糊的组成成分对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质的影响

张令文[1,2],计红芳[1,*],杨铭铎[2],马汉军[1],王　蕊[1]
(1.河南科技学院食品学院,河南新乡　453003;
2.哈尔滨商业大学中式快餐研发中心博士后科研基地,黑龙江哈尔滨　150076)

摘　要:采用深层油炸模型,研究了淀粉、面粉、泡打粉、食盐和水等糊的组成成分对挂糊油炸猪肉片外壳色度、吸油率、质构及感官品质等食用品质的影响。实验结果表明,随淀粉添加量增加,挂糊油炸猪肉片外壳的硬度、吸油率和表观色度 b^* 值均增大;脆度和 a^* 值均先逐渐增加,后逐渐减少。随泡打粉添加量增加,外壳硬度和 L^* 值逐渐减小;吸油率、a^* 值和 b^* 值均增加($p<0.05$)。随食盐添加量增加,外壳硬度逐渐增大($p<0.05$);而吸油率先迅速降低后趋于平稳。随水-粉比增加,外壳硬度逐渐减小,吸油率逐渐增大;易碎性先增加后有所下降。综合考虑,在淀粉添加量30%~50%、泡打粉添加量0.7%~1.1%、食盐添加量1.2%~1.8%、水-粉比1.2:1~1.4:1的条件下,得到的挂糊油炸猪肉片外壳具有较高的食用品质。

关键词:糊,组成成分,油炸,猪肉片,食用品质

Effect of batter composition on edible quality of crusts from deep-fat-fried battered pork slices

ZHANG Ling-wen[1,2], JI Hong-fang[1,*], YANG Ming-duo[2], MA Han-jun[1], WANG Rui[1]
(1.School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China;
2.Postdoctoral Research Base of the Chinese Fast Food Research and Development Center,
Harbin University of Commerce, Harbin 150076, China)

Abstract: A deep-fat-fried model was used, and the effect of starch, flour, baking powder, salt, and water on the edible quality (color, oil content, texture, and sensory evaluation) of crusts from deep-fat-fried battered pork slices (DFBPS) were investigated in this paper. Results indicated that, with the increase of starch addition, the hardness, oil content, and b^* value of crusts increased. The crispness and a^* value increased first and then decreased. With the increase of supplementing amount of baking powder, both the hardness and L^* value decreased, while either a^* or b^* value increased ($p<0.05$). With the increase of salt addition, the hardness enhanced ($p<0.05$), and oil content increased first and then achieved a constant value. With the increase of water-powder ratio, the hardness of crusts decreased, the oil content increased, and the fragility increased first and then come to decrease. By comprehensive consideration, the crusts from DFBPS could have much higher edible quality under the following conditions, starch addition 30%~50%, baking powder addition 0.7%~1.1%, salt addition 1.2%~1.8%, and water-powder ratio 1.2:1~1.4:1.

Key words: batter; composition; frying; pork slices; edible quality
中图分类号:TS202.1　　**文献标识码**:A　　**文 章 编 号**:1002-0306(2015)17-0085-06
doi:10.13386/j.issn1002-0306.2015.17.009

挂糊油炸食品具有色泽金黄,外壳酥脆的特点,深受人们的喜爱[1]。挂糊是挂糊油炸类食品重要的加工工序之一[2]。在制作过程中,淀粉、蛋白、发酵剂、调味料、食用胶以及其他成分均可作为糊的组成成分。糊的组分变得高度复杂,对其进行研究和定性的难度越来越大,糊的组成成分对油炸食品品质的影响引起了国内外学者的广泛关注。抗性淀粉R3的添加能显著提高挂糊油炸鱿鱼圈外壳的硬度和酥

收稿日期:2014-11-20
作者简介:张令文(1977-),男,博士,副教授,研究方向:食品科学,食品营养与安全,E-mail:lingwen2008@163.com。
*通讯作者:计红芳(1978-),女,博士,副教授,主要从事天然活性产物、食品营养与安全方面的教学和科研工作,E-mail:jhf300@126.com。
基金项目:河南省科技厅科技攻关项目(142102110040);河南省教育厅重点基金项目(12A550003);黑龙江省青年科学基金项目(QC2011C093);河南省高校科技创新团队支持计划项目(13IRTSTHN006)。

脆性,表面的金黄色也较好[3];随着小麦淀粉交联度的增加,油炸食品的脆性得到了改善[4];大豆分离蛋白和小麦分离蛋白在油炸时,能降低谷物食品的吸油率[5];鸡肉丸裹上羟丙基甲基纤维素糊得到的产品,外层能降低吸油率,内层能增加水分含量[6]。尽管国内外学者在糊的组成成分对油炸食品品质的影响方面开展了较多的研究工作,但系统研究糊的组成对产品品质的影响鲜见文献报道。

在本课题组前期研究的基础上[1,7],本文采用深层油炸模型,探讨了淀粉、面粉、泡打粉、食盐和水等糊的基本组成成分对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质的影响,进而确定挂糊油炸食品专用糊的配方。同时,通过本课题的研究,可为推动传统挂糊油炸类食品的半工业化、工业化以及获得高食用品质的油炸食品提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

面粉(特一粉) 河南郑州金苑面业有限公司;马铃薯淀粉(原淀粉) 北京古松经贸有限公司二公司;猪后腿肉 河南双汇集团;食盐 中盐皓龙盐化有限责任公司;双效泡打粉 安琪酵母股份有限公司;玉米胚芽油 益海嘉里食品营销有限公司;其他试剂 均为国产分析纯。

BSA124S 型电子天平 德国赛多利斯公司;CR-400 型色差仪 日本柯尼卡美能达公司;B-811 型索氏提取仪 瑞士 BUCHI 公司;HM4400 型多功能搅拌器 客浦公司;TA-XT2i 型质构仪 英国 Stable Micro System;HH-4 型数显恒温水浴锅 浙江金坛市城东光芒仪器厂;101-2A 型电热鼓风干燥箱 天津市通利信达仪器厂;油炸锅 对 EF-101 不锈钢单缸电炸炉(广州威尔宝酒店设备有限公司)进行了温控装置改制;深层油炸模型系统 本实验室自制[1,7]。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程

面粉、淀粉、泡打粉和食盐→混匀→加水制糊→油炸模型→油炸→指标测定
↑
猪肉粒

1.2.2 糊的制备 准确称取面粉、淀粉、泡打粉和食盐等混匀后,添加一定量的去离子水调成糊。在搅拌器中,用 500 r/min 搅拌 3 min,室温下(25 ℃)静置 1 h,备用(使用前将糊用搅拌器 500 r/min 继续搅拌 1 min,混匀后立即使用)。

1.2.3 深层油炸模型 深层油炸模型采用张令文等方法[1,7]。

1.2.4 油炸 准确称取 5 g 猪肉粒并置于深层油炸模型的铝盒中;用移液枪移取 5 mL 按 1.2.2 法制备的糊,转移至不锈钢纱网上,静置 2 min。将样品在 180 ℃的玉米胚芽油中初炸 100 s 捞出、沥油,将油升至 200 ℃,再次油炸 60 s。室温冷却 5 min 后,分离外壳并测定相关指标。

1.2.5 主要指标测定

1.2.5.1 表观色度的测定 利用色差仪测定 L^*、a^*、b^*值。

1.2.5.2 含油率的测定 采用索氏抽提法,按国标 GB/T 9695.1-2008 法进行测定[8]。含油率按以下公式计算:$X=(m_2-m_1)/m_0\times100$;其中 X-样品含油率(%),m_2-接收瓶、沸石连同脂肪的质量(g),m_1-接收瓶和沸石的质量(g),m_0-样品质量(湿重)(g)。

1.2.5.3 质构的测定 采用质构仪,利用李春红等的方法并稍作修改[9]。测定条件如下所示:探头,HDP/BS;测量模式,下压过程测量力;实验动作,返回起点;测试前和测试速度速均为 1 mm/s;测试后速度,3 mm/s;测试距离,2 cm;感应力,Auto-5g;数据采集速率,400 pps。

1.2.5.4 样品的感官评定 油炸后产品待冷却至室温后,由 8 名经培训的从事烹饪或食品专业的人员组成品评小组马上进行感官评价。感官评分标准见表 1[10]。

1.2.6 糊的组成成分的影响

1.2.6.1 淀粉添加量 以淀粉(马铃薯)与面粉(特一粉)总量 50 g、食盐 0.6 g、泡打粉 0.4 g,水 70 g 为基础配方,考察 20%、30%、40%、50%、60% 的淀粉添加量(以淀粉-面粉总量计)对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质的影响。

1.2.6.2 泡打粉添加量 以马铃薯淀粉 25 g、面粉 25 g、食盐 0.6 g、水 70 g 为基础配方,考察 0.7%、0.9%、1.1%、1.3%、1.5% 的泡打粉添加量(以淀粉-面粉总量计)对油炸猪肉片外壳食用品质的影响。

1.2.6.3 食盐添加量 以马铃薯淀粉 25 g、面粉25 g、泡打粉 0.35 g、水 70 g 为基础配方,考察 0.9%、1.2%、1.5%、1.8%、2.1% 的食盐添加量(以淀粉-面粉总量计)对油炸猪肉片外壳食用品质的影响。

1.2.6.4 水-粉比 以马铃薯淀粉 25 g、面粉 25 g、泡

表 1 感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation criteria

级别	色泽	气味	膨胀度	酥脆度	总体接受度
A	表面呈白色或暗褐色	无油炸食品的香味,且带有异味(焦糊味或夹生味等)	不膨胀或过度膨胀	不酥脆,硬度不适(较硬或粘牙)	不可接受
B	表面呈淡黄色或黄褐色	有油炸食品香味,无异味	产品有所膨胀,表面较光滑,形状较规则	较酥脆,硬度较大或较小,不粘牙	较好,可以接受
C	表面呈金黄色,颜色均匀	浓郁油炸食品香味,无异味	表面适度膨胀,表面光滑,形状规则	酥脆、硬度适中,不粘牙	喜欢

表2 淀粉添加量对挂糊油炸猪肉片外壳表观色度和质构的影响

Table 2 Effect of starch addition on color and instrumental texture parameters of crusts from deep-fat-fried battered pork slices(DFBPS)

淀粉添加量(%)	L*	a*	b*	硬度(N)	距离(mm)	斜率(N/Sec)
20	63.90 ±0.17b[AB]	2.61 ±0.05[d]	14.76 ±0.17[b]	71.14 ±0.97[e]	6.47 ±0.32[a]	11.92 ±0.17[e]
30	59.33 ±0.26[d]	4.50 ±0.08[a]	16.69 ±0.32[a]	78.98 ±1.46[d]	6.06 ±0.25[a]	16.41 ±0.12[d]
40	59.18 ±0.18[d]	3.56 ±0.06[b]	17.00 ±0.18[a]	83.17 ±1.07[c]	4.15 ±0.16[c]	21.77 ±0.23[a]
50	61.06 ±0.24[c]	3.25 ±0.03[c]	17.12 ±0.71[a]	88.12 ±1.13[b]	4.86 ±0.32[b]	20.71 ±0.19[b]
60	65.07 ±1.44[a]	2.51 ±0.11[d]	17.23 ±0.57[a]	95.79 ±1.53[a]	5.06 ±0.21[b]	18.91 ±0.31[c]

注:A 数据以平均值±标准偏差($n=3$)表示。B 同列间相比,有相同字母差异不显著($p>0.05$),反之差异显著($p<0.05$),表3~表9同。

打粉0.35 g、食盐0.6 g为基础配方,考察水-粉比为1.0:1、1.2:1、1.4:1、1.6:1、1.8:1时对油炸猪肉片外壳食用品质的影响。

1.2.7 数据处理与统计分析 采用Microsoft Excel 2007计算整理数据。采用SPSS 13.0软件(SPSS公司)进行统计分析,结果以平均值±标准偏差表示,差异显著性分析采用LSD检验法。

2 结果与分析

2.1 淀粉添加量对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质的影响

淀粉和改性淀粉作为糊的组分之一,在加热过程中会发生糊化,可在原料外层形成致密性保护层,从而提高糊的质构[11-12],改变油炸食品含油率[13]。小麦面粉在油炸食品的糊中具有重要的作用,能增强糊的弹塑性[14],提高制品质量。淀粉添加量对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质的影响结果见表2和表3。

在混合粉中,随淀粉添加量的增加,挂糊油炸猪肉片外壳L*值先降低后逐渐升高,当淀粉添加量40%时,L*值最低(其值为59.18)。a*值随淀粉添加量的增加,先逐渐增加,后逐渐减少;当淀粉添加量为30%时,a*值最大(其值为4.50)($p<0.05$)。b*值随淀粉添加量的增加,先逐渐增加,后增幅变小;当淀粉添加量为60%时,b*值达最大值(其值为17.23)(表2)。

随淀粉添加量的增加,挂糊油炸猪肉片外壳的硬度逐渐增加;当淀粉添加量为60%时,硬度最高(剪切力为95.79 N)($p<0.05$)。脆度随淀粉添加量的增加,先逐渐增加,后略有减少;当淀粉添加量为40%时,脆度最高(变形距离仅为4.15 mm)($p<0.05$)。易碎性先增大后略有减小;当淀粉添加量为40%时,易碎性最高(斜率高达21.77 N/sec)(表2)。淀粉添加量对产品质构影响很大,淀粉含量增加导致支链淀粉比例大,影响CO_2对面筋网络的扩张,从而导致油炸产品口感变硬[15]。

随淀粉添加量的增加,挂糊油炸猪肉片外壳的吸油率逐渐增加;当淀粉添加量为60%时,含油最高(其值为22.41%)($p<0.05$)(表3)。感官评分表明,淀粉添加量过小,成品不脆且易回软;淀粉添加量过大,成品表面不平整,硬度较大。感官总分先增高,后略有下降;当淀粉添加量为40%时,感官总分达最大值34.3(表3)($p<0.05$)。综合来看,淀粉添加量宜选取30%~50%。

表3 淀粉添加量对挂糊油炸猪肉片外壳吸油率和感官品质的影响

Table 3 Effect of starch addition on oil content and sensory evaluation of crusts from DFBPS

淀粉添加量(%)	吸油率(%)	感官评分
20	16.94 ±0.26[e]	29.0 ±0.2[e]
30	17.39 ±0.13[d]	31.7 ±0.6[c]
40	19.82 ±0.15[c]	34.3 ±1.4[a]
50	21.54 ±0.30[b]	33.2 ±0.3[b]
60	22.41 ±0.28[a]	30.5 ±0.3[d]

2.2 泡打粉添加量对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质的影响

高温处理时,淀粉微晶粒中水分急剧汽化,导致油炸产品形成空隙疏松结构以达到膨化;高温膨化常常还借助膨松剂来促进食品膨化,从而使食品产生多孔海绵状结构,使之口感酥脆可口。泡打粉添加量对产品品质影响结果见表4和表5。

随着泡打粉添加量的增加,挂糊油炸猪肉片外壳L*值逐渐减小;当泡打粉添加量为1.5%时,L*值最小(仅为60.62);a*值和b*值均随泡打粉添加量的增加而增大(表4)。油炸产品的颜色随化学膨松剂(碳酸氢铵-碳酸氢钠两者比例为1:1)的添加量增大而加深;当添加量为0.5%时,产品颜色较白,而添加量为2.5%时,产品颜色较深[16]。黄亮等研究了碳酸氢钠添加量对含有蕨根、葛根和马铃薯淀粉的油炸膨化食品色泽的影响时,也得到了类似的结论,随碳酸氢钠添加量的增加,产品颜色进一步加深[17]。

随泡打粉添加量的增加,挂糊油炸猪肉片外壳的硬度逐渐降低,脆度增大(表4);当泡打粉添加量为1.5%时,硬度最小(剪切力仅为28.10 N)($p<0.05$),脆度最高(变形距离为4.78 mm)($p<0.05$)。随泡打粉添加量的增加,易碎性先增大后逐渐减小;当泡打粉添加量为0.9%时,易碎度最高(斜率为18.67)($p<0.05$)。

随泡打粉添加量的增加,挂糊油炸猪肉片外壳的吸油率逐渐增加,当泡打粉添加量为1.5%时,吸油率达最高值(21.50%)($p<0.05$)(表5)。感官评

表4 泡打粉添加量对挂糊油炸猪肉片外壳表观色度和质构的影响

Table 4 Effect of baking powder addition on color and instrumental texture parameters of crusts from DFBPS

泡打粉添加量(%)	L*	a*	b*	硬度(N)	距离(mm)	斜率(N/Sec)
0.7	65.97 ± 1.37[a]	2.65 ± 0.04[e]	13.22 ± 0.17[e]	112.21 ± 1.57[a]	7.47 ± 0.44[a]	15.00 ± 0.32[c]
0.9	63.72 ± 0.29[b]	2.82 ± 0.05[d]	14.04 ± 0.32[d]	101.72 ± 1.43[b]	5.84 ± 0.32[b]	18.67 ± 0.23[a]
1.1	62.40 ± 0.48[c]	3.30 ± 0.05[c]	14.83 ± 0.22[c]	83.12 ± 0.98[c]	5.57 ± 0.28[b]	16.05 ± 0.18[b]
1.3	61.28 ± 0.29[d]	4.01 ± 0.07[b]	15.79 ± 0.29[b]	36.26 ± 1.22[d]	5.32 ± 0.32[b]	6.80 ± 0.11[d]
1.5	60.62 ± 0.85[d]	4.88 ± 0.06[a]	18.72 ± 0.97[a]	28.10 ± 1.02[e]	4.78 ± 0.19[c]	5.86 ± 0.24[e]

表6 食盐添加量对挂糊油炸猪肉片外壳表观色度和质构的影响

Table 6 Effect of salt addition on color and instrumental texture parameters of crusts from DFBPS

食盐添加量(%)	L*	a*	b*	硬度(N)	距离(mm)	斜率(N/Sec)
0.9	58.62 ± 0.37[d]	4.09 ± 0.11[c]	15.76 ± 0.17[d]	54.70 ± 1.68[e]	8.664 ± 0.34[a]	6.31 ± 0.21[c]
1.2	57.92 ± 0.28[e]	5.21 ± 0.07[b]	16.44 ± 0.39[c]	74.78 ± 1.02[d]	5.396 ± 0.33[d]	5.06 ± 0.34[d]
1.5	60.89 ± 0.26[a]	5.29 ± 0.05[b]	18.60 ± 0.22[b]	77.70 ± 1.56[c]	7.054 ± 0.29[c]	11.00 ± 0.24[b]
1.8	60.29 ± 0.30[b]	6.66 ± 0.08[a]	19.51 ± 0.33[a]	91.01 ± 1.24[b]	8.079 ± 0.22[b]	11.26 ± 0.37[b]
2.1	59.58 ± 0.20[c]	6.54 ± 0.06[a]	18.36 ± 0.43[b]	97.85 ± 1.87[a]	7.246 ± 0.35[c]	13.49 ± 0.47[a]

分表明,泡打粉添加量过少时,挂糊油炸猪肉片外壳膨胀小且不脆;泡打粉添加过多,样品表面膨胀过度,容易破碎,且碱味突显。随泡打粉添加量的增加,感官总分先增高,后略有下降;当泡打粉添加量为0.9%时,感官总分最高(37.7 分)($p < 0.05$)(表5)。综合上述各因素,泡打粉添加量宜选取0.7%~1.1%之间。

表5 泡打粉添加量对挂糊油炸猪肉片外壳吸油率和感官评分的影响

Table 5 Effect of baking powder addition on oil content and sensory evaluation of crusts from DFBPS

泡打粉添加量(%)	吸油率(%)	感官评分
0.7	13.48 ± 0.26[e]	31.2 ± 0.4[c]
0.9	14.83 ± 0.33[d]	37.7 ± 0.5[a]
1.1	16.82 ± 0.27[c]	34.3 ± 0.6[b]
1.3	19.11 ± 0.16[b]	26.3 ± 0.3[d]
1.5	21.50 ± 0.34[a]	24.2 ± 0.6[e]

2.3 食盐添加量对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质的影响

食盐添加量对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质的影响见表6和表7。挂糊油炸猪肉片外壳的硬度随食盐添加量的增加而增大。当食盐添加量为2.1%时,硬度最高(剪切力为97.85 N)($p < 0.05$)。脆度随食盐添加量的增加先升高。当食盐添加量超过1.2%后,脆度有所降低。易碎性随食盐添加量的增加,先略有降低后逐步增加(表6)。

随食盐添加量的增加,挂糊油炸猪肉片外壳的吸油率,先迅速降低后趋于平稳。当食盐添加量为2.1%时,样品外壳的吸油率仅为18.48%(表7)。

感官评分表明,食盐添加量较低时,样品外壳表面呈金黄色,膨胀适度,形状较规则,硬度适中;食盐添加量较高时,颜色分布不均匀,局部呈黄褐色,膨胀度较低,硬度较高,咸味出现,总体接受度降低。当食盐添加量为1.5%时,感官评分最高($p < 0.05$)(表7)。在面糊中加入食盐可使油炸食品成品有一个基本味。适量的食盐还利于面糊中蛋白质的吸水,并使蛋白质吸水润胀,相连更紧密,从而提高面糊的粘弹性和延伸性[18]。综合考虑,食盐添加量宜选取1.2%~1.8%。

表7 食盐添加量对挂糊油炸猪肉片外壳感官品质影响

Table 7 Effect of salt addition on sensory evaluation of crusts from DFBPS

食盐添加量(%)	吸油率(%)	感官评分
0.9	22.24 ± 0.45[a]	28.0 ± 0.4[d]
1.2	20.02 ± 0.38[b]	32.2 ± 0.4[b]
1.5	19.28 ± 0.22[c]	34.0 ± 0.6[a]
1.8	18.62 ± 0.17[d]	30.0 ± 0.4[c]
2.1	18.48 ± 0.25[d]	26.5 ± 0.3[e]

2.4 水-粉比对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质的影响

水在油炸食品中能溶解化学膨松剂,与蛋白质结合形成面筋网络结构,使淀粉膨胀糊化。水-粉比对挂糊油炸猪肉片外壳食用品质影响结果见表8和表9。

当水粉比在1.0:1~1.2:1之间时,挂糊油炸猪肉片外壳 a^* 值变化不大;当水粉比为1.4:1时,a^* 值迅速增至3.73;当水粉比超过1.4:1时,随水粉比的增加,a^* 值也增加但增幅减少。b^* 值的变化与 a^* 值类似(表8)。

随水-粉比的增加,挂糊油炸猪肉片外壳的硬度逐渐减小,当水-粉比为1.8:1时,硬度最小(剪切力为63.12 N)($p < 0.05$)。脆度随水粉比的增加而增加。易碎性随水-粉比的增加,先增加后有所下降;当水粉比为1.2:1时,易碎性最强(斜率为23.20)($p < 0.05$)(表8)。Mohamed 等研究水对油炸糊的脆

表 8　水-粉比对挂糊油炸猪肉片外壳表观色度、吸油率和感官评分的影响

Table 8　Effect of water-powder ratio on color, oil content and sensory evaluation crusts from DFBPS

水-粉比	L^*	a^*	b^*	硬度(N)	距离(mm)	斜率(N/Sec)
1.0:1	67.05 ± 0.30^a	2.16 ± 0.04^c	11.54 ± 0.17^e	106.36 ± 2.02^a	5.59 ± 0.25^a	18.38 ± 0.22^b
1.2:1	66.45 ± 0.21^b	2.21 ± 0.04^c	12.40 ± 0.25^d	100.68 ± 1.27^b	5.30 ± 0.18^{ab}	23.20 ± 0.33^a
1.4:1	66.06 ± 0.37^b	3.73 ± 0.07^b	17.00 ± 0.21^c	93.29 ± 1.86^c	5.10 ± 0.16^b	16.93 ± 0.21^c
1.6:1	64.82 ± 0.18^c	3.88 ± 0.09^b	17.63 ± 0.23^b	75.00 ± 1.75^d	4.64 ± 0.18^c	12.08 ± 0.25^e
1.8:1	62.40 ± 0.79^d	4.18 ± 0.07^a	20.56 ± 0.64^a	63.12 ± 1.22^e	4.08 ± 0.15^d	15.44 ± 0.16^d

度影响时,也得到了类似的结论[19]。

随着水-粉比增加,挂糊油炸猪肉片外壳的吸油率逐渐增大;当水-粉比为 1.8:1 时,样品外壳的吸油率高达 22.62%($p < 0.05$)(表 9)。这可能是由于水添加量较大时,油炸时水蒸发引起的空隙也较多,从而导致吸油率上升。汪磊在研究料水比对油炸食品含油量的影响时,也得到类似的结论,水添加量增多,食品含油量上升[16]。

感官评分表明,较低水-粉比时,挂糊油炸猪肉片外壳颜色均匀,膨胀适度,表面光滑;高水-粉时,样品外壳颜色不均匀,局部膨胀过度,形状不规则,可接受度降低。当水-粉比值为 1.2:1 时,感官评分最高(其值为 37.0)($p < 0.05$)(表 9)。综合考虑,水-粉比的最适比例为 1.2:1~1.4:1。

表 9　水-粉比对挂糊油炸猪肉片外壳感官品质影响

Table 9　Effect of water-powder ratio on sensory evaluation of crusts from DFBPS

水-粉比	吸油率(%)	感官评分
1.0:1	16.13 ± 0.47^d	34.2 ± 0.4^c
1.2:1	16.65 ± 0.39^d	37.0 ± 0.4^a
1.4:1	17.79 ± 0.37^c	35.7 ± 0.6^b
1.6:1	20.72 ± 0.32^b	33.0 ± 0.3^d
1.8:1	22.62 ± 0.41^a	25.2 ± 0.7^e

3　结论

3.1　随淀粉添加量的增加,油炸猪肉片外壳 a^* 值先逐渐增加,后逐渐减少($p < 0.05$);b^* 值先逐渐增加($p < 0.05$),后增幅变小;外壳的硬度和吸油率逐渐增加($p < 0.05$);脆度和易碎性先逐渐增加,后略有减少。淀粉添加量过小,成品不脆且易回软;淀粉添加量过大,成品表面不平整,硬度较大。淀粉添加量宜选取 30%~50%。

3.2　随着泡打粉添加量的增加,a^* 值和 b^* 值均增大($p < 0.05$);硬度逐渐降低($p < 0.05$),脆度增大,易碎性先增大后逐渐减小,吸油率逐渐增加($p < 0.05$);泡打粉添加量宜选取 0.7%~1.1% 之间。

3.3　随食盐添加量的增加,油炸猪肉片外壳的硬度增大($p < 0.05$),脆度先升高后有所降低;食盐添加量宜选取 1.2%~1.8%。

3.4　随水-粉比的增加,油炸猪肉片外壳的硬度逐渐减小($p < 0.05$),易碎性先增加后有所下降;吸油率逐渐增大;水-粉比最适比例为 1.2:1~1.4:1。

参考文献

[1]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.

[2]杨铭铎.中式烹调师培训教材[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1995.

[3]Sanz T, Salvador A, Fiszman S M. Resistant starch(RS) in battered fried products: Functionality and high-fibre benefit[J]. Food Hydrocolloids, 2008, 22: 543-549.

[4]Primo-Martín C. Cross-linking of wheat starch improves the crispness of deep-fried battered food[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 28: 53-58.

[5]Albert S, Mittal G S. Comparative evaluation of edible coating to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product[J]. Food Research International, 2002, 35: 445-458.

[6]Primo-Martin C, Sanz T, Steringa D W, et al. Performance of cellulose derivatives in deep-fried battered snacks: oil barrier and crispy properties[J]. Food Hydrocolloids, 2010, 24: 702-708.

[7]计红芳,张令文,马汉军,等.一种深层油炸模型:中国,CN203851697U[P]2014.10.1.

[8]GB/T 9695.1-2008 肉与肉制品游离脂肪含量测定[S].北京:中国标准出版社,2008.

[9]李春红,潘家荣,张波.物性测试仪对休闲食品酥脆性的测量[J].现代科学仪器,2008,6:59-62.

[10]张令文,计红芳,杨铭铎,等.大米粉对油炸挂糊食品外壳食用品质的影响[J].食品工业科技,2014,35(9):87-94.

[11]Fiszman S, Salvador A. Recent developments in coating batters[J]. Trends in Food Science and Technology, 2003, 14: 399-407.

[12]Miyazaki M, Van Hunga P, Maeda T, et al. Recent advances in application of modified starches for bread making[J]. Trends in Food Science & Technology, 2006, 17: 591-599.

[13]Pongjaruvat W, Methacanon P, Seetapan N, et al. Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads[J]. Food Hydrocolloids, 2014, 36: 143-150.

[14]Amboon W, Tulyathan V, Tattiyakul J. Effect of hydroxypropyl methylcellulose on rheological properties, coating pick-up, and oil content of rice flour-based batters[J]. Food and Bioprocess Technology, 2012, 5(2): 601-608.

[15]杨开福.脆浆的形成机理及调制[J].四川烹饪,1999,8:16-17.

(下转第 95 页)

60~80 ℃范围内。

表5 不同温度处理后牡丹品种吸光度值

Table 5 The absorbance of tree peony cultivars after different treating temperature

材料名称	处理温度(℃)	360 nm	525 nm
‘日月锦’	40	4.73 ±0.11[a]	3.83 ±0.7[a]
	50	4.72 ±0.13[a]	3.82 ±0.05[a]
	60	4.71 ±0.18[a]	3.80 ±0.04[a]
	70	4.71 ±0.02[a]	3.88 ±0.08[a]
	80	4.80 ±0.08[a]	3.92 ±0.01[a]
	90	4.82 ±0.16[a]	3.85 ±0.06[a]
	100	4.84 ±0.06[a]	3.91 ±0.01[a]
‘山川飘香’	40	4.67 ±0.11[a]	3.30 ±0.25[a]
	50	4.75 ±0.24[a]	3.53 ±0.32[a]
	60	4.40 ±0.23[a]	3.63 ±0.22[a]
	70	4.48 ±0.41[a]	3.31 ±0.24[a]
	80	4.58 ±0.49[a]	3.53 ±0.45[a]
	90	4.52 ±0.33[a]	3.69 ±0.07[a]
	100	4.63 ±0.39[a]	3.75 ±0.15[a]
‘海黄’	40	4.26 ±0.17[a]	0.23 ±0.04[a]
	50	4.31 ±0.19[a]	0.23 ±0.05[a]
	60	4.38 ±0.26[a]	0.24 ±0.05[a]
	70	4.40 ±0.25[a]	0.27 ±0.06[a]
	80	4.29 ±0.26[a]	0.30 ±0.02[a]
	90	4.40 ±0.27[a]	0.29 ±0.07[a]
	100	4.35 ±0.31[a]	0.28 ±0.04[a]

表6 不同温度干燥花瓣所需时间

Table 6 Drying time of different treating temperature

项目	干燥箱干燥温度(℃)						
	30	40	50	60	70	80	90
干燥所需时间(h)	10	8	5	2	1.5	1.3	1.3

参考文献

[1]王莲英.中国牡丹品种图志[M].北京:中国林业出版社,1998:10-13.

[2]张晶晶,王亮生,刘政安,等.牡丹花色研究进展[J].园艺学报,2006,33(6):1383-1388.

[3]Wang J,Mazza G.Inhibitory effects of anthocyanins and other phenolic compounds on nitricoxide production in LPS/IF gammaactivated RAW 264.7 macrophage[J]. Agricultural and Food Chemistry,2002,50(4):850-857.

[4]Hou DX.Anthocyanidin inhibit cyclooxygenase-2 expression in LPS-evoked macrophages:Structur-activity relationship and molecular mechanisms involved[J].Biochem Pharmacol,2005,70(3):417-425.

[5]韩江南.牡丹花色与花色苷的研究[D].洛阳:河南科技大学,2010.

[6]高锦明,植物化学[M].北京:科学出版社,2003:156-169,191-193.

[7]Yang Rui-Zhen, Wei Xiao-Lei, Gao Fen-Fang, et al. Simultaneous analysis of anthocyanins and flavonols in petals of lotus(Nelumbo) cultivars by high-performance liquid array Detection/electrospray ionization mass Spectrometry[J].Journal of Chromatography A,2009,1216(1):106-112.

[8]曾秀丽,王亮生,潘光堂,等.西藏野生黄牡丹和大花黄牡丹的色素分析[C].中国园艺学会2012年学术年会论文摘要集,2012.

[9]Wang L.S,Aya Shiraishi,Fumio Hashimoto,et al.Analysis of petal anthocyanins to investigate flower coloration of zhong-yuan(Chinese)and Daikon Island(Japanese)tree peony cultivars[J]. Journal of Plant Research,2011,114:33-43.

[10]白新祥,胡可,戴思兰,等.不同花色菊花品种花色素成分的初步分析[J].北京林业大学学报,2006,28(5):84-89.

[11]朱满兰,王亮生,张会金,等.耐寒睡莲花瓣中花青素苷组成及其与花色的关系[J].植物学报,2012,47(5):437-453.

[12]孙卫,李崇晖,王亮生,等.菊花不同花色品种中花青素苷代谢分析[J].植物学报,2010,45(3):327-336.

[13]钟培星,王亮生,李珊珊,等.芍药开花过程中花色和色素的变化[J].园艺学报,2012,39(11):2271-2282.

[14]J.B.哈本.黄酮类化合物[M].北京:科学出版社,1983:53-62.

[15]凌文华,郭红辉.植物花色苷[M].北京:科学出版社,2009:23-37.

[16]马自超,庞业珍.天然食用色素化学及生产工艺学[M].北京:中国林业出版社,1994:23-25.

(上接第89页)

[16]汪磊.新型油炸食品外裹层材料的开发及应用[D].华中农业大学,2010.

[17]黄亮,孙昌波,李忠海,等.蕨根、葛根和马铃薯淀粉油炸膨化加工性质的比较研究[J].食品工业科技,2011,32(6):139-142,145.

[18]李宏梁,唐孟忠,魏耀辉.油炸方便面面身复合食品添加剂的应用研究[J].陕西科技大学学报,2003,21(4):30-33.

[19]Mohamed S, Hamid N A, Hamid M A. Food components affecting the oil absorption and crispiness of fried batter[J]. Journal of Food Science and Agriculture,1998,78:39-45.