

油炸糊配方对速食鸡块得率及质构的影响

吴 鹏, 高子武, 还传明, 徐雅倩, 孟祥忍*

(扬州大学 旅游烹饪学院, 江苏 扬州 225127)

摘要: 为提高挂糊油炸鸡块的得率和食用品质, 采用单因素试验, 分别考察水粉比、初炸油温、油炸时间对油炸鸡块食用品质的影响。在此基础上选取得率、剪切力、感官评分为响应值建立回归模型, 进行单响应值优化。综合模型, 得到挂糊油炸鸡块的最优工艺参数: 水粉质量比1.0:1.1、油炸温度159℃、油炸时间5 min。此条件下得率为93.0%、剪切力为8.01 N、感官评分为93.90, 与前期单个因素优化结果接近, 模型可靠。

关键词: 油炸鸡块; 挂糊; 响应面法; 得率; 食用品质

中图分类号: TS 972.125.2

文献标志码: A

文章编号: 2095-8730(2020)04-0051-06

随着我国生活水平的提升, 肉类的消费也呈现爆发式的增长, 而鸡肉在我国肉类消费中位居第二。鸡肉除了一高双低(高蛋白、低脂肪、低胆固醇)的特点之外,^[1] 鸡肉产品还复杂多样, 油炸鸡块是其深加工产品中较为流行的一类, 广受消费者喜爱。^[2] 鸡肉由于消费量巨大, 其相关的烹饪加工方式也是众多, 其中以油炸最为常见。但油炸的烹饪方式在很大程度上会使鸡肉失水过多、品质降低。为减少原料内部水分流失, 故行业中常采用挂糊工艺处理鸡肉原料, 从而锁住鸡肉内部的水分。

挂糊又叫“着衣”, 即在刀工处理后的原料表面均匀挂上粉糊,^[3] 是厨师常用的一种烹调技法。在热处理过程中, 原料表面粉糊受热糊化, 形成保护层, 避免原料直接接触高温, 有效减少其水分流失。^[4] 鸡肉挂糊常见的有: 蛋清、蛋黄、全蛋、水粉等, 其中运用最为广泛的是水粉糊, 且通常选用更为优质的马铃薯淀粉进行挂糊。^[5] 马铃薯淀粉是肉品加工中常用辅助料, 具备优秀的凝胶、保水和黏结性能, 可有效改善肉品组织构造。^[6] 且以马铃薯淀粉挂糊后的产品外壳更为酥脆, 内部持水性更好。^[7]

现有文献多集中于淀粉对肉品质影响的基础研究, 而鲜有对鸡块挂糊工艺的有效探究,^[8,9] 因

此本研究利用响应面法, 设计三元二次回归旋转试验, 重点考察水粉比、初炸温度和油炸时间等对挂糊油炸鸡块得率与食用品质的影响, 获得最佳工艺参数, 以期对挂糊鸡块的标准生产与产品质量控制提供理论依据。^[10]

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

泰森(双A级)冷鲜鸡大胸肉(水分71.3%、蛋白质18.5%、脂肪9.6%)^[11]、风车牌马铃薯淀粉(水分小于16%)、食盐、色拉油、白糖、料酒等均购于扬州市麦德龙超市。

1.2 仪器与设备

C-LM4 数显式肌肉嫩度仪: 上海科达精密机械有限公司; KR100 滚揉机: 江苏省扬州市扬宝机械有限公司; 恒温油炸炉: 江苏省扬州市恒佳机械有限公司; GT-5 高速离心机: 上海科大离心机有限公司; FPX 鼓风干燥箱: 沈阳精密仪器有限公司; MK-301 热电偶接触式测温仪: 杭州美控自动化技术有限公司。

1.3 实验设计

工艺及操作要点如下。

切肉: 鸡大胸肉置于4℃环境中自然解冻, 去掉肉眼可见脂肪团和杂质等, 将鸡大胸肉切割成

收稿日期: 2020-04-16 *通信作者

基金项目: 四川省哲学社会科学重点研究基地川菜发展研究中心项目(CC19Z35)

作者简介: 吴 鹏, 男, 扬州大学旅游烹饪学院讲师, 从事绿色烹饪、肉制品产业化研究;

孟祥忍, 男, 扬州大学旅游烹饪学院副教授, 博士, 从事烹饪科学、肉制品营养加工研究。

2.5 cm × 2.5 cm × 2.0 cm 的肉块。

腌制液配制:将食盐、色拉油、白糖、料酒等辅料按要求称量,使用匀浆机混合均匀(每500 g 鸡肉分别添加食盐5 g、白糖1.5 g、色拉油10 g、料酒15 g)。^[12]

滚揉腌制:在滚机中放入切割好的鸡大胸肉和腌制的溶液,滚揉具体条件如下:转速6 r/min、真空度-0.04 MPa、滚揉15 min,循环2次,温度4 ℃。^[13]

调糊:将水和淀粉混合成水粉糊,待用。

油炸:鸡大胸肉块腌制好后,将其逐一挂糊然后投进设定好温度的油炸锅中,进行一定时间的炸制。冷却待测。

1.4 鸡块得率测定

将鸡肉块(带糊)在油炸前进行称量(m_1),加工成型冷却后称重得 m_2 ,每组样品测定3次取平均值。

油炸得率 = $m_2 \div m_1 \times 100\%$ 。

1.5 剪切力测定

使用CH-4数显式肌肉嫩度仪,沿油炸鸡肉块的中心部位逆肌纤维纹理剪切,记录剪切力值(N),3次测定取平均。^[14]

1.6 感官评价

菜品评价员互相之间不交流,评分环境尽量模拟平时的品尝环境。评价过程代码由电脑随机编码。评分参数选取色泽、嫩度、多汁性和风味这4个在肉品质评价体系中最为常用的指标。^[15-16]

1.7 单因素试验

以油炸鸡块的得率、剪切力和感官评分为响应值,在确定了糊为水粉糊,腌制液为食盐:色拉油:白糖:料酒 = 1.0:0.3:2.0:3.0,并设定鸡块规格为2.5 cm × 2.5 cm × 2.0 cm 的肉块,单次实验量为500 g的前提下,分别对水粉比例、初炸温度和油炸时间进行单因素试验。^[17]

1.8 数据处理

采用SPSS 20.0的全因子模型对照,实验测定的结果进行数据统计分析。数据采用平均值正负标准差来表现,差异显著($\alpha = 0.05$ 水平)。运用Design-Expert 8.0.7软件进行分析。

2 结果分析

2.1 单因素实验

2.1.1 水粉比对油炸鸡块品质的影响

将鸡块以恒定的条件进行滚揉腌制,并通过

单因素优选法,分别控制油温和油炸时间不变,调整水粉比为1.0:0.8、1.0:0.9、1.0:1.0、1.0:1.1、1.0:1.2,进行挂糊,并放入恒温油炸炉中加热一定时间后取出进行感官评分,感官得分分别为75.10、77.30、81.70、88.20和85.40。如图1所示,水粉糊的包裹有效减少了鸡肉水分的流失,但过多的水粉糊又会影响鸡块的口感,从中可明显看出较优水粉比为1.0:1.1。

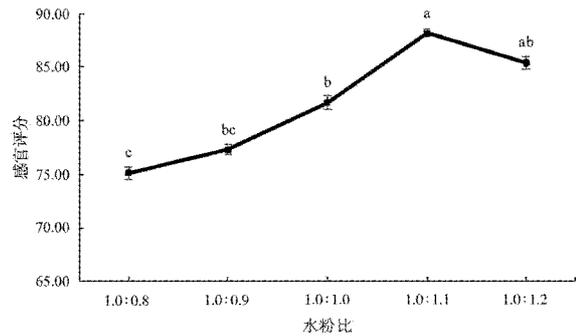


图1 水粉比对感官评分的影响

2.1.2 初炸温度对油炸鸡块品质的影响

以恒定的条件进行滚揉腌制,并通过单因素优选法,分别控制水粉比和油炸时间不变,调整初炸温度为140、150、160、170、180 ℃,进行挂糊,并放入恒温油炸炉中加热一定时间后取出进行感官评分,感官得分分别为68.50、80.30、89.70、85.70和82.10。如图2所示,感官评分随着油炸温度的升高呈先升后降的趋势,可能是由于较低的温度无法使得表面包裹的水粉糊快速糊化形成保护层,^[18]而温度太高又加速了鸡肉水分的流失,所以较优的油炸温度为160 ℃。

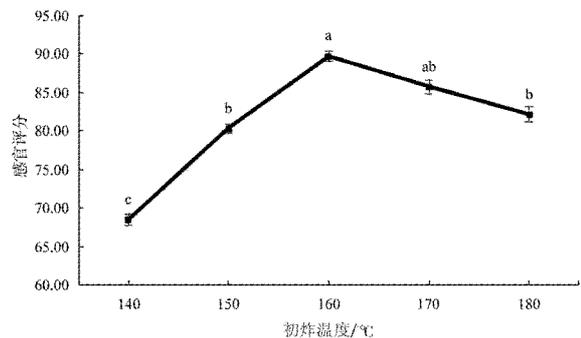


图2 初炸温度对油炸鸡块感官评分的影响

2.1.3 加热时间对油炸鸡块品质的影响

以恒定的条件进行滚揉腌制,并通过单因素优选法,分别控制水粉比和油炸温度不变,调整油炸时间为4、5、6、7、8 min,感官得分分别为75.60、88.10、83.70、83.60和76.50。如图3所

示,感官评分随着油炸时间的增加呈一个先上升后下降的过程。油炸 4 min 时表面水粉糊尚未完全变性,鸡肉也未完全成熟,故分数较低;而当油炸时间延长到 7 min 及以后时,鸡肉明显过老过柴,食用品质较差,故感官分数较低,所以较优的油炸时间为 5 min。

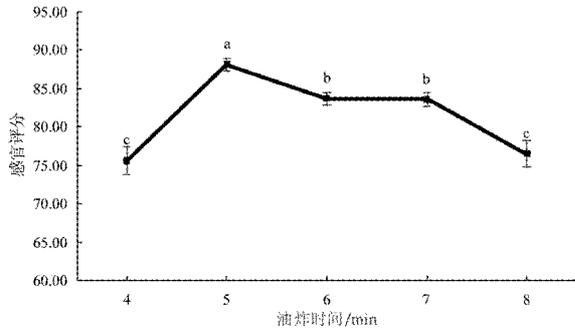


图 3 制熟时间对鸡块感官得分的影响

2.2 响应面法优化油炸鸡块挂糊工艺

2.2.1 响应面试验因素水平

依据 Box - Benhnken 中心组合的试验设计原理具体的响应面试验因素水平见表 1。

表 1 响应曲面因素水平

水平	X ₁ :水粉质量比	X ₂ :初炸油温/℃	X ₃ :加热时间/min
-1	1.0:1.0	150	4
0	1.0:1.1	160	5
1	1.0:1.2	170	6

2.2.2 响应面实验结果

利用 Design - Expert 8.0.7 对表中数据进行处理,^[19]得到以得率(Y₁)、剪切力(Y₂)与感官评分(Y₃)为响应值,以水粉比(X₁)、初炸温度(X₂)和油炸时间(X₃)为自变量的多元二次回归方程分别为:

$$Y_1 = 92.87 + 0.90X_1 + 0.18X_2 + 0.52X_3 + 3.59X_1X_3 - 3.14X_2X_3 - 4.74X_1^2 + 5.89X_2^2 - 4.66X_3^2,$$

$$Y_2 = 8.01 + 0.020X_1 + 0.13X_2 - 0.021X_3 - 0.55X_1X_3 + 0.88X_2X_3 + 0.95X_2^2 + 1.20X_3^2,$$

$$Y_3 = 93.87 + 0.80X_1 + 0.40X_2 + 0.61X_3 + 0.29X_1X_2 + 3.61X_1X_3 - 2.95X_2X_3 - 4.69X_1^2 - 5.68X_2^2 - 4.70X_3^2.$$

2.2.3 模型显著性检验和响应面分析

通过表 2 可以看出总共 3 个指标的回归模型都极明显。

表 2 响应面试验设计与结果

试验号	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁ /%	Y ₂ /N	Y ₃
1	0	1	1	79.50	10.50	80.10
2	0	0	0	94.30	7.70	93.10
3	0	-1	1	85.90	8.90	89.60
4	1	1	0	83.20	9.30	86.10
5	-1	0	1	80.60	9.60	79.90
6	0	0	0	93.60	7.40	92.10
7	1	0	-1	77.80	10.70	77.50
8	0	1	-1	86.30	8.80	89.90
9	-1	0	-1	85.50	9.10	88.60
10	0	0	0	91.90	7.60	92.20
11	0	0	0	92.60	7.60	91.50
12	-1	-1	0	81.10	9.40	83.10
13	-1	1	0	80.60	9.60	80.60
14	1	0	1	87.40	9.10	90.20
15	0	0	0	90.70	8.10	91.70
16	0	-1	-1	79.90	10.20	87.10
17	1	-1	0	81.50	9.20	82.90

由表 3 可知,模型具有较好的显著相关性,且方程失拟项不显著(P > 0.05),相关系数 R² = 0.9609,拟合较好,同时实验误差小,能客观地反映油炸鸡块的得率与水粉比、时间、温度之间的关系。此外,设定的 3 个单因素 X₁、X₂、X₃ 均对油炸鸡块的得率有极显著影响(P < 0.01)。对实验结果进一步分析,其中交互项 X₁X₂ 差异不显著,X₁X₃、X₂X₃ 差异极显著,响应曲面导出结果见图 4。

表 3 得率的回归模型方差分析

来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	432.21	8	54.03	8.84	0.0029	**
X ₁	7.52	1	7.52	1.23	0.0097	**
X ₂	0.24	1	0.24	0.040	0.0084	**
X ₃	2.00	1	2.00	0.33	0.0008	**
X ₁ X ₃	55.37	1	55.37	9.06	0.0168	*
X ₂ X ₃	34.21	1	34.21	5.60	0.0045	**
X ₁ ²	80.15	1	80.15	13.11	0.0006	**
X ₂ ²	143.65	1	143.65	23.50	<0.0001	**
X ₃ ²	90.11	1	90.11	14.74	0.0005	**
残差	48.91	8	6.11			
失拟项	44.45	5	8.89	5.98	0.0860	
纯误差	4.46	3	1.49			
总离	481.12	16				

R² = 0.9609

注: * 表示 P < 0.05; ** 表示 P < 0.01。

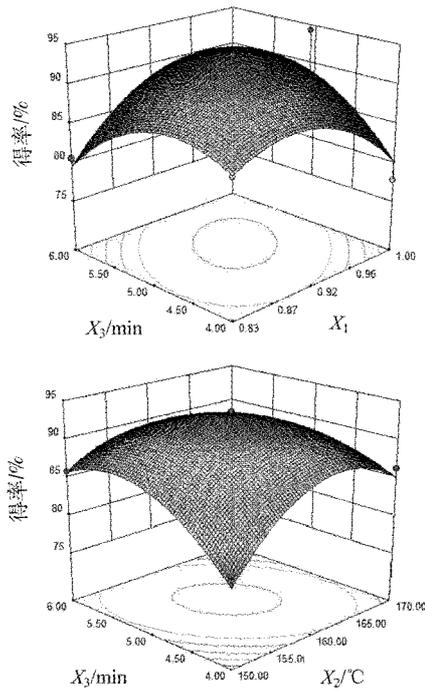


图4 水粉比、时间、温度交互作用对得率的影响

由图4可知,当水粉比一定时,随着油炸制时间的增加,得率呈现出先上升之后开始下降的一种趋势,原因可能是时间过短的情况下,水粉糊还未完全变性;而在期间如果时间过长则会造鸡肉和糊中的水分严重流失从而影响得率。当油炸时间一定时,鸡块得率随水粉比的增大而呈现先上升后下降的趋势,原因是不同的水粉比导致水粉糊完全糊化所需的时间和温度都不同,但当油炸时间不断增加时,这种影响也随之减弱,原因是随着油炸时间的延长,水粉糊最终走向过度糊化甚至焦炭化。^[20]

从表4可以知道,回归模型的 P -value < 0.0001,具有十分显著的关联性,而且方程的失拟项不显著 ($P > 0.05$),相关的系数 $R^2 = 0.9711$,与实际情况拟合较贴切,油炸鸡块能被较好地反映其剪切力与各个因素之间的关系。

由剪切力指标显著性分析可知(见图5),油炸时间与油炸温度之间的交互作用最为显著,油炸的时间和温度直接影响鸡肉蛋白质的变性,随着时间的延长,温度的升高,鸡肉中的水分子逐步流失,致使剪切力因此增大;而水粉比与时间、温度的交互作用不太显著,原因是水粉比主要影响表面糊的形成,而剪切力的测定是由鸡块中心取样,从而减小水粉比对鸡肉嫩度的影响。

表4 剪切力的回归模型方差分析

来源	平方和	自由度	均方	F值	P值	显著性
模型	12.83	7	1.83	4.31	0.0092	**
X_1	3.637	1	3.637	8.566	0.0059	**
X_2	0.13	1	0.13	0.30	0.0093	**
X_3	3.361	1	3.361	7.916	<0.0001	**
X_1X_3	1.31	1	1.31	3.09	0.0284	*
X_2X_3	2.89	1	2.89	6.80	0.0095	**
X_2^2	3.72	1	3.72	8.77	0.0046	**
X_3^2	5.95	1	5.95	14.02	<0.0001	**
残差	3.82	9	0.42			
失拟项	3.55	6	0.59	6.64	0.0744	
纯误差	0.27	3	0.089			
总离	16.64	16				

$R^2 = 0.9711$

注: * 表示 $P < 0.05$; ** 表示 $P < 0.01$ 。

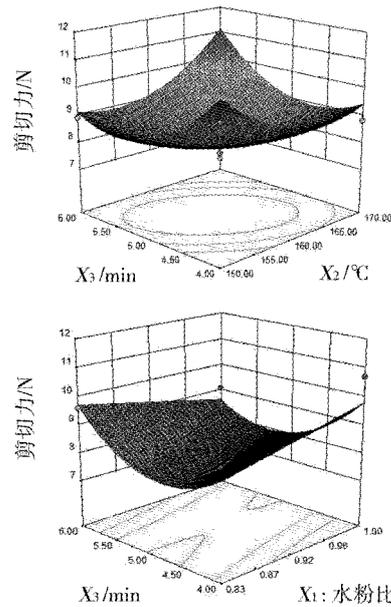


图5 水粉比、时间、温度交互作用对剪切力的影响

由表5可知,回归模型的 P -value < 0.0001,具有十分显著的相关性,相关系数 $R^2 = 0.9813$,与实际情况拟合较好,能较好地反映油炸鸡块的感官得分与各个因素之间的关系,响应曲面见图6。

2.3 模型综合优化及检验

为获得率高、剪切力小、感官评分高的油炸鸡块挂糊工艺参数组合,需对3个响应值(Y_1 、 Y_2 、 Y_3)赋予一定的权重系数,进行线性加权综合优化。参照加权评分法,评价肉制品食用品质的重

要指标之一就是嫩度,它反映了肌肉中各种蛋白质的结构特性、脂肪的分布状态及肌纤维中脂肪数量等。评价嫩度指标一般用剪切力来表示,剪切力越低,鸡块的嫩度越好。所以剪切力是最重要的,因此赋予各指标权重值为:得率 $a = 0.3$; 剪切力 $b = 0.4$; 感官评分 $c = 0.3$, 且 $a + b + c = 1$ 。把多目标非线性优化变动为单目标非线性优化,然后对综合函数进行一个优化,从而得到最佳的工艺条件。

$$Y = aY_1 + bY_2 + cY_3。$$

综合优化函数结果为: $Y = 59.226 + 0.518X_1 + 0.226X_2 + 0.331X_3 + 0.087X_1X_2 + 0.944X_1X_3 - 1.475X_2X_3 - 2.829X_1^2 + 0.443X_2^2 - 2.208X_3^2$ 。

利用 SPSS 软件进行参数的综合优化,获得最后的油炸鸡块最佳工艺参数为:粉和水的比为 1.1:1.0、炸制的温度为 159.16 °C、油炸时间为 5.09 min。此时得率(Y_1)为 93.4%、剪切力(Y_2)为 7.98 N、感官评分(Y_3)为 94.10。

2.4 验证实验

为查验优化结果的准确性,采用获得的最佳制作工艺进行验证实验,当然也得考虑实际操作过程中的可操作性和简便性,将验证实验条件调整为:水粉比为1.0:1.1、油炸温度为159 °C、油炸

时间为5 min,同时设置随机对照组:水粉比为 1.0:1.1、油炸温度为 155 °C、油炸时间为 5.5 min,结果见表 6。

表 5 得率的回归模型方差分析

来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	414.36	9	46.04	6.86	0.009 4	**
X_1	5.80	1	5.80	0.86	0.003 8	**
X_2	1.16	1	1.16	0.17	0.006 9	**
X_3	2.72	1	2.72	0.40	<0.000 1	**
X_1X_2	0.35	1	0.35	0.052	0.021 3	*
X_1X_3	55.72	1	55.72	8.30	0.002 3	**
X_2X_3	28.97	1	28.97	4.32	0.000 7	**
X_1^2	78.07	1	78.07	11.63	0.011 3	*
X_2^2	131.90	1	131.90	19.65	0.007 9	**
X_3^2	90.47	1	90.47	13.25	< 0.000 1	**
残差	46.56	1	6.71			
失拟项	42.32	4	10.63	7.15	0.069 0	
纯误差	4.46	3	1.49			
总离	461.34	16				

$R^2 = 0.9813$

注: * 表示差异显著 ($P < 0.05$), ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)。

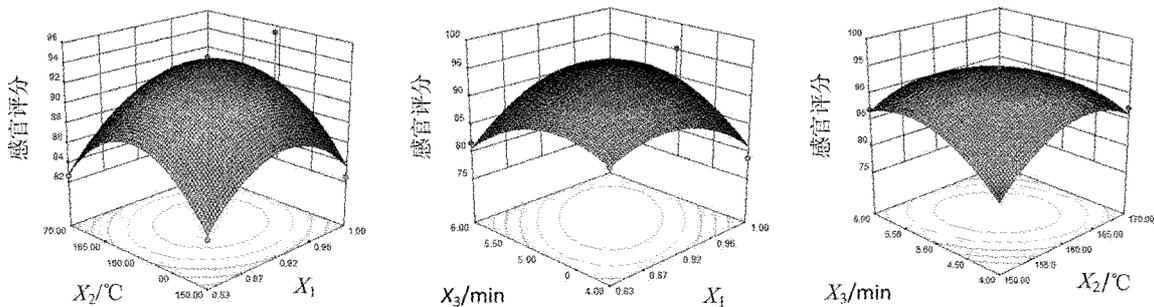


图 6 水粉比、时间、温度三者交互作用对感官评分的影响

表 6 最佳工艺验证实验

实验组	得率/%	剪切力/N	感官评分
验证组	93.0 ± 0.5	8.01 ± 0.2	93.90 ± 0.3
随机对照组	87.3 ± 0.4	8.62 ± 0.3	89.70 ± 0.4

由表 6 可见,验证组的得率以及感官评分是高于随机对照组的,而剪切力则低于随机对照组,说明验证组的鸡块品质更优。同时通过 5 组平行验证实验得到的最终值与预测值基本一致。

3 结论

在单因素实验基础上,通过响应面分析法优化油炸鸡块的挂糊工艺,得出最优制作工艺条件为水粉质量比为1.0:1.1、油炸温度为 159 °C、油炸时间为 5 min。在此条件下,油炸鸡块的得率为 93.0%,剪切力为 8.01 N,感官评分为 93.90。本实验所得挂糊工艺具有操作简单、成品品质易监控的特点,且适用于批量化的生产,为工业化的生

产提供理论可能性;此工艺条件下加工出的产品口感酥脆、内部鲜嫩多汁、营养健康,更容易得到市场的认可,推广潜力巨大。

参考文献:

- [1] 廖彩虎,芮汉明,隋明军. 可微波预油炸鸡块的开发[J]. 现代食品科技, 2009, 25(11): 1329-1334.
- [2] 于泉,赵雪,曹仲文. 基于万能蒸烤箱的南瓜饼制作的工艺优化[J]. 美食研究, 2017, 34(4): 48-50.
- [3] 王建斌,许桂荣. 中式烹饪科学上浆挂糊与勾芡的技能分析[J]. 赤子(上中旬), 2014(17): 233.
- [4] 潘治利,张垚,艾志录,等. 马铃薯淀粉糊化和凝胶特性与马铃薯粉品质的关系[J]. 食品科学, 2017, 38(5): 197-201.
- [5] 施琦良,程义强,王茂山. 响应面法优化"夫妻肺片"调味工艺[J]. 美食研究, 2016, 33(4): 43-45.
- [6] 徐忠,徐巧姣,王志鹏,等. 马铃薯成分及其淀粉的功能特性分析[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2017, 33(2): 168-171.
- [7] 刘文娟,何绍凯,曹余,等. 马铃薯淀粉及其7种变性淀粉糊液特性的比较研究[J]. 中国食品添加剂, 2015(12): 60-64.
- [8] 李莉,张赛,何强,等. 响应面法在试验设计与优化中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(8): 41-45.
- [9] 徐子昂,司明志,朱兆威. 基于万能蒸烤箱的叉烧肉制熟工艺研究[J]. 美食研究, 2019, 36(3): 45-48.
- [10] 赵玉生,王云霞. 静置和滚揉盐腌对油炸鸡块品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2001(5): 24-25.
- [11] 果莉. C-LM3型数显式肌肉嫩度仪的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2002.
- [12] 宋玉. 不同品种鸡肉成熟过程中品质特性比较研究[D]. 南京:南京农业大学, 2011.
- [13] WANG A X, LI Y F, YANG B, et al. Process optimization for vacuum distillation of Sn—Sb alloy by response surface methodology [J]. Vacuum, 2014, 109(1): 127-134.
- [14] 殷方玉,汤高奇,邵建峰,等. 糊组分对水滑肉挂糊效果的影响[J]. 河南农业大学学报, 2017, 51(5): 717-724.
- [15] 董芝杰. 基于响应面法的牛蹄筋低压涨发工艺优化[J]. 美食研究, 2019, 36(1): 48-51.
- [16] HOU H, LI B. Response surface optimization of enzymatic hydrolysis of silver sillago (Sillago sihama) with low bitter taste [J]. International Journal of Food Engineering, 2011, 7(3): 72-76.
- [17] 吴东和. 在挂糊工艺中淀粉的应用规律研究[J]. 扬州大学烹饪学报, 2005(3): 43-46.
- [18] 魏心如,韩敏义,王鹏,等. 热处理对鸡胸肉剪切力与蒸煮损失的影响[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(3): 629-633.
- [19] DOROTA G, MAGDA D, LESLAW J. Effect of high methoxy pec-tin and sucrose on pasting, rheological, and textural properties of modified starch systems [J]. Starch/Staerke. 2013, 65(5): 499-508.
- [20] 梁金珠,叶梓然,王艳. 即烹鸡块加工技术研究[J]. 肉类工业, 2014(9): 18-20.

Effect of frying paste formula on yield and texture of instant chicken nuggets

WU Peng, GAO Ziwu, HUAN Chuanming, XU Yaqian, MENG Xiangren

(College of Tourism and Culinary Science, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127, China)

Abstract: The factorial test was used to investigate the effects of water-to-powder ratio, initial frying oil temperature, and frying time on the eating quality of fried chicken nuggets. Shear force, sensory scores were used to establish a regression model for the response value. The optimal process parameters of fried chicken nuggets were obtained as water-to-powder ratio of 1.0:1.1, frying temperature of 159 °C, frying time of 5 min, with the yield of 93.0%, shear force of 8.01 N, and the score of 93.90.

Key words: fried chicken nuggets; batter; response surface methodology; yield; eating quality

(责任编辑:赵 勇)