

臊子肉关键加工工艺参数的优化

马雅丽, 阙嘉静, 岳田利, 崔璐*

(西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西杨凌 712100)

摘要: 目前我国臊子肉加工工艺差异大、工业化程度低、尚未形成知名品牌, 且对加工中香气成分变化及关键理化指标评价研究较少, 这严重限制了臊子肉产业的快速发展。因此, 本研究以臊子肉为研究对象, 以感官评价和香气成分变化为考察指标, 通过 Plackett-Burman 试验筛选出对臊子肉品质影响显著的因素为花椒、味精和生抽。在此基础上采用 Box-Behnken 试验优化, 最终获得臊子肉最佳加工工艺参数为: 猪肉 500 g, 瘦肥比 3:2, 菜籽油 10 g, 食盐 5 g, 辣椒 20 g, 生姜 30 g, 大蒜 30 g, 料酒 10 g, 老抽 5 g, 生抽 4 g, 食醋 200 g, 花椒 2 g, 胡椒 4 g, 味精 3.5 g, 大火温度 220 °C、小火温度 140 °C、加热时间 50 min。该研究探讨了我国北方特色产品臊子肉加工中香气和关键理化指标, 并建立了优化模型, 具有地方特色与应用价值, 又有一定的科学性。

关键词: 臊子肉; 感官品质; 香气成分; 加工工艺

文章编号: 1673-9078(2021)12-145-152

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.12.0295

Optimization of the Key Processing Parameters of Saozi Meat

MA Yali, QUE Jiajing, YUE Tianli, CUI Lu*

(College of Food Science and Engineering, Northwest A & F University, Yangling 712100, China)

Abstract: At present, the rapid development of the Chinese Saozi meat industry is severely limited, because of the large difference in meat processing, low degree of industrialization, absence of well-known brands, and few studies on the changes in aroma components and the evaluation of key physico-chemical indicators during processing. Therefore, the study took Saozi meat as the research object, and sensory evaluation results and changes in aroma components as the inspection indicators. The factors having a significant impact on the quality of Saozi meat were selected through the Plackett-Burman test and determined as pepper, monosodium glutamate (MSG), and light soy sauce. On this basis, the Box-Behnken test was used to optimize the processing parameters of Saozi meat and the optimal processing conditions were: pork 500 g, lean to fat ratio 3:2, rapeseed oil 10 g, salt 5.0 g, pepper 20 g, ginger 30 g, garlic 30 g, cooking wine 10 g, dark soy sauce 5.0 g, light soy sauce 4.0 g, vinegar 200 g, Sichuan pepper 2.0 g, pepper 4.0 g, MSG 3.5 g, high-fire temperature 220 °C, low-fire temperature 140 °C, heating time 50 min. This study investigated the aroma and key physico-chemical indicators in the processing of Saozi meat, which is a characteristic product in northern china, and establishes an optimization model, which has local characteristics and application value, as well as a certain degree of scientificity.

Key words: Saozi meat; sensory qualities; aroma composition; processing technology

引文格式:

马雅丽, 阙嘉静, 岳田利, 等. 臊子肉关键加工工艺参数的优化[J]. 现代食品科技, 2021, 37(12): 145-152, +161

MA Yali, QUE Jiajing, YUE Tianli, et al. Optimization of the key processing parameters of Saozi meat [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(12): 145-152, +161

长期以来, 我国城乡居民的肉类消费均以猪肉为主^[1]。猪肉是人类最主要的动物性食源之一^[2], 其含有丰富的营养物质, 可以为人类提供优质的动物性蛋白、矿物质、维生素和能量; 同时猪肉中含有丰富的磷、

收稿日期: 2021-03-18

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2017YFD0400105)

作者简介: 马雅丽 (1998-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 农产品加工与质量安全, E-mail: myl3389656116@icloud.com

通讯作者: 崔璐 (1981-), 女, 博士, 高级实验师, 研究方向: 农产品加工与质量安全检测, E-mail: cuiluctl@nwsuaf.edu.cn

钾、铁、镁等元素, 是人体营养中重要的矿物质来源^[3]; 据程志斌等^[4]报道, 猪肉中维生素的营养价值高于其他家畜、禽的肉蛋奶产品和绝大多数植源性食物; 猪肉中饱和脂肪酸的含量低于人们日常消费的其他食物, 而且猪肉经过长时间炖煮烹调后, 饱和脂肪酸含量会明显下降, 不饱和脂肪酸含量显著增加^[5]。

臊子肉以猪肉为主要原料, 加入食油、食醋、姜蒜、料酒、酱油、食盐、花椒、胡椒、味精和辣椒等配料炒制而成, 是西北地区的传统特色小吃。岐山臊子面以“薄、劲、光、煎、稀、汪、酸、辣、香”的独

特风味闻名全国^[6], 其中“酸、辣、香”是用来形容臊子肉的。臊子肉具有很高的营养价值, 其制作过程中所用的食醋含有碳水化合物、有机酸、醇类物质和多酚类物质、氨基酸多肽类物质及挥发性的酯类物质等营养成分, 具有软化血管、防止动脉硬化的功能^[7-9]; 所用的辣椒粉含有丰富的胡萝卜素、维生素 A、维生素 C、脂肪油及矿物质等营养成分, 具有增加食欲, 促进血液循环等特殊功效^[10]。所以, 臊子肉作为一种传统的区域特色食品, 日益受到越来越多人的青睐。目前, 对臊子肉的研究大都停留在制作方法上, 对其加工贮存中的关键参数进行优化的少且不全面, 对臊子肉风味品质的研究更是少之又少。王林兰等^[11]研究了一种以优选上等宁夏滩羊为主要原料, 再配以独特的贺兰山野生蘑菇, 加入胡麻油及多种名贵调味料, 在传统工艺的基础上制作, 再经软包装成清真特色食品的羊肉臊子制作工艺; 李绩等^[12]介绍了一种先羊肉切丁然后羊肉烫蒸接着油炸混合再翻炒最后包装的羊肉臊子的制作工艺; 左宏博^[13]报道了一种以猪五花肉为原料通过清洗, 切肉, 腌肉, 然后放肥肉煸炒至猪油由浑浊变清澈时再倒入瘦肉, 再加入姜, 干辣椒, 料酒, 五香粉翻炒, 再放盐, 醋, 加盖转小火焖 10 min, 最后均匀撒上辣椒粉制作猪肉臊子的制作方法; 胡健强^[14]报道了一种在左宏博研究的基础上将最后得到的肉臊子放于阴凉处冷却得到一种户外旅行肉臊子食品的方法; 操长安^[15]报道了一种以猪肉为主要原料, 并配合陈醋、增味食材、大蒜、生姜松茸、盐、味精、淀粉、绿茶粉、胡椒粉制作酸汤臊子冻干汤料及其制作工艺; 张汉强^[16]报道了一种包括猪肉以及配方调料的猪肉臊子配方以及方法, 发现在臊子肉中放入了少量但多种的调料之后, 使得臊子在烹饪时, 能够更加的有味道。这些报道都只报道了臊子肉的制作, 并没有对臊子肉加工工艺进行优化。杨嗣真等^[17]设计单因素试验和正交优化试验考察香辛料、食醋和辣椒对臊子肉蛋白质含量及感官指标的影响, 获得了一种最佳的工艺配方, 但是没有考虑加工时间和温度对臊子肉品质的影响。

因此, 本研究主要以陕西特色臊子肉加工为核心, 采用感官评价和气相色谱质谱联用 (GC-MS) 技术, 利用感官评分和气质结果作为臊子肉的参考指标, 优化臊子肉加工工艺参数, 为传统特色食品臊子肉的工业化提供了理论性的参考。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

猪肉, 杨凌本香农业产业集团有限公司; 食盐, 中盐榆林盐化有限公司; 菜籽油, 益海嘉里 (兴平) 食品工业有限公司; 料酒, 浙江越景绍兴酒有限公司; 老抽豉油, 佛山市海天 (高明) 调味食品有限公司; 鲜味鲜生抽, 郑州加加味业有限公司; 花椒粉, 西安市佳香调味品食品有限公司; 胡椒粉, 西安市佳香调味品食品有限公司; 味精, 加加食品集团股份有限公司; 香醋, 岐山天缘食品有限公司; 辣椒粉, 杨凌家福超市; 姜蒜, 杨凌家福超市。

2-辛醇标品, 购自阿拉丁试剂有限公司; 所有用的有机溶剂均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

57329-U 型固相微萃取头, 美国 Supleco 公司提供; 多功能控温电炒锅, 永康市乐厨电器有限公司; BSA223S 型电子天平, 赛多利斯科学仪器有限公司; BCD-576WDPU 型冰箱, 青岛海尔股份有限公司; DK-98-II A 型电热恒温水浴锅, 天津市泰斯特仪器有限公司; QP2020 型气相色谱质谱仪, 日本岛津公司。

1.3 方法

1.3.1 臊子肉的制作

1.3.1.1 基本配方

猪肉 500 g (3:2)、菜籽油 10 g、食盐 5 g、辣椒 20 g、生姜 30 g、大蒜 30 g、料酒 10 g、老抽 5 g、生抽 3 g、食醋 200 g、花椒 4 g、胡椒 4 g、味精 3 g、大火温度 220 °C、小火温度 140 °C、加热时间 50 min。

1.3.1.2 工艺流程

原料处理→热油→放肥肉炒→放姜蒜→放瘦肉→加入配料→自然冷却→包装→灭菌

1.3.1.3 操作要点

猪肉、姜蒜切丁, 肥肉瘦肉分开切片; 在锅烧热后加入食用油, 油加热至 220 °C, 后加入肥肉炼油, 加入姜蒜, 瘦肉, 翻炒; 翻炒至肉变色时, 转小火炒, 加入食盐、味精、花椒、胡椒、生抽、老抽、料酒和醋, 继续翻炒, 期间可加少量水; 最后 3 min 加辣椒, 变大火收汁; 臊子肉出锅后, 要彻底冷却后才能进行包装, 用玻璃罐头包装; 采用巴氏杀菌法杀菌, 80 °C 杀菌 30 min。

1.3.2 Plackett-Burman 试验

表 1 Plackett-Burman 试验设计

Table 1 Plackett-Burman test design

因素	瘦肥比	食盐 /g	辣椒 /g	花椒 /g	胡椒 /g	味精 /g	姜蒜 /g	醋 /g	料酒 /g	老抽 /g	生抽 /g	油 /g	小火温度 /°C	大火温度 /°C	加热时间 /min
高水平	3:1	7	30	6	6	4	80	300	15	8	4	15	175	220	70
低水平	1:1	3	10	2	2	2	40	100	5	2	2	5	140	200	30

注：猪肉瘦肥比中 3:1 代表瘦肉:肥肉=3:1；1:1 代表瘦肉:肥肉=1:1。

在单因素试验的基础上，对猪肉肥瘦比、食盐用量、辣椒用量、花椒用量、胡椒用量、味精用量、生姜用量、大蒜用量、醋用量、料酒用量、老抽用量、生抽用量、油用量、小火温度、大火温度、小火时间 15 个因素进行考察，每个因素取低水平“-1”和高水平“1”。设计试验次数 N=20 的 Plackett-Burman 试验^[18]，以感官评分和气质结果的综合评分 (Y_Z) 为响应值。用软件 Design expert 7.13 设计，各个因素高低水平设计如表 1。

1.3.3 Box-Behnken 试验

表 2 Box-Behnken 试验设计

Table 2 Box-Behnken test design

因素	花椒/g	味精/g	生抽/g
-1	2	2	2
0	4	3	3
1	6	4	4

根据 Plackett-Burman 试验结果选择试验因素，各个因素高低水平设计如表 2，其他因素取定值：猪肉 500 g (瘦肥比 3:2)、菜籽油 10 g、食盐 5 g、辣椒 20 g、生姜 30 g、大蒜 30 g、料酒 10 g、老抽 5 g、食醋 200 g、胡椒 4 g、大火温度 220 °C、小火温度 140 °C、加热时间 50 min。用软件 Design expert 7.13 设计 Box-Behnken 试验，以感官评分和气质结果的综合评

分 (Y_Z) 为响应值。

1.3.4 感官评价

由具有食品感官分析知识的 10 人组成感官评价小组进行感官评价。以 10 位评定员评价的平均分为各指标的评分，其总分计算方法见公式 (1)：评价标准见表 3^[19]。

$$Y_o = \sum X_i Y_i (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

式中：

X——评定指标分值；

Y——权重。

1.3.5 GC-MS 检测

参考贡慧、左上春、吴宝森和 Zhang J 等^[20-23]的方法并略作修改，方法如下：

(1) 样品处理：样品绞碎后取 3 g 置于 SPME 小瓶中，加入 50 μL 0.04 mg/L 2-辛醇标品，放入 50 °C 水浴锅中平衡 30 min。

(2) GC 条件：DB-1 ms 石英毛细管柱 (60 m×0.25 mm, 0.25 μm)；进样口温度 250 °C；解吸时间 3 min，不分流进样，载气 (He) 纯度≥99.999%，流速 1.0 mL/min。升温程序：起始柱温 40 °C，保持 3 min，以 4 °C/min 的速率升至 120 °C；以 6 °C/min 的速率升至 240 °C，保持 12 min。总程序时间：55 min。

表 3 感官评定标准表

Table 3 Sensory evaluation standard table

项目	指标	分值
外观 (0.2)	色泽鲜亮均匀，肉片大小一致，很有食欲	80~100
	色泽轻微偏暗或偏浅，肉片大小不太一致，个别肉片偏大或偏小，有食欲	50~80
	色泽偏暗或偏浅，不均匀，肉片大小不均匀，没有食欲	0~50
气味 (0.3)	有明显肉香味、醋香味，香味浓郁愉悦，	80~100
	有肉香味、醋香味，香味较浅，愉快	50~80
	没有肉香味，气味刺鼻，	0~50
滋味 (0.3)	酸辣适中，鲜香，后味麻辣，滋味喜欢	80~100
	酸辣比较适中，鲜香，后味有点麻，滋味比较喜欢	50~80
	酸辣不合适，滋味不好，不能接受	0~50
质地 (0.2)	咀嚼性，口感好，无明显颗粒感，肉质软嫩	80~100
	咀嚼性，口感比较好，颗粒感不太明显，肉质，有点柴	50~80
	咀嚼性，口感不好，颗粒感明显，肉质很柴很硬	0~50

表 4 Plackett-Burman 试验设计及结果

Table 4 Plackett-Burman experimental design and results

运行顺序	A-肥瘦比	B-食盐 /g	C-辣椒 /g	D-花椒 /g	E-胡椒 /g	F-味精 /g	G-姜蒜 /g	H-食醋 /g	I-料酒 /g	J-老抽 /g	L-生抽 /g	M-菜籽油 /g	N-小火温度 /°C	O-小火时间 /min	P-大火温度 /°C	Y _O -感官评分	Y _G -气质结果 mg/g	Y _Z -综合评分
1	1	3	10	6	6	2	80	300	5	2	4	15	175	70	200	74	1.63	24.19
2	3	7	30	6	2	4	40	300	5	2	2	5	175	70	200	77.12	1.65	25.17
3	3	3	30	2	6	2	40	100	5	8	4	5	175	70	200	78.75	0.69	25.02
4	3	3	30	2	2	2	40	300	15	2	4	15	140	30	220	71.34	1.47	23.25
5	1	7	10	6	2	2	40	100	15	8	2	15	175	30	200	69.76	1.01	22.44
6	3	7	10	2	6	4	80	300	5	8	2	15	140	30	200	74.82	1.52	24.37
7	3	7	10	6	6	2	40	300	15	8	4	5	175	30	220	77.63	1.34	25.12
8	3	3	10	2	2	4	80	100	15	8	2	5	175	70	220	76.29	0.71	24.27
9	1	3	30	6	2	4	80	100	5	8	4	15	175	30	220	78.3	2.04	25.81
10	1	3	10	2	2	2	40	100	5	2	2	5	140	30	200	73.45	1.11	23.66
11	1	7	30	6	6	2	80	100	15	2	2	5	140	70	220	75.06	1.46	24.40
12	3	7	10	6	2	4	40	100	5	2	4	15	140	70	220	71.91	2.56	24.18
13	3	3	10	6	6	4	80	100	15	2	4	5	140	30	200	80.22	4.95	28.41
14	1	3	30	6	6	4	40	300	5	8	2	5	140	30	220	74.06	1.86	24.36
15	1	7	30	2	6	4	40	100	15	8	4	15	140	70	200	75.29	1.01	24.16
16	1	7	10	2	2	2	80	300	5	8	4	5	140	70	220	74.33	1.40	24.13
17	1	7	30	2	2	4	80	300	15	2	4	5	175	30	200	72.81	3.19	24.89
18	3	7	30	2	6	2	80	100	5	2	2	15	175	30	220	69.77	1.61	22.85
19	3	3	30	6	2	2	80	300	15	8	2	15	140	70	200	68.28	2.54	23.03
20	1	3	10	2	6	4	40	300	15	2	2	15	175	70	220	76.77	1.13	24.70

注：肥瘦比一列中“3”表示瘦肉:肥肉=3:1；“1”表示瘦肉:肥肉=1:1。

(3) MS 条件: 电子轰击离子源 (Electron impact ion source), 电子能量 70 eV; 接口温度 260 °C; 离子源温度 280 °C; 溶剂延迟 2.5 min; 检测器电压 1.2 kV; 质量扫描 m/z 范围 40~600 u。

将检测出的物质分类, 用熵权法^[24-26]确定各类物质的权重系数, GC-MS 结果 Y_G 为各类物质的含量与其权重乘积之和。

1.3.6 综合评分 Y_Z 的确定

感官评价结果 Y_O 和 GC-MS 结果 Y_G 的标准化数据^[27]分别用 Y_{OZ} 、 Y_{GZ} 表示, 熵权法确定两者的权重系数, 记为分别记为 a 、 b 。综合评分的计算公式为:

$$Y_Z = a \times Y_{OZ} + b \times Y_{GZ}$$

1.3.7 数据处理与分析方法

数据采用 Excel 和 Design expert 7.13 处理分析, Plackett-Burman 试验和 Box-Behnken 试验用软件 Design expert 7.13 设计分析。

2 结果与分析

2.1 Plackett-Burman 试验结果分析

Plackett-Burman 筛选试验设计及结果如表 4。利用 Design-Expert 7.13 软件对表 4 中的试验结果进行分析, 得到二次多项回归方程。回归方程为: $y = 62.724 + 2.878A - 1.400B + 3.093D + 1.293E + 8.424F + 0.277G - 1.573K + 7.109L - 1.065M - 0.133N - 0.178O - 0.2885P$, $R^2 = 0.88$ 。

对该二次多项回归方程进行方差分析, 方差分析结果如表 5 所示。由表 5 知, 该二次多项回归方程模型 p 值为 $0.0315 < 0.05$ 具有显著性, 表明模型具有统计学意义。因素对响应值的影响由 p 值可以看出, 味精添加量的 p 值为 $0.0094 < 0.01$, 表明味精添加量对臊子肉的风味品质影响极显著; 花椒添加量的 p 值为 $0.0354 < 0.05$ 和生抽添加量的 p 值为 $0.0202 < 0.05$, 表明花椒添加量和生抽添加量对臊子肉的风味品质影响显著。故将此 3 个因素作为 Box-Behnken 试验的考察因素。

2.2 Box-Behnken 响应面试验结果

Box-Behnken 试验设计及结果如表 6。利用 Design-Expert 7.13 软件对表 6 中的试验结果进行响应面分析, 得到二次多项回归方程。回归方程为: $y = -228.58 + 55.86A + 99.67B + 4.52C - 2.325AB - 11.59AC - 2.55A^2 - 13.64B^2 + 7.91C^2$, $R^2 = 0.7774$ 。

对该二次多项回归方程进行响应面方差分析, 分析结果如表 7 所示。根据表 7 可以看出, 回归模型具有显著性 ($p < 0.05$), 回归系数 $R^2 = 0.7774$, 说明模型拟合度较好, 能反应考察因素与响应值之间的关系, 具有统计学意义; 失拟因素 p 值为 $0.3725 > 0.05$, 差异不显著, 说明该模型与实际值情况拟合较好, 误差小; 信噪比 (Adeq Precision) = $7.568 > 4$, 表明该模型可信度高^[28-29]。因此, 该模型是合理的。

表 5 Plackett-Burman 试验模型方差分析

Table 5 Variance analysis of Plackett-Burman test model

项目	平方和	自由度	均方	F	p	差异显著性
Model	5805.61	12	483.8	4.28	0.0315*	显著
A-肥瘦比	165.66	1	165.66	1.47	0.2654	不显著
B-盐	156.8	1	156.8	1.39	0.2774	不显著
D-花椒	765.08	1	765.08	6.77	0.0354*	显著
E-胡椒	133.64	1	133.64	1.18	0.313	不显著
F-味精	1419.28	1	1419.28	12.55	0.0094**	显著
G-姜蒜	613.39	1	613.39	5.42	0.0527	不显著
K-老抽	445.19	1	445.19	3.94	0.0876	不显著
L-生抽	1010.76	1	1010.76	8.94	0.0202*	显著
M-油	567.11	1	567.11	5.02	0.0601	不显著
N-小火-T	108.76	1	108.76	0.96	0.3594	不显著
O-小火-t	253.47	1	253.47	2.24	0.178	不显著
P-大火-T	166.46	1	166.46	1.47	0.2643	不显著
残差	791.51	7	113.07			

注: 标“*”表示 $p < 0.05$, 显著; 标“**”表示 $p < 0.01$, 极显著。

表6 Box-Behnken 试验设计及结果

Table 6 Box-Behnken experimental design and results

运行顺序	A-花椒/g	B-味精/g	C-生抽/g	Y _O 感官评价结果	Y _G 气质结果/(mg/g)	Y _Z 综合评分/分
1	6	4	3	79.58	1.1	18.90
2	4	3	3	79.2	1.72	30.54
3	4	4	4	79.41	2.18	40.91
4	4	3	3	80.2	2.16	43.10
5	2	3	2	77.96	1.32	18.08
6	2	4	3	82.45	2.51	57.85
7	2	2	3	79.26	1.22	20.35
8	6	2	3	74.08	1.07	16.34
9	4	2	2	78.62	2.37	42.17
10	6	3	4	78.9	1.61	27.21
11	4	3	3	81.2	2.98	63.56
12	4	3	3	79.91	2.94	58.39
13	6	3	2	77.38	2.64	43.85
14	4	4	2	77.98	2.83	49.81
15	2	3	4	80.69	4.52	94.16
16	4	2	4	80.46	1.81	36.65
17	4	3	3	80.6	2.19	44.96

表7 Box-Behnken 试验模型方差分析

Table 7 Variance analysis of Box-Behnken test model

项目	平方和	自由度	均方	F	P	差异显著性
Model	5804.37	8	725.55	3.49	0.048*	显著
A-花椒	1261.98	1	1261.98	6.08	0.039*	显著
B-味精	583.06	1	583.06	2.81	0.1324	不显著
C-生抽	253.57	1	253.57	1.22	0.3013	不显著
AB	86.49	1	86.49	0.42	0.5368	不显著
AC	2149.17	1	2149.17	10.35	0.0123*	显著
A ²	437.92	1	437.92	2.11	0.1846	不显著
B ²	783.16	1	783.16	3.77	0.0881	不显著
C ²	263.58	1	263.58	1.27	0.2926	不显著
残差	1661.75	8	207.72			
失拟项	973.55	4	243.39	1.41	0.3725	不显著
纯误差	688.2	4	172.05			
总和	7466.12	16				

由表7可知,花椒添加量对臊子肉的风味品质影响显著,味精添加量和生抽添加量对臊子肉的风味品质影响不显著。此外, F 值表示各因素对响应值的影响程度,即该值越大,对响应值影响就越大,此因素越显著;其中花椒添加量(A)的 F 值为6.08,味精添加量(B)的 F 值为2.81,生抽添加量(C)的 F 值为1.22。因此,3个因素对臊子肉的风味品质影响程度由高到低依次为:花椒添加量>味精添加量>生抽添加量。花椒添加量和生抽添加量的交互作用对臊子

肉的风味品质影响显著,花椒添加量和味精添加量的交互作用对臊子肉的风味品质影响不显著,味精添加量和生抽添加量对臊子肉的风味品质影响不显著。

根据响应面的3D曲面图可以较为直观地分析出各个因素变化对响应值的影响^[30-32]。图1和图2分别是花椒添加量和味精添加量的交互影响臊子肉风味的曲面图和花椒添加量和生抽添加量的交互影响臊子肉风味的曲面图。由图1知,当花椒添加量一定时,随着味精添加量的增加,响应值呈先上升再缓慢下降趋

势,味精添加量为3~4 g时,响应值最大;当味精添加量一定时,随着花椒添加量的增加,响应值呈下降趋势。由图2知,当花椒添加量一定时,随着生抽添加量的增加,响应值呈上升趋势;当生抽添加量一定时,随着花椒添加量的增加,响应值呈下降趋势。

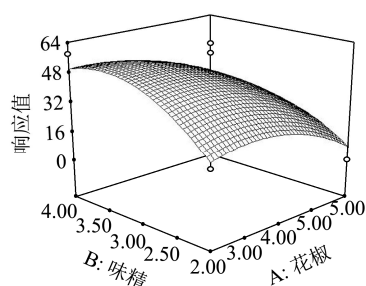


图1 花椒添加量和味精添加量的交互影响臊子肉风味曲面图

Fig.1 The surface diagram of the interaction between the addition of Huajiao and Weijing affects the flavor of the meat

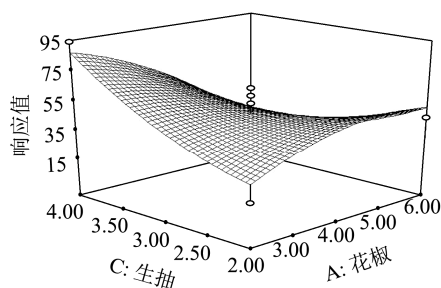


图2 花椒添加量和生抽添加量的交互影响臊子肉风味曲面图

Fig.2 The surface diagram of the interaction between the addition of Huajiao and Shengchou affects the flavor of the meat

2.3 最佳工艺验证试验

通过 Design-Expert 7.13 软件对回归方程进一步分析得出最佳工艺条件为:花椒添加量为2 g,味精添加量为3.49 g,生抽添加量为4 g。为实际操作方便,修正味精添加量为3.5 g。因此,臊子肉加工最佳工艺为:猪肉500 g,瘦肥比3:2、菜籽油10 g、食盐5 g、辣椒20 g、生姜30 g、大蒜30 g、料酒10 g、老抽5 g、生抽4 g、食醋200 g、花椒2 g、胡椒4 g、味精3.5 g、大火温度220 ℃、小火温度140 ℃、小火时间50 min。为验证优化结果的有效性,以此工艺进行3次试验,测得平均值为88.72,接近于预测值90.34。表明模型可靠,预测结果准确。而杨嗣真^[16]等人采用单因素试验和正交试验得出最优工艺配方为100 g原料肉、专用香辛料2 g、醋84 g、辣子面20 g。

3 结论

3.1 通过 Plackett-Burman 试验筛选对臊子肉风味品质影响显著的因素,由 p 值可以看出,味精添加量对

臊子肉的风味品质影响极显著,花椒添加量和生抽添加量对臊子肉的风味品质影响显著,因此选取味精添加量、花椒添加量和生抽添加量设计 Box-Behnken。

3.2 通过 Box-Behnken 试验优化臊子肉加工工艺,由回归模型方差分析表可知,3个因素对臊子肉的风味品质影响程度由高到低依次为:花椒添加量>味精添加量>生抽添加量,对回归方程进一步分析得出最佳工艺条件为:花椒添加量为2 g,味精添加量为3.49 g,生抽添加量为4 g。

3.3 臊子肉加工最佳工艺为:猪肉500 g,瘦肥比3:2、菜籽油10 g、食盐5 g、辣椒20 g、生姜30 g、大蒜30 g、料酒10 g、老抽5 g、生抽4 g、食醋200 g、花椒2 g、胡椒4 g、味精3.5 g、大火温度220 ℃、小火温度140 ℃、加热时间50 min。

参考文献

- [1] 张举荐.河北省猪肉消费需求以及影响因素研究[D].保定:河北农业大学,2015
ZHANG Jujian. Study on the consumer demand of pork and factors in hebei province [D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2015
- [2] 房红芸,于冬梅,郭齐雅,等.中国成人即食熟制猪肉消费现状[J].中国食物与营养,2018,24(2):56-58
FANG Hongyun, YU Dongmei, GUO Qiya, et al. The consumption status of cooked pork in Chinese adults [J]. Chinese Food and Nutrition, 2018, 24(2):56-58
- [3] Lv Pirova, Lt Kosior, Yo Mashkin, et al. Chemical, mineral and amino acid composition of pork in the application of selenium compounds in feed [J]. Ukrainian Journal of Ecology, 2017, 7(2): 223-229
- [4] 程志斌,葛长荣,李德发.浅谈猪肉的营养价值[J].肉类工业,2005,5:34-40
CHENG Zhibin, GE Changrong, LI Defa. Study on the nutritional value of pork [J]. Meat Industry, 2005, 5: 34-40
- [5] 徐艳,钱祥羽,朱文政,等.红烧肉炖制过程中的脂肪和脂肪酸变化[J].中国调味品,2019,44(2):5-9
XU Yan, QIAN Xiangyu, ZHU Wenzheng, et al. Changes of fat and fatty acids in stewed pork [J]. Chinese Condiment, 2019, 44(2): 5-9
- [6] 董雅娜,叶文君,戴晨.陕西面食文化推广研究-以岐山臊子面为例[J].消费导刊,2015,10:1-2
DONG Yana, YE Wenjun, DAI Chen. Research on the promotion of Shaanxi noodle culture - taking Qishan shaozi noodles as an example [J]. Consumption Tribune, 2015, 10: 1-2

- [7] Sam Al-Dalali, Fuping Zheng, Baoguo Sun, et al. Comparison of aroma profiles of traditional and modern Zhenjiang aromatic vinegars and their changes during the vinegar aging by SPME-GC-MS and GC-O [J]. Food Analytical Methods, 2019, 12(2): 544-557
- [8] Ali Z. Effects of the compound beverage prepared from dates vinegar and garlic juice and the dates vinegar on several diseases and its *in vivo* mechanism assessments [D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2019
- [9] Ting Xia, Bo Zhang, Wenhui Duan, et al. Nutrients and bioactive components from vinegar: a fermented and functional food [J]. Journal of Functional Foods, 2020, 64: 1-11
- [10] 刘易伟,胡文忠,刘程惠,等.高效液相色谱法测定辣椒及辣椒加工食品中维生素含量[J].黔南民族医学学报,2016,29(2):96-100
LIU Yiwei, HU Wenzhong, LIU Chenghui, et al. Determination of vitamins in chili and chili processed food by high performance liquid chromatograph [J]. Journal of Qiannan Minority Medical College, 2016, 29(2): 96-100
- [11] 王林兰,赵成章.宁夏羊肉臊子的制作工艺[J].肉类工业, 2006,8:8-9
WANG Linlan, ZHAO Chengzhang. Processing craft of Ningxia fried and cooked diced mutton [J]. Meat Industry, 2006, 8: 8-9
- [12] 李绩,李政.羊肉臊子产品及其生产方法:CN102028235A [P]. 2011-1-5
LI Ji, LI Zheng. Mutton smelt product and its production method: CN102028235A [P]. 2011-1-5
- [13] 左宏博.一种制作猪肉臊子的方法: CN201410153576.1 [P]. 2015-10-28
ZUO Hongbo. A method of making pork saozhi: CN201410153576.1 [P]. 2015-10-28
- [14] 胡健强.一种户外旅游肉臊子食品及其制作方法: CN201510930126.3[P]. 2015-12-14
HU Jianqiang. The invention discloses an outdoor tourism meat saozhi food and a preparation method thereof: CN201510930126.3[P]. 2015-12-14
- [15] 操长安.一种酸汤臊子冻干汤料及其生产工艺: CN201610701700.2 [P]. 2016-12-21
CAO Chang'an. The invention relates to sour soup saozhi freeze-dried soup material and its production process: CN201610701700.2 [P]. 2016-12-21
- [16] 张汉强.一种猪肉臊子配方以及方法: CN201711163421.6 [P]. 2018-04-24
ZHANG Hanqiang. The invention relates to a recipe and method for pork saozhi: CN201711163421.6 [P]. 2018-04-24
- [17] 杨嗣真,张建新.臊子肉加工工艺优化[J].肉类研究,2011, 25(10):19-21
YANG Sizhen, ZHANG Jianxin. Optimization of processing technology for Qishan diced meat [J]. Meat Research, 2011, 25(10): 19-21
- [18] 陈程,梁宇柱,张存劳,等.基于 PB 设计和 BBD 响应面法优化牡丹籽饼中油脂的超声辅助提取工艺[J].中国油脂,2018, 43(2):14-18
CHEN Cheng, LIANG Yuzhu, ZHANG Cunlao, et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction of oil from peony seed cake by Plackett-Burman design [J]. China Oils and Fats, 2018, 43(2): 14-18
- [19] 张长成.即食肉丸工艺优化与贮藏特性研究[D].长春:吉林大学,2017
ZHANG Changcheng. Research on process optimization and storage characteristics of instant meatball [D]. Changchun: Jilin University, 2017
- [20] 贡慧,史智佳,杨震,等.反复煮制酱牛肉老汤挥发性风味物质的变化趋势[J].肉类研究,2017,31(12):41-49
GONG Hui, SHI Zhijia, YANG Zhen, et al. Changes in volatile flavor components in soup stock for spiced beef during repeated use [J]. Meat Research, 2017, 31(12): 41-49
- [21] 左上春,赵兴秀,吴华昌,等.SPME-GC-MS 联用检测东坡肘子中挥发性风味成分[J].食品工业科技,2016,37(15):276-282
ZUO Shangchun, ZHAO Xingxiu, WU Huachang, et al. Study on analyzing volatile flavor compounds of Dongpo shank by SPME-GC-MS [J]. Food Industry Science and Technology, 2016, 37(15): 276-282
- [22] 吴宝森,刘姝韵,孙玥晖,等.固相微萃取法分析宣威火腿挥发性风味成分条件的优化[J].食品安全质量检测学报,2017, 8(6):1993-1999
WU Baosen, LIU Shuyun, SUN Yuehui, et al. Optimization of analysis of volatile compounds of Xuanwei ham by solid phase microextraction [J]. Journal of Food Safety and Quality Inspection, 2017, 8(6): 1993-1999
- [23] Zhang J, Yang Z, Yang Y, et al. Development of a flavor fingerprint by GC-MS with chemometric method for volatile compounds of yak and yellow cattle bone soup [J]. Food Analytical Methods, 2017, 10(4): 943-954

(下转第 161 页)