

糖基脂肪替代物在低脂鸡肉丸中的应用研究

高鲲¹, 蔡智军^{1*}, 徐凌¹, 柴虹宇¹, 王心哲¹, 司旭²

(1. 辽宁农业职业技术学院 食品药品学院, 辽宁 营口 115009; 2. 沈阳农业大学 食品学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘要:对利用脂肪替代物生产低脂类肉制品进行研究,将蓝莓渣膳食纤维粉、魔芋胶、糯米粉3种糖基脂肪替代物添加到低脂鸡肉丸中,通过单因素试验和正交试验,以感官评分、蒸煮损失率和质构特性作为评价指标,确定最佳配方为蓝莓渣膳食纤维粉2.0%、魔芋胶0.8%、糯米粉8.0%、鸡胸肉50%、冰水30%、食盐1.4%、姜粉1%、白胡椒粉0.8%、鸡精0.5%、蒜泥0.5%。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;鸡肉丸;感官评价;质构特性;蒸煮损失率

Study on the Application of Sugar-based Fat Substitute in Low-fat Chicken Meatballs

GAO Kun¹, CAI Zhi-jun^{1*}, XU Ling¹, CHAI Hong-yu¹, WANG Xin-zhe¹, SI Xu²

(1. Institute of Food and Drug, Liaoning Agricultural Technical College, Yingkou 115009, Liaoning, China;
2. School of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, Liaoning, China)

Abstract: The use of fat substitute to produce low-fat meat products was studied. Blueberry residue dietary fiber powder, konjac gum, and glutinous rice flour were added to low-fat chicken meatballs. Through single factor and orthogonal testing, sensory score, cooking loss rate, and texture characteristics were used as the evaluation indices. The optimal formulation was dietary fiber powder of blueberry residue 2.0%, konjac gum 0.8%, glutinous rice flour 8.0%, chicken breast 50%, ice water 30%, salt 1.4%, ginger 1%, white pepper 0.8%, chicken extract 0.5%, and garlic 0.5%. This formulation produced chicken meatballs with low-fat content and high protein and dietary fiber content. The microbial indices complied with national standards to meet consumers' demands for food taste, nutrition, safety, and other aspects.

Key words: fat substitute; chicken meatballs; sensory evaluation; texture characteristics; cooking loss rate

引文格式:

高鲲, 蔡智军, 徐凌, 等. 糖基脂肪替代物在低脂鸡肉丸中的应用研究[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(4): 115-121.

GAO Kun, CAI Zhijun, XU Ling, et al. Study on the Application of Sugar-based Fat Substitute in Low-fat Chicken Meatballs[J]. Food Research and Development, 2022, 43(4): 115-121.

鸡肉是我国产量最大的肉类,具有温中益气、健脾胃、强筋骨和活血脉等功效^[1]。鸡胸肉,是鸡身上体积最大的两块肉,其肉质细嫩、滋味鲜美、营养丰富,具有高蛋白、低脂肪的特点^[2],以其为原料生产的制品种类丰富,其中鸡肉丸就是深受消费者喜爱的一种食品^[3]。市场上的鸡肉丸配方中多含有猪肥膘和鸡皮,大大增

加了制品中脂肪的含量,这有悖于近年来人们追求低脂类食品的消费观念^[4-6],因此,通过在配方中添加脂肪替代物,开发低脂鸡肉丸将是今后的研究热点之一。

脂肪替代物是指加入制品中,不影响其原有口感风味,热量较低,能够减少制品脂肪含量的各种原料^[7]。脂肪替代物按其组成成分可分为糖基脂肪替代物、蛋

基金项目:辽宁农业职业技术学院院级科研项目[辽农职科合字(2019)第08号]

作者简介:高鲲(1986—),女(汉),讲师,硕士,研究方向:食品加工与研发。

*通信作者:蔡智军,教授,硕士,研究方面:食品科学。

白质基脂肪替代物和脂肪基脂肪替代物^[7],其中糖基脂肪替代物食用安全、种类丰富、来源广泛、热量较低^[8],具体又可分为膳食纤维脂肪替代物、胶体类脂肪替代物、淀粉类脂肪替代物等^[9]。除了降低热量,膳食纤维和部分胶体类脂肪替代物还具有预防便秘、提高免疫力、预防慢性病、美容养颜等功效^[10],添加此类脂肪替代物的低脂鸡肉丸,不仅改善了制品的保水性、保油性,而且营养价值更高,成为肉制品行业的研究热点。

本试验将蓝莓渣膳食纤维粉、魔芋胶、糯米粉3种糖基脂肪替代物添加到低脂鸡肉丸中,研制出既营养健康又美味的新型肉制品。通过单因素试验和正交试验,以感官评分、蒸煮损失率和质构特性作为依据^[11],确定低脂鸡肉丸的最佳配方,该研究将为研发低脂凝胶类肉制品提供一定的理论依据和实践指导。

1 材料与方法

1.1 原料与设备

1.1.1 原料

蓝莓果渣:丹东高冠蓝莓有限公司;碱性蛋白酶

(2×10^5 U/g): 山东隆科特酶制剂有限公司; α -淀粉酶(1×10^4 U/g): 南宁庞博生物工程有限公司;魔芋胶: 云南富源县光华魔芋开发有限公司;玉米淀粉: 沈阳正福记食品集团有限公司;食盐、姜粉、白胡椒粉、鸡精、鸡胸肉、糯米粉: 市售。

1.1.2 设备

BH-30KA 电子天平: 上海友声衡器有限公司; 202-0B 电热恒温鼓风干燥箱: 尚诚仪器有限公司; 800C 多功能磨粉机: 东莞市华太电器有限公司; LG10-2.4A 高速离心机: 北京医用离心机厂; SXC-12 绞肉机: 镇江洋诚机械有限公司; ZB-40 斩拌机: 山东沃克斯机械有限公司; CX-280 肉丸成型机: 广东麦琳卡顿有限公司; TMS-PRO 质构仪: 美国 FTC 公司。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程

原料选择→原料预处理→绞肉→腌制→斩拌→成型→煮制→预冷→冷冻→成品

1.2.2 基础配方

通过预试验,得到鸡肉丸的基础配方,见表1。

表1 低脂鸡肉丸的基础配方

Table 1 Basic formula of low-fat chicken meatballs

鸡胸肉	冰水	糯米粉	蓝莓渣膳食纤维粉	食盐	姜粉	白胡椒粉	魔芋胶	鸡精	蒜泥
50	30	8	2	1.4	1	0.8	0.6	0.5	0.5

1.2.3 操作要点

1.2.3.1 原料选择

选择经兽医卫生检验、检疫合格的新鲜(冻)鸡胸肉作为制作鸡肉丸的原料肉。

1.2.3.2 原料预处理

蓝莓渣洗净沥干后,烘干粉碎,过100目筛,以料液比为1:6(g/mL)加入乙醇溶液,40℃浸提30min后抽滤,在滤渣中加入蒸馏水,pH值调至8,加入0.4%的碱性蛋白酶,45℃酶解30min,灭酶后于6000 r/min转速下离心5min,去除上清液。在沉淀中再次加入蒸馏水,pH值调至7,加入0.5%的 α -淀粉酶,在70℃酶解30min,灭酶后于6000 r/min转速下离心5min,将沉淀物再次烘干粉碎,过100目筛,得到蓝莓渣膳食纤维粉^[12-15]。

鸡胸肉解冻后,洗去表面的淤血、污物,洗涤干净后沥干水分。

1.2.3.3 绞肉、腌制

鸡胸肉投入绞肉机绞制,在绞制好的鸡胸肉中加入20%冰水和食盐,搅拌均匀,在0℃~4℃下腌制24h。

1.2.3.4 斩拌

加入蓝莓渣膳食纤维粉、魔芋胶、鸡精,高速斩拌

2min至肉馅有一定黏性。加入剩余的10%冰水、姜粉、白胡椒粉和糯米粉,低速斩拌2min^[16]。

1.2.3.5 成型、煮制

将肉料加入成型机料斗中,将挤出的丸子投入65℃的热水中浸煮5min,再将肉丸倒入90℃以上的热水中煮制10min。

1.2.3.6 预冷、冷冻

煮熟后的肉丸移入0℃~4℃的环境预冷,再将冷却后的肉丸转入-18℃冷冻室冷冻^[2]。

1.2.4 试验设计

1.2.4.1 单因素试验设计

考察蓝莓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%)对鸡肉丸品质的影响,根据试验结果确定各自的最佳添加量,并用于正交试验设计。

1.2.4.2 正交试验设计

根据单因素试验结果,设计正交试验,确定各因素对鸡肉丸品质的影响,并分析得到最优配方。正交试验设计见表2。

表2 正交试验因素水平

Table 2 Factors and levels of orthogonal test

水平	因素		
	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	1.5	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 质构特性分析

将鸡肉丸解冻,在25℃放置2h后,在其中心部位切出规则的1.5 cm³的立方体,采用质构仪测定其质

构指标,同一配方取3个样品做3次试验,结果取平均值^[17]。

测定条件:测试模式为全质构分析,选用柱形挤压P/50探头,测试前、测试中和测试后的速度均为2.0 mm/s,压缩度设为50%,两次压缩间隔为5 s,触发力为0.4 N^[18]。

1.2.5.2 感官评定

感官评定小组由10名具有感官评价经验的评审员组成,按照SB/T 10610—2011《肉丸》要求,结合实际,对解冻后煮制的鸡肉丸分别从组织形态、色泽、风味、口感和弹性5个方面进行感官评定,结果取平均值^[19]。具体评分标准如表3所示。

表3 低脂鸡肉丸的感官评分标准

Table 3 Sensory evaluation criteria of low-fat chicken meatballs

项目	评价标准	分值
组织形态	外形完整,且饱满溜圆,切面细密,分布均匀细小气孔,无大空洞	16~20
	外形较完整,切面较细密,气孔较均匀,无大空洞	10~15
	外形不完整,切面较粗糙,气孔不均匀,有大空洞	1~9
色泽	呈肉色,带有蓝莓渣的蓝紫色,色泽均匀一致	16~20
	呈肉色,带有稍深或稍浅蓝莓渣的蓝紫色,色泽稍不均匀	10~15
	带有过深或过浅蓝莓渣的蓝紫色,色泽不均匀	1~9
风味	具有鸡肉固有的香气和滋味,咸淡适宜,无异味	16~20
	鸡肉固有的香气和滋味不足,咸淡较适宜,稍有异味	10~15
	缺乏鸡肉固有的香气和滋味,过咸或过淡,有异味	1~9
口感	有肉感,筋道,细腻无粗糙感,不硬实	16~20
	有肉感,较筋道,稍有粗糙感,稍硬实	10~15
	缺乏肉感,不筋道,有粗糙感,硬实	1~9
弹性	有较大弹性,指压不裂,快速恢复原状	16~20
	有一定弹性,指压不裂,可以恢复原状	10~15
	缺乏弹性,指压断裂,不能恢复原状	1~9

1.2.5.3 蒸煮损失率的测定

鸡肉丸的蒸煮损失率计算公式^[20-21]如下。

$$\text{蒸煮损失率}/\% = \frac{\text{蒸煮前鸡肉丸质量} @ - \text{蒸煮后鸡肉丸质量} @}{\text{蒸煮前鸡肉丸质量} @} \times 100$$

1.2.6 相关指标测定

水分含量:按照GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中的直接干燥法进行测定。

蛋白质含量:按照GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法进行测定。

脂肪含量:按照GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中的索氏抽提法进行测定。

菌落总数:按照GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品中微生物学检验 菌落总数测定》中的检验方法进行测定。

大肠菌群:按照GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品中微生物学检验 大肠菌群计数》中的平板计数法进行测定。

膳食纤维含量:按照GB 5009.88—2014《食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定》中的检验方法进行测定。

1.3 数据处理

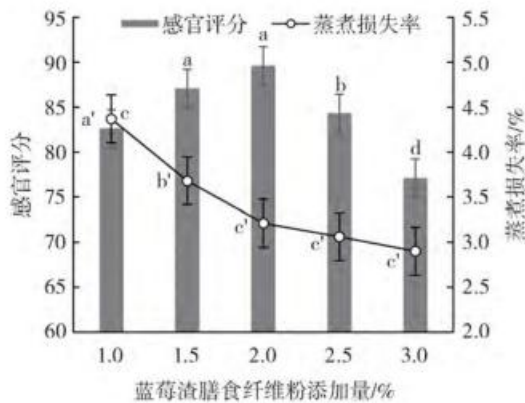
使用SPSS软件进行数据处理和回归分析。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 蓝莓渣膳食纤维粉添加量对低脂鸡肉丸品质的影响

蓝莓渣膳食纤维粉添加量对低脂鸡肉丸品质的影响见图1。



不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

图1 蓝莓渣膳食纤维粉添加量对低脂鸡肉丸品质的影响

Fig.1 Effect of dietary fiber content of blueberry residue on quality of low-fat chicken meatballs

由图1可知, 蓝莓渣膳食纤维粉添加量在2.0%时, 感官评分最高, 为89.6分, 此时鸡肉丸外形饱满溜圆, 切面细密, 内部呈稍带蓝紫色的肉色, 具有鸡肉的香气和滋味, 无异味, 弹性较大。蓝莓渣膳食纤维粉添加量过高或过低时, 感官评分都有所降低, 但添加量为1.5%时降低不显著 ($P > 0.05$)。当蓝莓渣膳食纤维粉添加量小于1.5%时, 鸡肉丸口感粗糙, 弹性变差, 当添加量大于2.5%时, 鸡肉风味部分被蓝莓风味掩盖, 并伴有酸味。随着蓝莓渣膳食纤维粉的添加量增加, 蒸煮损失率呈下降趋势, 但添加量大于1.5%时, 各组差异不显著 ($P > 0.05$)。

蓝莓渣膳食纤维粉添加量对低脂鸡肉丸质构特性的影响见表4。

表4 蓝莓渣膳食纤维粉添加量对低脂鸡肉丸质构特性的影响
Table 4 Effect of dietary fiber content of blueberry residue on texture characteristics of low-fat chicken meatballs

蓝莓渣膳食纤维粉添加量/%	弹性/mm	回复性	硬度/N	咀嚼性/mJ
1.0	9.67±0.64 ^d	0.48±0.01 ^e	29.27±1.08 ^a	48.52±1.65 ^a
1.5	13.42±1.01 ^b	0.64±0.01 ^b	27.50±0.70 ^b	48.04±1.91 ^a
2.0	16.06±0.93 ^a	0.83±0.03 ^a	26.01±1.06 ^c	45.64±1.02 ^b
2.5	15.08±0.76 ^c	0.71±0.02 ^d	24.85±0.81 ^d	43.71±1.28 ^c
3.0	11.89±0.53 ^e	0.52±0.03 ^c	24.14±1.12 ^d	42.69±0.83 ^c

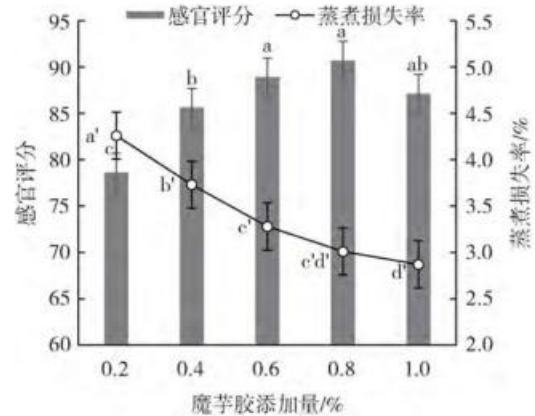
注: 同列不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

由表4可知, 随着膳食纤维粉添加量的增加, 鸡肉丸的弹性和回复性先升高再下降, 在添加量为2.0%时, 弹性和回复性最大, 硬度和咀嚼性则呈现逐渐下降的趋势。这是因为膳食纤维具有优良的保水性和保油性, 使肌原纤维蛋白更有效地结合水和脂肪, 形成稳定的水包油型乳胶体^[22]。

综上所述, 确定以蓝莓渣膳食纤维粉添加量为1.5%~2.5%进行正交试验。

2.1.2 魔芋胶添加量对低脂鸡肉丸品质的影响

魔芋胶添加量对低脂鸡肉丸品质的影响见图2。



不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

图2 魔芋胶添加量对低脂鸡肉丸品质的影响

Fig.2 Effect of konjac gum on the quality of low-fat chicken meatballs

由图2可知, 魔芋胶添加量为0.8%时, 感官评分为90.7, 此时鸡肉丸外形完整, 切面细密, 富有弹性, 具有鸡肉的风味, 咸度适宜, 无异味。魔芋胶添加量在0.6%~1.0%时, 感官评分没有明显差异, 当添加量小于0.6%, 感官评分显著降低 ($P < 0.05$), 鸡肉丸弹性降低, 切面粗糙, 口感变差。随着魔芋胶添加量增加, 蒸煮损失率呈下降趋势。

魔芋胶添加量对低脂鸡肉丸质构特性的影响见表5。

表5 魔芋胶添加量对低脂鸡肉丸质构特性的影响
Table 5 Effect of konjac gum addition on texture characteristics of low-fat chicken meatballs

魔芋胶添加量/%	弹性/mm	回复性	硬度/N	咀嚼性/mJ
0.2	10.63±0.72 ^d	0.42±0.02 ^d	30.16±2.04 ^a	49.21±1.84 ^a
0.4	12.88±1.10 ^c	0.50±0.01 ^c	28.37±1.86 ^b	46.90±2.11 ^b
0.6	15.01±0.89 ^b	0.58±0.02 ^b	25.21±1.21 ^c	44.76±1.38 ^c
0.8	16.92±1.05 ^a	0.68±0.01 ^a	23.03±1.25 ^d	43.18±0.99 ^c
1.0	17.74±1.22 ^a	0.72±0.03 ^a	22.54±0.79 ^d	42.25±1.06 ^c

注: 同列不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

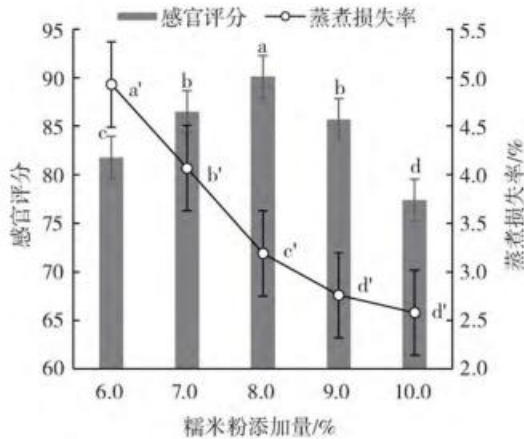
由表5可知, 随着魔芋胶添加量的增加, 鸡肉丸的弹性和回复性呈逐渐上升趋势, 而硬度和咀嚼性呈持续下降趋势, 当魔芋胶的添加量在0.2%~0.6%时, 各质构指标均差异显著 ($P < 0.05$), 但当魔芋胶的添加量大于0.6%时, 各指标均差异不明显 ($P > 0.05$)。这是由于胶体类能与鸡肉中的蛋白质结合, 在加热时形成凝胶

化的网状结构,增加鸡肉丸的保水性,从而形成稳定的乳化肉馅^[2]。

综上所述,选择魔芋胶添加量为0.6%~1.0%进行正交试验。

2.1.3 糯米粉添加量对低脂鸡肉丸品质的影响

糯米粉添加量对低脂鸡肉丸品质的影响见图3。



不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

图3 糯米粉添加量对低脂鸡肉丸品质的影响

Fig.3 Effect of addition amount of glutinous rice flour on quality of low-fat chicken meatballs

由图3可知,随着糯米粉添加量的增加,感官评分先上升后下降,在糯米粉添加量为8.0%时感官评分为90.1,达到最大值,此时鸡肉丸具有完整的外形,切面平整细密,鸡肉风味浓郁,咸味适宜,富有较大弹性。当糯米粉添加量小于7.0%时,鸡肉丸切面粗糙松散,口感差,缺乏弹性,当糯米粉添加量大于9.0%时,鸡肉香味和滋味变弱,整体口感变差。随着糯米粉添加量增加,蒸煮损失率呈下降趋势,但添加量大于8.0%后,差异不显著 ($P > 0.05$)。

糯米粉添加量对低脂鸡肉丸质构特性的影响见表6。

表6 糯米粉添加量对低脂鸡肉丸质构特性的影响

Table 6 Effect of addition amount of glutinous rice flour on texture characteristics of low-fat chicken meatballs

酵母的添加量/%	弹性/mm	回复性	硬度/N	咀嚼性/mJ
6.0	9.64±0.59 ^d	0.41±0.01 ^c	30.69±1.63 ^a	50.33±1.92 ^a
7.0	13.38±0.94 ^a	0.55±0.02 ^b	26.27±1.05 ^b	46.81±2.05 ^b
8.0	16.25±1.12 ^a	0.64±0.03 ^a	22.89±0.85 ^c	43.62±1.14 ^d
9.0	15.17±1.35 ^b	0.60±0.01 ^a	23.41±0.97 ^c	45.04±1.36 ^c
10.0	13.80±0.86 ^c	0.52±0.02 ^b	25.75±1.20 ^b	46.91±1.09 ^b

注:同列不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

从表6可以得到,随着糯米粉添加量的增加,鸡肉丸的弹性和回复性先升高再降低,在糯米粉添加量为

8.0%时均达到最大值。硬度和咀嚼性则随着糯米粉添加量增加呈现先降低再升高趋势,在糯米粉添加量8.0%时达到最小值。这是因为糯米粉具有增稠和保水的作用,糊化后黏度增大,增加蛋白质凝胶体强度^[24]。

综上所述,正交试验中糯米粉添加量选取为7.0%~9.0%。

2.2 正交试验结果

按低脂鸡肉丸的正交试验设计分别进行感官评分,评定结果具体见表7。

表7 正交试验的设计及结果

Table 7 Design and result of orthogonal experiment

试验号	因素			感官评分
	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)	81.3
2	1	2(0.8)	2(8.0)	88.6
3	1	3(1.0)	3(9.0)	78.4
4	2(2.0)	1	2	87.2
5	2	2	3	83.7
6	2	3	1	85.1
7	3(2.5)	1	3	77.6
8	3	2	1	83.2
9	3	3	2	84.5
k ₁	82.790	82.073	83.207	
k ₂	85.377	85.187	86.823	
k ₃	81.800	82.707	79.907	
R	3.577	3.114	6.916	
影响顺序	C>A>B			
最优组合	A ₂ B ₂ C ₂			

根据表7结果得到,试验中各因素影响的主次顺序为糯米粉添加量>蓝莓渣膳食纤维粉添加量>魔芋胶添加量。低脂鸡肉丸配方的最优组合是A₂B₂C₂,即蓝莓渣膳食纤维粉添加量为2.0%、魔芋粉添加量为0.8%、糯米粉添加量为8.0%时低脂鸡肉丸的感官品质最佳。

2.3 验证试验

对确定的最佳配方进行验证试验,对最佳配方制作的5个样品分别进行感官评定,得到平均分为91.6,高于正交试验各组合,此时低脂鸡肉丸的外形完整溜圆,切面细密无孔洞,呈带有淡蓝紫色泽的肉色,具有鸡肉固有的香味和滋味,无异味,有肉感,无粗糙感,富有较大弹性。

2.4 相关指标测定

根据相关标准对最佳配方制作的低脂鸡肉丸的相关指标进行检验测定,结果见表8。

由表8可知,各项检验指标均符合相关标准。脂

表8 相关指标测定结果

Table 8 Measurement results of related indicators

项目	水分/(g/100 g)	蛋白质/(g/100 g)	脂肪/(g/100 g)	菌落总数/(CFU/g)	大肠菌群/(CFU/g)	膳食纤维/(g/100 g)
标准	≤70	≥8	≤18	≤10 ⁵	≤10 ²	
测定结果	38	14	6	164	15	3

肪含量为6 g/100 g,膳食纤维含量为3 g/100 g,说明该鸡肉丸在有效降低脂肪含量的同时,具有较高的营养价值。

3 结论

本研究选择蓝莓渣膳食纤维粉、魔芋胶、糯米粉3种糖基脂肪替代物添加到低脂鸡肉丸中,并作为变量进行单因素试验,再利用正交试验对配方进行优化,确定最佳配方为蓝莓渣膳食纤维粉2.0%、魔芋胶0.8%、糯米粉8.0%、鸡胸肉50%、冰水30%、食盐1.4%、姜粉1%、白胡椒粉0.8%、鸡精0.5%、蒜泥0.5%。此时低脂鸡肉丸的综合品质最佳,外形完整溜圆,切面细密无孔洞,呈带有淡蓝紫色泽的肉色,具有鸡肉固有的香味和滋味,无异味,有肉感,无粗糙感,富有较大弹性。本研究既满足消费者对食品口感、营养、安全等多方面需求,又为肉制品加工企业提供了新产品研发的思路。

参考文献:

- [1] 郭畅,李艳青,鹿保鑫.脂肪替代物在鸡肉丸中的应用[J].肉类工业,2020(11):13-17.
GUO Chang, LI Yanqing, LU Baoxin. Application of fat substitute in chicken meatballs[J]. Meat Industry, 2020(11): 13-17.
- [2] 姜莉莉.猴头菇鸡肉丸配方研究[J].湖北农业科学,2019,58(10):139-141,149.
JIANG Lili. Study on the recipe of *Hericium erinaceus* chicken meatball[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2019, 58(10): 139-141, 149.
- [3] 张明成,周凤超,张春华.添加不同配比7S/11S大豆球蛋白对鸡肉丸品质的影响[J].食品与发酵工业,2016,42(9):137-142.
ZHANG Mingcheng, ZHOU Fengchao, ZHANG Chunhua. Effects of 7S to 11S ratio of soybean globulin protein on the quality of chicken meatball[J]. Food and Fermentation Industries, 2016, 42(9): 137-142.
- [4] CHO E 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.
- [5] OZVURAL E B, VURAL H. Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters[J]. Meat Science, 2008, 78(3): 211-216.
- [6] 赵锦妆,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.
ZHAO Jinzhuang, ZHOU Mengzhou, XU Qunying. Progress in fat substitutes used in food[J]. China Oils and Fats, 2017, 42(11): 157-160.
- [7] 孙沛然,易翠平.脂肪替代物研究进展[J].中国食品添加剂,2011(2):167-171,177.
SUN Peiran, YI Cuiping. Research development of fat substitutes[J]. China Food Additives, 2011(2): 167-171, 177.
- [8] 荆晓飞,王寅,崔波.碳水化合物基脂肪替代物的研究现状综述[J].山东轻工业学院学报(自然科学版),2013,27(1):19-22.
JING Xiaofei, WANG Yin, CUI Bo. Current research of carbohydrate-based fat substitute[J]. Journal of Shandong Polytechnic University(Natural Science Edition), 2013, 27(1): 19-22.
- [9] 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.
WANG Li, JU Ronghui, WANG Hui, et al. The application of fat substitutes in meat products[J]. Cereals & Oils, 2020, 33(2): 7-9.
- [10] KORCZAK R, KAMIL A, FLEIGE L, et al. Dietary fiber and digestive health in children[J]. Nutrition Reviews, 2017, 75(4): 241-259.
- [11] 李倩倩,陈海华,张楠,等.低M/G型海藻酸钠脂肪替代物的制备及在低脂鸡肉丸中的应用[J].青岛农业大学学报(自然科学版),2015,32(4):270-276.
LI Qianqian, CHEN Haihua, ZHANG Nan, et al. Preparation of fat substitutes based on low M/G alginate and application in low-fat chicken meatballs[J]. Journal of Qingdao Agricultural University (Natural Science), 2015, 32(4): 270-276.
- [12] 孙羊羊,滕安国,朱振元,等.甘草渣膳食纤维提取工艺研究[J].食品研究与开发,2019,40(20):96-101.
SUN Yangyang, TENG Anguo, ZHU Zhenyuan, et al. Study on the extraction of dietary fiber from licorice residue[J]. Food Research and Development, 2019, 40(20): 96-101.
- [13] 司凤玲,刘小裕,邓俊林.玉米耳根膳食纤维提取工艺优化及理化性质测定[J].食品与发酵工业,2019,45(20):209-214.
SI Fengling, LIU Xiaoyu, DENG Junlin. Optimization of extraction process and physicochemical properties of dietary fiber from *Auricularia cornea* var. *Li Root*[J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(20): 209-214.
- [14] 徐峥嵘,李佳,马正,等.双酶法制备蓝莓果渣膳食纤维的工艺[J].食品工业,2020,41(5):139-142.
XU Zhengrong, LI Jia, MA Zheng, et al. The preparation of dietary fiber from blueberry pomace by double enzymatic method[J]. The Food Industry, 2020, 41(5): 139-142.
- [15] 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.
- [16] 张学全.肉制品加工技术[M].北京:中国科学技术出版社,2013.
ZHANG Xuequan. Meat processing technology[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2013.

- [17] 张楠, 王莹钰, 陈海华, 等. 香菇海藻肉丸配方和质构特性的研究[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2014, 31(1): 45-49.
ZHANG Nan, WANG Yingyu, CHEN Haihua, et al. Research on the formula and texture properties of mushroom-seaweed meatball[J]. Journal of Qingdao Agricultural University(Natural Science), 2014, 31(1): 45-49.
- [18] 王腾腾, 李艳萍, 魏法山, 等. 乳化玉米胚芽油对鸡肉丸品质的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(4): 58-61, 73.
WANG Tengting, LI Yanping, WEI Fashan, et al. Effects of emulsified corn germ oil on quality of chicken meatball[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(4): 58-61, 73.
- [19] 王明爽, 孙海涛, 李明, 等. 红薯鸡肉丸的配方研究[J]. 肉类工业, 2019(1): 25-28.
WANG Mingshuang, SUN Haitao, LI Ming, et al. Study on the formula of chicken meatball with sweet potato[J]. Meat Industry, 2019(1): 25-28.
- [20] 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.
- [21] 刘锋, 芮汉明. 鸡肉丸配方组成对其质量影响的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(12): 534-537.
LIU Feng, RUI Hanming. Study on the ingredients of chicken meatball[J]. Food Science, 2006, 27(12): 534-537.
- [22] 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.
- [23] 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.
GAO Xueqin, FU Li, WU Li, et al. Application of fat substitute in the gel-pre-prepared meat products[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(11): 319-326.
- [24] 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.
XIONG Changding, WANG Lin. Development of healthy *Chuanmin-shen violaceum* pork sausage[J]. China Condiment, 2019, 44(7): 104-106, 117.

加工编辑:王艳

收稿日期:2021-03-26