

不同类型淀粉对油炸挂糊猪肉品质的影响

张宇, 陆宁, 蒲顺昌*

(亳州学院生物与食品工程系, 亳州 236800)

摘要: 为生产优质的挂糊调理猪肉产品, 以蕉藕淀粉、玉米淀粉、木薯淀粉、糯米淀粉和高筋面粉 5 种淀粉对猪肉进行挂糊, 研究比较不同淀粉挂糊的猪肉经油炸后其品质的变化情况。结果表明: 高筋面粉的挂糊率 ($27.46\% \pm 0.02\%$) 显著高于其他 4 种淀粉的挂糊率 ($P < 0.05$), 玉米淀粉和蕉藕淀粉挂糊率最低; 蕉藕淀粉和高筋面粉组具有显著高的 L^* 值、 a^* 值 ($P < 0.05$) 和显著低的 b^* 值 ($P < 0.05$); 蕉藕淀粉挂糊组猪肉水分含量最高, 显著高于木薯淀粉、玉米淀粉和糯米淀粉组 ($P < 0.05$), 而脂肪含量最小 ($10.36\% \pm 1.05\%$); 用蕉藕淀粉挂糊的肉弹性最大 (0.71 ± 0.03), 硬度 ($8\ 743.79 \pm 284.99$) g 和剪切力值 (9.16 ± 1.08) N 最小 ($P < 0.05$); 蕉藕淀粉挂糊组的产品感官得分最高 (32.55 ± 0.88), 木薯淀粉组的最低 (28.90 ± 1.44)。综合考虑, 蕉藕淀粉可作为生产优质挂糊调理猪肉产品外壳糊中基础淀粉配方的最优选择。

关键词: 淀粉; 猪肉品质; 挂糊; 油炸; 质构

中图分类号: TS251.51

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2022)04-0675-06

Effects of different starches on the quality of deep-fried battered pork slices

ZHANG Yu, LU Ning, PU Shunchang

(Department of Biology and Food Engineering, Bozhou University, Bozhou 236800)

Abstract: In order to obtain a high-quality of battered prefabricated pork product, five kinds of starches such as canna starch, corn starch, tapioca starch, glutinous rice starch and high-gluten flour were selected to make starch batters to coat pork and deeply fried, and the quality changes of pork coated with different starch batter after frying were studied and compared. The results showed that the batter pick-up rate of high-gluten flour ($27.46\% \pm 0.02\%$) was significantly higher than that of the other four kinds of starches ($P < 0.05$), while those of corn starch and canna starch were the lowest. The canna starch and high-gluten flour groups had significantly higher L^* -value, a^* -value ($P < 0.05$) and significantly lower b^* -value ($P < 0.05$). The water content in the pork coated with the canna starch batter was the highest, which was significantly higher than that with the tapioca starch, corn starch and glutinous rice starch ($P < 0.05$), while its fat content was the lowest ($10.36\% \pm 1.05\%$). The pork coated with the canna starch batter had the largest springiness (0.71 ± 0.03), the smallest hardness ($8\ 743.79$ g \pm 284.99 g) and shear force (9.16 ± 1.08) N ($P < 0.05$). The sensory evaluation score of pork products coated with the canna starch batter was the highest (32.55 ± 0.88), and that with the tapioca starch was the lowest (28.90 ± 1.44). To sum up, it was concluded that canna starch is the most optimal raw batter material to process the high-quality prefabricated pork products.

Key words: starch; pork quality; batter coating; frying; texture

目前, 油炸食品是我们饮食中的选择之一, 由于其独特的感官特性, 如风味、颜色、质地和香气, 深受不同年龄段消费者的欢迎^[1]。油炸食品在油炸前通常会在食品表面涂上面糊, 以提供一种酥脆的

油炸面糊食品, 油炸后具有非常理想的风味。面糊通常由水、淀粉 (通常是玉米淀粉)、盐和发酵剂等组成^[2], 其中淀粉糊的构成是影响挂糊肉制品品质的重要因素之一^[3-4]。Primo-Martin^[5]研究了不同交

收稿日期: 2022-02-11

基金项目: 安徽省高校优秀青年人才支持计划项目 (gxyq2020071) 资助。

作者简介: 张宇, 博士, 讲师。E-mail: cauzhangyu@163.com

* 通信作者: 蒲顺昌, 博士, 副教授。E-mail: pcc922800@163.com

联小麦淀粉挂糊对食品外壳特性的影响,结果表明,较高的交联度可增强油炸食品的脆度。Sanz 等^[6]经研究得出添加抗性淀粉 R3 能显著提高油炸鱿鱼圈外壳的硬度和酥脆性;周晓燕等^[7]优化了发酵粉在脆皮糊中的配比工艺并研究得出糊的面粉选择、淀粉选择、发酵粉选择以及原料用量的配比等都对脆皮糊的质量有直接影响。张令文等^[8-9]研究了小麦淀粉、玉米淀粉、马铃薯淀粉、红薯淀粉和绿豆淀粉等 5 种淀粉对油炸挂糊猪肉片品质的影响,发现使用马铃薯淀粉最适于油炸猪肉片的加工。张令文等^[10]研究了 12 种不同小麦粉品质与挂糊油炸猪肉片外壳品质指标间的相关关系,发现不同小麦粉呈现不同的油炸外壳硬度和易碎性。可见,不同淀粉对不同挂糊产品的品质影响较大。

油炸食品油脂含量高,过多摄入会引起肥胖、心血管疾病等一系列健康状况^[11],随着生活水平以及人们健康意识的提高,人们对油炸食品也逐渐产生了戒备心理。因此,如何降低油脂含量,提高油炸肉制品的食用品质,进而消除消费者的戒备心理成了当前亟待解决的重要问题。研究表明挂糊在减少脂肪摄入方面起着至关重要的作用。Yuksel 等^[12]在小麦片中添加 10%的大麦粉会导致油含量显著降低;Dueik 等^[13]在淀粉食品基质中添加麦麸会导致吸油量减少 70%。因此,在挂糊调理猪肉制品中,采用不同淀粉挂糊的方法,可以提高猪肉产品风味的同时,还可以减少脂肪的摄入。目前,还鲜有研究不同淀粉挂糊油炸后对猪肉品质的影响。猪肉产品挂糊是生产调理性肉制品的主要生产方式,因此,研究不同淀粉构成的挂糊油炸对猪肉品质的影响,可为生产优质的挂糊类调理猪肉制品提供理论依据和实践基础。

本试验以高筋面粉为对照,选用蕉藕淀粉、木薯淀粉、糯米淀粉和玉米淀粉对猪肉进行挂糊油炸,从猪肉样品的挂糊率、颜色、水分和脂肪含量、质构、剪切力值和感官评价等指标进行分析,考察不同淀粉对经挂糊油炸后猪肉品质的变化,进而分析不同淀粉挂糊油炸对猪肉品质的影响,在提高油炸挂糊肉制品品质的同时,筛选出总体接受度良好的油炸挂糊猪肉制品的挂糊淀粉类型。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

1.1.1 材料与试剂 材料:高筋面粉,安徽丰大股份有限公司;玉米淀粉,山东金城股份有限公司;蕉藕淀粉、木薯淀粉和糯米淀粉均购自当地大润发

超市;去皮猪后腿肉,当地大润发超市;小苏打粉,安琪酵母股份有限公司;食用盐,中国盐业股份有限公司;复合磷酸盐、亚硝酸盐、异抗坏血酸钠均为食品添加剂。

试剂:盐酸、90%乙醇和乙醚购自国药集团化学试剂有限公司,均为分析纯。

1.1.2 主要仪器与amp;设备 JA503 分析电子天平,常州幸运电子设备有限公司;旋转蒸发仪,马尔文仪器有限公司;WB-2000IXA 全自动测色色差计,上海沪粤明科学仪器有限公司;TA.XT Plus 质构仪,北京微讯超技仪器技术有限公司;DGT-G--C 系列精密鼓风恒温干燥箱,河北润联科技开发有限公司;C-LM3B 数显式肌肉嫩度仪,东北农业大学工程学院;YM-16 节能油水混合电炸锅,上海云麦机械制造有限公司。

1.2 方法

1.2.1 猪肉样品的处理 猪肉→剔除筋膜→清洗→沥干水分→切成 3 cm × 2 cm × 2 cm 的肉块→加盐腌制 2 h。

1.2.2 工艺流程 高筋面粉、淀粉(玉米淀粉、木薯淀粉、蕉藕淀粉、糯米淀粉,高筋面粉作为对照组)、小苏打和食用盐拌匀→加水调成面糊→挂糊→入锅油炸→捞起冷却→测定指标。

1.2.3 操作步骤 (1)猪肉的腌制。腌制配方:2 kg 猪肉、2%盐、0.5%复合磷酸盐、亚硝酸盐 0.1 g·kg⁻¹ 和异 VC 钠 0.2 g·kg⁻¹。

去皮猪后腿肉经挑选、清洗、去除筋膜并按照预定规格切割后,按照腌制配方比例加入腌制配料,拌匀,采用干腌法进行腌制,腌制时间为 2 h。

(2)淀粉糊的制备。按高筋面粉 30 g、4 种淀粉各 20 g(对照组高筋面粉 20 g)、小苏打 0.5 g、食用盐 0.5 g、水 70 g 的配方比例加入相应原料,并用搅拌器拌匀,分别调制成 5 种不同淀粉糊。

(3)挂糊油炸:参考张令文等^[9]的方法稍作修改。将腌制好的肉块展平,分别浸没在已制备好的 5 种淀粉糊中,让肉块与淀粉糊充分接触 18 s 后缓慢取出,稍淋 15 s,待糊不成股滴下时即挂糊完成。将挂糊后的猪肉块放入 180 °C 的大豆油中油炸 2 min,取出后冷却 20 min。待油升至 200 °C,再次油炸 1 min。并且在油炸过程中要不断翻动肉块,使肉块受热均匀。

1.2.4 测定方法 (1)挂糊率的测定。挂糊率的测定参考张令文等^[9]方法并作适当修改。称得糊的质量 m_1 、肉块的质量 m_2 ,经挂糊后剩下糊的质量 m_3 ,按如下公式进行计算:

$$\text{挂糊率}/\% = (m_1 - m_3) / m_2 \times 100$$

(2) 油炸挂糊后猪肉水分含量的测定。不同淀粉挂糊油炸后, 除去挂糊, 取肉样, 测量肉样中水分的含量。采用直接干燥法, 参考《GB 5009.3—2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定》中的方法进行测定。

(3) 油炸挂糊后猪肉脂肪含量的测定。不同淀粉挂糊油炸后, 除去挂糊, 取肉样, 测量肉样中脂肪的含量。脂肪含量的测定则采用索式抽提法, 参考《GB 5009.6—2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中的方法进行测定。

(4) 油炸挂糊后猪肉颜色测定。不同淀粉挂糊油炸后, 除去挂糊, 取肉样, 用色差仪分别测定油炸挂糊猪肉块的 L^* 、 a^* 和 b^* 值, 每个肉块测定 3 个不同的地方, 3 次平均值即为该样品的颜色, 每组重复测定 3 个样品。

(5) 油炸挂糊后猪肉质构的测定。不同淀粉挂糊油炸后, 除去挂糊, 取肉样, 将肉样切成 $1 \text{ cm} \times 1.5 \text{ cm} \times 1.5 \text{ cm}$ 的规格, 用 TAXT2i 型质构仪测定样品的硬度、弹性、内聚性和回复性, 每组测定 6

块猪肉, 每块猪肉样品平行测定 3 次。测定前将样品在室温下放置 0.5 h, 剔除低温对结果的影响。质构仪参数设定如下: 测前速率 $1.00 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, 测中速率 $5.00 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, 测后速率 $5.00 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, 压缩比 50%, 2 次下压间隔时间 5.0 s, 负载力 5.0 g, 探头类型 P50, 数据收集率 $200 \text{ p} \cdot \text{s}^{-1}$, 测定环境温度 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

(6) 油炸挂糊后猪肉嫩度的测定。不同淀粉挂糊油炸后, 除去挂糊, 取肉样, 切割成细长条状, 用数显式肌肉嫩度仪进行测定。采样时随机在肉样不同部位顺肌纤维方向切割取样, 重复 4 次。所得样品置于载样台, 记录探头刀片切断样品所需剪切力值, 取 4 次测定值的平均值作为样品嫩度值。

(7) 感官评价。取出油炸挂糊猪肉产品, 室温放置 1 h 冷却。由 10 位经过感官评定培训的食品专业人员组成评定小组, 参考翟金玲等^[14]的方法对油炸挂糊猪肉产品的气味、色泽、组织状态和口感共 4 个方面进行评定, 评定标准见表 1。对挂糊外壳形状、色泽及图案纹理评分结束后, 去除油炸面粉外表皮, 对猪肉风味、口感及咀嚼性进行品鉴。

表 1 感官评价评分标准

Table 1 The score of sensory evaluation

项目	评分 (8~10 分)	评分 (6~7 分)	评分 (<6 分)
色泽	色泽均匀金黄、有光泽	色泽暗黄	色泽暗黄且黑
气味	浓郁的油炸猪肉块的香味, 无焦糊味和异味	无焦糊味和异味	有焦糊味和异味
口感	外层酥脆、硬度适中、肉质鲜嫩多汁	外层较酥脆, 硬度偏大或偏小, 内部肉块鲜嫩度一般	外层较硬, 或松软掉渣, 内部肉块不鲜嫩
组织状态	外层均一规则, 无大气孔, 小气孔微小均匀, 内部肉块断面紧实	外层较均一规则, 无大气孔, 有少量小气孔, 内部肉块断面基本紧实	外层不规则, 有大气孔, 内部肉块断面松软

1.3 数据统计分析

每组实验指标的测定均采取至少 3 次重复。实验图表采用 Origin 2021 软件作图处理, 实验数据采用软件 SPSS 24.0 进行统计分析, 方差分析采用 ANOVA 分析, 多重比较采用 Duncan 法, $P < 0.05$ 表示差异显著。试验数据以“平均值±标准差 (Mean ± SD)”来表示。

2 结果与分析

2.1 不同淀粉对挂糊率的影响

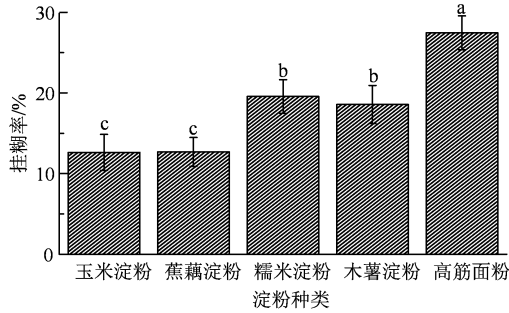
挂糊是指在经过刀工处理的原料表面均匀地挂上一层粘性糊浆的技术措施, 是挂糊油炸食品重要的加工工序之一。挂糊率作为油炸挂糊肉制品的重要指标, 很大程度上决定了产品的品质、风味以及外观^[15]。由图 1 可知, 高筋面粉的挂糊率为 $(27.46\% \pm 0.02\%)$, 显著高于其他 4 种淀粉的挂糊率 ($P < 0.05$), 糯米

淀粉和木薯淀粉的挂糊率高于玉米淀粉和蕉藕淀粉 ($P < 0.05$), 玉米淀粉和蕉藕淀粉挂糊率最低。范雪荣^[16]和高伦江^[17]等认为支链淀粉含量越高的淀粉黏度越大, 挂糊率就越高。Nasiri 等^[18]也认为挂糊率与黏度成正比。蕉藕淀粉中支链淀粉含量为 39.41%, 远低于木薯淀粉 (62.35%)^[17]。糯米淀粉中也含有相当高的支链淀粉, 具有较高的黏度^[19]。相比较而言, 5 种淀粉中, 玉米淀粉和蕉藕淀粉中支链淀粉含量最低^[16-17], 故其具有最小的挂糊率。相对油炸挂糊肉制品而言, 挂糊率高, 可能会有较高的产品得率, 但从产品品质和肉制品的本质特性来看, 挂糊率越低, 可能越是突出肉制品的肉特性^[20]。

2.2 不同淀粉挂糊油炸后的猪肉颜色

肉的颜色是肌肉生理学、生物化学等变化的外部表现, 通过感官给消费者以好或坏的印象, 它也

是衡量肉块品质的一个重要的感官指标^[19]。一般来说, L^* 值增加, 产品的亮度增加, a^* 值增加, 产品红度增加, b^* 值增大, 产品黄度增加^[21]。不同淀粉挂糊油炸后猪肉的颜色测定结果(表2)显示, 其中



不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

图1 不同淀粉对挂糊率的影响

Figure 1 Effects of different starch on the batters pick-up rates

含有木薯淀粉组的猪肉样品的 L^* 值和 a^* 值均最小, 显著低于高筋面粉组和蕉藕淀粉组 ($P < 0.05$), 但 L^* 值与糯米淀粉组无差异 ($P > 0.05$), a^* 值与玉米淀粉组之间无差异 ($P > 0.05$)。蕉藕淀粉和高筋面粉组 L^* 值和 a^* 值均最大。 L^* 值的大小与肉品水分含量成正相关, 肉品水分含量越高即保水性越好, 亮度越大^[22], 这也与下面猪肉油炸后样品含水量的结果基本一致, 蕉藕淀粉和高筋面粉组猪肉样品的含水量最高。 a^* 值越高, 肉品越呈现较好的鲜红色^[21], 这可能是在油炸过程中, 挂糊蕉藕淀粉和高筋面粉能形成致密的膜, 对猪肉肌红蛋白的氧化能起到很好地保护作用。蕉藕淀粉和高筋面粉组肉样的 b^* 值均最小, 分别为 11.47 ± 0.75 和 13.27 ± 0.29 , 显著低于其他3组淀粉挂糊的肉样 b^* 值 ($P < 0.05$)。木薯淀粉组具有最大 b^* 值, 显著高于其他4组淀粉挂糊的猪肉。从挂糊淀粉对猪肉颜色的影响来看, 挂糊蕉藕淀粉和高筋面粉组的猪肉经油炸后颜色最好。

表2 不同淀粉挂糊对猪肉颜色的影响

Table 2 Effects of different starch batters pick-up on the color of pork slices

处理分组	L^*	a^*	b^*
蕉藕淀粉	64.01 ± 3.47^a	14.09 ± 0.08^a	13.27 ± 0.29^c
糯米淀粉	53.96 ± 0.93^{bc}	9.68 ± 0.52^b	20.68 ± 1.83^b
玉米淀粉	59.06 ± 0.31^b	9.59 ± 0.46^{bc}	19.51 ± 0.64^b
木薯淀粉	53.35 ± 1.04^c	8.13 ± 0.44^c	23.83 ± 0.54^a
高筋面粉	67.28 ± 2.54^a	12.55 ± 0.56^a	11.47 ± 0.75^c

注: 不同上标小写字母表示同列数据差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

2.3 不同淀粉挂糊油炸后的猪肉保油保水性

淀粉在热处理过程中会发生糊化而在原料外层

形成致密的保护层, 从而改变油炸食品的含油量以及含水量^[23]。由图2与图3可知, 用蕉藕淀粉挂糊的肉样水分含量最大, 显著高于木薯淀粉、玉米淀粉和糯米淀粉的肉样水分含量 ($P < 0.05$), 但与高筋面粉组差异不显著 ($P > 0.05$)。木薯淀粉和玉米淀粉组肉样中水分含量最低 ($P < 0.05$)。高伦江等^[17]研究发现蕉藕淀粉与常见薯类淀粉相比本身吸水性差异不明显, 这可能说明蕉藕淀粉挂糊可形成致密膜, 很好地保护了猪肉水分的丢失, 而木薯淀粉和玉米淀粉挂糊则形成了较多的空隙, 会使油炸猪肉水分损失较大。蕉藕淀粉和高筋面粉挂糊的猪肉中脂肪含量最低, 显著低于其他3组淀粉挂糊的肉样 ($P < 0.05$)。相比其他4组淀粉组, 糯米淀粉组肉样脂肪含量最高 ($P < 0.05$)。蕉藕淀粉吸油率明显低于木薯淀粉和其他淀粉^[17], 故从油炸油中吸入到猪肉中的脂肪会较少, 而糯米淀粉通常具有较大的吸油率, 挂糊在减少油炸食品脂肪摄入方面起着重要作用^[1]。由结果可知, 用蕉藕淀粉挂糊和高筋面粉挂糊的猪肉保水性最佳且脂肪含量低。

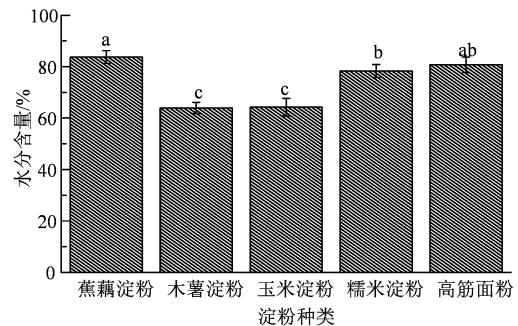


图2 不同淀粉挂糊对猪肉保水性的影响

Figure 2 Effects of different starch batters pick-up on the water retention of pork slices

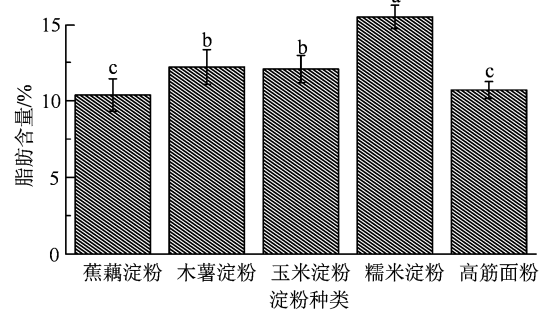


图3 不同淀粉挂糊对猪肉脂肪含量的影响

Figure 3 Effects of different starch batters pick-up on the fat content of pork slices

2.4 不同淀粉挂糊油炸后的猪肉质地

不同淀粉成糊包裹对猪肉的硬度、弹性、内聚性以及回复力都有一定影响。如表3所示, 用蕉藕淀粉

挂糊的肉质弹性最大, 显著高于其他 4 组淀粉组猪肉的弹性 ($P < 0.05$)。玉米淀粉组猪肉弹性最小, 显著低于其他 4 组淀粉组的猪肉 ($P < 0.05$)。木薯淀粉、糯米淀粉和高筋面粉组肉质弹性无差异。研究表明在一定程度上弹性越高含水量也相对越大^[24], 且脂肪含量越高弹性越低^[25], 这与试验各组肉样的水分含量及脂肪含量结果基本一致。蕉藕淀粉挂糊油炸后猪肉的硬度最小, 显著低于其他 4 组淀粉组的猪肉硬度 ($P < 0.05$), 玉米淀粉组的猪肉硬度最大, 显著高于糯米和高筋面粉组的硬度 ($P < 0.05$), 玉

米淀粉组和木薯淀粉组的肉样无显著差异 ($P > 0.05$)。说明蕉藕淀粉油炸后猪肉较多汁, 多汁性又会影响到肉品的风味。玉米淀粉挂糊油炸后的猪肉内聚性和回复力均最大, 但与蕉藕淀粉、木薯淀粉之间差异不显著 ($P > 0.05$), 糯米淀粉挂糊油炸后的猪肉内聚性和回复力均最小, 显著低于其他淀粉挂糊肉样 ($P < 0.05$)。总之, 蕉藕淀粉挂糊油炸后的猪肉具有最好的肉质质构(如最大的弹性、最小的硬度, 及较好内聚性和回复力)和可能较好的多汁性。

表 3 不同淀粉挂糊的猪肉质构

Table 3 Texture of pork slices with different starch batters pick-up

处理分组	弹性	硬度/g	内聚性	回复力
玉米淀粉	0.59±0.04 ^c	14 950.10±223.26 ^a	0.66±0.05 ^a	0.32±0.05 ^a
蕉藕淀粉	0.71±0.03 ^a	8 743.79±284.99 ^c	0.62±0.05 ^{ab}	0.30±0.04 ^{ab}
木薯淀粉	0.64±0.02 ^{bc}	13 904.70±666.02 ^{ab}	0.64±0.04 ^a	0.31±0.04 ^a
糯米淀粉	0.62±0.01 ^b	11 359.64±823.94 ^b	0.56±0.01 ^b	0.23±0.02 ^c
高筋面粉	0.66±0.02 ^b	11 854.81±736.68 ^b	0.57±0.03 ^b	0.26±0.02 ^b

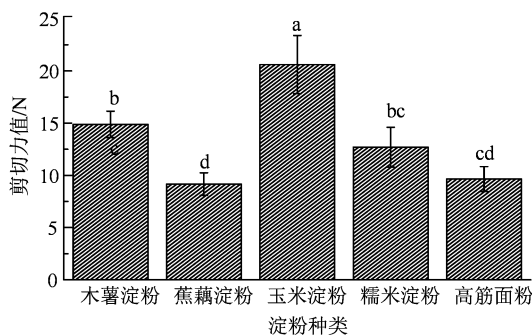


图 4 不同淀粉挂糊对猪肉嫩度的影响

Figure 4 Effects of different starch batters pick-up on the tenderness of pork slices

2.5 不同淀粉挂糊油炸后的猪肉嫩度

肉的嫩度反映了肉样的质地和口感。剪切力值与肉的嫩度成反比, 剪切力值越小嫩度越大^[18]。由图 4 可以看出, 蕉藕淀粉组挂糊油炸后的猪肉具有最小的剪切力值, 显著低于木薯淀粉、玉米淀粉和糯米淀粉组的猪肉剪切力值 ($P < 0.05$), 但和高筋

面粉组之间差异不显著 ($P > 0.05$), 说明用蕉藕淀粉和高筋面粉挂糊后油炸猪肉具有柔嫩的口感。而玉米淀粉组具有最大的剪切力值, 显著高于其他 4 组淀粉挂糊的猪肉 ($P < 0.05$)。木薯淀粉组也具有较大的剪切力值, 显著高于蕉藕淀粉和高筋面粉组 ($P < 0.05$)。样品中含水量越高, 可能越具有较好的嫩度和多汁性, 这与前面样品中测定的含水量结果基本一致。由此可以得出, 用蕉藕淀粉和高筋面粉挂糊油炸后的猪肉嫩度最好。

2.6 油炸挂糊猪肉的感官评价

油炸挂糊猪肉感官评定结果见表 4。利用不同的淀粉成糊对大小相同的猪肉块进行油炸挂糊加工, 加工所得的油炸产品表面金黄酥脆、口感外酥里嫩, 软硬适中, 咀嚼性适中, 更加容易被消费者接受。由表 4 还可以看出, 蕉藕淀粉的感官总体接受度评分最高, 为 32.55 ± 0.88 , 木薯淀粉的感官接受度评分最低, 为 28.90 ± 1.44 。

表 4 不同淀粉挂糊的猪肉感官评定

Table 4 Sensory evaluation of pork slices with different starch batters pick-up

处理分组	气味	色泽	口感	组织状态	总分
蕉藕淀粉	8.11±0.33 ^a	8.11±0.33 ^a	8.00±0.01 ^a	8.33±0.50 ^a	32.55±0.88 ^a
木薯淀粉	6.30±0.48 ^c	8.60±0.52 ^a	6.90±1.10 ^c	7.10±0.87 ^c	28.90±1.44 ^c
玉米淀粉	8.00±0.66 ^a	7.80±0.42 ^b	7.40±0.52 ^b	7.90±0.32 ^b	31.20±0.63 ^a
糯米淀粉	7.36±0.80 ^b	7.00±0.77 ^c	7.90±1.04 ^a	7.18±0.98 ^c	29.45±2.01 ^b
高筋面粉	7.10±0.74 ^b	7.90±0.57 ^b	7.50±0.70 ^b	7.90±0.99 ^b	30.30±1.15 ^b

3 结论

对比蕉藕淀粉、玉米淀粉、木薯淀粉、糯米淀粉和高筋面粉5种淀粉对猪肉挂糊油炸后发现:高筋面粉挂糊率最高,蕉藕淀粉和玉米淀粉挂糊率最低;挂糊蕉藕淀粉和高筋面粉油炸后的猪肉颜色最好、猪肉保水性最佳且脂肪含量低,而且猪肉嫩度最好;蕉藕淀粉挂糊油炸后的猪肉具有最好的肉质质构(如最大的弹性、最小的硬度及较好内聚性和回复力)和可能较好的多汁性;蕉藕淀粉挂糊油炸猪肉产品的感官评分最高,为 32.55 ± 0.88 ,木薯淀粉的感官接受度评分最低,为 28.90 ± 1.44 。因此,综合试验各指标结果,就挂糊油炸后对猪肉品质最优方面来看,蕉藕淀粉是最佳选择的挂糊淀粉。研究结果对今后生产优质的挂糊猪肉调理肉制品提供了理论依据和实践指导。

参考文献:

- [1] ZHANG X T, ZHANG M, ADHIKARI B. Recent developments in frying technologies applied to fresh foods[J]. *Trends Food Sci Technol*, 2020, 98: 68-81.
- [2] ADRAH K, ANANEY-OBIRI D, TAHERGORABI R. Sweet potato starch and a protein-based edible coating minimize the fat-uptake in deep-fat fried chicken[J]. *Cyta J Food*, 2021, 19(1): 440-447.
- [3] ALTUNAKAR B, SAHIN S, SUMNU G. Functionality of batters containing different starch types for deep-fat frying of chicken nuggets[J]. *Eur Food Res Technol*, 2004, 218(4): 318-322.
- [4] BAIXAULI R, SANZ T, SALVADOR A, et al. Effect of the addition of dextrin or dried egg on the rheological and textural properties of batters for fried foods[J]. *Food Hydrocoll*, 2003, 17(3): 305-310.
- [5] PRIMO-MARTÍN C. Cross-linking of wheat starch improves the crispness of deep-fried battered food[J]. *Food Hydrocoll*, 2012, 28(1): 53-58.
- [6] SANZ T, SALVADOR A, FISZMAN S M. Resistant starch (RS) in battered fried products: functionality and high-fibre benefit[J]. *Food Hydrocoll*, 2008, 22(4): 543-549.
- [7] 周晓燕, 唐建华, 陈剑, 等. 烹饪中发酵粉脆皮糊调配工艺的优化[J]. *食品科学*, 2010, 31(18): 99-103.
- [8] 张令文, 李方方, 计红芳, 等. 面糊组成对油炸挂糊猪肉片品质的影响[J]. *河南科技学院学报(自然科学版)*, 2013, 41(1): 48-51.
- [9] 张令文, 杨铭铎, 计红芳, 等. 淀粉对油炸挂糊猪肉片品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(8): 114-117.
- [10] 张令文, 胡新月, 王雪菲, 等. 小麦粉品质特性与挂糊油炸猪肉片外壳品质的相关性分析[J]. *食品工业科技*, 2022, 43(9): 309-315.
- [11] ANANEY-OBIRI D, MATTHEWS L, TAHERGORABI R. Chicken processing by-product: a source of protein for fat uptake reduction in deep-fried chicken[J]. *Food Hydrocoll*, 2020, 101: 105500.
- [12] YUKSEL F, KARAMAN S, KAYACIER A. Barley flour addition decreases the oil uptake of wheat chips during frying[J]. *Qual Assur Saf Crops Foods*, 2015, 7(5): 621-628.
- [13] DUEIK V, SOBUKOLA O, BOUCHON P. Development of low-fat gluten and starch fried matrices with high fiber content[J]. *LWT Food Sci Technol*, 2014, 59(1): 6-11.
- [14] 翟金玲, 陈季旺, 肖佳妍, 等. 乳清蛋白减少油炸外裹糊鱼块油脂含量的研究[J]. *食品科学*, 2015, 36(23): 53-57.
- [15] SUN J, ZUO X B, FANG S, et al. Effects of cellulose derivative hydrocolloids on pasting, viscoelastic, and morphological characteristics of rice starch gel[J]. *J Texture Stud*, 2017, 48(3): 241-248.
- [16] 范雪荣, 潘鹏. 淀粉种类与结构对其上浆性能的影响[J]. *棉纺织技术*, 2018, 46(11): 1-5.
- [17] 高伦江, 曾顺德, 曾志红, 等. 蕉藕淀粉与薯类淀粉特性对比研究[J]. *中国粮油学报*, 2016, 31(1): 17-20.
- [18] NASIRI F D, MOHEBBI M, YAZDI F T, et al. Effects of soy and corn flour addition on batter rheology and quality of deep fat-fried shrimp nuggets[J]. *Food Bioprocess Technol*, 2012, 5(4): 1238-1245.
- [19] 孙克奎, 姜雪娟, 潘雅燕, 等. 超微茶粉和糯米粉对猪肉肌原纤维蛋白乳化特性的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2020, 46(2): 188-193.
- [20] ZHANG L W, JI H F, YANG M D, et al. Effects of high hydrostatic pressure treated mung bean starch on characteristics of batters and crusts from deep-fried pork nuggets[J]. *Int J Food Eng*, 2014, 10(2): 261-268.
- [21] ZHOU X, YU X Z, XIE F, et al. pH-responsive double-layer indicator films based on konjac glucomannan/Camellia oil and carrageenan/anthocyanin/curcumin for monitoring meat freshness[J]. *Food Hydrocoll*, 2021, 118: 106695.
- [22] 夏陆阳, 刘肇龙, 熊国远, 等. 圩猪肉和程岭黑猪肉品质特性的研究[J]. *安徽农业大学学报*, 2019, 46(5): 791-795.
- [23] OGinni O C, SOBUKOLA O P, HENSHAW F O, et al. Effect of starch gelatinization and vacuum frying conditions on structure development and associated quality attributes of cassava-gluten based snack[J]. *Food Struct*, 2015, 3: 12-20.
- [24] RAHMAN M S, AL-FARSI S A. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content[J]. *J Food Eng*, 2005, 66(4): 505-511.
- [25] EL-MAGOLI S B, LARROIA S, HANSEN P M T. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate[J]. *Meat Sci*, 1996, 42(2): 179-193.