和回复性的数值随着鸡肉肠中魔芋胶添加量的提高逐渐上升,而硬度和咀嚼性的数值则逐渐下降,添加量在 0.2% ~ 0.6% 时,所有指标均差异显著,当其添加量大于 0.6% 后,差异变得不显著。这是因为胶体能与蛋白质结合,形成巨大的网络结构,可提高肉糜的持水性,具有良好的乳化效果,稳定脂肪,从而形成稳定的乳化肉糜^[25],另外胶体本身就具有良好的弹性和韧性。

表 5 魔芋胶添加量对鸡肉肠质构特性的影响
Table 5 Effect of konjac gum on texture characteristics of chicken sausages

魔芋胶添加量 (%)	弹性 (mm)	回复性	硬度 (N)	咀嚼性 (mJ)
0.2	11.58 ± 0.72 ^d	0.51 ± 0.27 ^d	32.34 ± 2.05 ^a	49.57 ± 2.43 ^a
0.4	13.67 ± 1.10 ^c	0.60 ± 0.24 ^c	29.98 ± 1.64 ^b	47.35 ± 2.26 ^b
0.6	16.04 ± 0.89 ^b	0.69 ± 0.31 ^b	27.31 ± 1.23 ^c	44.68 ± 1.95 ^c
0.8	18.01 ± 1.05 ^a	0.81 ± 0.26 ^a	25.03 ± 1.17 ^d	43.29 ± 2.01 ^c
1.0	18.20 ± 1.22 ^a	0.86 ± 0.32 ^a	24.62 ± 0.88 ^d	42.31 ± 2.18 ^c

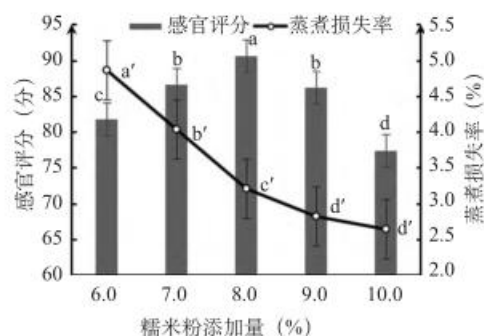
注:同列间不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

综上所述,确定以 0.6% ~ 1.0% 的魔芋胶添加量进行正交试验。

2.1.3 糯米粉添加量对鸡肉肠品质的影响

由图 3 的折线图可知,蒸煮损失率随着糯米粉添加量的增加,呈现逐渐下降的趋势,但添加量大于 8.0% 时,差异变得不明显。由柱状图得到,糯米粉在添加量为 8.0% 时,感官评分最高为 90.6,添加量大于或小于 8.0% 时,评分都明显下降,最高分时的鸡肉肠肠衣完整,内部组织致密,切片性能好,富有弹性,无密集气孔,鸡肉香气和滋味明显,无异味,咸淡适宜。当添加量小于 7.0% 时,制品组织松散,弹性较差,切面粗糙,当添加量大于 9.0% 时,原有的滋味部分被掩盖,口感发面,失去肉感,弹性下降。

从表 6 得知,硬度和咀嚼性随着鸡肉肠中糯米粉添加量的增加,呈现先下降再上升的趋势,在添加量为 8.0% 时,数值最小,回复性和弹性则相反,同样在添加量 8.0% 时,数值最大。这是因为糯米粉具有良好的持水性和束缚脂肪的作用,提高乳化体系强度^[26],另外还起到增稠作用,提高肉制品的黏结性和稳定性。



注:不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

图 3 糯米粉添加量对鸡肉肠品质的影响
Figure 3 Effect of glutinous rice flour on quality of chicken sausages

表 6 糯米粉添加量对鸡肉肠质构特性的影响
Table 6 Effect of glutinous rice flour on texture characteristics of chicken sausages

糯米粉添加量 (%)	弹性 (mm)	回复性	硬度 (N)	咀嚼性 (mJ)
6.0	9.73 ± 0.72 ^d	0.54 ± 0.18 ^c	33.15 ± 2.54 ^a	50.28 ± 1.92 ^a
7.0	13.84 ± 0.96 ^c	0.65 ± 0.16 ^b	28.49 ± 2.05 ^b	46.83 ± 2.05 ^b
8.0	18.71 ± 1.21 ^a	0.78 ± 0.12 ^a	24.87 ± 1.84 ^c	44.31 ± 1.14 ^c
9.0	17.05 ± 1.28 ^b	0.73 ± 0.11 ^a	25.42 ± 1.89 ^c	45.19 ± 1.36 ^c
10.0	15.62 ± 1.19 ^c	0.62 ± 0.08 ^b	27.66 ± 1.91 ^b	46.51 ± 1.09 ^b

注:同列间不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

综上所述,确定以 7.0% ~ 9.0% 的糯米粉添加量进行正交试验。

2.2 正交试验

选择蓝莓果渣膳食纤维粉添加量、魔芋胶添加量、糯米粉添加量 3 个因素进行正交试验,通过感官评分对试验样品进行评价,分析结果见表 7。

表 7 正交试验的感官评定分析结果
Table 7 Sensory evaluation analysis results of orthogonal tests

试验号	因素			感官评分 (分)
	A 蓝莓渣膳食纤维粉添加量 (%)	B 魔芋胶添加量 (%)	C 糯米粉添加量 (%)	
1	1 (1.5)	1 (0.6)	1 (7.0)	82.5
2	1	2 (0.8)	2 (8.0)	90.3
3	1	3 (1.0)	3 (9.0)	78.4

试验号	因素			感官评分 (分)
	A 蓝莓渣膳食纤维 粉添加量 (%)	B 魔芋胶添 加量 (%)	C 糯米粉添 加量 (%)	
4	2 (2.0)	1	2	88.9
5	2	2	3	83.7
6	2	3	1	86.1
7	3 (2.5)	1	3	76.3
8	3	2	1	83.2
9	3	3	2	84.9
k1	83.733	82.567	83.933	
k2	86.233	85.733	88.033	
k3	81.467	83.133	79.467	
R	4.766	3.166	8.566	
影响因素	C > A > B			
最优组合	A ₂ B ₂ C ₂			

表 7 极差分析结果表明,对鸡肉肠感官品质产生影响的试验因素主次顺序为: C > A > B,即糯米粉添加量影响最大,蓝莓果渣膳食纤维粉添加量次之,最后为魔芋胶添加量,糖基脂肪替代物低脂鸡肉肠感官品质的最优组合为 A₂B₂C₂,即蓝莓渣膳食纤维粉添加量 2.0%、魔芋粉添加量 0.8%、糯米粉添加量 8.0%。

2.3 验证试验

A₂B₂C₂ 是正交试验得到的最优组合, A₁B₂C₂ 是正交试验中感官评分最高的组合,因此对 A₂B₂C₂ 与 A₁B₂C₂ 进行比较验证试验,各进行 3 次平行试验,取平均分, A₂B₂C₂ 平均分为 91.8, A₁B₂C₂ 平均分为 90.4,与正交试验结果一致。A₂B₂C₂ 组合的低脂鸡肉肠肠衣完整无破损,组织致密,切片性能好,富有弹性,具有鸡肉固有的香味和滋味,咸淡适宜,无异味,颜色均匀一致。

2.4 理化、微生物指标

依据《食品安全国家标准》^[17-21] 中的方法检测理化、微生物指标,表 8 中的检验结果表明,最优组合的各项指标均符合国家标准。脂肪含量为 6.1g/100g,蛋白质含量为 23.8g/100g,膳食纤维含量为 2.7g/100g,说明该鸡肉肠具有低脂肪、高蛋白、高膳食纤维的特点,符合营养学要求。

表 8 理化、微生物指标测定结果

Table 8 Results of physicochemical and microbiological indexes

检验项目	指标	检验结果
脂肪 (g/100g)	≤ 35	6.1
蛋白质 (g/100g)	≥ 14	23.8
水分 (g/100g)	≤ 75	53.2
膳食纤维 (g/100g)	—	2.7
菌落总数 (CFU/g)	≤ 10 ⁵	174
大肠菌群 (CFU/g)	≤ 10 ²	12

注:—表示无要求

3 结论

脂肪替代物肉制品在保持优良品质的前提下,能降低摄入的总热量,将是未来肉制品的发展趋势。本研究尝试在鸡肉肠中添加糖基脂肪替代物,包括蓝莓果渣膳食纤维粉、魔芋胶、糯米粉,通过单因素、正交和验证试验,将感官评分、质构特性和蒸煮损失率作为评价指标,确定最佳配方:鸡胸肉 50%、冰水 20%、糯米粉 8%、蓝莓渣膳食纤维粉 2%、五香粉 1%、魔芋胶 0.8%、食盐 0.6%、酱油 0.5%、味精 0.5%、白糖 0.4%。此时糖基脂肪替代物低脂鸡肉肠的品质最佳,组织致密,切片性能好,富有弹性,肠衣完整,具有鸡肉固有的滋味和香气,无异味,呈略带淡蓝紫的肉色。该低脂肉制品的出现迎合消费者在健康、营养、口感等各方面对方便食品的要求,也为企业开发新产品指明了方向。

参考文献:

- [1] 王林,李维.玉米淀粉及川明参添加量对川明参香肠品质的影响研究[J].中国调味品,2020,45(5):105-109.
- [2] Choe J H, Kim H Y, Lee J M, et al. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers[J]. Meat Science, 2013, 93(4):849-854.
- [3] 赵锦牧,周梦舟,徐群英.脂肪替代物在食品中的研究进展[J].中国油脂,2017,42(11):157-160.
- [4] 王丽,句荣辉,王辉,等.脂肪替代物在肉制品中的应用[J].粮食与油脂,2020,33(2):7-9.
- [5] Korezak R, Kamil A, Fleige L, et al. Dietary fiber and digestive health in children[J]. Nutrition Reviews, 2017, 75(4):241-259.
- [6] Huang Z R, Hong J L, Xu J X, et al. Exploring core functional microbiota responsible for the production of volatile flavour during the traditional brewing of Wuyi Hong Qu

- glutinous rice wine [J]. Food Microbiology, 2018, 76: 487–496.
- [7] 张学全. 肉制品加工技术 [M]. 合肥: 中国科学技术出版社, 2013.
- [8] 董娟, 赵巧玲, 刘扬铭, 等. 酶辅助法提取脱脂葡萄籽蛋白的工艺研究 [J]. 粮食与油脂, 2017, 30 (12): 20–24.
- [9] Wang S Y, Chen H J, Ehlenfeldt M K. Variation in antioxidant enzyme activities and nonenzyme components among cultivars of rabbiteye blueberries (*Vaccinium ashei* Reade) and *V. ashei* derivatives [J]. Food Chemistry, 2011, 129 (1): 13–20.
- [10] Wang Q, Wang J Y, Ding W, et al. Alternatives to carcinogenic preservatives in Chinese sausage – sorbic acid-loaded chitosan/tripolyphosphate nanoparticles [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 120: 28–33.
- [11] 中华人民共和国商务部. 熏煮香肠: SB/T 10279—2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [12] 陆程, 陆利霞, 林丽军, 等. 添加葡萄糖氧化酶对熏煮香肠品质的影响 [J]. 食品工业科技, 2018, 39 (15): 1–4, 9.
- [13] 孙军涛, 张智超, 徐蒙蒙, 等. 豆渣膳食纤维的制备及在香肠中的应用 [J]. 中国调味品, 2020, 45 (10): 117–121.
- [14] Xia X F, Kong B H, Liu Q, et al. Physicochemical change and protein oxidation in porcine longissimus dorsi as influenced by different freeze-thaw cycles [J]. Meat Science, 2009, 83 (2): 239–245.
- [15] 罗登林, 赵影, 徐宝成, 等. 菊粉对香肠质构及感官特性的影响 [J]. 食品科学技术学报, 2017, 35 (3): 71–77.
- [16] 任凯, 陶康, 于政鲜, 等. TPA 测试条件对豆腐质构测试结果的影响 [J]. 中国调味品, 2019, 44 (9): 29–32, 38.
- [17] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB 5009.6—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [18] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定: GB 5009.5—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [19] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定: GB 5009.88—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [20] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定: GB 4789.2—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [21] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数: GB 4789.3—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [22] Unlu D. Concentration of aroma compounds by pervaporation process using polyvinyl chloride membrane [J]. Flavour and Fragrance Journal, 2019, 34 (6): 493–505.
- [23] Liu Y S, Tang Q, Cheng P, et al. Whole-genome sequencing and analysis of the Chinese herbal plant *Gelsemium elegans* [J]. Acta Pharmaceutica Sinica B, 2020, 10 (2): 374–382.
- [24] Ktari N, Smaoui S, Trabelsi I, et al. Chemical composition, techno-functional and sensory properties and effects of three dietary fibers on the quality characteristics of Tunisian beef sausage [J]. Meat Science, 2014, 96 (1): 521–525.
- [25] 高雪琴, 付丽, 吴丽, 等. 脂肪替代物在凝胶类调理肉制品中的应用 [J]. 食品工业科技, 2018, 39 (11): 319–326.
- [26] 熊昌定, 王林. 川明参保健猪肉香肠的研制 [J]. 中国调味品, 2019, 44 (7): 104–106, 117.