

文章编号 :1009 - 038X(2000)05 - 0469 - 06

烤肉的香气成分

顾小红 , 汤 坚 , 张 灏 , 袁身淑
(无锡轻工大学中央研究所 ,江苏无锡 214036)

摘 要 :选用牛肉、猪肉和鸡肉为原料 ,对烤肉香气成分进行了研究 .采用动态吸附解吸法 ,在烧烤肉的同时将产生的烧烤香气吸附 ,吸附的香气成分经加热解吸后直接进入色谱-质谱(GC-MS)联用仪分析 .3 种烤肉香气成分经分离 ,鉴定出大量含硫、氧、氮的杂环化合物 ,这些化合物多数呈肉香、烤肉香、焦香和坚果香等 ,它们综合作用形成特征的烤肉风味 ,其中含硫化合物是形成肉香的关键化合物 .
关键词 :烤肉风味 ;吸附 ;解吸
中图分类号 :TS251.5 **文献标识码 :**A

The Flavor Components of Roasted Meat

GU Xiao-hong , TANG Jian , ZHANG Hao , YUAN Shen-shu
(Central Research Institute , Wuxi University of Light Industry , Wuxi 214036)

Abstract : The volatile flavor components of roasted beef , pork and chicken were studied in this paper . The volatile flavor components from meat while being roasted were absorbed by Tenax-GC . The absorbed flavor components were thermally desorbed . All fractions were analyzed by GC-MS . A large amount of sulfur , nitrogen , oxygen-containing compounds were identified . Most of them contribute to meaty flavor , roasted meaty flavor , burnt flavor and nutty note , which produced roasted meaty flavor profile . The sulfur-containing compounds were the key factors among them .
Key words : roasted meat flavor ; absorption ; desorption

肉类香味是最难研究的食品风味之一 ,但其发展前景非常广阔^[1] .随着现代分析仪器与分离技术的发展 ,已鉴定出的有关肉类风味化合物的总数已超过 1 000 种^[2] ,其中许多化合物对肉类风味有重大贡献 ,由于肉类风味是相当复杂的混合物 ,而且某些“ 关键化合物 ” 存在的量极少 ,且这些关键化合物在很大程度上是糖类及蛋白质加热交互作用的产物^[3] ,因此至今仍无法完全解开肉类风味的秘密 .

随着食品加工技术的发展 ,尤其是近年来烧烤食品的兴起 ,肉类烧烤发出的诱人香气越来越受欢迎 ,烧烤肉风味料成为研究的新热点 .但有关烧烤肉风味研究目前国内尚未见报导 ,因此 ,作者用牛肉、猪肉和鸡肉为原料 ,应用感官分析方法确定产生最佳烤肉香气的烧烤条件 ,首次采用动态吸附解吸法 ,在烧烤肉的同时将产生的烧烤香气吸附 ,吸附的香气成分经加热解吸后直接进入色谱-质谱(GC-MS)联用仪 ,对烤肉香气成分进行了分离鉴

定.

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验材料 市售新鲜牛肉、猪肉、鸡肉.

1.1.2 仪器设备 Finnigan MAT 4610B 型质谱-质谱(GC-MS)联用仪 美国 Finnigan MAT 公司生产,电烤箱 无锡市华达电子电器厂生产,吸附解吸装置 校测试中心自制.

1.1.3 药物试剂 Tenax GC 吸附剂 美国进口 ;液氮 无锡华晶电子公司.

1.2 研究方法

1.2.1 烧烤肉的方法 将剔去可见脂肪和结缔组织的新鲜肉,切成 1 cm 厚的块状,每块重 200 g,放入电烤箱中烧烤.烤箱与温度指示控制仪相连接,温度探头插入烤箱内一定位置,测量并控制烤箱内的温度.

1.2.2 挥发性香气物质的捕集—吸附与热解吸法

1) 香气成分的吸附捕集

吸附捕集装置见图 1.将处理好的肉放入烤箱栅架中部,温度升到设定温度时计时烧烤,香气同时吸附捕集.

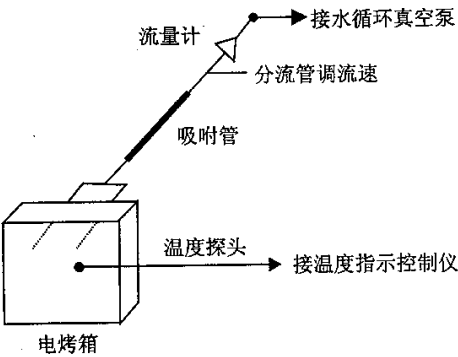


图 1 烧烤香气捕集装置示意图

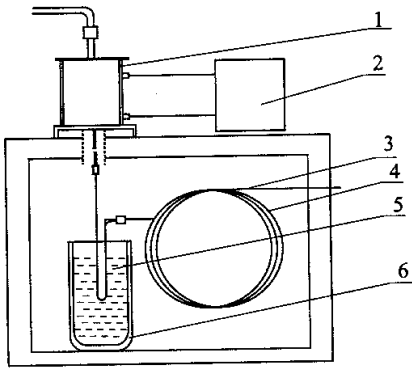
Fig.1 Absorption apparatus for roasted meaty flavor

2) 香气成分的热解吸

将经吸附捕集香气成分的吸附管插入专用热解吸装置内^[4],毛细管色谱柱前端连有不锈钢毛细管冷阱,并用液氮冷却(见图 2 和图 3),通入氮气,同时将热解吸装置升温至 220 ℃,热解吸逸出的香气成分被捕集在冷阱中.加热解吸 20 min 后移去热解吸装置,取出液氮杯,连接气相色谱载气,启动气相色谱,开始程序升温,质谱同时采集.

1.2.3 香气成分的定性分析 气相色谱条件:用氮气作载气,流速 1 mL/min,弹性石英毛细管柱 PEG-20M,质谱条件:电子轰击法(EI). 电子能量

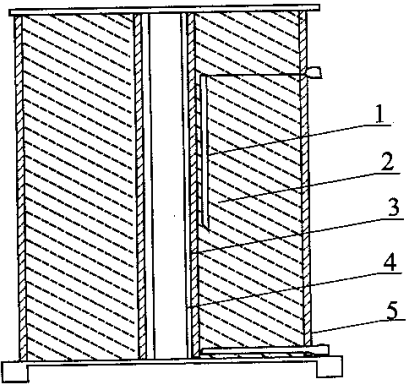
70 eV,灯丝发射电流 0.25 mA,电子倍增器电压 1050 V,接口温度 200 ℃,扫描速度全程(33 ~ 500 AMU)/s,重构总离子流图分别见图 4~6.



1.热解吸装置 2.温控仪 3.色谱炉箱 4.毛细管色谱柱 5.冷阱 6.液氮容器

图 2 热解吸工作示意图

Fig.2 Sketch of thermal desorption



1.温度传感器 2.保温层 3.加热丝 4.铜套管 5.绝缘外壳

图 3 热解吸装置剖面示意图

Fig.3 Section of thermal desorption apparatus

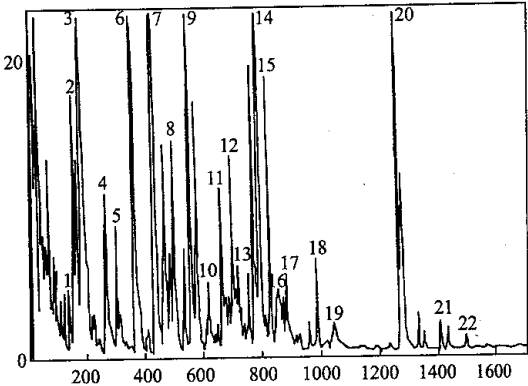


图 4 牛肉烧烤香气成分的重构总离子流图

Fig.4 Reconstructed ion chromatogram of a concentrate of volatile constituents from roasted beef

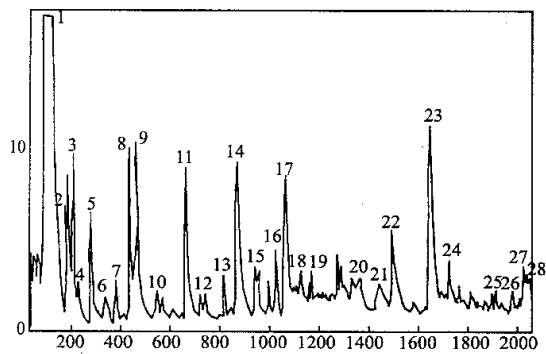


图 5 猪肉烧烤香气成分的重构总离子流图

Fig.5 Reconstructed ion chromatogram of a concentrate of volatile constituents from roasted pork

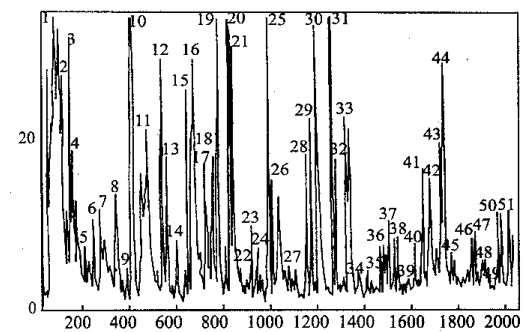


图 6 鸡肉烧烤香气成分的重构总离子流图

Fig.6 Reconstructed ion chromatogram of a concentrate of volatile constituents from roasted chicken

2 结果与讨论

2.1 最佳烤肉风味形成条件的确定

2.1.1 单因素烧烤试验 分别固定烧烤时间为30 min 烧烤温度 180 ℃ 对烧烤温度和烧烤时间分别进行选择 结果见图 7 和图 8.

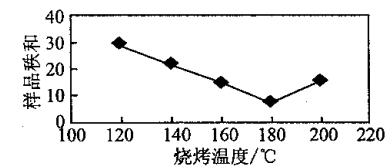


图 7 烧烤温度的选择

Fig.7 Selection of roast temperature

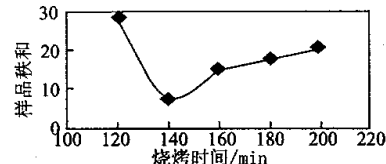


图 8 烧烤时间的选择

Fig.8 Selection of roast time

2.1.2 正交试验 在单因素试验的基础上,设计正交试验 $L_9(3^4)$ 因素和水平的选取如表 1 按照表 2 所示的方案进行试验,对烤肉香气成分进行感官评价,香气强度的排序结果的秩和转换值见表 2.

表 1 正交试验因素和水平的选取

Tab.1 Factors and levels of orthogonal test		
水平	温度 A/℃	时间 B/min
1	165	20
2	180	30
3	195	40

表 2 正交试验方案

Tab.2 Scheme of orthogonal test				
试验号	样品号	A	B	秩和
1	A	1	1	54
2	B	1	2	39
3	C	1	3	34
4	D	2	1	42
5	E	2	2	34
6	F	2	3	25
7	G	3	1	23
8	H	3	2	6
9	I	3	3	13

用 Friedman 秩和检验法^[5]计算出统计量 $F = 39.28$ 大于临界值 $F_{0.01}(9, 6) = 21.67$,判定在 1% 的显著水平样品之间有显著性差异,进一步分为六组,即:

H I G F C E B D A

结果表明:在 1% 的显著水平上,烧烤香气的强度差异性分为 6 组,样品 H 烧烤香气强度最大, I 次之, G、F、C、E 一般, B 弱, D 很弱, A 最弱,同组间各样品无显著差异.这个结果与单因素试验结果相符,即随着烧烤温度的升高,时间的延长,烧烤香气逐渐增强,达到最高点后因出现焦苦味,烧烤香气强度减弱.确定最佳烧烤条件为:温度 195 ℃,时间 30 min.三种肉类的烧烤条件基本相同.

2.2 烤肉风味成分分析

烤牛肉、猪肉和鸡肉的香气成分经 GC-MS 分离鉴定,结果分别见表 3~5.

从表 3~5 可以看出,三种肉烧烤产生的香气成分并不相同,这是因为 3 种肉所含的氨基酸、还原糖及脂肪的种类和含量都有差异,烧烤前虽剔除了可见脂肪,但肌肉中还存在一定的脂肪,所以产生的烧烤香气也有差别.但三种烤肉香气成分中都含有大量二甲基二硫、二甲基三硫及硫醇、噻吩等含硫化合物和呋喃、吡咯等含氧、氮的杂环化合物,这些化合物多数呈肉香、烤肉香、焦香和坚果香等.

表 3 牛肉的烧烤香气成分

Tab.3 Volatile compounds identified in roasted beef

化合物名称及类别	质量分数/%	感官特征
含硫化合物	27.67	肉香、烤肉香
2,5-双(1,1-二甲基乙氧基)噻吩	0.93	葱香、大蒜香
二甲基二硫	14.99	硫味
1,3-丙烷二硫醇	痕量	
2-甲基-2-十一烷硫醇	痕量	
二甲基三硫	0.91	
2,2-二甲基-1-丙硫醇	9.75	
4-氨基-2-嘧啶硫醇*	1.09	
噻唑类	9.61	肉香、坚果味
4,5-二甲基-3-异噻唑醇	1.42	
4,5-二氢-2-甲基-噻唑	3.08	
5,5-二甲基-2,4-噻唑啉二酮	5.11	
吡咯类	19.09	烤肉香、焦香
1-甲基吡咯	2.78	肉香、油腻味
2,3-二甲基吡咯	1.88	
2,3,5-三甲基吡咯	0.52	
吡咯	11.30	
3-甲基吡咯	0.27	
1-乙基吡咯	2.02	
2-甲基吡咯	0.14	
3-乙基吡咯	痕量	
1-(吡咯-2)-乙酮*	0.18	
其它杂环化合物	5.21	
四氢-6-甲基吡喃-2-酮	痕量	
吡啶	4.13	
2,5-二甲基吡喃	0.42	
3-(1-甲基乙基)斯德酮	0.65	
吡啶鎓	痕量	
其它化合物	38.43	多数对肉香贡献不大,油腻、奶油味、酯香
乙酰乙酸-2-甲基丙酯	0.50	
乙酸乙酯	2.79	
乙酸二甲基乙烯酯	痕量	
戊醛	11.65	
乙酸-2-丙烯酯	2.67	
1,5-己二烯	0.78	
1-辛醛-3-醇	2.89	
辛醛	1.33	
己腈*	0.68	
异氰基苯*	0.42	
辛醇	0.42	
3-庚烯-2-酮	0.30	

表 4 猪肉的烧烤香气成分

Tab.4 Volatile compounds identified in roasted pork

化合物名称及类别	质量分数/%	感官特征
含硫化合物	18.73	肉香、烤肉香、葱香、大蒜香、硫味
二甲基二硫	6.89	
二甲基三硫	1.78	
叔-十二硫醇	1.08	
4-甲基-2-氧-1,3,2-二氧硫烷	1.55	
乙酸硫-S-(2-甲基丁)酯*	7.43	
呋喃类和其它杂环化合物	23.58	肉香、烤香、焦香、坚果香
5,5-二甲基-2,4-噻唑啉二酮*	0.91	
2-戊基呋喃	0.78	
二氢-4,5-二甲基- α (3H)-呋喃酮	1.42	
α -戊基-2-呋喃乙醛	3.82	
四氢-4-羟基-4-甲基-2H-吡喃-2-酮	3.72	
3-吡咯啉醇	11.81	

续表		
化合物名称及类别	质量分数/%	感官特征
其他化合物	57.67	多数对肉香贡献不大、油腻、奶油、酯香
乙酸乙酯	6.85	
乙酸-2-丙烯酯	5.68	
戊醛	5.22	
5-己烯-2-醇	1.17	
己醛	9.18	
癸醛	10.10	
庚醛	3.14	
壬醛	7.22	
癸醇	5.38	
7-甲基辛醛	3.73	

表 5 鸡肉的烧烤香气成分

Tab.5 Volatile compounds identified in roasted chicken

化合物名称及类别	质量分数/%	感官特征
含硫化合物	21.82	烤肉香、肉香、葱香、硫味
二甲基二硫	10.21	
二甲基三硫	2.91	
甲基丙基二硫	痕量	
1-乙基-2-甲基-1 β-氧硫杂环己烷	4.27	
5(1,1-二甲基乙氧基)2-噻吩羧酸	4.43	
呋喃类	13.04	肉香、烤肉香、焦香、坚果香
5-乙基-二氢-5-甲基- α (3H)-呋喃酮	0.69	
2-丁基-四氢呋喃	1.22	
3-丁基-四氢呋喃	0.59	
3-甲基呋喃二酮	6.30	
2-戊基呋喃	2.34	
二氢-4,5-二甲基- α (3H)-呋喃酮	1.39	
3,5-二甲基-2,4-(3H,5H)-呋喃二酮	0.51	
噻唑类	1.23	肉香、烤香
4,5-二氢-3-苯基-6H-1,2,5-噻二唑硫酮*	0.37	
N-(3-甲基-5-异丙基)甲酰胺*	0.75	
5-乙基-2,4-二甲基异噻唑啉*	0.11	
吡嗪类	2.48	坚果香、烤香、爆米花香
2,5-二甲基吡嗪	0.95	
2-乙基-2,5-二甲基吡嗪	1.11	
2-甲基-6-(1-丙烯)-吡嗪	0.42	
吡咯类	6.86	烤肉香、焦香
1-甲基-2,5-吡咯啉二酮	0.83	
1-戊基吡咯	痕量	
2,3-二甲基吡咯	0.65	
1-乙基吡咯	1.77	
1-甲基吡咯	1.57	
1,5-二氢-1-甲基-吡咯-2-酮	2.04	
其它杂环化合物	14.69	油腻味、肉香
1,4-二甲基-3-哌啶醇*	痕量	
4-吡啶胺*	痕量	
2-癸基-吡啶	0.52	
α -2-吡啶基-2-吡啶甲醇	7.10	
1-甲基-2-哌啶酮	7.07	
其它化合物	39.82	多数对肉香贡献不大 油腻、奶油味
3-癸炔-2-醇	0.45	
乙酸-2-丙烯酯	1.60	
2-乙烯氧基-1-丙烯	5.62	
4-戊烯-2-酮	痕量	
1-辛烯-3-醇	3.55	
2,3-己二醇*	8.93	
2-壬烯-1-醇	0.79	
2-庚烯醛	0.77	
1-丙基-2-甲基乙烷	3.12	

续表

化合物名称及类别	质量分数/%	感官特征
2-戊醇	1.52	
2-十五炔-1-醇*	1.25	
7-庚烯-4-醇	痕量	
乙酸酐*	5.89	
苯甲醇	0.95	
2-戊酮	3.51	

注：* 为待确证的化合物

等 ,它们的综合作用形成特征的烤肉风味轮廓 ,其中含硫化合物是形成肉香的关键化合物^[6].除了这些化合物以外 ,3 种挥发性组分中还含有较多的醛、酮、酯、醇等其它化合物 ,醛类化合物是在 Maillard 反应过程中经 Strecker 降解产生的 ,这些醛类化合物能够进一步反应生成各种杂环风味化合物 .由于这些化合物的气味阈值比较高 ,所以对整体的风味轮廓贡献不大 ,相反 ,含硫化合物和杂环化合物的气味阈值极低 ,甚至仅为 10^{-5} mg/Kg^[7] ,但对整体风味的贡献却很大 .

3 结 论

- 1)对烤肉的条件进行了优化 ,确定肉(厚 1 cm、重 200 g)的最佳烧烤条件为 烧烤温度 195 ℃ ,烧烤时间 30 min .
- 2)分析了烤牛肉、烤猪肉和烤鸡肉的风味成分 ,3 种香气成分都含有大量的含硫化合物及含氧、氮的杂环化合物 ,这些化合物的综合作用形成了特征的烤肉风味轮廓 .

参考文献

[1]张驷祥 .肉类香味 过去 现在与未来 [J].食品工业(台) ,1985 ,17(12):3035 ~ 3036 .

[2]孙建军 ,陈肇铤 ,周瑞宝 .牛肉香气成分的研究 [J].郑州粮食学院学报 ,1995 ,16(1):7 ~ 19 .

[3]张开诚 .肉类的风味化学 [J].武汉粮食工业学院学报 ,1989 ,3 :47 ~ 54 .

[4]王林祥 ,汤坚 ,袁身淑等 .天津红枣香气成分的分离与鉴定 [J].无锡轻工大学学报 ,1995 ,14(1):49 ~ 56 .

[5]朱红 ,黄一贞 ,张弘编 .食品感官分析入门 [M].北京 :中国轻工业出版社 ,1993 .

[6]TAKAYUKI S ,GERALD F . Study of meat volatiles associated with aroma genertated in a D - Glucose - Hydrogen Sulfide - Ammonia model system[J]. **Agric Food Chem** , 1976 ,24(4): 843 ~ 846 .

[7]朱国斌 ,鲁红军编著 .食品风味原理与技术 [M].北京 :北京大学出版社 ,1996 .

(责任编辑 朱 明)