

鸭肉脱脂加工工艺研究及挥发性风味物质分析

魏玲, 王武*, 张宏蕊, 姚秀香, 童红甘 (合肥工业大学, 安徽合肥 230000)

摘要 [目的] 通研发一种皮脂含量低、风味独特浓郁、健康的新型鸭肉产品。[方法] 以鸭肉为原料, 以 TBARS 值表示脂质氧化状态, 采用单因素试验正交试验, 结合感官评价方法优化鸭肉脱脂、酱卤加工工艺, 并采用顶空固相微萃取 (HS-SPME) 结合气相色谱-质谱法 (GC-MS) 的分析手段, 检测酱卤脱脂鸭肉挥发性风味物质的主要组成成分。[结果] 单因素试验结果表明, 脂肪氧化值较高或较低均不利于鸭肉感官评分; 正交试验结果表明, 在绿茶腌制液浓度 75 mg/mL、脱脂温度 120 ℃、脱脂时间 40 min、酱卤时间 90 min 时, 色泽、形态、口感较佳, 具有浓郁的鸭肉酱卤香味, 此时 TBARS 值为 4.72 mg/kg。最优工艺的酱卤脱脂鸭肉香气物质组成成分为 41 种, 包括醛类、醇类、酮类、烯烃类、酯类、醚类、含硫化物以及吡喃类, 主要来自于鸭肉脂肪氧化、降解产物以及香辛料的香气组成成分。[结论] 该研究可为鸭肉制品风味的提升提供参考。

关键词 鸭肉; 脱脂工艺; TBARS; 感官; 风味

中图分类号 TS251.5+5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)14-0068-05

The Processing Technology Study and Volatile Flavor Compounds Analysis of Duck Meat Degreasing WEI Ling, WANG Wu*, ZHANG Hong-rui et al (Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230000)

Abstract [Objective] To develop a new type duck meat that was low sebum content, rich flavor and healthy. [Method] Using duck meat as raw material, the process optimization of duck meat degreasing and sauce halogen was conducted using single factor method and orthogonal test, combined with sensory evaluation index and TBARS value. Volatile compounds of duck meat were determined by HS-SPME and GC-MS. [Result] Single factor experiments showed that lipid oxidation value higher or lower were not conducive to the sensory score of duck meat. The orthogonal results showed that when the concentration of green tea pickling liquid was 75 mg/mL, degreasing temperature was 120 ℃, degreasing time was 40 min, sauce halogen was 90 min, the duck meat had the best color, shape and taste. Under these condition, the TBARS was 4.72 mg/kg. The volatile flavor components of duck meat had 41 species, including aldehydes, alcohols, ketones, olefins, esters, ethers, sulfur-containing compounds and pyran, which came from duck fat oxidation products and spices volatile flavor components. [Conclusion] The study provide reference for the promotion of duck meat flavor.

Key words Duck meat; Degreasing process; TBARS; Sensory; Flavor

与鸡肉等其他禽肉相比, 鸭肉的皮下脂肪较厚重, 这使得鸭肉的风味更加独特。近年来, 随着规模化养殖的扩大和高能量饲料的使用, 鸭肉脂肪含量明显增加, 特别是皮下脂肪堆积严重, 造成鸭肉油脂油腻, 感官品质下降, 虽然对增加鸭肉风味有利, 但同时给健康带来较大风险, 脱除多余的脂肪显得尤为必要。

近年来, 脱脂技术的研究取得了一定进展, 常用的脱脂方法包括酶解法、有机溶剂萃取法、压榨法、碱性皂化法、乳化法、离心法等, 而在禽肉类脱脂方面的研究鲜见报道, 马艳等^[1]将脂肪酶、NaHCO₃ 与 NaCl 复合盐溶液成功应用于鸡翅脱脂研究中, 此种脱脂方法脱除的脂肪包括皮下脂肪和肌肉脂肪。肉的香味主要来自于脂质降解、美拉德反应产物, 脂肪氧化产物也是不同肉特征香味来源的主要途径^[2-3]。皮下脂肪和肌肉脂肪这 2 种不同形式存在的脂肪对肉风味的影响不同^[4], 如何在破坏鸭肉完整性的前提下, 既脱除大量皮下脂肪, 又使得其脂肪对鸭肉风味做出贡献是需要重点关注的问题。烘烤是一种易于操作、便于控制的脱脂方法, 烘烤下的脂肪通过脂肪氧化、降解以及参与美拉德反应等产生特征香气物质、呈色物质, 对肉产品呈色增香具有较好的效果。脂质的热氧化既有利于肉类香味的形成, 也会造成不良风味物质的产生, 以己醛为主要物质的鸭肉熟制品 WOF

(Warmed-over flavor) 异味来自于脂类的氧化分解^[5]。王淑慧等^[6]以氧化指标表示鸭脂的氧化状态, 控制鸭脂定向氧化条件, 结合单因素试验与感官评定研究了氧化时间、氧化温度对鸭脂氧化的影响, 为制备鸭肉香精提供技术支持。由于烘烤脱脂过程中存在适度氧化与过氧化的平衡, 因此控制鸭肉氧化、确定脱脂加工参数显得尤其重要。氢过氧化物 (ROOH) 是脂肪氧化的一级产物, 一经形成就开始分解, 对温度、操作条件等变化敏感, 结果不准确, 且不利于监控, 而其经分解、热降解可得到肉香味的风味物质及其前体物质^[7], 因此可通过测定脂肪氧化的二级氧化产物达到检测氧化状态的目的。硫代巴比妥酸与脂肪二级氧化产物丙二醛 (MDA) 为主的衍生物在一定条件下生成的粉红色物质在 532 nm 波长处有特征吸收, 吸收强度与丙二醛含量呈线性关系, 比己醛含量更敏锐地反映脂质氧化程度, 即 TBARS 值。笔者以绿茶为氧化抑制剂, 以酱卤鸭肉为产品, 研究鸭肉脱脂、酱卤加工工艺, 为鸭肉的脱脂加工提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与设备 材料与试剂: 三氯乙酸、硫代巴比妥酸、乙醇 (分析纯); 绿茶 [产地: 安徽黄山, 经销商: 亨利茶叶有限公司, 总酚含量: (137.85 ± 1.22) mg GAE/gDW]、鸭腿、花椒、八角、茴香、肉桂、香叶、辣椒、冰糖、食盐、料酒、酱油、葱、姜、蒜等, 均购买于安徽省合肥市马鞍山路家乐福超市。

仪器设备: KA-6189 型真空腌制机, 上毫有限公司; JY60 型电子天平, 上海精密科学仪器有限公司; HHS-S 型数显恒温水浴锅, 江苏国胜实验仪器厂; CY-10 型远红外烤箱, 瑞安市成业食品机械; SCION TQ 气相色谱-质谱联用

基金项目 安徽省科技攻关计划项目 (1501031101)。
作者简介 魏玲 (1990—), 女, 安徽淮南人, 硕士研究生, 研究方向: 生物资源综合利用。* 通讯作者, 副教授, 博士, 硕士生导师, 从事畜产品加工研究。
收稿日期 2017-03-31

仪,德国布鲁克公司;DB-5MS 色谱柱,美国 Agilent 公司。

1.2 方法

1.2.1 腌制液的配制。多功能粉碎机将绿茶粉碎成粉末,按照需配的腌制液浓度称取相应的质量,置于 500 mL 锥形瓶中,加入 200 mL 乙醇:水(1:9)混合液,封口膜封上,超声提取 30 min,然后 80 ℃ 水浴 30 min,放置于室温备用^[8]。

1.2.2 酱卤汤汁配方。肉桂 4 g,八角 2 g,茴香 2 g,花椒 4 g,香叶 1 g,辣椒 4 g,冰糖 18 g,食盐 70 g,葱 46 g,姜 26 g,蒜 32 g,酱油 20 g,料酒 20 g,水 3 000 mL;上述为卤制 3 只鸭腿时各调味品的用量。

1.2.3 酱卤脱脂鸭肉制作工艺。

1.2.3.1 工艺流程:鸭肉解冻→天然抗氧化物腌制→脱脂→酱卤→真空包装→成品。

1.2.3.2 工艺要点:①鸭腿解冻。取 3 只形态、皮脂含量相似、质量(300±5)g 的冷冻鸭腿作为一组平行,置于 4 ℃ 下解冻 12 h。②腌制。与绿茶腌制液一起置于腌制机中,真空滚揉腌制至约定时间后取出。③脱脂工艺。将腌制后的一组鸭腿皮脂面朝下放于烤架上,置于上下火温度均相同的烤箱中脱脂一定时间后取出。④酱卤工艺。脱脂后的鸭腿放入卤锅中卤制一定时间后捞出,冷却 20 min 后真空包装并加入 25 mL 卤汤。

1.2.4 感官评价标准。选择 10 名食品专业人员为感官评分员,样品采用随机编码和圆形摆放法,减小主观误差。试验采用 100 分制^[9],对脱脂酱卤鸭腿的色泽、形态、风味、口感 4 个指标进行综合评分。感官评价标准见表 1。

表 1 感官评分标准^[9]
Table 1 Criteria for sensory evaluation

评价指标 Evaluation index	评分标准 Scoring criteria	分数 Score
色泽 Colour and lustre (20%)	呈酱色,具有光泽	70~100
	酱褐色或酱色浅,光泽度较弱	35~70
	外观色泽很深或很浅,无光泽	0~35
形态 Form (20%)	皮脂层薄,表皮无破损	70~100
	皮脂层略厚,表皮因蒸煮过度小面积破损	35~70
	皮脂层厚,表皮因蒸煮过度大面积破损	0~35
风味 Flavor (30%)	具有酱卤脱脂鸭肉特有的浓郁香味,茶香味适宜	70~100
	有一定的酱卤脱脂鸭肉香味,茶香味较重或较浅	35~70
	无酱卤脱脂鸭肉香味,茶香气重或无茶香味	0~35
口感 Taste (30%)	卤味醇厚,茶味适宜	70~100
	卤味稍重或稍清,略带苦涩或茶味较浅	35~70
	卤味重或浅,茶的苦涩味明显或无茶味	0~35

1.2.5 TBARS 值检测。参考白艳红^[10] TBARS 的测定方法:准确称取绞碎鸭肉样品 10 g 放入锥形瓶中,加入 50 mL 7.5% 三氯乙酸振摇 30 min,使其充分溶解。用双层滤纸过滤 2 次,吸取 5 mL 上清液于试管中,加入 5 mL 0.02 mol/L 的 2-巯代巴比妥酸溶液,90 ℃ 水浴保温 40 min,冷却后 1 600 r/min 下离心 5 min,静置后取上清液加入三氯甲烷 5 mL,振荡摇匀,待其分层后,取上清液在波长 532 和 600 nm 处测定吸光度。

$$TBA(\text{mg/kg}) = [(A_{532\text{nm}} - A_{600\text{nm}}) / 155] \times (1/10) \times 72.06 \times 1\,000$$

1.2.6 挥发性风味物质检测。准确称取剔除筋膜后绞碎的鸭肉样品 4 g,置于 10 mL 聚四氟乙烯垫密封的螺口样品瓶中,保持水浴 60 ℃,将 75 μm CAR/PDMS 固相微萃取针暴露在样品瓶顶空 40 min,固相微萃取针插入到气相色谱仪中,在 250 ℃ 下解吸 2 min 后,取出萃取针,打开仪器,开始收集数据。

1.2.6.1 检测条件。色谱条件:DB-5MS 毛细管色谱柱;载气 He 的流速 1 mL/min;不分流,恒压 35 kPa;起始柱温度为 40 ℃,保持 2 min,再以 5 ℃/min 上升至 60 ℃,无保留;以 10 ℃/min 的速度上升至 100 ℃,无保留;最后以 18 ℃/min 上升至 240 ℃,保持 6 min。进样口温度与接口温度为 250 ℃,检测温度为 240 ℃^[11]。

质谱条件:离子源温度为 200 ℃,电离方式是 EI,电子能量为 70 eV,灯丝电流为 150 uA,扫描分子质量为 33~450 u(m/z)。

1.2.6.2 挥发性化合物定性定量方法。挥发性化合物通过检索与 NIST Library 数据库匹配,确定化合物种类。采用峰面积归一法计算挥发性化合物的相对含量。

1.3 单因素试验

1.3.1 绿茶腌制液浓度对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响。取超微粉碎的绿茶粉 5、10、15、20、25 g,按“1.2.1”方法配制成浓度分别为 25、50、75、100、125 mg/mL 的腌制液,脱脂时间 40 min,脱脂温度 140 ℃,酱卤时间 90 min,按照“1.2.1”“1.2.3”方法制备 5 组不同绿茶腌制液浓度的酱卤脱脂鸭肉。待冷却后,按“1.2.4”“1.2.5”方法测定各指标。

1.3.2 脱脂温度对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响。采用上述最佳绿茶腌制液浓度,在脱脂时间 40 min、酱卤时间 90 min 的条件下,分别设置脱脂温度为 100、120、140、160 ℃ 4 个水平进行考察,按照“1.2.3”方法制备样品,并按“1.2.4”“1.2.5”方法各指标。

1.3.3 脱脂时间对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响。采用上述最佳绿茶腌制液浓度,在最佳脱脂温度、酱卤时间 90 min 的条件下,分别设置脱脂时间为 30、40、50、60 min 4 个水平进行考察,按照“1.2.3”所述制备样品,并按“1.2.4”“1.2.5”方法测定各指标。

1.3.4 酱卤时间对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响。在上述最佳绿茶腌制液浓度、最佳脱脂温度、最佳脱脂时间的条件下,分别设置酱卤时间 30、60、90、120、150 min 5 个水平进行考察,按照“1.2.3”方法制备样品,并按“1.2.4”“1.2.5”方法测定各指标。

1.4 加工工艺条件优化 在单因素试验的基础上,取绿茶腌制液浓度、脱脂温度、脱脂时间以及酱卤时间作为因素,选择感官评价作为考察指标,采用 L₉(3⁴) 正交表进行正交试验,获得最佳工艺条件。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 绿茶腌制液浓度对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品

质的影响。由图 1 可知,随着绿茶腌制液浓度的增加,酱卤脱脂鸭肉的 TBARS 值不断降低,感官评分呈先增加后降低的趋势。脂肪氧化产生大量风味化合物醛类、酯类等,各类风味化合物以一定相对含量共同呈现肉类香气,某种或某类挥发性化合物过多可能会呈现一定的异味。研究表明,己醛在浓度较高时呈现令人作呕的气味^[12]。天然抗氧化物质通过抑制脂肪氧化产生风味物质以及自身挥发性物质的加入调控肉类各风味化合物相对含量,达到抑制氧化调控风味的目的。绿茶富含大量的茶多酚,能够清除活性氧自由基,阻断脂质的过氧化历程^[13-14],是效果良好的天然抗氧化物质,因此随着绿茶腌制液浓度增加鸭肉 TBARS 不断下降。随着绿茶腌制液浓度的增加,脂肪氧化产生的挥发性化合物降低,也会给酱卤脱脂鸭肉增加令人愉悦的茶香味。当绿茶腌制液浓度过高时,对脂肪氧化产香不利,且绿茶腌制液本身呈黄褐色且具有一定涩味,浓度过高酱卤脱脂鸭肉色泽和口感也会变差,在绿茶腌制液浓度为 75 mg/mL 时鸭肉的感官品质最佳。

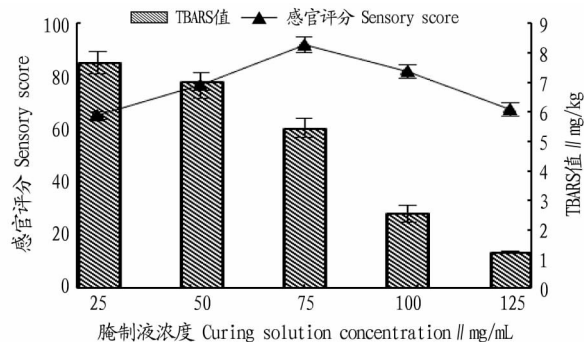


图 1 绿茶腌制液浓度对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响

Fig.1 Effects of green tea curing solution concentration on lipid oxidation sauce halogen process and sensory quality

2.1.2 脱脂温度对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响。由图 2 可知,随着脱脂温度的增加感官评分与 TBARS 值的变化趋势类似,均呈先升高后降低的趋势。研究表明,温度高于 140 °C 茶多酚热稳定性变差,其抗氧化效果降低^[15],同时较高的脱脂温度使得鸭肉在酱卤加工后肉质软烂,组织结构破坏,肉质中油脂流失,造成 TBARS 值降低。熟制肉制品的风味物质主要来源于脂类的氧化、美拉德反应以及他们之间相互作用的产物。Maillard 反应对肉制品的色泽影响较显著^[16],随温度升高 Maillard 反应加剧,生成的不饱和和灰色含氮聚合物、多聚物呈色,由浅黄色至黑灰色变化^[17]。温度较低时鸭肉表皮颜色较浅,色泽不鲜亮,脂肪氧化不充分,风味释放也不足,且脱脂不完全,皮下脂肪肥腻,因此感官品质较差;当温度过高时,鸭肉色泽较深,同时失水过多酱卤加工后表皮黏烂、破损、肉质发硬,造成感官品质低。由此可知,在 140 °C 脱脂温度下的酱卤脱脂鸭肉感官品质较好。

2.1.3 脱脂时间对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响。由图 3 可知,随脱脂时间的延长,酱卤脱脂鸭肉的感官品质与 TBARS 值变化趋势相似,均呈先升高后降低的趋势。脱

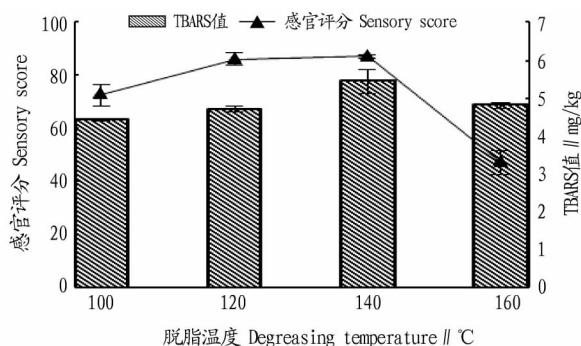


图 2 脱脂温度对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响

Fig.2 Effects of degreasing temperature on lipid oxidation sauce halogen process and sensory quality

脂时间短,皮下脂肪肥厚,脂类氧化不充分,色泽、风味、口感以及形态均较差;脱脂时间过长,肉质组织结构遭到破坏,因而酱卤过程失油率大,造成鸭肉口感差,氧化指标也较低。同时高温条件下长时间脱脂,茶多酚抗氧化性能降低^[18],茶多酚抗氧化意义得不到体现。

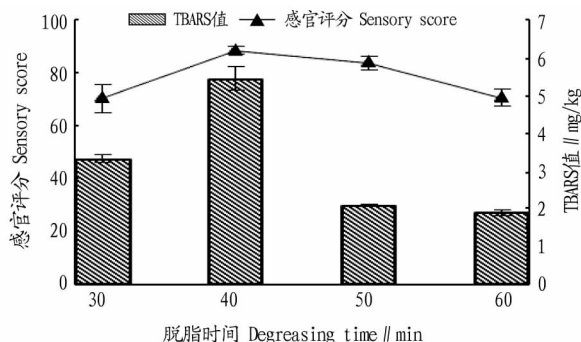


图 3 脱脂时间对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响

Fig.3 Effects of degreasing time on lipid oxidation sauce halogen process and sensory quality

2.1.4 酱卤时间对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响。由图 4 可知,酱卤时间对酱卤脱脂鸭肉 TBARS、感官品质影响较大。酱卤时间短,香辛料调味品不能充分入味,口感不好,卤香味不足,且肉质难以咀嚼,产品的感官品质较差;酱卤时间过长,鸭肉组织结构破坏严重,表皮黏烂、破损,失油率增加,TBARS 值与感官评分均降低。

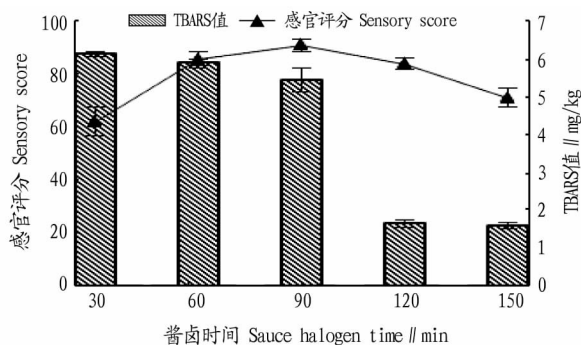


图 4 酱卤时间对酱卤脱脂鸭肉脂肪氧化及感官品质的影响

Fig.4 Effects of sauce halogen time on lipid oxidation sauce halogen process and sensory quality

2.2 正交试验结果 根据单因素试验结果,以感官评分为

主要考察指标,TBARS 为参考指标进行正交试验,正交试验 结果见表 2。

表 2 正交试验结果
Table 2 Results of orthogonal test

试验号 No.	因素 Factors				感官评分//分 Sensory score	TBARS 值 mg/kg
	绿茶腌制液浓度(A) The concentration of green tea curing liquid //mg/mL	脱脂温度(B) Skim temperature ℃	脱脂温度(C) Skim temperature ℃	酱卤时间(D) Marinating time min		
1	1(50)	1(100)	1(30)	1(60)	65	6.70
2	1	2(120)	2(40)	2(90)	88	4.87
3	1	3(140)	3(50)	3(120)	70	1.66
4	2(75)	1	2	3	81	4.43
5	2	2	3	1	74	4.57
6	2	3	1	2	90	5.59
7	3(100)	1	3	2	85	2.42
8	3	2	1	3	80	2.03
9	3	3	2	1	76	3.76
$\bar{x}_1$	74.33	77.00	78.33	71.67		
$\bar{x}_2$	81.67	80.67	81.67	87.67		
$\bar{x}_3$	80.33	78.67	76.33	77.00		
R	7.34	3.67	5.34	16.00		

由表 2 可知,最优组合为 A₂B₂C₂D₂,即腌制液浓度 75 mg/mL,脱脂温度 120 ℃,脱脂时间 40 min,酱卤时间 90 min,在此条件下,酱卤脱脂鸭肉酱香味浓郁,色泽呈酱色,形态良好,表皮无破损,肉质爽口不油腻,感官品质最佳,此时 TBARS 值为 4.72 mg/kg。由此可知,并不是脂肪氧化越高鸭肉风味越好,而脂肪氧化过低,对鸭肉风味也有一定影响,因此,通过抗氧化物质调控脂肪氧化,使其在一个较合理

的范围内,既产生充足的肉类香气,又达到抑制过氧化的目的。

2.3 风味物质检测 肉类风味物质主要来源于脂肪氧化、降解产物,香辛料的添加赋予酱卤肉制品浓郁的酱卤香味。运用 GC-MS 检测最优脱脂酱卤鸭肉工艺中的挥发性风味物质,结果见表 3。

表 3 酱卤脱脂鸭肉挥发性风味物质成分
Table 3 Volatile flavor compounds of sauce halogen skim duck

序号 No.	挥发性香气物质 Volatile flavor compounds	气味描述 ^[19] Odour	相对含量 The relative content // %
1	2-甲基环硫乙烷	—	23.42±2.56
2	己醛	果香味、叶香味、清香味	6.97±1.20
3	己醇	果香味、甜香味、清香味	0.48±0.04
4	苯乙烯	—	0.90±0.03
5	庚醛	甜杏、坚果香气	0.64±0.02
6	β-蒎烯	松节油、树脂香气	0.24±0.09
7	苈烯	类似樟脑香味	0.13±0.09
8	苯甲醛	苦杏仁味、樱桃以及坚果香味	10.56±1.05
9	1-辛烯-3-醇	蘑菇香味、蔬菜香、油腻气味	1.05±0.00
10	桃金娘烷醇	薄荷香味、凉香味、木香味	1.38±0.30
11	己酸乙酯	清香味、药草香味、热带果香味、浆果香味等	9.45±0.62
12	α-松油烯	松木香、柑橘香	0.16±0.01
13	邻伞花烃	—	0.89±0.04
14	柠檬烯	柑橘香味、柠檬香味	18.05±2.34
15	罗勒烯	清香味、热带果香味、木香味	0.13±0.02
16	γ-松油烯	油腻的气味、藜香味、柑橘香味	0.57±0.01
17	(S)-氧化芳樟醇	木香、藜香、花香、清香、凉香	0.56±0.01
18	二烯丙基二硫醚	洋葱、大蒜香气	0.16±0.09
19	乙酸小茴香酯	紫丁香味、山楂花花香、膏香等	0.23±0.17
20	正癸酸正癸酯	—	0.13±0.01
21	庚酸乙酯	果香味、清香味、康酞克酒香气等	0.29±0.09
22	芳樟醇	花香味、木香味、蜡香味等	10.12±0.36
23	3,6-二甲基辛-2-酮	—	0.30±0.05

接下表

续表 3

序号 No.	挥发性香气物质 Volatile flavor compounds	气味描述 ^[19] Odour	相对含量 The relative content // %
24	2 - (12 - 十五碳炔基氧基) 四氢 - 2H - 吡喃	—	0.17 ± 0.01
25	香茅醇	花香、柑橘香、玫瑰香等	0.09 ± 0.03
26	苯甲酸乙酯	樱桃、葡萄、依兰香气等	0.25 ± 0.05
27	异龙脑	类似樟脑气味	0.07 ± 0.01
28	4 - 萜烯醇	胡椒香、泥土气、木材味等	2.89 ± 0.10
29	辛酸乙酯	蜡香味、奶油香、果香味等	0.53 ± 0.06
30	4 - 烯丙基苯甲醚	—	2.66 ± 0.31
31	反式 - 2 - 癸烯醇	—	0.05 ± 0.01
32	乙酸芳樟酯	柑橘香、花香、蜡香等	1.02 ± 0.13
33	茴香醛	山楂花香气、辛香、粉香、奶油香、大茴香香气等	0.58 ± 0.18
34	肉桂醛	辛香味、肉桂香气	0.07 ± 0.01
35	茴香脑	甜味、茴香香气	1.23 ± 0.06
36	α - 萜品醇	—	0.17 ± 0.03
37	2 - 丁基 - 2 - 辛烯醛	—	0.24 ± 0.12
38	α - 蒎烯	松木香、树脂香	0.11 ± 0.08
39	β - 榄香烯	辛辣茴香香气	0.10 ± 0.07
40	A - 姜黄烯	—	0.17 ± 0.03
41	(+) - 香橙烯	—	0.13 ± 0.03

由表 3 可知,在酱卤脱脂鸭肉中共检测到风味化合物 41 种,其中醛类 6 种、酮类 1 种、酯类 7 种、醚类 1 种、醇类 10 种、炔类 13 种、含硫化物 2 种、杂环类 1 种。醛类、酮类、醇类主要来自于脂肪氧化,在熟肉制品的风味组成中起重要作用。江新业等^[20]采用 GC - O 结合 GC - MS 法得到 1 - 辛烯 - 3 - 醇等关键的鸭肉香味物质。醛类物质主要来源于脂肪的氧化降解,刘源等^[21]、Mottram 等^[22]证实己醛主要来源于鸭肉烘烤与煮制过程的脂肪氧化,是肉中所含亚油酸的氧化产物^[23]。含氧杂环化合物具有阈值低、对产品感官特性影响高的特性^[22],而酯类化合物是脂肪氧化生成的醇与肌肉组织中的游离脂肪酸作用的产物^[24]。检测出的烯炔类、醇类、醚类、含硫化物总数占脱脂酱卤鸭肉风味化合物总物质的 50% 以上,这主要来自于香辛料的添加。α - 蒎烯、茴香脑、4 - 萜品醇、4 - 烯丙基苯甲醚、芳樟醇、松油烯、α - 松油烯等是八角茴香的主要挥发性物质,其中茴香脑是八角主要挥发性物质^[25-26]。含硫化物是大蒜的主要呈香物质,包括二烯丙基二硫醚、2 - 甲基环硫乙烷,其中二烯丙基二硫醚在生大蒜、熟大蒜香气组成中均最高,具有强烈的芥末、洋葱、大蒜香气^[27],除含硫化物外,苯甲醛是大蒜香气组成成分之一^[28-29]。β - 榄香烯、α - 蒎烯、(+) - 香橙烯、A - 姜黄烯、4 - 萜品醇等是生姜的香气组成成分^[30]。月桂叶主要挥发性香气成分有 β - 榄香烯、α - 蒎烯、松油烯、罗勒烯、α - 松油烯、松油烯等香气物质^[31],邻伞花烃、罗勒烯、α - 蒎烯、芳樟醇也是花椒的香气组成成分,其中芳樟醇是花椒主要呈香物质之一^[32-38]。各种香辛料、调味品的添加以及鸭肉本身的脂肪氧化共同作用赋予了鸭肉浓郁的酱卤香味。

3 结论

该研究用 TBARS 值描述酱卤脱脂鸭肉氧化状态,通过单因素试验结合正交试验对酱卤脱脂鸭肉加工工艺进行优化。结果表明,脂肪氧化过高或过低对鸭肉感官品质均不利,氧化程度在一个合理范围内,既氧化产香增加鸭肉风味,又抑制过氧化产生有害物质。正交试验结果表明,在绿茶腌制液浓度 75 mg/mL、脱脂温度 120 ℃、脱脂时间 40 min、酱卤

时间 90 min 时,鸭肉色泽鲜亮,形态良好,卤香浓郁带有茶香味,肉质鲜嫩具有较高的感官品质,此时的 TBARS 值 4.72 mg/kg。

采用 HS - SPME 结合 GC - MS 分析检测方法,对最优工艺条件下的酱卤脱脂鸭肉挥发性风味物质成分进行检测,共检测出挥发性香气成分 41 种,主要由脂肪氧化、降解产物以及香辛料所赋予的香气成分共同构建了酱卤脱脂鸭肉特有的风味。

参考文献

[1] 马艳,李春保,王志耕,等.鸡翅脱脂技术研究[J].肉类工业,2007(2): 21 - 23.

[2] TOLDRÁ F. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products[J]. Meat science,1998,49(1):101 - 110.

[3] MURIEL E, ANDRES A I, PETRON M J, et al. Lipolytic and oxidative changes in Iberian dry-cured loin[J]. Meat science,2007,75(2):315 - 323.

[4] TIMÓN M L, VENTANAS J, CARRAPISO A I, et al. Subcutaneous and intermuscular fat characterisation of dry-cured Iberian hams[J]. Meat science,2001,58(1):85 - 91.

[5] 任志伟. 鸭肉熟制品 WOF 异味抑制研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2012.

[6] 王淑慧,潘道东,曹景轩,等.鸭脂氧化及其挥发性香气成分气相色谱 - 质谱分析[J].食品科学,2014,35(2):205 - 208.

[7] 孙宝国,文志勇,梁梦兰,等.猪油控制氧化的工艺研究[J].中国油脂,2005,30(2):48 - 51.

[8] 夏新武,王武,陈从贵,等.陈皮对烘烤牛肉干中杂环胺含量的影响[J].肉类研究,2013,27(11):19 - 23.

[9] 徐树来,王永华.食品感官分析与实验[M].北京:化学工业出版社,2009.

[10] 白艳红.低温熏煮香肠腐败机理及生物抑菌研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2005.

[11] 金晓丽.钠盐替代对鸭肉脂肪氧化和风味的影响研究[D].合肥:合肥工业大学,2015.

[12] 谢凡.烤鸭中美拉德反应的研究[D].上海:上海应用技术学院,2015.

[13] 杨贤强,王立新.开发茶多酚营养保健品之管见[J].茶叶,1997,23(4):45 - 48.

[14] 刘学铭,梁世中.茶多酚的保健和药理作用及应用前景[J].食品与发酵工业,1998,24(5):47 - 51.

[15] 王梅,李培凡,富光华.茶多酚热稳定性的研究[J].中国茶叶,1997(3):14 - 15.

[16] 潘丽红,姚林宏,吴菊清,等.简述美拉德(Maillard)反应[J].中国调味品,2008(4):25 - 27.

表 2 正交试验结果
Table 2 Result of orthogonal test

试验号 No.	因素 Factors//%			硬度 Hardness//g	弹性 Springiness
	A	B	C		
1	0.05	0.1	0.5	971.349	0.871
2	0.05	0.2	1.0	1 203.995	0.983
3	0.05	0.4	2.0	1 465.659	0.941
4	0.15	0.1	1.0	1 233.913	0.899
5	0.15	0.2	2.0	1 401.453	0.961
6	0.15	0.4	0.5	1 154.958	0.902
7	0.30	0.1	2.0	1 109.004	0.887
8	0.30	0.2	0.5	959.921	0.921
9	0.30	0.4	1.0	1 205.441	0.876
硬度 Hardness	k_1	1 213.668	1 104.755	1 028.743	
	k_2	1 263.441	1 188.456	1 157.431	
	k_3	1 034.436	1 218.334	1 325.372	
	R	229.005	113.579	296.629	
弹性 Springiness	k_1	0.932	0.886	0.898	
	k_2	0.921	0.955	0.936	
	k_3	0.912	0.923	0.930	
	R	0.020	0.069	0.038	

参考文献

[1] 王玉凤,李八方,张朝辉.漂洗对鲢鱼鱼糜凝胶和质构特性的影响[J].食品科学,2013,34(14):122-125.

[2] 张晓栋,江虹锐,刘小玲.影响罗非鱼鱼糜凝胶性的工艺条件研究[J].食品科技,2016(8):114-120.

[3] 薛长湖,刘艺杰,李兆杰,等.一种生产秘鲁鱿鱼鱼糜的方法:CN1785059A[P].2006-06-14.

[4] 杨芳,吴永沛,陈梅香,等.阿根廷鱿鱼肌原纤维蛋白及肌肉组织凝胶保水性研究[J].水产科学,2008,27(8):386-389.

[5] LERTWITTAYANON K,BENJAKUL S,MAQSOOD S,et al. Effect of different salts on dewatering and properties of yellowtail barracuda surimi[J].International aquatic research,2013,5(1):10.

[6] 钱娟.罗非鱼低盐鱼糜的凝胶特性及其制品的研究[D].上海:上海海洋大学,2013.

[7] 何少贵,苏国成,周常义,等.漂洗工艺和加工辅料对鱼糜制品品质影响的研究进展[J].食品工业科技,2012,33(14):399-403.

[8] BLANCO-PASCUAL N,FERNÁNDEZ-MARTÍN F,MONTERO P. Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) myofibrillar protein concentrate for edible packaging films and storage stability[J]. LWT-Food Science and Technology, 2014,55(2):543-550.

[9] GREIFF K,AURSAND I G,ERIKSON U,et al. Effects of type and concentration of salts on physicochemical properties in fish mince[J]. LWT-Food Science and Technology,2015,64(1):220-226.

[10] SOW L C,YANG H S. Effects of salt and sugar addition on the physicochemical properties and nanostructure of fish gelatin[J]. Food hydrocolloids,2015,45:72-82.

[11] 刘登勇,周光宏,徐幸莲.确定食品关键风味化合物的一种新方法:“ROAV”法[J].食品科学,2008,29(7):370-374.

[12] 姜绍通,潘丽军,汪国庭,等.食品抗氧化剂茶多酚热稳定性的研究[J].合肥学院学报(社会科学版),1998,15(4):11-13.

[13] 孙宝国,刘玉平,郑福平.食用调香术[M].北京:化学工业出版社,2003.

[14] 江新业,宋焕禄,夏玲君.GC-O/GC-MS法鉴定北京烤鸭中的香味活性化合物[J].中国食品学报,2008,8(4):160-164.

[15] 刘源,周光宏,徐幸莲,等.顶空固相微萃取气质联用检测鸭肉挥发性风味成分[J].江苏农业学报,2005,21(2):131-136.

[16] MOTTRAM D S,EDWARDS R A,MACFIE J H H. A comparison of the flavour volatiles from cooked beef and pork meat systems[J]. Journal of the science of food and agriculture,1982,33(9):934-944.

[17] FRANKEL E N,NEFF W E,SELKE E. Analysis of autoxidized fats by gas chromatography-mass spectrometry: VII. Volatile thermal decomposition products of pure hydroperoxides from autoxidized and photosensitized oxidized methyl oleate,linoleate and linolenate[J]. Lipids,1981,16(5):279-285.

[18] AI J. Headspace solid phase microextraction. Dynamics and quantitative analysis before reaching a partition equilibrium[J]. Analytical chemistry, 1997,69(16):3260-3266.

[19] 刘源,周光宏,王锡昌,等.顶空固相微萃取气质联用检测八角挥发性风味成分[J].中国调味品,2007(1):67-69.

[20] 谢良,许时婴.GC/MS分析八角茴香油[J].中国油脂,1997,22(5):43-45.

[21] HALL R A,OSER B L. Recent progress in the consideration of flavoring ingredients under the food additives amendment. 3. GRAS substances[J]. Food technology,1965,19(2):151-197.

[22] 高京草,周存田,程智慧,等.大蒜挥发性成分顶空取样与固相微萃取GC-MS分析[J].食品研究与开发,2014,35(19):89-92.

[23] 周江菊.顶空固相微萃取气质联用分析大蒜挥发性风味成分[J].中国调味品,2010,35(9):95-99.

[24] 徐宗季,鞠兴荣,袁建,等.生姜精油挥发性物质的主成分分析[J].粮食与食品工业,2016,23(4):5-10.

[25] 苗红林,翁新楚.月桂叶香气成分的初步分析[J].上海大学学报(自然科学版),2009,15(3):326-330.

[26] 张怀予,王军节,陈国凡,等.水蒸气蒸馏法提取花椒精油及挥发性成分分析[J].食品与发酵工业,2014,40(7):166-172.

[27] 石雪萍,张卫明.红花椒和青花椒的挥发性化学成分比较研究[J].中国调味品,2010,35(2):102-150,112.

[28] 罗凯,朱琳,阙建全.水蒸汽蒸馏-溶剂萃取、同时蒸馏萃取法提取花椒挥发油的效果比较[J].食品科技,2012,37(10):234-236.

[29] 曹雁平,张东.超声辅助提取和超临界CO₂萃取花椒油树脂的挥发性成分对比分析[J].食品科学,2010,31(16):165-167.

[30] 孟庆君,李凤飞,杨文江.不同提取方法对花椒提取物提取率和品质的影响[J].中国食品添加剂,2011(6):113-117.

[31] 罗凯,朱琳,阙建全,等.同时蒸馏萃取法提取花椒挥发油的工艺优化[J].食品与发酵工业,2012,38(5):209-212.

[32] 罗凯,朱琳,阙建全,等.不同产地青花椒和红花椒挥发油的比较研究[J].食品工业科技,2012,33(18):103-106.