

香茅草烤鸡翅的工艺优化及品质分析

杨 昆*, 郑文涛

(云南农业大学食品科学技术学院, 昆明 650201)

摘 要: **目的** 以香茅草和新鲜鸡翅为主要原料, 研制一种香茅草烤鸡新产品。**方法** 采用单因素实验(腌制时间、腌制温度、香茅草添加量)和正交实验确定最佳工艺参数, 并通过感官评定和质构仪(texture profile analysis, TPA)指标, 分析烤制温度及时间对香茅草烤鸡翅品质的影响。**结果** 香茅草烤鸡翅的最佳腌制工艺为: 腌制时间 1.5 h, 腌制温度 10 °C, 香茅草添加量 0.5 g。温度及时间对香茅草烤鸡翅的硬度、咀嚼性的影响, 有显著性差异($P < 0.05$), 温度对弹性的影响, 差异不显著($P > 0.05$)。发现烤制温度为 210 °C, 时间为 22 min 时, 香茅草烤鸡翅的硬度、咀嚼性测定值最大。**结论** 此工艺下得到的产品, 色泽焦黄, 鸡肉香味浓郁, 柠檬味持久, 可以为香茅草烤鸡翅的工艺研究提供一定的借鉴。

关键词: 香茅草; 鸡翅; 质构仪; 加工工艺

Process optimization and quality analysis of broiled chicken wings with lemongrass

YANG Kun*, ZHENG Wen-Tao

(College of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

ABSTRACT: Objective To develop a new product of roasted chicken with lemongrass and fresh chicken wings. **Methods** Single factor experiments (preservation time, preservation temperature, citronella addition) and orthogonal experiments were used to determine the best process parameters, and through sensory evaluation and TPA (texture profile analysis) indicators, the influence of baking temperature and time on the quality of lemon grass roast chicken wings were studied. **Results** The best curing process of lemongrass roasted chicken wings was: curing time 1.5 h, curing temperature 10 °C, addition amount of lemongrass 0.5 g. The effect of temperature and time on the hardness and chewability of lemongrass roasted chicken wings was significantly different ($P < 0.05$), but the effect of temperature on elasticity was not significant ($P > 0.05$). It was found that when the baking temperature was 210 °C and the time was 22 min, the hardness and chewability of the lemongrass roasted chicken wings were the largest. **Conclusion** The product obtained under this process has a brown color, rich chicken flavor, and long-lasting lemon flavor, which can provide a certain reference for the technology research of roasted chicken wings with lemongrass. **KEY WORDS:** lemongrass; chicken wings; texture analyzer; processing technology

1 引 言

鸡肉在人类饮食中是必不可少的原料, 鸡肉的蛋白质含量较高, 脂肪和胆固醇较低, 其中蛋白质约占 23.3%,

脂肪约占 2.5%, 其中含亚油酸 20%左右^[1]。同时, 鸡肉中含有磷、铜、铁、锌等元素, 是生活中矿物质的良好来源^[2]。因此, 鸡肉被认为是一种比红肉更健康的肉类食品, 受到广大消费者的青睐^[3]。鸡翅即鸡翼, 俗称鸡翅膀, 是整个鸡

*通讯作者: 杨昆, 硕士, 主要研究方向为食品科学。E-mail: 754727498@qq.com

*Corresponding author: YANG Kun, Master, College of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China. E-mail: 754727498@qq.com

身最为鲜嫩可口的部位之一。中医认为,鸡翅具有温中益气、补精填髓、益五脏、补虚损等功效。

香茅草学名香茅,因其具有柠檬香味,又常被人们称作柠檬香茅或柠檬草,禾本科香茅属多年生草本植物^[4]。主要生长在亚热带地区,具有较高的药用功能和食用价值^[5]。我国在广东、福建、广西、云南等省,盛产香茅草,种植面积可达数千亩。一年可以收割 3 次左右,在一定程度上可以代替柠檬使用,常被用来作为调味香料。吴珊珊^[6]报道研究了香茅草牛肉烤肠的研制及其贮藏性,确定了香茅草粗提液在中式和西式烤肠中的添加可以起到改善风味和延长货架期的作用,为开发和利用香茅草提供了依据。

香茅草烤鸡是云南等地方特色民族的一道美味菜肴,但是其具体加工工艺尚未明确,未见文献报道。本研究以鸡翅和香茅草为原料,通过感官评定和质构仪(texture profile analysis, TPA)指标对其腌制工艺和烤制工艺进行研究,开发一种新产品,为香茅草产品的研究提供一定的参考。

2 材料与方 法

2.1 材料与试剂

鸡翅:市购,选择发黄发干的鸡翅,色泽肉色发亮,没有断骨,表面没有淤血;香茅草:市购,新鲜香茅草;食盐、花椒、食用油、酱油、辣椒粉、香菜、葱、生姜、蒜等均为市购。

2.2 试验仪器

LQ-C5001 电子天平(上海瑶新电子科技有限公司);TA-XTPlus 质构仪(北京超技仪器有限公司);P70D20N1P-G5 微波炉(格兰仕集团);C21-SDHCB9E8 电磁炉(苏泊尔股份有限公司);K35FK602 电烤箱(苏泊尔股份有限公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 香茅草鸡翅加工工艺

(1) 前处理

鸡翅处理:将新鲜鸡翅放于微波炉中辅助解冻,时间为 10 min,然后进行清洗,并在鸡翅表面对称划开,便于腌制料的进入。

香茅草叶的制备:将买来的香茅草进行清洗,晾干,切成 3 cm 左右的长度,用食品袋包装。

腌制料的制备:将葱、姜、蒜等切碎,称取葱 0.6 g、姜 0.6 g、蒜 0.6 g、花椒 0.3 g、香叶 0.5 g、食盐 1 g、料酒 2 mL、植物油 2 mL,放入一个碗里,进行均匀地混合,即可制得腌制佐料。

(2) 加工工艺

新鲜鸡翅→微波解冻→清洗干净→鸡翅左右开刀→

盐搓揉鸡翅→抹上酱油上色→然后涂上配方腌制料→将香茅草叶捆扎在鸡翅上→腌制 1.5 h→进行烤制→边烤边刷油→直到表皮出现金黄色,且有极大香味即可→冷切→品质检测。

工艺操作要点:

新鲜鸡翅:选择色泽良好,外观完整,鸡翅质量在 40 g 左右的较好;

微波解冻:微波炉火力调到 30%,解冻时间不超过 5 min;

鸡翅左右开刀:保证两边的切口长度、大小一致;

润色:把各种调料放一起,搅拌均匀,把整个鸡翅涂抹一遍;

腌制:冷库温度调整到 10 °C 进行腌制,时间 1.5 h 最佳;

烤制:控制好所需要的时间及温度,来回滚动;

品质测定:取鸡翅肋骨旁边的肉片,用刀取下来,切成长方体,进行质构测定。

2.3.2 单因素实验

为确定腌制过程中的最佳工艺条件,通过单因素实验,研究腌制时间、腌制温度、香茅草添加量对香茅草烤鸡翅感官品质的影响规律。

(1) 腌制时间

将处理后的鸡翅,置于温度为 10 °C,香茅草添加量为 0.5 g,时间为 0.5、1、1.5、2、2.5 h 的 5 个梯度条件下进行腌制,并按照工艺流程加工,把烤制好的产品进行感官评价。

(2) 腌制温度

将处理后的鸡翅,置于时间为 1.5 h,香茅草添加量为 0.5 g,温度为 5、10、15、20、25 °C 的 5 个梯度条件下进行腌制(低温通过冷库可以调动,20 和 25 °C 通过靠近冷库的距离进行测量设定),并按照工艺流程加工,把烤制好的产品进行感官评价。

(3) 香茅草添加量

将处理后的鸡翅,置于温度为 10 °C,时间为 1.5 h,香茅草添加量为 0、0.25、0.5、0.75、1 g 的 5 个梯度条件下进行腌制,并按照工艺流程加工,把烤制好的产品进行感官评价。

2.3.3 测定指标

(1) 感官评定

参照朱红等^[7]的感官评定方法。找 10 名有经验的评测人员,对香茅草烤鸡翅的感官特性进行打分,打分结果取平均值,总分 100 分。评分标准见表 1。

(2) 香茅草烤鸡翅的 TPA 测定

全质构分析(texture profile analysis, TPA)通常是对样品进行 2 次压缩,来测定食品的质构特性。优点在于它能够一次实验过程中将多种质构参数定量出来。将烤好的鸡翅去皮,从鸡翅根取 3 块长方体肉块,要求长度 1 cm,宽度 1 cm,高度 0.3 cm。然后选用 P/36 型平底圆柱探头

(P/36R Flat-ended cylinder probe)进行 TPA 测试, 来分析烤制温度及时间对香茅草烤鸡翅的硬度、咀嚼性、弹性的影响规律, 并对 3 种特性指标进行感官评定, 确定最佳的鸡翅质构指标。

3 结果与分析

3.1 香茅草烤鸡翅腌制工艺结果分析

腌制大概有以下几个作用, 一是可以增加鸡翅的风味, 让香料的味道进入肉中, 使鸡翅在腌制过程中, 保证味道的均匀性。二是腌制过程中增加了肉的渗透压, 使肉的保鲜期得到延长, 起到了防腐的作用。三是腌制可以起到增色的作用, 保证肉的鲜红程度, 提高食用品质。四是增强鸡肉间的黏着能力, 使制品不松散, 增强保水性。五是适当的腌制, 可以使鸡肉的肉质娇嫩, 改善香茅草烤鸡翅的品质, 提高香茅草在鸡翅中独有的风味。本研究在腌

制时采取低盐低温腌制^[8], 目的是使鸡体内料液逐步分散渗透均匀, 腌制到位, 同时鸡肉本身也得到成熟嫩化^[9]。另外使鸡肉蛋白质有所变性, 为肉质改良打下基础^[10]。

3.1.1 腌制时间

腌制时间对香茅草烤鸡翅感官评分的影响, 见图 1。由图 1 可知, 当腌制时间为 1.5 h 时, 香茅草烤鸡翅的感官评分最好。0.5~1.5 h 时, 随着腌制时间的增加, 香茅草烤鸡翅的感官品质有显著提高; 1.5~2.5 h 时, 随着腌制时间的延长, 香茅草烤鸡翅的感官品质下降。因为腌制初期, 适当延长腌制时间, 香茅草烤鸡翅的风味增强, 鸡肉的嫩度提高, 发色和保水效果提高, 香茅草烤鸡翅的感官品质也随之提高。然而, 当腌制时间过长, 鸡翅的发色和保水效果下降, 随之影响香茅草烤鸡翅的嫩度和口感。Heinar 等^[11]和 Line 等^[12]研究发现, 随着腌制的进行, 鸡肉的剪切力值和持水能力均呈明显下降趋势, 这与本研究结果比较相似。

表 1 香茅草烤鸡翅感官评定标准
Table 1 Sensory evaluation criteria of broiled chicken wings with lemon grass

评价指标	评价标准	评价/分
色泽 (20 分)	烤鸡翅表面颜色、光泽均匀度较差, 较多烤糊或无光泽	0~5
	烤鸡翅表面颜色、光泽较均匀, 肉质熟透, 无烤糊现象带有光泽	5~15
	烤鸡翅表面光泽鲜亮, 金黄色, 脂肪呈浅黄色	15~20
滋味 (20 分)	皮质口感较差, 肉质发干, 味道过淡或过油腻	0~5
	皮质口感一般, 肉质略干, 味道偏淡或略油腻	0~5
	皮质酥脆、香酥可口、肉质鲜美、醇香不腻、咸淡适中	15~20
气味 (20 分)	无烧烤香味, 熟肉香味不明显, 香料味过重	0~5
	有烧烤香味和熟肉香味, 香料味偏淡	5~15
	有烧烤香味、熟鸡肉自然香味、香料深浅适中, 带有清香味	15~20
形态 (10 分)	鸡翅表面的鸡皮有破损	0~5
	鸡翅表面完整	5~10
总体印象(10 分)	不喜欢	0~5
	喜欢	5~10
质构特性指标(10 分)	烤熟鸡翅的弹性、硬度, 咀嚼性较好	6~10
	烤熟鸡翅的弹性、硬度, 咀嚼性一般	3~6
	烤熟鸡翅的弹性、硬度, 咀嚼性较差	0~3
腌制吸收率(10 分)	腌制吸收率高	5~10
	腌制吸收率低	0~5

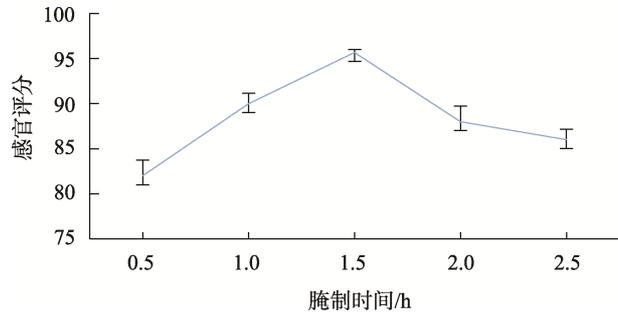


图 1 腌制时间对香茅草烤鸡翅感官评分的影响($n=3$)

Fig.1 Effect of curing time on sensory scores of lemongrass roasted chicken wings($n=3$)

3.1.2 腌制温度

腌制温度对香茅草烤鸡翅感官评分的影响,见图 2。由图 2 可知,腌制温度为 10 °C 时,香茅草烤鸡翅的感官评价最好。5~10 °C 时,随着腌制温度的上升,香茅草烤鸡翅的感官品质显著提高;10~25 °C 时,随着腌制温度的上升,香茅草烤鸡翅的感官品质下降。因为适当提高腌制温度,可以使腌制料液迅速进入到鸡翅内部,增加鸡翅的风味。当腌制温度大于 10 °C 后,香茅草烤鸡翅的感官品质随着腌制温度的升高而下降。胡晴纯^[13]研究表明:肉制品在 5 °C 以上温度腌制时,能迅速增强风味,提高腌制效率。但是,温度过高会导致微生物繁殖,加速肉质的腐败,继而影响到肉质的感官品质。

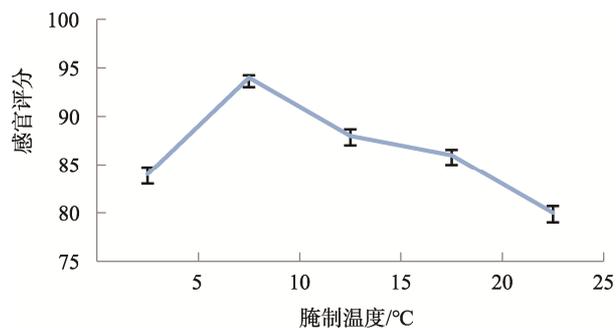


图 2 腌制温度对香茅草烤鸡翅的感官评分的影响($n=3$)

Fig.2 Effect of curing temperature on sensory score of lemongrass roasted chicken wings($n=3$)

3.1.3 香茅草添加量

香茅草添加量对香茅草烤鸡翅感官品质的影响,见图 3。由图 3 可知,香茅草添加量为 0.5 g 时,香茅草烤鸡翅的感官评价最好。0~0.5 g 时,随着香茅草添加量的增加,香茅草烤鸡翅的感官品质有显著提高。0.5~1 g 时,香茅草烤鸡翅的感官品质随着香茅草添加量的增加而迅速下降。因为香茅草中含有香草醇和香草醛,适量的香茅草加入到鸡翅中,为鸡翅带来了别样的口感和风味。反之,就会使鸡翅的柠檬香味过浓,影响了鸡翅的味道,继而导致香茅草烤鸡翅的感官品质下降。

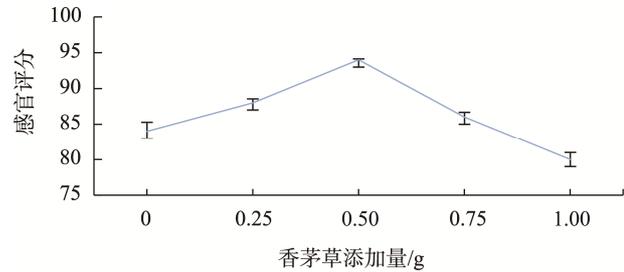


图 3 香茅草添加量对香茅草烤鸡翅的感官评分的影响($n=3$)

Fig.3 Effects of lemongrass addition on sensory score of lemongrass roasted chicken wings ($n=3$)

3.2 香茅草烤鸡腌制工艺正交试验结果分析

3.2.1 正交实验

(1) 正交实验设计

采用 3 因素 3 水平正交试验确定最佳腌制工艺,腌制时间记为 A 因素,腌制温度记为 B 因素,香茅草添加量记为 C 因素,正交实验设计如表 2 所示。

表 2 香茅草烤鸡翅正交试验因素水平

Table 2 Factor levels of orthogonal test on broiled chicken wings with lemongrass

水平	腌制时间/h	腌制温度/°C	香茅草添加量/g
1	1	5	0.25
2	1.5	10	0.5
3	2	15	0.75

(2) 正交实验结果

正交实验结果见表 3。

表 3 香茅草烤鸡翅腌制工艺正交实验结果

Table 3 Orthogonal test results of curing technology of broiling chicken wings with lemongrass

处理号	腌制时间/h	腌制温度/°C	香茅草添加量/g	感官得分 (满分 100)
1	1	5	0.25	86
2	1.5	5	0.5	92
3	2	5	0.75	82
4	1	10	0.5	96
5	1.5	10	0.75	83
6	2	10	0.25	86
7	1	15	0.75	85
8	1.5	15	0.25	93
9	2	15	0.5	84
均值 1	89.000	86.667	88.333	
均值 2	89.333	88.333	90.667	
均值 3	84.000	87.333	83.333	
极差	5.333	1.666	7.334	
优水平	A ₂	B ₂	C ₂	

在表 3 中, 通过极差分析, 可以看出香茅草添加量>腌制时间>腌制温度。即香茅草添加量对香茅草烤鸡翅的感官品质影响最大, 腌制温度对香茅草烤鸡翅的感官品质影响最小。在正交试验中得到的最佳工艺组合为 $A_1B_2C_2$, 由极差分析得到的最佳工艺组合为 $A_2B_2C_2$ 。B 因素的极差最小, 将其作为误差列进行方差分析, 方差分析结果见表 4。

由表 4 方差分析可知, A 因素、B 因素、C 因素的 F 值都小于 F 临界值, 说明腌制时间、腌制温度、香茅草添加量各组间对香茅草烤鸡翅感官品质的影响, 均没有达到显著水平。极差分析显示, 各因素对香茅草烤鸡翅感官品质的影响显著顺序为: 香茅草添加量, 腌制时间, 腌制温度。其中腌制温度对香茅草烤鸡翅的感官品质影响最小。

3.2.2 正交结果验证

分别采用在正交试验中得到的最佳工艺组 $A_1B_2C_2$ 和由极差分析得到的最佳工艺组合 $A_2B_2C_2$, 按照工艺流程对香茅草烤鸡翅进行加工。实验结果表明: 按工艺组合 $A_2B_2C_2$ (97 分)加工出的香茅草烤鸡翅感官得分比 $A_1B_2C_2$ (94.7 分)高, 所以香茅草烤鸡翅最佳工艺组合为 $A_2B_2C_2$, 即香茅草烤鸡翅最佳工艺组合为腌制温度 10 °C、腌制时间 1.5 h、香茅草添加量 0.5 g。

3.3 香茅草烤鸡翅的烤制工艺结果分析

蛋白质含量占鸡胸肉总量的 20%以上, 是鸡肉的主要成分^[14]。蛋白质在加热过程中发生的变性、水解以及凝胶化等变化, 都影响肉的嫩度^[15,16], 其中, 胶原蛋白和肌原纤维蛋白质是影响鸡肉嫩度的主要蛋白质^[17]。不同加热温度和时间下, 对鸡胸肉品质存在一定的影响, 因此在加工过程中应合理控制各工艺因素对鸡肉品质的影响^[18]。所以利用最佳腌制工艺对香茅草烤鸡翅进行深加工, 以测定其

TPA, 来分析烤制工艺的最佳温度及时间, 显得尤为重要。

3.3.1 烤制温度对香茅草烤鸡翅质构品质的影响

不同烤制温度对香茅草烤鸡翅质构的影响见表 5。由表 5 可知, 不同烤制温度对香茅草烤鸡翅的硬度、咀嚼性的影响, 差异显著($P<0.05$), 对香茅草烤鸡翅的弹性影响, 差异不显著($P>0.05$)。210 °C时, 鸡翅的硬度最大($P<0.05$), 咀嚼性测定值最大($P<0.05$), 弹性测定值最小($P>0.05$)。不同烤制温度下, 香茅草烤鸡翅的组织状况及口感略有不同, 总体来说, 最受欢迎及口感较好的是 240 °C下烤制的香茅草鸡翅。

研究发现, 肉在加热过程中肌原纤维蛋白的变性收缩会导致肉失水变硬, 肉的剪切力上升^[19]。顾苗青等^[20]的研究也表明, 随烤制温度的升高, 咀嚼性和剪切力呈开口向下的抛物线, 当烤制温度在 175 °C左右时达到最大值, 这可能是由于胶原蛋白热分解形成明胶导致的。Rahman^[21]的研究也认为硬度与咀嚼性呈极显著正相关。本实验所得结论也表明硬度与咀嚼性存在一定的关系, 不同烤制温度下, 鸡翅的硬度、咀嚼性、弹性都有所不同。

3.3.2 烤制时间对香茅草烤鸡翅质构品质的影响

不同烤制时间对香茅草烤鸡翅质构的影响, 见表 6。由表 6 可知, 不同烤制时间对香茅草烤鸡翅的硬度、咀嚼性、弹性的影响, 差异显著($P<0.05$)。22 min 时, 硬度最大($P<0.05$), 咀嚼性测定值最大($P<0.05$), 弹性测定值最小($P<0.05$)。不同烤制时间, 对香茅草烤鸡翅的组织状况及口感都有影响。总体来说, 烤制时间为 16 min 时, 香茅草的感官品质要较好。分析原因, 可能是随着烤制时间的延长, 鸡翅中的水分, 由内向外开始蒸发, 水分逐渐减少, 胶原蛋白变性收缩, 导致鸡翅的质地发生变化, 硬度增大, 咀嚼性增大, 弹性变小。

表 4 方差分析
Table 4 Variance analysis

因素	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值	显著性
腌制温度	4.222	2	1.000	19.000	0.05
腌制时间	53.556	2	12.685	19.000	0.05
香茅草添加量	84.222	2	19.948	99.000	0.01
误差	4.22	2			

表 5 不同烤制温度对香茅草烤鸡翅质构品质的影响
Table 5 Effects of different roasting temperatures on the texture and quality of roasted chicken wings with lemongrass

烤制温度/°C	硬度/g	咀嚼性/g	弹性/g	香茅草烤鸡翅的组织状况及口感
210	4996.19±16.06 ^a	5093.17±7.59 ^a	0.79±0.13 ^a	组织较硬, 口感粗糙
220	4006.78±11.45 ^b	3288.31±12.63 ^b	0.83±0.15 ^a	组织较硬, 口感粗糙
230	2830.78±31.18 ^c	3007.10±11.20 ^c	0.87±0.21 ^a	组织微软, 口感一般
240	2306.98±11.29 ^d	2193.10±7.57 ^d	0.97±0.11 ^a	组织松软适中口感较好
250	2191.07±10.17 ^e	1086.69±18.89 ^e	0.86±0.14 ^a	组织较软, 口感略好

注: 同列不同字母表示实验组间存在显著性差异($P<0.05$)。

表 6 不同烤制时间对香茅草烤鸡翅质构品质的影响
Table 6 Effect of different roasting time on texture quality of roasted chicken wings with lemongrass

烤制时间/min	硬度/g	咀嚼性/g	弹性/g	香茅草鸡翅的组织状况及口感
14	3241.00±21.52 ^d	1413.40±15.25 ^d	0.68±0.01 ^c	组织较软, 口感略好
16	2129.93±26.42 ^c	1119.43±17.81 ^c	0.79±0.01 ^a	组织松软适中口感较好
18	3604.03±16.43 ^c	1696.67±10.42 ^c	0.72±0.01 ^b	组织微软, 口感一般
20	4812.54±10.93 ^b	2423.89±25.07 ^b	0.65±0.01 ^d	组织较硬, 口感粗糙
22	6244.08±39.20 ^a	2994.46±38.62 ^a	0.52±0.01 ^e	组织较硬, 口感粗糙

注: 同列不同字母表示实验组间存在显著性差异($P<0.05$)。

4 结 论

本研究通过对香茅草烤鸡翅的腌制工艺、烤制工艺及其品质的分析研究, 发现香茅草烤鸡翅在加工过程中, 腌制时间、腌制温度、香茅草添加量对香茅草烤鸡翅的感官品质影响较大。其中香茅草添加量对香茅草烤鸡翅的影响最大, 腌制温度对香茅草烤鸡翅的影响最小。

香茅草烤鸡翅的最佳腌制工艺: 腌制温度 10 °C、腌制时间 1.5 h、香茅草添加量 0.5 g。对此工艺下的产品进行质构测定, 发现烤制温度为 210 °C, 时间为 22 min 时, 香茅草烤鸡翅的硬度、咀嚼性测定值最大。不同温度及时间对香茅草烤鸡翅的硬度、咀嚼性的影响, 有显著性差异($P<0.05$), 温度对弹性的影响, 差异不显著。此工艺条件下, 能够使腌制液与鸡肉充分融合入味, 制得香茅草烤鸡翅的质构最佳, 口感最好, 香味最浓。

参 考 文 献

- [1] 李霞. 纽奥尔良烤鸡的加工工艺[J]. 肉类研究, 2006, (1): 13-14.
Li X. Processing technology of new orleans roast chicken [J]. Meat Res, 2006, (1): 13-14.
- [2] 周倩, 惠腾, 刘毅, 等. 品种和部位对鸡肉原料特性及其加工性能影响的研究进展[J]. 肉类研究, 2017, (7): 57-61.
Zhou Q, Hui T, Liu Y, *et al.* Research progress of the effects of varieties and parts on the characteristics of chicken raw materials and their processing performance [J]. Meat Res, 2017, (7): 57-61.
- [3] Balamatsia CC, Paleologos EK, Kontominas MG, *et al.* Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines atmosphere packaging at 4 °C: Possible role of biogenic amines as spoilage indicators [J]. Anton Van Leeuwenhoek, 2006, 89(1): 9-17.
- [4] 中国科学院, 北京植物研究所. 中国高等植物图鉴[M]. 北京: 科学(第五册)出版社, 1976.
Beijing Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. China advanced botanical illustrated book [M]. Beijing: Science (Vol 5) Press, 1976.
- [5] 杨文秀, 赵维峰, 邓大华, 等. 云南香茅草挥发性成分分析[J]. 亚热带农业研究, 2013, 9(1): 55-57.
Yang WX, Zhao WF, Deng DH, *et al.* Analysis of volatile components of lemongrass in Yunnan [J]. Subtrop Agric Res, 2013, 9(1): 55-57.
- [6] 吴珊珊. 香茅草牛肉烤肠的研制及其贮藏性研究[D]. 昆明: 云南农业大学, 2017.
Wu SS. Development and storage of lemongrass beef sausage [D]. Kunming: Yunnan Agricultural University, 2017.
- [7] 朱红, 黄一贞, 张弘. 食品感官分析入门[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
Zhu H, Huang YZ, Zhang H. An introduction to food sensory analysis [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1993.
- [8] Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent [J]. Methods Enzymol, 1999, (299): 152-178.
- [9] 张文秋, 刘德全. 注射法卤制茶香鸡的研制[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(7): 105-108.
Zhang WQ, Liu DQ. Preparation of tea-flavored chicken stewed by injection method [J]. Food Res Dev, 2007, 28(7): 105-108.
- [10] 李良玉, 曹荣安, 何香伟, 等. 香辣鹅肉干加工工艺的研究[J]. 肉类研究, 2008, (11): 35-39.
Li LY, Cao RA, He XW, *et al.* Study on the processing technology of spicy goose dried meat [J]. Meat Res, 2008, (11): 35-39.
- [11] Heinar S, Rico S, David LH. Preliminary investigation on the relationship of Raman spectra of sheep meat with shear force and cooking loss [J]. Meat Sci, 2013, 93(1): 138-143.
- [12] Line C, Per E, Margit DA, *et al.* Effect of prolonged heat treatment from 48 °C to 63 °C on toughness, cooking loss and color of pork [J]. Meat Sci, 2011, 88(2): 280-285.
- [13] 胡晴纯. 亚硝酸盐与温度对腌制猪肉的影响[J]. 四川食品工业技, 1990, (1): 26-29.
Hu QC. The effect of nitrite and temperature on cured pork [J]. Sichuan Food Ind Technol, 1990, (1): 26-29.
- [14] Califano AN, Bertola NC, Bevilacqua AE, *et al.* Effect of processing conditions on the hardness of cooked beef [J]. J Food Eng, 1997, 34(1): 41-54.
- [15] 李超, 徐为民, 王道营, 等. 加热过程中肉嫩度变化的研究[J]. 食品科学, 2009, 30(11): 262-264.
Li C, Xu WM, Wang DY, *et al.* Study on the change of meat tenderness during heating [J]. Food Sci, 2009, 30(11): 262-264.
- [16] Palka K, Daun H. Changes in texture, cooking losses and myofibril structure of bovine semitendinosus during heating [J]. Meat Sci, 1999, 51(3): 237-243.
- [17] 吴兵. 鸡肉的热致变化研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
Wu B. Study on the thermally induced changes of chicken [D]. Guangzhou:

South China University of Technology, 2011.

- [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.

Wei XR, Han MY, Wang P, *et al.* The effect of heat treatment on the shear force and cooking loss of chicken breast [J]. *Jiangu Agric J*, 2014, 30(3): 629–633.

- [19] Tomberg E. Effects of heat on meat proteins-Implications on structure and quality of meat products [J]. *Meat Sci*, 2005, 70(3): 493–508.

- [20] 顾苗青, 周厚源, 李沐生, 等. 肉鸡烤翅加工的多指标分析及工艺参数优化[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(8): 149–155.

Gu MQ, Zhou HY, Li MS, *et al.* Multi-indicator analysis and process parameter optimization of broiler wing processing [J]. *Food Ferment Ind*, 2013, 39(8): 149–155.

- [21] Rahman MS, Al-Farsi SA. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content [J]. *J Food Eng*, 2005, 66(4): 505–511.

(责任编辑: 李磅礴)

作者简介



杨 昆, 硕士, 主要研究方向为食品科学。

E-mail: 754727498@qq.com