

熏鸡冷风干燥工艺条件优化研究

刘 君¹, 张 慜^{*1}, 张海猛²

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 2. 温州市藤桥禽业有限公司, 浙江 温州 325003)

摘要:采用正交实验研究了不同冷风干燥工艺条件对熏鸡感官品质的影响。结果表明,最佳的风干条件为,温度:16℃,相对湿度:65%,风速:4 m/s,时间:72 h。最后通过物性测试仪对产品的特性进行了测定,测得结果为,硬度:(2 235.813±17.841) g,咀嚼性:(1 366.467±29.543) g.s,凝聚性:(0.717±0.004)%,弹性:(0.852±0.016)%,恢复性:0.351%;以及通过色差仪对不同冷风温度干燥得到的产品的色泽进行了测定,得出结果:随着温度的上升, L^* 值在不断的上升, a^* 值在不断下降, b^* 值在不断上升;并且用固相微萃取-气质联用技术对产品的挥发性风味成分进行了分析和鉴定。

关键词:熏鸡;冷风干燥工艺条件;物性测试仪;色泽;固相微萃取-气质联用技术

中图分类号:TS 251.6 文献标志码:A 文章编号:1673—1689(2013)01—0043—07

Study on Processing of the Cold Wind Drying Conditions of Smoked Chicken

LIU Jun¹, ZHANG Min^{*1}, ZHANG Hai-meng²

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Wenzhou Tengqiaoqinye Company, Wenzhou 325003, China)

Abstract: The orthogonal experiment was used in this paper to study the influence of different cold wind drying conditions on the sensory quality of smoked chicken. The results showed the optimum cold wind drying conditions were temperature:16℃, relative humidity:65%, wind speed:4 m/s, time:72 h. Finally, the characteristics of product's quality were valued by Texture analyzer, and the results were, hardness: (2 235.813±17.841) g, chewiness: (1 366.467±29.543) g.s, cohesiveness: (0.717 ±0.004)%, springiness: (0.852 ±0.016)%; then the color of products with different temperature of cold wind drying were valued by Chroma meter, and the results were as the temperature rised, L^* value rised, a^* value declined, b^* value rised; and also Volatile flavor compounds of product were extracted with solid phase micro-extraction (SPME) apparatus and analyzed and identified by GC-MS.

Keywords: smoked chicken, cold wind drying conditions, texture analyzer, color, SPME, GC-MS

收稿日期: 2012-04-09

基金项目: 国家 863 计划重点项目(2011AA100802)。

* 通信作者: 张 慜(1962—), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事农产品贮藏与加工研究。

Email: min@jiangnan.edu.cn

熏鸡是我国历史悠久的著名禽肉制品之一^[1-2],它具有造型美观、气味芳香、口感舒适、油而不腻等特点,是深受人们所喜爱的佳品。但是在传统工艺中,存在着熏鸡的生产周期长,产品的品质不稳定等缺陷^[3]。作者选取优质鸡种三黄鸡^[4],进行熏鸡的现代化加工,对其中的冷风干燥工艺条件温度、相对湿度、风速和时间进行了研究,缩短了熏鸡的生产周期并且得到感官品质好的产品,并对产品的质构特性、色泽和风味成分进行了评价。

1 材料与方法

1.1 实验材料

三黄鸡:温州市藤桥禽业有限公司提供;乳酸链球菌素:浙江新银象生物工程有限公司产品。

1.2 仪器与设备

质构仪(TAXT2):英国 Stable Microsystems 公司产品;WSC-S 色差仪:固相微萃取 PDMS 萃取头(纤维头),上海安谱科学仪器有限公司产品;气相色谱质谱联用仪:美国 Finigon 质谱公司产品。

1.3 实验方法

1.3.1 熏鸡生产工艺流程 冻鸡→解冻清洗→滚揉腌制→静腌→冷风干燥→烘烤→白糖熏制→迅速入冷库冷却,包装。

1.3.2 冷风干燥试验 探讨了冷风干燥过程中温度、相对湿度、风速及时间对熏鸡感官品质的影响,通过 $L_9(3^4)$ 正交试验设计(表 1)确定了最佳感官评分的产品。

表 1 正交因素水平表

Table 1 Selected table of level of orthogonal factors

水平	温度 A/℃	相对湿度 B/%	风速 C/(m/s)	时间 D/h
1	14	60	4	48
2	16	65	5	72
3	18	70	6	96

1.3.3 感官评价 根据熏鸡特点,将处理过的成品熏鸡同一条件放入沸水锅中蒸 20 min 后,对其鸡腿肉,从色泽,质地,烟熏味 3 个方面进行品质评价^[5],三者总分为评价价值。具体评分标准见表 2。

1.3.4 质构的测定 参照评审人员对于熏鸡产品的主观评定,采用质构仪对产品的硬度、咀嚼性、凝聚性、弹性和恢复性进行客观分析,以提高感官评

定的准确性和稳定性^[6-7]。选取鸡胸肉,切出约 1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm 的鸡丁进行测试,重复 5 次。采用 P25R 探头,测试前探头下行速度为 2 mm/s,测试时探头下行速度为 2 mm/s,探头返回速度为 2 mm/s,压缩程度为 40%,时间间隔为 2 s,触发值 5 g。选择选择大小、形状和厚度完全一致的鸡丁进行测试。

表 2 熏鸡的感官评定标准

Table 2 Sensory evaluation standard of smoked chicken

项目	满分	评分标准
色泽	30	色泽棕黄,油润光亮:20~30 分;色泽较淡或是呈棕黑色:10~20 分;色泽黯淡或呈黑色:0~10 分
质地	30	肉质紧密,富弹性,硬度好:20~30 分;肉质较紧,弹性一般,硬度一般:10~20 分;肉质松散,弹性差,硬度差或是过硬,口感差:0~10 分
烟熏味	40	烟熏味香郁:20~30 分;烟熏味较淡:10~20 分;烟熏味刺鼻或是很淡:0~10 分

1.3.5 色泽的测定 用 WSC-S 色差仪测定熏鸡腿部同一部位表面色泽,测定中以标准白板为对照,每次测量重复 3 次,其中 L^* 值表示亮度, L^* 值越大亮度越大; a^* 值为红度值,表示有色物质的红绿偏向,正值越大偏向红色的程度越大; b^* 值为黄度值,表示有色物质的黄蓝偏向,正值越大偏向黄色的程度越大,负值越大偏向蓝色的程度越大^[8]。

1.3.6 挥发性风味物质的测定 称取 8 g 熏鸡腿部肉放入 15 mL 样品瓶中,置于 50 ℃水溶液中保温 15 min。将萃取头在气相色谱的进样口老化,老化温度为 250 ℃,载气体积流量为 0.8 mL/min,分流比为 50:1,老化时间 2 h。将萃取头插入样品,推出纤维头于 50 ℃吸附 40 min,再将萃取头插入气相色谱 25 ℃解吸 2 min,抽回纤维头后拔出萃取头并开始采集数据。

所使用的色谱条件为:OV1701 毛细管色谱柱(30 mm×0.25 mm×0.25 μm),流速 0.3 mL/min;恒压 35 kPa;程序升温条件:起始柱温 32 ℃保温 3 min,以 4 ℃/min 上升至 60 ℃,无保留,以 18 ℃/min 上升至 240 ℃,保持 7 min;载气为氦气,体积流速 0.8 mL/min;进样口温度为 250 ℃,检测温度 240 ℃。质谱条件:离子源温度 200 ℃,电离方式 EI,电子能量 70 eV,灯丝电流 150 μA,扫描量范围 33~450。

1.4 操作要点

1.4.1 原料 选用健康无病的三黄鸡,解冻清洗时,要尽量把残留在体内的残血清洗干净,鸡的鼻腔粘液挤出,食道拔除。

1.4.2 腌制 采用滚揉腌制与静腌相结合的方法。按照配方配置腌制液,根据鸡的质量注入 10% 的腌制液。真空滚揉(0.07 MPa)腌制 1 h,每滚揉 30 min 停歇 10 min,紧接着将滚揉腌制后的鸡放置在 4 ℃ 的冰箱中静腌 24 h。

1.4.3 冷风干燥 腌制结束后沥干水分后,将鸡挂在风干机中进行风干。吊挂时鸡与鸡之间要留有一定的空隙,便于空气流通^[9]。通过改变风干的条件:温度、湿度、风速、时间,以确定感官品评最佳的熏鸡产品。

1.4.4 烘烤 烘烤的温度为 80 ℃,时间为 0.5 h。烘烤时注意鸡的转动,以达到烘烤均匀。

1.4.5 熏制 熏制前,将鸡用竹签串好。将锅烧热后,洒入白糖,以白糖平铺锅底为准,迅速将串好的鸡架放在锅上,轻放锅盖并转到竹签,熏制 2 min。

1.4.6 包装 将熏好的鸡迅速放入 18 ℃ 冷库,5 min 内温度降至 4~5 ℃,包装入袋,并且冷库贮藏。

2 干燥工艺的确定

2.1 冷风干燥过程中不同时间对熏鸡感官品质的影响

在冷风干燥过程中,时间是影响产品感官品质的一大重要条件,为了在节约成本的前提下得到被广大消费者所乐意接受的产品,现代化工厂生产熏鸡的过程中需要控制冷风干燥时间。

由表 3 可知,当冷风干燥时间为 72 h 和 96 h 时,感官评分明显高于其他几组的评分,这两种条件下得到的熏鸡产品,色泽光亮,肉感紧实,有弹性并且具有烟熏独特的香味。从图 1 中也可以很直观的看出,当冷风干燥时间为 72 h 时,所得熏鸡产品的感官评分最高。当冷风干燥时间过长时,产品硬度大,口感不好,同时色泽比较深;当冷风干燥时间过短时,产品肉质比较松软没有嚼劲,色泽比较浅。

2.2 冷风干燥过程中不同温度对熏鸡感官品质的影响

传统生产熏鸡的条件基本是在温度比较低得冬季,风干时间长并且产品质量不稳定。为克服这些缺点,现代化生产中,适当调整风干温度以期达

到感官品质最好的产品。

由表 4 可知,当风干温度为 16 ℃ 时,所得熏鸡产品的感官评分最高,此时的产品表面色泽呈棕黄色,有光泽,并且硬度好,肉质的风味好。从图 2 中可以看出当温度从 10 ℃ 上升到 16 ℃ 的,感官评分值都是在增加的,当超过 16 ℃ 时,产品的感官评分值下降,因为产品产生了不良风味,可能是因为温度过高时会引起腐败菌的生长。

表 3 不同冷风干燥时间及其感官评分

Table 3 Different time of cold wind drying and their sensory evaluation

样品编号	时间/h	温度/℃	湿度/%	风速/(m/s)	感官评分
1	24	12	70	4	65.2±1.033
2	48	12	70	4	72.5±0.850
3	72	12	70	4	89.3±0.823
4	96	12	70	4	82.3±0.675
5	120	12	70	4	75.8±0.789

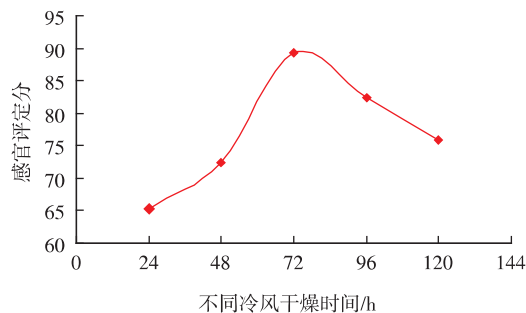


图 1 不同冷风干燥时间与其感官评分的关系图

Fig. 1 Relationship between the different time of cold wind drying and their sensory evaluation

表 4 不同冷风干燥温度及其感官评分

Table 4 Different temperature of cold wind drying and their sensory evaluation

样品编号	温度/℃	时间/h	湿度/%	风速/(m/s)	感官评分
1	10	72	70	4	72.1±0.738
2	12	72	70	4	77.0±0.816
3	14	72	70	4	81.9±0.994
4	16	72	70	4	89.3±0.825
5	18	72	70	4	81.8±0.788

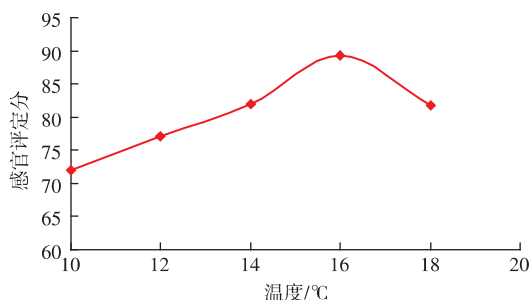


图2 不同冷风干燥温度与其感官评分的关系图

Fig. 2 Relationship between the different temperature of cold wind drying and their sensory evaluation

2.3 冷风干燥过程中不同相对湿度对熏鸡感官品质的影响

在传统的熏鸡生产工艺中,环境的相对湿度是不可控制的,但是作为风干过程中影响产品感官品质的一个重要因素,对于现代化生产熏鸡是具有实用意义的。

由表5可知,当相对湿度为65%时,感官评分值在86.1左右,所得产品的感官品质最好。此时的产品色泽光亮,吸引消费者眼球,并且肉质弹性好,口感好,烟熏味醇香。从图3也可以直观的看出,当相对湿度过高过低时感官评分值都有所下降。当相对湿度过低时,产品的风味没有很好的散发出,口感没有达到最好;当相对湿度过高时,产品会产生不良风味,表面色泽呈偏黑,不利于风干。

表5 不同冷风干燥相对湿度及其感官评分

Table 5 Different relative humidity of cold wind drying and their sensory evaluation

样品编号	湿度/%	温度/°C	时间/h	风速/(m/s)	感官评分
1	55	16	72	4	74±0.816
2	60	16	72	4	79.4±0.843
3	65	16	72	4	86.1±0.876
4	70	16	72	4	77±0.942
5	75	16	72	4	71.9±0.738

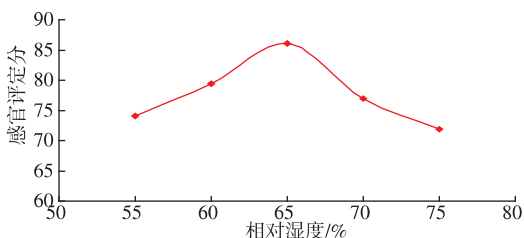


图3 不同冷风干燥相对湿度与其感官评分的关系图

Fig. 3 Relationship between the different relative humidity of cold wind drying and their sensory evaluation

2.4 冷风干燥过程中不同风速对熏鸡感官品质的影响

冷风干燥过程中风速的大小与干燥的速率有关,但是干燥速率过大过小对于产品的感官品质也有着重要的影响。

由表6可知当风速为5 m/s时,所得产品的感官评分最高。此时的产品色泽棕黄、光亮,肉质硬度好、弹性好,有香郁的烟熏味。从图4可以很直观的看出,当风速低于5 m/s时,产品的感官评分值是不断增加的,主要是因为风速的提高有利于鸡体水分的挥发,抑制了腐败菌的生产,所以风速的提高有利于风味的提高;当风速高于5 m/s时,鸡体表面水分挥发过快,内部水分未来得及挥发,导致表皮过硬,色泽浅淡,鸡肉产生不良风味。

表6 不同冷风干燥风速及其感官评分

Table 6 Different wind speed of cold wind drying and their sensory evaluation

样品编号	风速/(m/s)	湿度/%	温度/°C	时间/h	感官评分
1	2	65	16	72	64.9±0.876
2	3	65	16	72	73.4±1.174
3	4	65	16	72	79±0.942
4	5	65	16	72	89.3±0.634
5	6	65	16	72	81.2±0.832

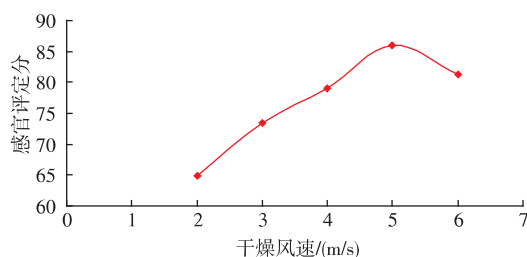


图4 不同冷风干燥风速与其感官评分的关系图

Fig. 4 Relationship between the different wind speed of cold wind drying and their sensory evaluation

2.5 最佳冷风干燥工艺的确定

从上面的单因素实验中已经将冷风干燥中时间、温度、相对湿度和风速的最佳值缩小到了一定的范围。为了更好的探索风干过程中这4个因素对熏鸡感官品质的影响并优化工艺参数,在单因素的基础上进行了正交实验,各因素水平如表1所示,正交实验结果表7所示。

表 7 正交实验安排及结果

Table 7 Arrangement and the results of orthogonal experiment

试验号	A	B	C	D	感官评分
1	1	1	1	1	77.9±0.742
2	1	2	2	2	90.2±0.789
3	1	3	3	3	82.3±0.949
4	2	1	2	3	90.4±0.699
5	2	2	3	1	83.1±1.197
6	2	3	1	2	90.7±0.675
7	3	1	3	2	87.7±0.949
8	3	2	1	3	90.2±1.033
9	3	3	2	1	77±0.738
k_1	83.467	85.333	86.267	79.333	
k_2	88.067	87.833	85.867	89.533	
k_3	84.967	83.333	84.367	87.633	
R	4.600	4.500	1.900	10.200	

由表 7 可知,以感官评分为考察指标,冷风干燥过程中 4 个因素的影响大小顺序为时间>温度>相对湿度>风速,最佳冷风干燥工艺条件组合为 $A_2B_2C_1D_2$,即温度 16 ℃,相对湿度 65 %,风速 4 m/s,时间 72 h。以此最佳工艺进行生产,得到的熏鸡成品感官评分为 92 分。

3 质构测定

在进行人员感官评定的基础上,通过质构仪对最佳工艺条件组合 $A_2B_2C_1D_2$ 制作的熏鸡产品进行感官分析,选取鸡胸肉,切出约 1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm 的鸡丁进行测试,重复 5 次,测定结果见表 8。

表 8 质构测试结果

Table 8 Result of TPA test

编号	硬度/g	咀嚼性/(g·s)	凝聚性/%	弹性/%	恢复性/%
1	2 234.588	1 398.794	0.722	0.867	0.354
2	2 234.134	1 327.954	0.717	0.829	0.361
3	2 209.821	1 352.185	0.714	0.857	0.345
4	2 240.883	1 360.126	0.720	0.843	0.343
5	2 259.637	1 393.274	0.712	0.866	0.352

从表 8 中可以看出,5 次重复性测试之间的差异性很小,可以客观的分析熏鸡产品的感官品

质,在工业化生产的过程中可以通过仪器测试来进行产品感官分析。通过对这 5 组数据取平均值的方法得到最佳产品质构分析的结果为,硬度:(2 235.813±17.841) g,咀嚼性:(1 366.467±29.543) g·s,凝聚性:(0.717±0.004)%,弹性:(0.852±0.016)%,恢复性:(0.351±0.07)%)。此结果可以成为评价产品的参考指标。当产品的质地越硬,抗拒牙齿压力的能力越大,恢复形变的速度也越快,咀嚼所需要的能量也越高;当产品的含水量较高时,在产生较大的形变时不易断裂,会呈现出较高的凝聚性。

4 色泽变化测定

在感官评定最优组合 $A_2B_2C_1D_2$ 的基础上,控制相对湿度 65%,风速 4 m/s,时间 72 h,采用色差值来比较不同冷风温度干燥的差异,与感官评定结果建立客观联系。测量结果如表 9。

表 9 色泽测定结果

Table 9 Results of color test

冷风干燥温度/℃	L^*	a^*	b^*
14	37.94±0.44	18.69±0.55	22.97±0.30
15	40.77±0.22	16.64±0.26	26.48±0.26
16	43.11±0.35	12.79±0.42	36.18±0.25
17	44.68±0.10	9.51±0.56	37.45±0.54
18	48.89±0.85	7.42±0.72	42.09±0.12

从表 9 中可以看出,随着温度的上升, L^* 值在不断的上升,即熏鸡表面色泽越来越光亮; a^* 值在不断的下降,即产品表面的红色越来越淡; b^* 值在不断的上升,即产品表面色泽越来越黄。同时可以从表 9 中看出,在温度为 16、17 ℃时,产品表面色泽的 L^* 和 b^* 相对于其他温度间的变化较小,颜色较稳定,和感官评定最优组合中的温度值为 16 ℃是相符合的。结合评审人员对于熏鸡产品的主观评定,可以认为 $A_2B_2C_1D_2$ 是熏鸡最佳冷风干燥工艺条件组合。

5 风味物质的分析鉴定

结合固相微萃取和气质联用技术分析了最佳工艺条件组合 $A_2B_2C_1D_2$ 制作的样品,所得到的谱图如图 5。

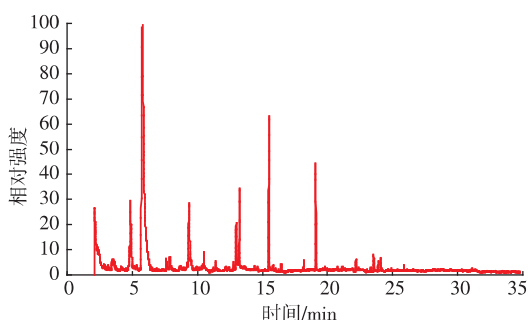


图5 固相微萃取法提取风味物质的GC-MS的色谱图
Fig. 5 cChromatogram by GC-MS extracting Volatile
flavor compounds of product with SPME

数据处理采用 Xcalibur 软件,测得风味物质经计算机检索与 NIST 及 Wiley Library 相匹配,选取匹配度与纯度均大于 800(最大值为 1 000)的鉴定结果。通过采用面积归一化法进行相对定量。

从图 5 和表 10 中可以看出,共检出挥发性风味物质 27 种,其中醇类 5 种,醛类 8 种,酮类 2 种,酸类 2 种,酯类 4 种,醚类 1 种,烃类 1 种。其中醛类物质在数量和面积上都最多,而醛类物质的产生主要来自于脂肪氧化。相关报道表明,3~4 个碳原子的醛具有强烈的刺激性气味,5~9 个碳原子醛具有脂香味,10~12 个碳原子醛为橘子皮的香味,而本实验中检测出的醛都为 5~9 个碳原子。值得注意的是在这些醛类物质中,糠醛的相对质量分数最高,达到了 70.59%。对于糠醛,被认为是美拉德反应早起阶段产生的风味活性中间体,是其他杂环化合物的前体^[10],可以被认为是鸡肉在糖熏阶段产生的最多的风味物质。醇类物质中,直链饱和醇阈值较高,对风味影响不大,而不饱和醇阈值较低,对风味的形成产生一定作用。其中检出的乙缩醛乙二醇呈愉快的坚果香气,1-辛烯-3-醇具有蘑菇、薰衣草、玫瑰和乾草香气。酮类物质甲基环戊烯醇酮具有坚果香气。醚类化合物在肉品风味物质中也相当重要,作者检测出的对丙烯基茴香醚,很有可能与所加入的茴香等香料有关。酯类物质中乙酸丁酯具有果香气味, α -当归内酯可能与添加的香精料有关,2-呋喃甲酸甲酯有愉快气味。烃类物质中双戊烯是合成香料的基础原料。检测出的其他物质如 2-乙酰基呋喃具有甜的、杏仁、坚果、烤香、烟熏香。

表 10 SPME 法提取熏鸡产品所得挥发性成分的气-质联
机分析结果

Table 10 GC-MS results of essences from product by
means of SPME

序号	保留时间/min	分子式	面积分数/%	化合物
醇类				
1	3.45	C ₆ H ₁₄ O ₂	0.32	乙缩醛乙二醇
2	3.56	C ₅ H ₁₂ O	0.11	1-戊醇
3	9.91	C ₆ H ₁₂ O	0.02	1-己烯-3-醇
4	9.93	C ₈ H ₁₆ O	0.14	1-辛烯-3-醇
5	15.51	C ₈ H ₁₈ O ₃	5.98	丁基卡必醇
醛类				
1	4.89	C ₆ H ₁₂ O	4.26	正己醛
2	6.23	C ₅ H ₄ O ₂	70.59	糠醛
3	7.63	C ₇ H ₁₄ O	0.46	庚醛
4	9.24	C ₇ H ₆ O	0.10	苯甲醛
5	9.36	C ₆ H ₆ O ₂	4.49	5-甲基呋喃醛
6	10.49	C ₈ H ₁₆ O	0.57	辛醛
7	13.24	C ₉ H ₁₈ O	2.81	壬醛
8	16.46	C ₆ H ₆ O ₃	0.27	5-羟甲基糠醛
酮类				
1	11.41	C ₆ H ₈ O ₂	0.36	甲基环戊烯醇酮
2	12.82	C ₁₀ H ₁₆ O	0.08	4,7,7-三甲基二环[2.2.1]-2-庚酮
酸类				
1	4.81	C ₂ H ₄ O ₂	1.13	乙酸
2	19.10	C ₈ H ₈ O ₄	3.04	脱氢乙酸
酯类				
1	5.32	C ₆ H ₁₂ O ₂	0.33	乙酸丁酯
2	8.60	C ₄ H ₈ O ₂	0.07	4-羟基丁酸乙酯
3	9.18	C ₅ H ₆ O ₂	0.09	α -当归内酯
4	12.78	C ₆ H ₆ O ₃	0.25	2-呋喃甲酸甲酯
醚类				
1	17.63	C ₁₀ H ₁₂ O	0.16	对丙烯基茴香醚
烃类				
1	11.22	C ₁₀ H ₁₆	0.11	双戊烯
其他				
1	7.88	C ₆ H ₆ O ₂	0.85	2-乙酰基呋喃
2	12.98	C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃	2.37	六甲氧基环三硅氮烷
3	18.17	C ₈ H ₂₄ O ₄ Si ₄	0.27	八甲基环四硅氧烷
4	23.90	C ₁₆ H ₁₈	0.14	2,2',5,5'-四甲基联苯基

6 结 语

作者通过对熏鸡的现代化冷风干燥工艺研究,得出最佳冷冻干燥条件,温度:16℃,相对湿度:65%,风速:4 m/s,时间:72 h。此条件下所得的熏鸡

产品具有色泽棕黄、油润光亮,肉质紧密、富弹性、硬度好,烟熏味香郁等特点。本研究克服了传统工艺中,由于风干时间长,条件不可调控,使得产品的生产周期长,品质不稳定等缺陷,为熏鸡产品市场的开拓奠定了更好基础。

参考文献:

- [1] Balamatsia C C, Paleologos E K, Kontominas M G. Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4 degrees C: possible role of biogenic amines as spoilage indicators[J]. **Antonie van Leeuw-enhoek**, 2006, 89: 9-17.
- [2] 刘润平. 熏香食品中的新工艺[J]. 应用推广, 2010, 25: 30-32.
LIU Run-ping. The new technology of smoked food[J]. **Yingyong Tuiguang**, 2010, 25: 30-32.
- [3] 卢义伯, 刘军昌, 吴景. 沟帮子熏鸡现代化加工工艺[J]. 肉类工业, 2006, 301: 3-4.
LU Yi-bo, LIU Jun-chang, WU Jing. The modern processing techniques of smoked Gou-bangzi chicken [J]. **Meat Industry**, 2006, 301: 3-4. (in Chinese)
- [4] 吴婧婧, 芮汉明. 两种优质鸡和快大鸡肉品质特性及微观结构的比较研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(5): 147-151.
WU Jing-jing, RUI Han-ming. Comparison of quality characteristics and microstructure of two groups of high quality chicken and Fast-grow chickens[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2010, 31(5): 147-151. (in Chinese)
- [5] 吴婧婧, 芮汉明. 液熏重组鸡骨肉干的加工工艺研究[J]. 现代食品科技, 2009, 25(11): 1299-1310.
WU Jing-jing, RUI Han-ming. Processing technology of recomposed dried chicken bone and meat by liquid-smoking[J]. **Modern Food Science and Technology**, 2009, 25(11): 1299-1310. (in Chinese)
- [6] 殷俊, 梅灿辉, 陈斌, 等. 肉丸品质的质构与感官分析[J]. 现代食品科技, 2011, 27(1): 50-55.
YIN Jun, MEI Can-hui, CHEN Bin, et al. Sensory Evaluation and Instrumental Measurement of Meatballs [J]. **Modern Food Science and Technology**, 2011, 27(1): 50-55. (in Chinese)
- [7] Frankel E N, Neff W E, Selke E. Analysis of autoxidized fats by gas chromatography-mass spectrometry; . Volatile thermal decomposition products of pure hydroperoxides from autoxidized and photosensitized oxidized methyl oleate linoleate and linolenate[J]. **Lipids**, 1981(16): 279-285.
- [8] 张飞, 张慙, 徐保国, 等. 重组海笋笋脆片配方及加工工艺研究[J]. 食品与生物技术学报, 2011, 30(1): 25-31.
ZHANG Fei, ZHANG Min, XU Bao-guo, et al. Study on the formula and the processing technology of recombinant salicornia bigelovii Torr. Chips[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2011, 30(1): 25-31. (in Chinese)
- [9] 潘道东, 罗永康, 姜梅. 风鸭风干工艺条件的优化[J]. 无锡轻工大学学报, 2002, 21(4): 377-383.
PAN Dao-dong, LUO Yong-kang, JIANG Mei. A new drying technique developed for dry duck[J]. **Journal of Wuxi University of Light Industry**, 2002, 21(4): 377-383. (in Chinese)
- [10] Shahidi F. 肉制品与水产品的风味[M]. 李洁, 朱国斌译. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.