

二次热杀菌对烧肉挥发性风味物质的影响

孙承锋¹, 喻倩倩¹, 朱亮¹, 刘彩霞¹, 徐世明²

(1. 烟台大学食品科学与工程研究所, 山东烟台 264005) (2. 烟台市喜旺食品有限公司, 山东烟台 264002)

摘要: 为探讨不同二次热杀菌方式对烧肉的挥发性风味物质的影响, 采用顶空固相微萃取 (HS-SPME) 结合气相色谱质谱联用 (GC-MS) 对不同二次热杀菌的样品中挥发性成分进行检测分析, 利用 SPSS 软件对不同杀菌方式处理的样品和其挥发性物质的种类进行主成分分析 (PCA) 及聚类分析 (CA)。结果表明, 从不同杀菌方式处理的烧肉样品中共检出 60 种挥发性物质, 经过二次热杀菌之后挥发性物质的总峰面积与对照组相比都明显降低。主成分分析得出, 未杀菌样品综合得分最高, 酮类、杂环类、烃类对其贡献显著, 110 °C 杀菌组综合得分最低。聚类分析可将 5 组不同杀菌方式处理的烧肉分为三类: 85 °C 杀菌组和 95 °C 杀菌组聚为一类, 对照组和 121 °C 杀菌组聚为一类, 110 °C 杀菌组自为一类。可将 8 类挥发性风味物质分为两类: 酮类、杂环类、烃类、酚类、醛类及醚类聚为一类, 醇类、酯类聚为一类。

关键词: 烧肉; 挥发性成分; 热杀菌; 主成分分析 (PCA); 聚类分析 (CA)

文章编号: 1673-9078(2014)11-105-111

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.11.020

Effect of Secondary Heat Sterilization on Volatile Flavor Compounds in Stewed Pork

SUN Cheng-feng¹, YU Qian-qian¹, ZHU Liang¹, LIU Cai-xia¹, XU Shi-ming²

(1. Institute of Food Science and Engineering, Yantai University, Yantai 264005, China)

(2. Yantai Xiwang Food Co., Ltd., Yantai 264002, China)

Abstract: In order to explore the effects of different secondary heat sterilization methods on volatile compounds in stewed pork, the volatile flavor compounds in different samples treated by secondary heat sterilization were extracted by headspace-solid phase micro-extraction (HS-SPME) and identified by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). The samples treated with different sterilization methods and the types of volatile compounds in these samples were further analyzed by principal component analysis (PCA) and cluster analysis (CA) using SPSS software. Sixty volatile compounds were identified from stewed pork samples treated with different sterilization methods, and the total peak areas of the volatile compounds after secondary sterilization were significantly decreased compared to those of the control group. The PCA results showed that the highest comprehensive score was in the control group; ketones, heterocyclic compounds, and hydrocarbons made dominant contributions, and the lowest comprehensive score was found in 110 °C sterilization group. CA revealed that the five different sterilization methods could be classified into three clusters: a cluster containing 85 °C and 95 °C sterilization groups, a cluster containing the control and 121 °C sterilization groups, and another cluster containing the 110 °C sterilization group. Eight volatile flavor compounds could be classified into two clusters: ketones, heterocyclic compounds, hydrocarbons, phenols, aldehydes, and ethers in one cluster, and alcohols and esters in another cluster.

Key words: stewed pork; volatile components; heat sterilization; principal component analysis; clusters analysis

烧肉是以猪头肉为原料, 经煮制等工艺加工而成的肉制品, 是中式传统酱卤肉制品中最具代表性的产品之一。烧肉风味独特, 深受国内消费者的喜爱, 产

收稿日期: 2014-07-04

基金项目: “十二五” 国家科技支撑计划项目 (2014BAD04B11); 山东省高等学校科技计划项目 (J13LF01); 烟台大学研究生科技创新基金项目 (YJSZ201412)

作者简介: 孙承锋(1971-), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向:

农产品加工及贮藏工程

品的风味已经成为影响消费者购买意向的关键因素。目前, 烧肉的流通方式主要以无包装或简易包装的“裸卖”型产品销售为主, 由于产品货架期短而销售半径很小, 严重制约产品的流通。为了延长产品的货架期, 扩大销售范围, 许多生产企业采用真空包装的销售方式, 但是, 真空包装的烧肉由于二次热杀菌过程对产品的口感和风味等食用品质造成很大的损害, 表现为杀菌后有出油、出水的现象, 且香气明显减弱, 更有可能因为杀菌过度导致产品出现异味。

近年来,国内关于酱卤肉制品挥发性风味的研究多集中于酱牛肉类产品^[1~3],主要研究了产品的风味物质构成以及加工过程中风味物质的变化。戴妍研究了二次杀菌对南京盐水鸭风味的影响^[4],结果表明,高温杀菌对鸭肉的风味物质组成有显著影响,容易产生蒸煮味。国外对于肉制品风味的研究较早,固相微萃取技术(SPME)、气相色谱嗅闻分析技术(GC-O)、气质联用(GC-MS)技术已较为广泛地应用于肉制品的风味研究,由于饮食传统的问题,国外研究者对肉类风味的分析多集中于羔羊肉^[5]、发酵香肠^[6]、干腌火腿^[7]等。对于烧肉风味的相关研究尚未见报道。

本文以烧肉为材料,对生产企业常采用的几种热杀菌方式进行分析比较,探究不同的杀菌方式对产品挥发性香气物质的影响,以期在延长产品货架期的同时减少杀菌过程对产品风味的影响,为产品标准化生产提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 样品来源及处理

从某食品公司生产车间取已熟制冷却但未杀菌处理的烧肉为试验材料。处理方法:A对照组:样品直接真空包装,不经过二次杀菌;B 85℃杀菌组:样品经真空包装后,85℃杀菌60 min;C 95℃杀菌组:样品经真空包装后,95℃杀菌30 min;D 110℃杀菌组:样品经真空包装后,110℃杀菌20 min;E 121℃杀菌组:样品经真空包装后,121℃杀菌10 min。以上杀菌方式为生产企业常采用的方式。将处理好的样品于-20℃冷冻保藏。

1.1.2 试剂与仪器

氯化钠:分析纯,烟台三和试剂有限公司。

手动 SPME 进样手柄、萃取头(75 μm CAR/PDMS),美国 Supelco 公司;气相质谱仪 GCMS-QP2010 型,日本岛津公司;高速组织捣碎机,DS-1 型,金坛万华仪器公司

1.2 HS-SPME 萃取条件

将烧肉样品用高速组织捣碎机捣碎,精确称取 4 g (精确至 0.001 g)置于 15 mL 顶空萃取瓶中,加入 6% (m/m) 的氯化钠,搅拌均匀,密封。于 60℃ 萃取 50 min,之后进行 GC-MS 分析。

1.3 GC-MS 分析条件

色谱条件:

色谱柱为 DB-Wax (30 m×0.25 mm×0.25 μm),载气为氦气。流速为 1.0 mL/min,不分流进样,进样口温度为 250℃。起始温度为 40℃,保持 4 min,以 3℃/min 升温至 50℃,继续以 6℃/min 升温至 120℃,再以 8℃/min 升温至 240℃保持 7 min。

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,扫描质谱范围 33~450 m/z。

1.4 定性与定量方法

定性:化合物经计算机检索同时与 NIST147 和 NIST27 数据库相匹配,仅报道匹配度和纯度大于 800 (最大值 1000)的物质,并对机检结果进行核对和确认。

定量:按峰面积对其进行定量。

1.5 统计方法

采用 SPSS 17.0 软件对不同杀菌方式中各类物质进行主成分分析及聚类分析。具体步骤参照顾赛麒等人^[8]的方法。

2 结果与讨论

2.1 不同杀菌方式烧肉的挥发性成分分析

烧肉不同杀菌方式处理的样品挥发性成分总离子流色谱图如图 1 所示,不同样品的挥发性成分的变化如表 1 所示。

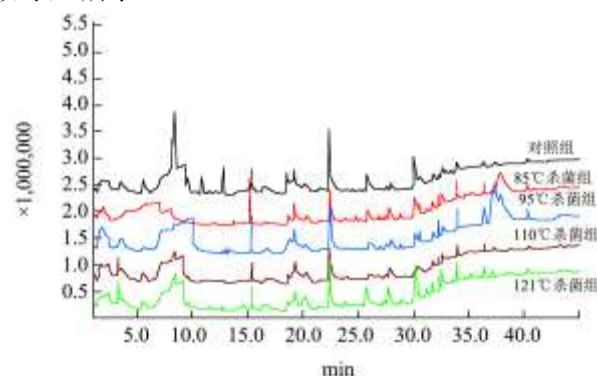


图 1 不同杀菌方式处理的样品挥发性成分的总离子流色谱图

Fig.1 Total ion current chromatogram of volatile compounds in samples treated with different heat sterilization methods

由表 1 可知,从不同杀菌方式的烧肉样品中共检出 60 种挥发性物质,其中包括醇类 13 种、醛类 5 种、酮类 6 种、烃类 14 种、酯类 6 种、杂环类 10 种、醚类 5 种及酚类 1 种。就挥发性物质的总峰面积而言,经过二次杀菌之后挥发性物质的总峰面积与对照组相比都明显降低,其中 110℃ 杀菌组最低为 1.413×10^8 。

经过二次杀菌之后,各个类别的挥发性物质的含量也有变化,如表2所示。

表1 不同杀菌方式处理的样品中挥发性成分变化

Table 1 Changes of volatile components in samples treated with different heat sterilization methods

序号	保留时间 /min	物质名称	峰面积				
			对照组	85 °C 杀菌组	95 °C 杀菌组	110 °C 杀菌组	121 °C 杀菌组
醇类							
1	3.61	乙醇	8775603	9681115	-	6880228	5957032
2	9.18	1,2,3-丁三醇	938465	7270239	-	19265631	3127990
3	10.31	3-羟基丁醇	-	-	4842197	-	-
4	12.80	1-戊醇	-	-	1540920	-	-
5	21.52	2,3-二甲基环己醇	2105736	-	2252035	-	-
6	21.79	6, 6-二甲基-1,3-庚二烯-5-醇	-	-	-	1369474	-
7	25.58	5-乙基-2-庚醇	-	-	-	841769	640401
8	26.80	1-十二醇	2362369	3151386	-	-	-
9	27.93	1-十三醇	-	-	-	-	3324963
10	30.46	环十二醇	-	-	-	6872719	-
11	34.67	六甘醇	5647483	4955816	5152194	4607400	2646780
12	41.03	八聚乙二醇	5352114	-	-	4469818	-
醛类							
14	7.46	己醛	9033899	27195220	26016363	18818026	2006256
15	10.24	庚醛	-	2843252	603342	-	-
16	16.05	辛醛	1020132	1099399	1396395	617042	1135692
17	20.23	苯甲醛	5400372	6307376	6448452	5425602	7709162
18	30.32	肉豆蔻醛	-	-	-	-	10508699
酮类							
19	3.07	2-丁酮	-	-	-	-	5088190
20	3.08	1-硝基-2-丙酮	1356188	-	-	-	-
21	12.80	3-甲基-1-丁酮	-	-	-	336945	-
22	13.75	3-羟基-2-丁酮	-	549373	846973	74546	-
23	14.30	1-羟基-2-丙酮	397232	834480	-	-	3284317
24	29.33	2-十九酮	526447	-	-	-	-
烃类							
25	3.05	2,3-二甲基环氧乙烷	-	-	1970105	2295656	-
26	3.37	苯	-	-	-	3013517	-
27	4.30	2,2,4-三甲基-4-硝基戊烷	-	-	-	2849112	-
28	5.53	甲苯	6149587	6096579	6943366	3685475	3279239
29	7.96	邻二甲苯	5178255	-	-	7358957	-
30	8.34	1,3-二甲苯	64733840	22254084	30833307	1787508	32525432
31	10.80	1-甲基乙基苯	3608201	662815	1143737	-	-
32	12.15	1,3,5,7-环辛四烯	-	186937	-	-	-
33	12.79	1,2,3,-三甲基苯	3910251	1433616	-	-	-
34	13.38	1-甲基丙基苯	376665	-	-	-	-
35	21.02	乙烯氧基异辛烷	1071277	-	-	-	-

转下页

接上页

36	23.15	乙酰基苯	-	-	2121811	-	-
37	23.99	2,4-二甲基-1-癸烯	-	2475851	-	-	-
38	38.85	1,4,7,10,13,16-六氧杂环十八烷	9844579	8080079	4764244	5029593	8788816

酯类

39	22.42	2,2-二甲丙基己酸酯	-	-	13354738	-	-
40	31.44	癸酸甲酯	-	-	-	2227963	-
41	31.83	邻苯二甲酸二甲酯	7793052	-	-	3920317	6756460
42	32.67	邻苯二甲酸二乙酯	4008296	8716719	-	8573540	10661545
43	37.37	1,2-苯二甲酸丁辛基酯	6464821	-	-	8321775	-
44	47.29	3-甲氧基丙酸甲酯	-	-	-	732258	-

杂环类

45	11.13	2-戊基咪喃	349894	755204	837849	207706	-
46	11.58	N-2-氟乙基吡咯	1002179	-	-	-	-
47	13.32	甲基吡嗪	-	719083	473598	-	4887656
48	16.64	2,6-二甲基吡嗪	8327027	5602793	6228654	5719134	7042347
49	18.59	咪喃甲醛	4849160	10711709	11555784	2114008	2014708
50	21.56	5-甲基-2-咪喃甲醛	-	2149108	-	-	-
51	22.39	2-咪喃甲醇	17445365	13980061	-	9627300	11964072
52	27.31	甲酰吗啉	-	-	-	-	317536
53	27.54	苯并噻唑	1224311	1083372	-	683430	826581
54	34.78	1,2,3-噻二唑-4-羧酸酐	-	-	-	-	14525679

醚类

55	3.62	二甲醚	-	-	11300412	-	-
56	25.84	茴香脑	6443441	3917953	3936793	2662564	3900444
57	24.49	十二烷基二乙二醇醚	-	869752	840841	521385	-
58	26.83	三聚乙二醇单月桂醚	719885	-	684115	379875	814854
59	29.11	八聚乙二醇单月桂醚	-	632350	313101	-	1482795

酚类

60	30.11	2-甲氧基-3-(2-丙烯基)苯酚	9144832	10598350	4137246	-	-
----	-------	-------------------	---------	----------	---------	---	---

总和

			205560958	164814071	150538572	141290273	155217646
--	--	--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

注：“-”表示未检测到该物质。

表2 不同杀菌方式样品中挥发性成分种数、峰面积及占总量的百分比

Table 2 Numbers, peak areas, and percent of volatile components in samples treated with the different heat sterilization methods

种类	不同杀菌方式各类物质种数、峰面积及占总量的百分比/%														
	对照组		85 °C 杀菌		95 °C 杀菌		110 °C 杀菌		121 °C 杀菌						
醇类	6	25181770	12.25%	4	25058556	15.20%	4	13787346	9.16%	7	44307039	31.36%	5	15697166	10.11%
醛类	3	15454403	7.52%	4	37445247	22.72%	4	34464552	22.89%	3	24860670	17.60%	4	21359809	13.76%
酮类	3	2279867	1.11%	2	1383853	0.84%	1	846973	0.56%	2	411491	0.29%	2	8372507	5.39%
烃类	8	94872655	46.15%	7	41189961	24.99%	6	47776570	31.74%	7	26019818	18.42%	3	44593487	28.73%
酯类	3	18266169	8.89%	1	8716719	5.29%	1	13354738	8.87%	5	23775853	16.83%	2	17418005	11.22%
杂环类	6	33197936	16.15%	7	35001330	21.24%	4	19095885	12.69%	5	18351578	12.99%	7	41578579	26.79%
醚类	2	7163326	3.48%	3	5420055	3.29%	5	17075262	11.34%	3	3563824	2.52%	3	6198093	3.99%
酚类	1	9144832	4.45%	1	10598350	6.43%	1	4137246	2.75%	0	0	0.00%	0	0	0%
总和		32 种		29 种		26 种		32 种		26 种					

由表 2 可知, 对照组及 110 °C 杀菌组的挥发性物质种类较多, 均为 32 种, 其余各组均有所减少。不同杀菌方式各类挥发性成分的相对含量也发生明显的变化。

烧肉中所检测到的醇类大部分为饱和醇, 由于其嗅觉阈值较高, 对烧肉的整体风味贡献较小。在 110 °C 杀菌组出现了不饱和醇为 6, 6-二甲基-1,3-庚二烯-5-醇, 其可能来自于不饱和脂肪酸的氧化分解。

醛类是烧肉挥发性物质中较重要的一类物质, 由于其嗅觉阈值相对较低, 对烧肉风味的整体贡献较大。本次试验所测得对照组中的醛类占 7.52%, 经过二次杀菌后, 醛类的相对含量明显提高, 在 95 °C 杀菌组为最高, 达到 22.89%, 其次为 85 °C 杀菌组, 达到 22.72%; 烧肉中主要的醛为己醛、辛醛和苯甲醛, 且经过杀菌之后, 己醛的含量显著提高, 导致这一现象的原因可能是由于二次杀菌的加热过程促进了脂肪的氧化, 在之前的研究中也表明, 高温煮制过程会导致醛类尤其是己醛含量的升高^[3]。苯甲醛主要来自于苯丙氨酸降解^[9], 本试验中的苯甲醛含量在经过二次杀菌之后有所升高, 可能是由于杀菌高温促进氨基酸降解, 已有研究表明^[4], 二次杀菌的过程会降低游离氨基酸的含量, 导致氨基酸降解。

对照组烧肉中的烃类物质含量较高, 为 46.15%, 经过二次杀菌之后烃类物质的相对含量均有所降低。在对照组中 1,3-二甲基苯和苯的含量较高, 可能来自于脂肪酸烷氧自由基的均裂^[2], 有研究表明苯是煮熟的小牛排中重要的香气物质, 呈现水果气味和甜味^[10]。

杂环类也是肉类主要的风味物质, 通常具有较低的嗅觉阈值, 对烧肉的整体风味贡献较大。实验中所测定的主要的杂环类是 2-呋喃甲醇、2,6-二甲基吡嗪及呋喃甲醛, 其中 2,6-二甲基吡嗪主要呈现烤肉、坚

果的香气^[1], 且经过热杀菌之后其含量明显降低。呋喃类化合物的形成过程主要在加热阶段^[11], 多数来自于美拉德反应^[10], 经过热杀菌之后, 呋喃甲醛的含量显著上升。

2.2 主成分分析

对表 2 中不同杀菌方式样品的各类挥发性物质进行主成分分析, 结果如表 3、表 4 所示。

表 3 主成分特征值及方差贡献率

Table 3 Eigenvalues of principal components and their variance contributions

主成分	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
1	2.735	34.19	34.190
2	2.471	30.888	65.078
3	1.534	19.171	84.249
4	1.26	15.751	100
5	1.38E-16	1.72E-15	100
6	5.68E-17	7.10E-16	100
7	-2.72E-17	-3.40E-16	100
8	-1.48E-16	-1.85E-15	100

从表 3、表 4 可知, 第一、第二及第三主成分的累计贡献率达到 84.249%, 基本可以解释原有 8 个变量的绝大部分信息。第一主成分贡献率占总变异信息的 34.190%, 主要反映醇类、醛类、酯类、醚类及酚类的变异信息, 且与醇类、酯类呈负相关, 与醛类、醚类、酚类呈正相关; 第二主成分贡献率占总变异信息的 30.888%, 主要反映醛类、酮类、烃类及杂环类的变异信息, 且与醛类呈负相关, 与酮类、烃类、杂环类呈正相关; 第三主成分贡献率占总变异信息的 19.171%, 主要反映酮类、烃类及酚类的变异信息, 且与酮类呈负相关, 与烃类、酚类呈正相关。

表 4 主成分载荷矩阵及特征向量

Table 4 Loading matrix and eigenvectors of principal components

香气成分	主成分 1		主成分 2		主成分 3	
	载荷	特征向量	载荷	特征向量	载荷	特征向量
醇类 X ₁	-0.7972	-0.4819	-0.3387	-0.2157	0.3850	0.3108
醛类 X ₂	0.5146	0.3114	-0.7184	-0.4568	-0.3004	-0.2422
酮类 X ₃	0.0109	0.0067	0.8414	0.5350	-0.5375	-0.4344
烃类 X ₄	0.3083	0.1862	0.5258	0.3346	0.6689	0.5401
酯类 X ₅	-0.9315	-0.5630	0.1301	0.0827	0.0529	0.0428
杂环类 X ₆	0.3052	0.1844	0.8524	0.5420	-0.0632	-0.0509
醚类 X ₇	0.5870	0.3549	-0.3347	-0.2131	-0.2312	-0.1865
酚类 X ₈	0.6591	0.3985	-0.0216	-0.0140	0.7061	0.5700

前三个主成分的累计贡献率达到 84.249%, 建立

前三个主成分 PC1、PC2、PC3 的线性回归方程:

$$PC1 = -0.4819X_1 + 0.3114X_2 + 0.0067X_3 + 0.1862X_4 - 0.5630X_5 + 0.1844X_6 + 0.3549X_7 + 0.3985X_8$$

$$PC2 = -0.2157X_1 - 0.4568X_2 + 0.5350X_3 + 0.3346X_4 - 0.827X_5 + 0.5420X_6 - 0.2131X_7 - 0.0140X_8$$

$$PC3 = 0.3108X_1 - 0.2422X_2 - 0.4344X_3 + 0.5401X_4 + 0.428X_5 - 0.0509X_6 - 0.1865X_7 + 0.5700X_8$$

式中 $X_1 \sim X_8$ 对应各类香气物质的峰面积经 Z-Score 标准化后的数值。

将第一、第二、第三主成分的方差贡献率作为权重系数 α_1 、 α_2 、 α_3 建立烧肉综合评价模型 $S = \alpha_1 \times PC1 + \alpha_2 \times PC2 + \alpha_3 \times PC3$ 计算不同杀菌方式的烧肉综合得分，结果见表 5，其中综合得分最高的为对照组，不同杀菌方式的烧肉样品综合得分排名为：对照组 > 85 °C 杀菌组 > 121 °C 杀菌组 > 95 °C 杀菌组 > 110 °C 杀菌组。

表 5 不同杀菌方式处理的样品综合得分及排名

Table 5 Comprehensive scores and ranks of principal components from different heat sterilization methods

组别	综合得分	排名
对照组	0.7776	1
85 °C 杀菌组	0.3734	2
95 °C 杀菌组	-0.1272	4
110 °C 杀菌组	-1.2739	5
121 °C 杀菌组	0.2501	3

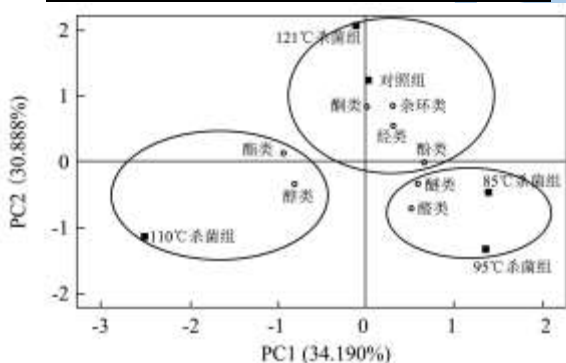


图 2 主成分载荷图

Fig.2 Plot of principal component analysis (PCA)

图 2 为主成分 1、主成分 2 的载荷图，由图 2 和表 5 可知，评分最高的对照组位于图 2 中右上方的第一象限内，其中酮类、杂环类、炔类是与其最为相关的三类挥发性物质；排名最低的 110 °C 杀菌组位于左下方的象限内，其中醇类是与其最为相关的一类挥发性物质。由此可得，二次热杀菌确实影响了烧肉的挥发性物质，因此，在选择杀菌方式的时候，可以考虑采用 121 °C 的高温短时杀菌或者低温（85 °C）杀菌，尽量减小杀菌过程对样品挥发性香气物质的影响。

2.3 聚类分析

利用 SPSS17.0 软件，以最近邻元素法为聚类方法，以平方欧氏距离和夹角余弦值作为 5 组不同杀菌方式及 8 类挥发性成分变量的评价指标，对其进行聚类分析。结果如图 3 所示，当标度在 5~10 之间时，可将 5 组不同杀菌方式的烧肉分为三类：85 °C 杀菌组和 95 °C 杀菌组聚为一类，对照组和 121 °C 杀菌组聚为一类，110 °C 杀菌组自为一类。当标度为 20 时，可将 8 类挥发性物质分为两类，酮类、杂环类、炔类、酚类、醛类及醚类聚为一类，其均位于图 2 中右半区域；醇类、酯类聚为一类，位于图 2 左半区域。对照图 2、图 3 可知，主成分分析及聚类分析的结果较为一致，二者可以互为补充。

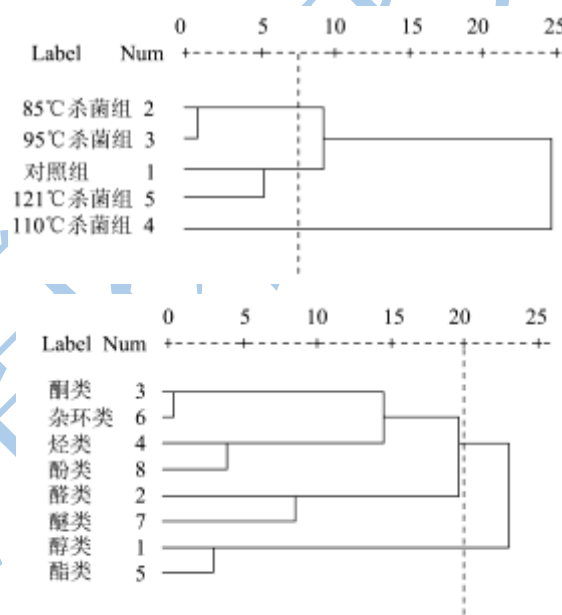


图 3 不同杀菌方式处理的样品及挥发性成分聚类分析

Fig.3 Cluster analysis of samples treated with different heat sterilization methods and volatile compounds

3 结论

3.1 采用顶空固相微萃取结合气质联用对不同杀菌方式的烧肉中挥发性物质进行了萃取及检测分析，共检出 60 种挥发性物质，其中包括醇类 13 种、醛类 5 种、酮类 6 种、炔类 14 种、酯类 6 种、杂环类 10 种、醚类 5 种及酚类 1 种。经过二次杀菌之后，样品中挥发性物质的总峰面积与对照组相比都明显降低，且挥发性物质的种类及比例也发生变化。

3.2 对不同杀菌方式处理的烧肉中挥发性物质种类进行主成分分析，可在主成分分析图上对不同杀菌方式的烧肉样品进行区分，其中对照组得分最高，位于图的右上方的区域内，酮类、杂环类、炔类是与其最为相关的三类挥发性物质；110 °C 杀菌组得分最低，位于图的左下方的区域，醇类是与其最为相关的一类

挥发性物质。通过聚类分析可将8类挥发性物质分为两类,酮类、杂环类、烃类、酚类、醛类及醚类聚为一类,其均位于主成分分析图中右半区域;醇类、酯类聚为一类,位于主成分分析图中左半区域。可按照风味成分组成将5组不同杀菌方式处理的烧肉分为三类:85℃杀菌组和95℃杀菌组聚为一类,对照组和121℃杀菌组聚为一类,110℃杀菌组自为一类。因此,在实际生产过程中,建议采用121℃的高温短时杀菌或者低温(85℃)杀菌,在延长货架期的同时尽量减小杀菌过程对产品挥发性香气物质的影响,以保持产品较好的风味。

参考文献

- [1] 綦艳梅,陈海涛,陶海琴,等.平遥与月盛斋酱牛肉挥发性成分分析[J].食品科学,2012,32(22):251-256
QI Yan-mei, CHEN Hai-tao, TAO Hai-qin, et al. Analysis of volatile compounds of pingyao and yueshengzhai spiced beef by gas chromatography-mass spectrometry [J]. Food Science, 2011, 32(22): 251-256
- [2] 陈海涛,张宁,孙宝国.SPME或SDE结合GC-MS分析贾永信十香酱牛肉的挥发性风味成分[J].食品科学,2012,33(18):171-176
CHEN Hai-tao, ZHANG Ning, SUN Bao-guo. Analysis of volatile compounds in jiayongxin spiced beef by solid phase micro-extraction or simultaneous distillation extraction coupled with gas chromatography-mass spectroscopy [J]. Food Science, 2012, 33(18): 171-176
- [3] 孙承锋,喻倩倩,宋长坤,等.酱牛肉加工过程中挥发性成分的含量变化分析[J].现代食品科技,2014,30(3):130-136
SUN Cheng-feng, YU Qian-qian, SONG Chang-kun, et al. Study on the changes of volatile compounds during the processing of spiced beef [J]. Modern Food Science and Technology, 2014, 30(3): 130-136
- [4] 戴妍.二次杀菌南京盐水鸭风味及脂肪氧化的影响分析[D].南京农业大学,2011
DAI Yan. Study on the changes of flavour and lipid oxidation of chinese nanjing cooked ducks during different post-production heat treatments [D]. Nanjing Agriculture University, 2011
- [5] Vasta V, Aouadi D, Brogna D M R, et al. Effect of the dietary supplementation of essential oils from rosemary and artemisia on muscle fatty acids and volatile compound profiles in Barbarine lambs [J]. Meat Science, 2013, 95(2): 235-241
- [6] Corral, S, Salvador, A, Flores, M. Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds [J]. Meat science, 2013, 93(3): 776-785
- [7] Purriños L, Franco D, Carballo J, et al. Influence of the salting time on volatile compounds during the manufacture of dry-cured pork shoulder "lacón" [J]. Meat Science, 2012, 92(4): 627-634
- [8] 顾赛麒,王锡昌,陶宁萍,等.基于主成分分析和聚类分析评价中华绒螯蟹蟹肉香气品质的研究[J].食品工业科技,2012,33(24):120-125
GU Sai-qi, WANG Xi-chang, TAO Ning-ping, et al. Evaluation on aroma-quality of meat of Chinese mitten handed crab (*Eriocheir sinensis*) by principal component analysis and cluster analysis [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(24): 120-125
- [9] Xie J C, Sun B G, Wang S B. Aromatic constituents from Chinese traditional smoke-cured bacon of Mini-pig [J]. Food science and technology international, 2008, 14(4): 329-340
- [10] Domínguez, R, Gómez, M, Fonseca, S, et al. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat [J]. Meat science, 2014, 97(2): 223-230
- [11] Lorenzo J M, Franco D, Carballo J. Effect of the inclusion of chestnut in the finishing diet on volatile compounds during the manufacture of dry-cured "Lacón" from Celta pig breed [J]. Meat science, 2014, 96(1): 211-223