

# 酱排骨标准化生产关键工艺优化

刘潇潇,高莉,海绪成,方维明\*

(扬州大学食品科学与工程学院,江苏扬州 225127)

**摘要:**以猪小排为原料,结合民间烹制配方制作酱排骨,并通过单因素和 $L_9(3^4)$ 正交试验,以感官评价和质构的各项指标为参考依据,对传统的手工操作工艺进行标准化关键工艺优化。结果表明:酱排骨的最佳生产工艺是焯水时间为5 min,烹煮组合为130℃ 20 min、100℃ 40 min,冰糖添加量为100.0 g/kg,酱油添加量为16.7 g/kg。按照该工艺生产的酱排骨的感官评价较佳,质构特征参数如下:硬度17.95~45.93、弹性2.05~4.69、黏附性0.08~0.53、咀嚼性0.08~0.53、内聚性0.35~0.46、胶黏性6.63~21.20。

**关键词:**酱排骨;感官评价;质构;工艺优化

中图分类号:TS 972.113

文献标识码:A

文章编号:2095-8730(2018)03-0043-05

无锡酱排骨又名无锡酥骨肉、无锡肉骨头。相传1895年就开始生产酥骨肉,早在清光绪二十二年(1896)就畅销于市,是历史悠久、闻名中外的无锡传统名产之一。<sup>[1]</sup>酱排骨作为传统烹饪美食,其加工工艺十分复杂,涉及多种烹饪技法且模糊性操作程序大量存在,传统的手工操作工艺大多不能直接放大为工业化加工工艺,而需要进行工业化适应性改造,这使得工业化生产酱排骨难以保持传统的口感和风味,阻碍了酱排骨的工业化生产进程。<sup>[2]</sup>故本试验以正交的方法,<sup>[3]</sup>用感官评分为主要参考依据对酱排骨的制作工艺进行探索和优化。<sup>[4-6]</sup>此外,本试验将对采用正交方法的酱排骨进行质构分析,<sup>[7]</sup>从而确定酱排骨的质构特征参数,为酱排骨的标准化生产提供理论依据。<sup>[8-10]</sup>

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

猪小排:购于汇金谷市场;红曲粉:科隆牌;酱油:海天酱油老抽王;料酒:恒顺精制料酒;冰糖(甘汁园单晶体冰糖)、桂皮、八角、丁香、茴香、生姜、食盐购于汇金谷市场。

物性测定仪:上海腾拔仪器科技有限公司; pH计:沈阳帕特尼电子有限公司;电子天平:北京赛多利斯仪器系统有限公司;不锈钢平底锅:苏泊尔速拿专卖店;美的电磁炉:美的家用电器集团。

### 1.2 酱排骨的工艺流程

将新鲜猪小排洗净,切段腌制;然后进行焯水;接着在锅中倒入适量食用油,放入排骨翻炒至金黄,加清水,沸腾后,再加酱油、丁香、茴香、桂皮等配料;烹煮一段时间后,加入冰糖和红曲粉;最后,大火收汁。<sup>[11]</sup>

### 1.3 处理方法

经预试验,选择影响酱排骨感官评分的主要因素:焯水时间、烹煮组合、冰糖添加量、酱油添加量进行研究,分别设计三个水平,即焯水时间分别为4.5和6 min;烹煮组合分别为(130℃ 20 min、60℃ 30 min)、(130℃ 20 min、100℃ 40 min)、(100℃ 50 min、60℃ 20 min);冰糖添加量分别为166.7、125.0、100.0 g/kg;酱油添加量分别为16.7、12.5、7.1 g/kg。

在单因素试验结果的基础上,采用 $L_9(3^4)$ 正交表进行正交试验,优化工艺参数,试验设计如表1所示。<sup>[12]</sup>

收稿日期:2018-05-29 \*通信作者

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划(2006BAD05A15);扬州大学学术科技创新基金项目(x20171041)

作者简介:刘潇潇(1997-)女,江苏邳州人,扬州大学食品科学与工程学院本科生,从事食品质量与安全研究;

方维明(1965-)男,江苏扬州人,扬州大学食品科学与工程学院教授,博士,从事农产品深加工与保鲜技术方面的研究。

1.4 检测方法

1.4.1 感官评价方法

由6名来自江苏的同学经训练组成评分小组,对酱排骨成品的感官品质按表2<sup>[13]</sup>打分,然后取其平均值±标准差。

1.4.2 酱排骨质构的测定

将酱排骨切成大小为30 mm × 10 mm × 10 mm的长方体,在20~25℃温度下用质构仪分别测定其硬度、弹性、黏附性、咀嚼性、内聚性、胶黏性。<sup>[14]</sup>

表1 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)加工工艺的正交试验因素和水平

| 水平 | 因素          |                             |               |               |
|----|-------------|-----------------------------|---------------|---------------|
|    | A 焯水时间(min) | B 烹煮组合                      | C 冰糖添加量(g/kg) | D 酱油添加量(g/kg) |
| 1  | 4           | 130℃ 20 min、<br>60℃ 30 min  | 166.7         | 16.7          |
| 2  | 5           | 130℃ 20 min、<br>100℃ 40 min | 125.0         | 125.0         |
| 3  | 6           | 100℃ 50 min、<br>60℃ 20 min  | 100.0         | 7.1           |

表2 酱排骨成品感官评分标准

| 项目 | 评分标准(分)    |         |              |
|----|------------|---------|--------------|
|    | 10~8       | 7~5     | 4~1          |
| 色泽 | 酱红、有光泽     | 红色 略有光泽 | 淡红或深红褐, 光泽暗淡 |
| 气味 | 较浓的酱香味     | 淡淡的酱香味  | 无酱香味         |
| 风味 | 醇厚鲜美, 滋味丰满 | 较有酱香味   | 酱香味不足, 无滋味   |
| 甜味 | 酱排骨较香甜     | 甜 淡淡的香味 | 酱排骨无甜味 或略有甜味 |
| 稠度 | 汤汁浓稠       | 汤汁有点浓稠  | 汤汁稀          |

2 结果与分析

2.1 不同处理方式对酱排骨感官评分结果分析

2.1.1 焯水时间对酱排骨感官评分的影响

肉的嫩度是评价食用肉品质的重要指标之一,<sup>[15]</sup>而焯水时间对产品的嫩度影响很大。由表3可知,焯水时间过长,则质地较硬;焯水时间过短,则质地较软,排骨中的生血不易排出。由对照试验,焯水时间为5 min时的酱排骨口感较好,质地适宜。

2.1.2 烹煮组合对酱排骨感官评分的影响

烹煮就是对产品实行热加工的过程,其目的

是改善感官的性质,使肉凝固,产生与生肉不同的硬度、齿感、弹力,固定制品的形态并使制品产生特有的风味,达到熟制杀死微生物和寄生虫、稳定肉的色泽。<sup>[16]</sup>通过表4可知,随着烹煮时间和温度的变化,产品品质也在变化,根据感官评分,将烹煮组合暂定为130℃ 20 min、100℃ 40 min。

表3 焯水时间对酱排骨感官评分的影响

| 序号 | 焯水时间 (min) | 感官评分         | 感官品质特征   |
|----|------------|--------------|----------|
| 1  | 4          | 39.94 ± 2.51 | 质地稍软,有血丝 |
| 2  | 5          | 40.69 ± 1.69 | 软硬适宜     |
| 3  | 6          | 40.42 ± 2.71 | 质地稍硬     |

表4 烹煮组合对酱排骨感官评分的影响

| 序号 | 烹煮组合                        | 感官评分         | 感官品质特征      |
|----|-----------------------------|--------------|-------------|
| 1  | 130℃ 20 min、<br>60℃ 30 min  | 39.97 ± 1.91 | 酱汁有些稀       |
| 2  | 130℃ 20 min、<br>100℃ 40 min | 40.56 ± 2.94 | 酱汁浓稠, 有滋味   |
| 3  | 100℃ 50 min、<br>60℃ 20 min  | 40.52 ± 2.07 | 酱汁较浓稠, 滋味一般 |

2.1.3 冰糖添加量对酱排骨感官评分的影响

冰糖是由蔗糖结晶而形成,它的晶粒大,晶面整齐,晶块结实,纯度很高。糖类有大量的醇羟基,可以与水分子作用,起到保持原料水分的作用。在肉类原料的烹调中加入蔗糖,可以使肌肉纤维蓬松,保持肌肉软嫩,防止肉类老韧。<sup>[17]</sup>根据表5中感官评分可见,当冰糖添加量为100.0 g/kg时,风味较佳。

表5 冰糖添加量对酱排骨感官评分的影响

| 序号 | 冰糖添加量 (g/kg) | 感官评分         | 感官品质特征     |
|----|--------------|--------------|------------|
| 1  | 166.7        | 38.97 ± 1.87 | 滋味一般,无光泽   |
| 2  | 125.0        | 40.95 ± 2.71 | 有滋味,较有光泽   |
| 3  | 100.0        | 41.14 ± 1.75 | 风味醇厚鲜美,有光泽 |

2.1.4 酱油添加量对酱排骨感官评分的影响

目前我国各大酱油生产企业普遍采用高盐稀态发酵工艺进行酱油酿造,并且在此基础上还吸收了日式酱油强化酵母的方法提高酱油的品质,在成曲中添加18%左右的盐水再进行发酵。<sup>[18]</sup>根据表6中感官评分可知,酱油添加量为12.5 g/kg时,酱香味浓,比较适合。

表6 酱油添加量对酱排骨感官评分的影响

| 序号 | 酱油添加量 (g/kg) | 感官评分         | 感官品质特征 |
|----|--------------|--------------|--------|
| 1  | 16.7         | 40.65 ± 2.57 | 酱香味较浓  |
| 2  | 12.5         | 41.08 ± 2.19 | 酱香味浓   |
| 3  | 7.1          | 39.32 ± 1.92 | 酱香味较淡  |

2.2 4种因素对酱排骨品质的综合影响

2.2.1 4种因素对酱排骨感官评分的影响

比较本试验中4个因素R值的大小,由表7可知影响酱排骨品质的主要因素为冰糖添加量和酱油添加量,而焯水时间和烹煮组合的影响较小,且主要影响因素的影响顺序为C、D。

2.2.2 4种因素对酱排骨质构的影响

肉的质构特性从不同角度反映了对酱排骨流变学特性的综合感觉,其变化是由肉的水分、弹性蛋白、胶原蛋白和肌纤维的本身属性以及相互作用、加热过程不同而引起的。<sup>[19]</sup>酱排骨质构测定的方差分析结果见表8、表9。从表9可知,除不同酱油添加量外,其他各因素变化时酱排骨的硬度差异显著( $P < 0.05$ );只有不同烹煮组合,酱排

骨的弹性差异显著( $P < 0.05$ );除不同焯水时间外,其他各因素变化时酱排骨的内聚性差异显著( $P < 0.05$ );烹煮组合与冰糖添加量变化时,酱排骨的咀嚼性差异显著( $P < 0.05$ );除不同焯水时间和不同冰糖添加量外,其他各因素变化时酱排骨的胶黏性差异显著( $P < 0.05$ );而这4个因素变化时酱排骨的黏附性差异不明显。

表7 正交试验评分极差分析结果

| 组别 | 焯水时间  | 烹煮组合  | 冰糖与排骨的比 | 酱油与水的比 | 感官评分         |
|----|-------|-------|---------|--------|--------------|
| 1  | 1     | 1     | 1       | 1      | 38.48 ± 1.44 |
| 2  | 1     | 2     | 2       | 2      | 41.48 ± 3.18 |
| 3  | 1     | 3     | 3       | 3      | 39.87 ± 1.48 |
| 4  | 2     | 1     | 2       | 3      | 39.88 ± 1.49 |
| 5  | 2     | 2     | 3       | 1      | 41.98 ± 1.61 |
| 6  | 2     | 3     | 1       | 2      | 40.21 ± 1.08 |
| 7  | 3     | 1     | 3       | 2      | 41.56 ± 1.39 |
| 8  | 3     | 2     | 1       | 3      | 38.21 ± 2.20 |
| 9  | 3     | 3     | 2       | 1      | 41.48 ± 2.83 |
| R  | 0.750 | 0.590 | 2.170   | 1.760  |              |

表8 酱排骨质构测定结果(n=5)

| 组别 | 硬度            | 弹性          | 粘附性         | 咀嚼性           | 内聚性         | 胶黏性          |
|----|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|--------------|
| 1  | 24.48 ± 06.30 | 2.76 ± 0.08 | 0.17 ± 0.02 | 31.48 ± 1.18  | 0.35 ± 0.03 | 10.70 ± 2.69 |
| 2  | 25.30 ± 04.19 | 2.77 ± 0.18 | 0.19 ± 0.03 | 32.23 ± 0.37  | 0.35 ± 0.04 | 9.76 ± 1.86  |
| 3  | 26.18 ± 02.91 | 3.88 ± 0.57 | 0.11 ± 0.02 | 45.43 ± 0.42  | 0.31 ± 0.03 | 10.64 ± 2.35 |
| 4  | 41.77 ± 05.85 | 3.43 ± 0.56 | 0.57 ± 0.05 | 51.02 ± 7.38  | 0.46 ± 0.04 | 18.30 ± 2.21 |
| 5  | 28.77 ± 03.15 | 2.50 ± 0.16 | 0.06 ± 0.02 | 35.53 ± 6.23  | 0.43 ± 0.05 | 11.07 ± 1.99 |
| 6  | 17.43 ± 07.54 | 2.17 ± 0.05 | 0.12 ± 0.02 | 22.46 ± 15.49 | 0.42 ± 0.04 | 7.07 ± 2.50  |
| 7  | 14.63 ± 01.60 | 3.09 ± 0.39 | 0.37 ± 0.06 | 22.70 ± 4.83  | 0.39 ± 0.02 | 7.70 ± 2.77  |
| 8  | 26.43 ± 06.19 | 2.51 ± 0.18 | 0.42 ± 0.08 | 25.20 ± 10.61 | 0.33 ± 0.02 | 12.43 ± 2.69 |
| 9  | 25.70 ± 09.33 | 2.05 ± 0.50 | 0.53 ± 0.17 | 18.23 ± 7.07  | 0.35 ± 0.04 | 9.33 ± 4.30  |

注:表中数据均为平均值 ± 标准差。

表9 酱排骨质构测定的方差分析结果

| 因素      | F      |        |        |        |        |        | F0.05 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|         | 硬度     | 弹性     | 内聚性    | 咀嚼性    | 粘附性    | 胶黏性    |       |
| 焯水时间    | 1.326* | 6.882  | 11.469 | 7.087  | 23.808 | 3.452  | 19.00 |
| 烹制组合    | 2.017* | 2.829* | 1.615* | 1.078* | 3.952  | 2.982* | 19.00 |
| 冰糖与排骨的比 | 2.561* | 7.267  | 0.327* | 2.126* | 24.536 | 4.414  | 19.00 |
| 酱油与水的比  | 4.457  | 15.128 | 0.113* | 6.429  | 6.362  | 2.838* | 19.00 |

\* 同列比较  $P < 0.05$ 。

2.3 酱排骨质构指标与感官评价指标间的相关性分析

由表10可知,酱排骨的质构与感官品质存在一定的相关性。弹性与气味、胶黏性与气味、黏附性与稠度之间皆呈显著负相关( $r = -0.364$ ),咀嚼

性与气味呈极显著负相关( $r = -0.717$ )。结合表9可见,酱油与冰糖添加量的变化对酱排骨的影响较大。

经上述研究测定酱排骨质构特征参数,结果如表11所示。

表10 酱排骨质构指标与感官评价指标间的相关系数

| 指 标     | 硬 度 | 弹 性    | 内聚性     | 咀嚼性    | 黏附性      | 胶黏性     |         |
|---------|-----|--------|---------|--------|----------|---------|---------|
| 感 官 评 分 | 色泽  | -0.177 | 0.084   | -0.137 | -0.059   | 0.020   | -0.094  |
|         | 气味  | -0.318 | -0.364* | -0.118 | -0.717** | 0.200   | -0.391* |
|         | 风味  | -0.039 | 0.010   | 0.003  | -0.043   | 0.118   | -0.159  |
|         | 甜味  | -0.071 | 0.051   | 0.055  | -0.147   | 0.034   | -0.189  |
|         | 稠度  | -0.188 | 0.104   | -0.247 | 0.156    | -0.406* | -0.195  |

注: \* 表示相关性显著( $P < 0.05$ ), \*\* 表示相关性极显著( $P < 0.01$ )。

表11 酱排骨质构指标测定结果

| 项 目 | 硬 度         | 弹 性       | 黏附性       | 咀嚼性         | 内聚性       | 胶黏性        |
|-----|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|------------|
| 酱排骨 | 17.95~45.93 | 2.05~4.69 | 0.08~0.53 | 18.23~66.22 | 0.35~0.46 | 6.63~21.20 |

3 结论

采用感官评定和质构分析法,研究了酱排骨不同加工条件对其品质的影响。利用正交设计法优化酱排骨的加工工艺,正交试验分析表明,影响酱排骨感官品质的主要因素为冰糖添加量和酱油添加量,而焯水时间和烹煮组合的影响较小;试验得到的最优加工工艺为:焯水时间5 min,烹煮组合130℃ 20 min、100℃ 40 min,冰糖添加量为100.0 g/kg,酱油添加量为16.7 g/kg。在此条件下酱排骨具有较佳的感官品质和质构特性,表明此工艺条件在实践中是稳定和可行的。

参考文献:

[1] 赵改名. 特色酱排骨的加工[J]. 农产品加工, 2009(9): 19-20.  
 [2] 郭贝贝, 陈怡颖, 陈海涛. 传统烹饪与软包装无锡酱排骨的挥发性风味成分对比[J]. 精细化工, 2015, 32(5): 548-554.  
 [3] 陈颖, 方依依, 熊汉国. 酸甜鸭脖加工工艺优化及挥发性物质的检测[J]. 中国调味品, 2017, 42(10): 129-134.  
 [4] 陈广芹, 郭永昌. 浅谈酱肉制品的工艺和风味[J]. 肉类研究, 1995(4): 20-21.

[5] 陈正荣. 真空低温加热红烧肉的工艺标准化研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2010.  
 [6] 王瑞花, 张文娟, 陈健初. 基于模糊数学综合评价法优化红烧肉制作工艺[J]. 食品工业科技, 2015, 36(6): 274-278.  
 [7] 顾敏锋, 张国农, 吕兵. 从质构角度优化涂抹再制干酪的工艺参数[J]. 中国乳品工业, 2005(4): 20-23.  
 [8] 吕莹, 陈学珍, 谢皓. 脂肪氧化酶缺失品种豆腐的感官和质构评价[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(3): 12-16.  
 [9] 贾春利, 黄卫宁. 美国杏仁月饼的感官与质构特性研究[J]. 食品科学, 2004(11): 34-40.  
 [10] 朱小玲. 东坡肉的风味优化及成品的保鲜研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2013.  
 [11] 谢强, 苗淑萍, 刘卫民. 无锡酱排骨制作工艺优化研究[J]. 农产品加工学刊, 2014(22): 37-39.  
 [12] 纪有华, 路新国. 红烧肉烹饪工艺及其影响因素研究[J]. 扬州大学烹饪学报, 2010, 27(2): 31-36.  
 [13] 尹莉丽, 王庭欣, 张良. 过热蒸汽加工红烧肉的工艺研究[J]. 食品科技, 2017, 42(10): 122-128.  
 [14] 谢碧秀. 粉蒸肉加工工艺及其产品特性的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.  
 [15] 张斌, 孙兰萍, 钱时权. 基于神经网络-模拟退火算法的超高压嫩化河蚌肉的工艺优化[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(4): 152-159.  
 [16] 汤春辉, 黄明, 樊金山. 调理鸭胸肉制品滚揉腌制工

- 艺优化[J]. 食品科学 2013 34(14): 63-67. [D]. 无锡: 江南大学 2017.
- [17] 陈琳. 黄州东坡肉加工及特征参数的表征[D]. 武汉: 华中农业大学 2011. [19] 卢雪松, 丁捷, 易宇文, 等. 烹饪方式对糊辣风味牦牛酸酩肉食用品质的影响[J]. 美食研究 2017 34(2): 53-56.
- [18] 胡传旺. 酱油发酵过程微生物群落解析及功能研究

## Optimization of standardized production of sauce ribs

LIU Xiaoxiao , GAO Li , HAI Xucheng , FANG Weiming\*

( Yangzhou University , College of Food Science and Engineering Yangzhou , Jiangsu 225127 , China)

**Abstract:** Pork ribs were used to make sauce ribs in a folk way. Through single factor and  $L_9(3^4)$  orthogonal test , with sensory evaluation and various indicators of texture as reference , the traditional hand - operated process for standardization of process optimization. The results showed that the best production process of sauce ribs was immersing the ribs 5 min in the immersion composed 100.0 g/kg of rock sugar , and 16.7 g/kg of soy sauce , cooked at 130 °C for 20 min and at 100 °C for 40 min. According to sensory evaluation , the texture parameters were as follows: 17.95 ~ 45.93 of hardness , 2.05 ~ 4.69 of elasticity , 0.08 ~ 0.53 of adhesiveness , 0.08 ~ 0.53 of chewiness , 0.35 ~ 0.46 of cohesiveness , and 6.63 ~ 21.20 of adhesiveness , respectively.

**Key words:** sauce ribs; sensory evaluation; texture; process optimization

( 责任编辑: 赵 勇)

( 上接第 14 页)

## Research on exotic cake , baked cake and Huangqiao sesame cake

SHAO Wankuan

( Nanjing Institute of Tourism & Hospitality , Nanjing Jiangsu 211100 , China)

**Abstract:** Cake food is one of the most important foodstuff in China. Nang has been introduced to China since Han Dynasty. Sesame cake appeared in the Northern Wei Dynasty. Nang , sesame cake and the modified Huangqiao sesame cake are all popular with people. These cakes are made of wheat flour , and smell good. They can also be made into different shapes. Cake food in China has a long history.

**Key words:** exotic cake; sesame cake; Huangqiao sesame cake; pastry culture

( 责任编辑: 王芙蓉)