

不同熬煮工艺对牛杂汤挥发性风味物质的影响

何志勇¹, 简浩彬¹, 林玉惠², 吕全彬³, 马少军³, 吴胜芳¹, 秦昉¹, 曾茂茂¹, 陈洁¹

1(江南大学 食品科学与技术国家重点实验室, 江苏 无锡, 214122)

2(汕头市天悦食品工业技术研究院有限公司, 广东 汕头, 515041)

3(广东天际电器股份有限公司, 广东 汕头, 515021)

摘 要 采用顶空固相微萃取-气质联用技术(HS-SPME-GC/MS)和感官评定方法鉴定了商业牛杂汤的主要风味化合物,在此基础上优化了自制牛杂汤配方,并研究了不同熬煮时间和熬煮方式对牛杂汤风味物质的影响。结果表明:商业牛杂汤最主要的挥发性风味化合物有26种,包括醛类、萜烯类、醇类、酮类及其他化合物等种类。熬煮时间对牛杂汤风味有较大影响,1~3 h内延长熬煮时间会促进牛杂汤中挥发性成分的充分释放,但超过3 h汤中风味物质含量显著减少,牛杂汤的最适合熬煮时间为3 h;常规熬煮、开盖熬煮和高压熬煮的牛杂汤中分别检测出28、32、37种风味化合物,但高压熬煮汤的香味显著弱于常规和开盖熬煮,这可能是由于高压熬煮中脂肪氧化所产生的己醛、辛醛含量较低所致。

关键词 牛杂汤;GC-MS;风味;熬煮

牛杂汤是中国传统小吃,消费者吃肉喝汤,在全国各地都非常流行。各地牛杂汤虽然风味各不相同,但大体都是采用牛肉、牛肚、牛心、牛百叶、牛骨为汤底,配以一定比例的香料熬煮而成,风味浓郁,鲜香可口,营养丰富。

目前,牛杂汤只见于现做现卖的门店中,并没有工业化的产品,即便是全国连锁店,也都采用现场熬煮方式。在传统牛杂汤熬煮工艺中,原料牛杂的配比以及香辛料对牛杂汤风味影响很大,各地特色风味也由此而形成;牛杂汤的制作大多采用开盖长时间熬煮的方法。但在实际加工过程中,由于原料差异、熬煮时间和温度以及料水比例等的差异,即使同一家店铺不同熬煮批次的风味和滋味也可能存在较大差异。目前由于缺乏对影响牛杂汤风味的原料和加工因素的具体研究,实际生产过程中牛杂汤的风味问题难以控制,从而造成牛杂汤工业化生产一直受到限制。而目前报道的牛杂汤相关文献主要集中在文化层面或者烹饪方法方面^[1-6]。

因此,本研究以市场接受度比较高的商业牛杂汤为模板样品,利用顶空固相微萃取技术结合GC-MS鉴定牛杂汤中主要挥发性风味化合物,在此基础上详细研究了不同熬煮时间和熬煮方式对产品风味化合

物的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

牛心、牛肚、牛腿肉、牛骨,购于无锡雪浪镇农贸市场;葱、姜、蒜,购于无锡大润发超市;2-甲基-3-庚酮,购于百灵威公司;正构烷烃($C_6 \sim C_{26}$),购于Sigma公司;商业牛杂汤样品1和2,在同1天不同时间段购于无锡某餐饮连锁店。

1.2 仪器与设备

50/30 μ m DVB/CAR/PDMS 萃取头,上海安普科学仪器有限公司;Varian Trace MS 气相色谱-质谱联用仪,美国 Varian 公司;Typ-003-2391 超级恒温水浴锅,金坛市国旺实验仪器厂;AL 系列分析天平,瑞士梅特勒-托利多仪器有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 样品制备

将牛心、牛肚、牛腿肉、牛骨洗净按质量比3:2:1:4放入锅中,按料液质量比1:10加入冷水,大火烧开后撇去浮沫,放入香料包,继续熬煮至成品汤。其中,熬煮时分别采用常规熬煮(微沸,1,2,3,4 h)、开盖熬煮(微沸,2 h)和高压熬煮(110 $^{\circ}$ C, 2 h)3种方法。

1.3.2 风味物质固相微萃取

取处理好的样品10 mL装入顶空瓶中,加入风味内标准物2-甲基-3-庚酮,并加入磁力搅拌的转子,迅速封盖。萃取头在气相色谱的进样口老化,老化温度

第一作者:博士,副教授(陈洁教授为通讯作者)。

* 广东省产学研项目(No. 2013B090800026),汕头市科技计划项目(No. 汕市财教[2013]244号-169)

收稿日期:2015-04-13,改回日期:2015-05-19

为 250 ℃,载气体积流量为 0.8 mL/min,分流比为 50:1,老化 10 min。将老化后的萃取头插入样品瓶中,将石英纤维头推出,萃取 30 min,萃取温度为 60 ℃。将萃取好的萃取头在气相色谱进样器进行解吸,时间为 10 min,以备 GC-MS 分析。

1.3.3 风味物质组分 GC-MS 分析

采用 DB-WAX 毛细管色谱柱(30 m×0.25 mm×0.25 μm,0.25 μm)对牛杂汤挥发性化合物进行分离。萃取头热解吸温度为 250 ℃,时间为 10 min,不分流模式,解吸过程炉温保持在 40 ℃。程序升温起始温度 40 ℃,保持 3 min,然后以每分钟 6 ℃的升温速度升温到 100 ℃,再以每分钟 10 ℃升温到 230 ℃;进样口温度为 250 ℃,载气为 He,体积流量为 0.8 mL/min,不分流。载气为 He,流速 1.8 mL/min;不分流。汽化室的温度为 250 ℃。MS 条件:电离方式为 EI,电子能量为 70 eV,扫描范围 m/z:50.0~500.0。

1.3.4 感官分析

选取 25 位同学进行感官评定(男女比例 1:1),采用 9 点标度法(其中,1 = 极弱,9 = 极强)表示气味强度,对牛杂汤的总风味强度、肉香味、牛脂味、甜香味、葱香味五个指标进行评分。

2 结果与分析

2.1 商业牛杂汤挥发性风味物质

表 1 为 2 种商业牛杂汤中不同挥发性风味组分的相对百分含量。按照 Liu^[7] 的分类方法,可以将牛杂汤风味物质分成醇类、萜烯类、醛类、酮类及其他化合物。结果显示,同一商业牛杂汤的不同时间段获得的样品的挥发性风味物质略有不同。

醇类在这 2 种商业牛杂汤中的相对含量均为最高,分别为 57.5% 和 44.79%,其中 4-萜烯醇含量分别为 31.81% 和 19.5%,β-萜品醇含量分别为 15.03% 和 10.35%。除醇类外,牛杂汤还含有大量的酮类、萜类化合物以及酯类化合物等。本实验室对牛肉以及牛杂原料包括牛肉、牛骨、牛心、牛肺、牛肚、牛舌等进行了单独熬煮并测定了挥发性成分(数据省略),发现其中醇、酮、萜类挥发性成分含量极低或者无,可能主要来自于香辛料。相关文献显示,烯炔类成分如 α-水芹烯、柠檬烯、萜品油烯和醇类成分如桉叶油醇、4-萜烯醇、β-萜品醇以及 6-甲基-5-庚烯-2-酮等是生姜的主要风味化合物^[8-9];萜烯、水芹烯、石竹烯和胡椒酮主要来自于胡椒^[10],其中胡椒酮在 2 种商业牛杂汤中的含量分别为 12.51% 和 10.49%;

表 1 商业牛杂汤挥发性风味物质 %

Table 1 The volatile flavor compounds of commercial tripe soup

序号	类型	名称	商业牛杂汤 1	商业牛杂汤 2
1	醛类	己醛	3.14	4.47
2		辛醛	-	-
3		苯乙醛	-	0.68
4		壬醛	0.63	1.87
5		癸醛	-	0.35
6		Z-柠檬醛	3.35	1.40
7		丁香醛	-	-
8		E-柠檬醛	4.47	2.04
9		2,4-己二烯醛	-	-
10		苯甲醛	-	-
11	萜烯类	水茴香醛	0.04	-
12		2,4-癸二烯醛	-	0.17
13		α-水芹烯	1.49	-
14		月桂烯	-	-
15		2-萜烯	-	0.94
16		α-萜品烯	0.51	-
17		柠檬烯	-	3.34
18		α-蒎烯	0.59	-
19		萜品烯	-	1.26
20		萜品油烯	6.06	6.51
21	醇类	β-姜黄烯	-	-
22		姜烯	-	-
23		1-石竹烯	-	4.55
24		丙烯醇	-	-
25		桉叶油醇	6.39	3.16
26		苯乙醇	-	4.99
27		萜品醇	0.96	1.55
28		DL-异冰片醇	1.77	-
29		2-茨醇	-	2.45
30		4-萜烯醇	31.81	19.50
31	酮类	芳樟醇	-	-
32		β-萜品醇	15.03	10.35
33		香芹醇	0.22	-
34		橙花醇	0.41	-
35		香叶醇	-	-
36		异戊醇	0.10	-
37		3-甲基-2-戊醇	0.50	-
38		对异丙基苯甲醇	0.27	0.79
39		6-甲基-5-庚烯-2-酮	1.36	2.56
40		胡椒酮	12.51	10.49
41	其他	2-羟基-4,6-二甲氧基苯乙酮	4.96	10.22
42		2-乙酰基噻唑	-	1.70
43		间异丙基甲苯	0.62	0.17
44		乙酸香叶酯	-	-
45		乙酰氧基芳樟醇	-	-
46		醋酐	-	0.25
47		2,4-二甲基苯乙烯	0.34	-
48		乙酸冰片酯	0.05	-
49		乙酸松油酯	0.30	-
50		2,4-二叔丁基苯酚	0.25	2.55

注:“-”表示未测出。

萜品烯和柠檬烯则有可能来源于辣椒,带有玫瑰花香

的芳樟醇可能来自于花椒^[11];蒎烯、榄香烯则可能来自于香菜^[12]。醛类在牛杂汤中也占据重要比例,己醛、辛醛、壬醛是脂肪氧化降解产物,也是牛肉风味的主要来源^[13],本实验室发现单独熬煮的牛肉以牛杂原料中均含有较高的醛类成分(数据省略),己醛、辛醛、壬醛、癸醛、柠檬醛等也是香辛料如葱、姜和大蒜的主要成分^[14-18]。

在上述研究基础上,对包括牛肉、牛骨、牛心、牛

肺、牛肚、牛舌等牛杂原料、以及葱、姜、大蒜、花椒、胡椒、辣椒、香菜等香辛料成分进行配方优化,结合感官评定和 GC-MS 测定,确定自制牛杂汤的主要配料为牛腿肉、牛骨、牛肚、牛心、香葱、生姜、大蒜、花椒。

2.2 不同熬煮时间对牛杂汤挥发性风味物质的影响

不同熬煮时间对牛杂汤挥发性风味物质变化影响结果如表 2 所示。

表 2 不同熬煮时间牛杂汤的挥发性风味物质变化

Table 2 Changes of the volatile flavor compounds in tripe soup at different boiling time

化合物名称	保留指数	不同熬煮时间风味物质含量/[$\mu\text{g} \cdot (100\text{mL})^{-1}$]			
		1 h	2 h	3 h	4 h
醛类					
正己醛	1 045	2.66 ± 0.28 ^c	2.39 ± 0.55 ^c	11.14 ± 0.69 ^a	7.59 ± 0.37 ^b
正辛醛	1 243	19.23 ± 1.64 ^b	18.73 ± 2.94 ^b	28.13 ± 1.39 ^a	20.25 ± 2.9 ^b
壬醛	1 349	1.27 ± 0.16 ^b	1.55 ± 0.08 ^a	1.16 ± 0.08 ^{b,c}	1.04 ± 0.03 ^c
2,4-己二烯醛	1 364	1.09 ± 0.24 ^b	0.6 ± 0.07 ^c	0.9 ± 0.14 ^b	1.45 ± 0.03 ^a
癸醛	1 453	0.45 ± 0.01 ^a	0.39 ± 0.15 ^a	0.36 ± 0.06 ^a	—
苯甲醛	1 480	0.28 ± 0.04 ^c	—	0.7 ± 0.01 ^a	0.37 ± 0.07 ^b
丁香醛 ^b	1 497	0.38 ± 0.1 ^b	0.55 ± 0.18 ^a	0.37 ± 0.01 ^b	—
丁香醛 D	1 543	0.34 ± 0.14 ^b	0.35 ± 0.03 ^b	1.61 ± 0.14 ^a	—
Z-柠檬醛	1 635	2.66 ± 1.22 ^c	12.56 ± 2.95 ^a	4.83 ± 1.39 ^{b,c}	6.31 ± 1.99 ^b
柠檬醛	1 684	5.09 ± 0.17 ^d	15.49 ± 0.4 ^a	7.19 ± 0.69 ^c	9.73 ± 0.1 ^b
萜烯类					
月桂烯	1 113	1.36 ± 0.15 ^b	2.2 ± 0.87 ^{a,b}	2.8 ± 0.14 ^a	1.65 ± 0.97 ^b
柠檬烯	1 138	1.14 ± 0.17 ^{b,c}	1.54 ± 0.38 ^c	3.96 ± 0.14 ^a	1.76 ± 0.41 ^b
水芹烯	1 146	0.49 ± 0.02 ^c	0.12 ± 0.01 ^c	3.54 ± 0.55 ^a	1.32 ± 0.17 ^b
姜烯	1 670	0.34 ± 0.03 ^b	1.46 ± 0.39 ^a	1.46 ± 0.14 ^a	1.79 ± 1.08 ^a
醇类					
丙烯醇	1 091	0.74 ± 0.02 ^d	1.06 ± 0.15 ^c	1.28 ± 0.21 ^b	1.6 ± 0.04 ^a
桉叶油醇	1 159	4.69 ± 0.28 ^a	3.62 ± 0.33 ^b	—	2.62 ± 0.34 ^c
1-辛烯-3-醇	1 412	0.22 ± 0 ^b	—	0.55 ± 0.14 ^a	0.52 ± 0.05 ^a
芳樟醇	1 506	82.64 ± 4.12 ^d	97.14 ± 3.01 ^c	131.82 ± 2.77 ^a	111.11 ± 4.35 ^b
β-萜品醇	1 524	1.26 ± 0.21 ^{b,c}	2.26 ± 0.75 ^a	1.36 ± 0.55 ^b	0.66 ± 0.03 ^c
4-萜烯醇	1 562	35.62 ± 1.6 ^b	58.39 ± 2.29 ^a	33.17 ± 1.39 ^c	33.71 ± 1.13 ^{b,c}
2-Cyclohexen-1-ol,1-methyl-4-(1-methylethyl)	1 586	1.04 ± 0.24 ^b	1.9 ± 0.55 ^a	1.23 ± 0 ^b	1.09 ± 0.65 ^b
α-萜品醇	1 655	50.41 ± 3.46 ^c	56.72 ± 1.24 ^b	86.4 ± 2.77 ^a	—
橙花醇	1 752	6.08 ± 0.06 ^b	6.36 ± 0.65 ^b	11.59 ± 1.39 ^a	11.81 ± 0.61 ^a
香芹醇	1 787	0.29 ± 0.16 ^c	1.46 ± 0.52 ^a	0.92 ± 0.14 ^b	0.81 ± 0.18 ^b
香叶醇	1 796	16.78 ± 1.21 ^c	34.66 ± 1.72 ^a	36.03 ± 1.39 ^a	28.16 ± 1.66 ^b
乙酰氧基芳樟醇	—	0.66 ± 0.5	0.75 ± 0.3	0.67 ± 0.04	0.77 ± 0.03
酮类					
6-甲基-5-庚烯-2-酮	1 296	5.86 ± 1.49 ^c	8.54 ± 1.06 ^b	13.59 ± 0.75 ^a	7.87 ± 1.86 ^b
其他					
2-乙酰噻唑	1 603	1.22 ± 0.4 ^c	1.63 ± 0.79 ^c	3.7 ± 0.14 ^a	2.39 ± 0.04 ^b
乙酸香叶酯	1 703	0.14 ± 0.03 ^b	0.91 ± 0.18 ^a	0.86 ± 0.14 ^a	0.6 ± 0.46 ^a
总量	—	242.94 ± 6.94	334.35 ± 12.91	380.5 ± 0.98	250.72 ± 12.34

注:数据后面的标注含有相同字母(a, b, c)的表示表中同一行的数据间无显著性差异($P > 0.05$)。“—”表示未测出。表 3 同。

由挥发性风味物质总量可以看出,在熬煮的前 3 h,挥发性风味物质的总含量随熬煮时间延长而显著

增加,但随着熬煮时间的继续延长,这些物质不断挥发导致在汤中的含量持续下降,影响牛杂汤的风味。

从表 2 可知,略带油味的正辛醛、柠檬味的柠檬烯、有香甜水果香的 6-甲基-5-庚烯-2-酮、呈黑胡椒香的水芹烯、有浓郁花香的芳樟醇以及有柠檬和甜橙香味的橙花醇在前 3 h 含量显著增加,而在 4 h 后则显著下降。1-辛烯-3-醇是具有蘑菇味的特征风味物质,是亚油酸的氢过氧化物的降解产物,它在熬煮 2~3 h 时含量增加,并趋于稳定。苯甲醛是苯丙氨酸降解产物^[19],呈现浓郁的杏仁香味,其在熬煮 3 h 时含量达到了最大。具有爆米花香味的 2-乙酰吡唑含量在熬煮前 3 h 含量显著增加。

由图 1 可以看出,熬煮 3 h 的牛杂汤在香味总强度、肉香味、牛脂味甜香味评分中均为最高,而熬煮 2 h 的牛杂汤在葱香味评分中得分最高。熬煮 1 h 的牛杂汤在各方面评分中得分都较低,这可能是由于熬煮时间不够长,香味成分并没有完全释放出来。因此,综合上述 GC-MS 检测和感官评定结果,牛杂汤的最适合加工时间为 3 h。而影响牛杂汤风味的因素可能

包含以下几方面:牛肉、牛肚、牛骨等以及香料固有风味物质的释放;由氨基酸、脂肪等风味物质前体发生降解以及美拉德反应所产生醛类和含硫化合物的量;由于熬煮时间过长造成风味物质的挥发损失。

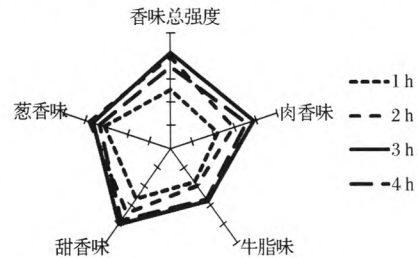


图 1 不同熬煮时间牛杂汤感官分析剖面图

Fig. 1 Sensory evaluation of tripe soup at different boiling time

2.3 不同熬煮方式对牛杂汤挥发性风味物质的影响

不同熬煮方式的牛杂汤样品中挥发性成分的种类和含量见表 3。常规熬煮、开盖熬煮和高压熬煮中分别检测出挥发性风味物质 28、32、37 种,这些挥发

表 3 不同熬煮方式对牛杂汤挥发性风味物质的影响

Table 3 Effect of boiling methods on the volatile flavor compounds of tripe soup

化合物名称	保留指数	不同熬煮方式风味物质含量/[μg·(100mL) ⁻¹]		
		常规熬煮	开盖熬煮	高压熬煮
醛类				
己醛	1 045	2.39 ± 0.55 ^b	3.4 ± 0.25 ^a	1.66 ± 0.16 ^c
正辛醛	1 243	19.23 ± 1.56 ^b	27.17 ± 0.28 ^a	15.47 ± 0.56 ^c
壬醛	1 349	1.55 ± 0.08 ^b	1.51 ± 0.1 ^b	4.07 ± 0.02 ^a
2,4-己二烯醛	1 364	0.6 ± 0.07 ^b	1.74 ± 0.22 ^b	2.02 ± 0.09 ^a
癸醛	1 453	0.39 ± 0.15 ^b	0.82 ± 0 ^a	0.84 ± 0.1 ^a
苯甲醛	1 480	—	0.68 ± 0.01 ^b	2.17 ± 0.54 ^a
丁香醛 ^b	1 497	0.55 ± 0.18 ^b	0.77 ± 0.07 ^b	1.23 ± 0.2 ^a
丁香醛 D	1 543	0.35 ± 0.03 ^c	0.6 ± 0.01 ^b	1.25 ± 0.07 ^a
Z-柠檬醛	1 634	12.56 ± 2.95 ^{a,b}	7.52 ± 3.34 ^b	13.67 ± 3.31 ^a
柠檬醛	1 672	15.49 ± 0.4 ^b	22.81 ± 1.39 ^a	11.99 ± 4.15 ^c
对甲氧基苯甲醛	1 934	—	—	1.5 ± 0.97 ^a
萜烯类				
月桂烯	1 113	2.2 ± 0.87 ^b	3.49 ± 0.84 ^a	3.59 ± 0.21 ^a
柠檬烯	1 138	1.54 ± 0.38 ^c	3.72 ± 1.03 ^b	7.03 ± 0.29 ^a
水芹烯	1 146	0.12 ± 0.01 ^b	2.32 ± 0.5 ^a	3.03 ± 0.64 ^a
倍半水芹烯	1 712	—	2.83 ± 0.14 ^a	1.57 ± 0 ^b
醇类				
丙烯醇	1 092	1.06 ± 0.15 ^a	1.33 ± 0.18 ^a	1.17 ± 0.19 ^a
桉叶油醇	1 159	3.62 ± 0.33 ^c	9.55 ± 0.69 ^b	16.88 ± 0.67 ^a
1-辛烯-3-醇	1 412	—	0.32 ± 0.01 ^a	—
芳樟醇	1 506	97.14 ± 3.01 ^b	137.83 ± 8.19 ^a	118.42 ± 9.72 ^b
马鞭烯醇	1 514	—	—	1.2 ± 0.36 ^a
β-萜品醇	1 524	2.26 ± 0.75 ^b	2.36 ± 0.05 ^b	13.25 ± 1.77 ^a
4-萜烯醇	1 562	58.39 ± 2.29 ^c	72.63 ± 5.81 ^b	94.36 ± 11.11 ^a
α-萜品醇	1 655	56.72 ± 1.24 ^b	77.89 ± 0.35 ^a	73.32 ± 4.16 ^a
橙花醇	1 722	6.36 ± 0.65 ^b	8.53 ± 3.02 ^{a,b}	11.71 ± 1.58 ^a
香芹醇	1 787	1.46 ± 0.52 ^a	0.76 ± 0.3 ^b	1.98 ± 0.42 ^a
香叶醇	1 796	34.66 ± 1.72 ^{a,b}	27.22 ± 4.17 ^b	36.78 ± 7.01 ^a

续表 3

化合物名称	保留指数	不同熬煮方式风味物质含量/[$\mu\text{g} \cdot (100\text{mL})^{-1}$]		
		常规熬煮	开盖熬煮	高压熬煮
乙酰氧基芳樟醇	-	0.75 ± 0.3^b	1.03 ± 0.18^b	1.86 ± 0.15^a
酮类				
6-甲基-5-庚烯-2-酮	1 296	8.54 ± 1.06^b	13.37 ± 0.64^a	4.84 ± 0.2^c
异丙基环己烯酮	1 607	-	-	1.47 ± 0.35^a
其他				
癸烷	1 000	-	-	3.68 ± 1.42
二烯丙基二硫	1 420	-	-	1.12 ± 0.14^a
2-cyclohexen-1-ol,1-methyl-4-(1-methylethyl)	1 586	1.9 ± 0.55^b	1.99 ± 0.49^b	3.43 ± 0.1^a
2-乙酰基噻唑	1 602	1.63 ± 0.79^b	$2.07 \pm 0.42^a^b$	2.55 ± 0.35^a
1,3-cyclohexadiene,5-(1,5-dimethyl-4-he	1 684	-	1.6 ± 0.52^a	-
乙酸香叶酯	1 703	0.91 ± 0.18^b	0.96 ± 0.48^b	3.3 ± 0.88^a
茴香脑	1 750	-	-	2.32 ± 2.03^a
α -姜黄烯	1 752	-	-	2.08 ± 1.39^a
propanoic acid,2-methyl-,1,1'-(2-ethyl-1-propyl-1,3-propanediyl) ester	-	0.78 ± 0.06^a	1 ± 0.33^a	0.85 ± 0.07^a

性风味物质主要包括醛类、醇类、酮类、萜烯类及杂原子类化合物。3 种不同熬煮方法的汤中醛类物质的相对含量分别为 16%、15%、12%。在常规熬煮的牛杂汤中,来自于脂肪氧化所产生的己醛、辛醛、壬醛含量分别为 0.72%、5.76%、0.46%;而开盖熬煮和高压熬煮含量分别为 0.77%、6.16%、0.34% 和 0.35%、3.30%、0.87%,高压熬煮汤中氧化醛含量明显更小,这可能是由于高压熬煮过程中与空气接触面积较少,使得脂肪氧化程度较低。在 3 种汤中含量最高的均为醇类,含量分别为 79%、77%、79%。其中开盖熬煮的牛杂汤中 1-辛烯-3-醇的含量为 $(0.32 \pm 0.01) \mu\text{g}/100\text{mL}$,而常规熬煮和高压熬煮均未被检测出来。有研究表明,1-辛烯-3-醇是由亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸降解产生的^[20]。而一些醇类如桉叶油醇、 β -萜品醇、4-萜品醇、橙花醇的含量经高压熬煮后含量明显上升。对甲氧基苯甲醛、马鞭烯醇、异丙基环己烯酮、癸烷、二烯丙基二硫、茴香脑等挥发性风味物质仅在高压熬煮的牛杂汤中检测出来。其中二烯丙基二硫可从大蒜细胞破损后释放的蒜素发生分解后得到^[21]。由于熬煮方式不同使得传递热量的方式、熬煮温度和压力不同,导致汤中固有风味物质的释放程度、风味前体物质的降解速度及美拉德反应的反应剧烈程度等不同,从而使得牛杂汤中醇、醛、酮、酯、含硫杂环化合物等物质也有所不同。

由图 2 可知,在不同熬煮方式牛杂汤感官分析剖面中,高压熬煮的牛杂汤香味总强度评分则显著低于开盖熬煮和常规熬煮。开盖熬煮在肉香味和牛脂味评分明显高于常规熬煮和高压熬煮,这可能是因为高压熬煮中由脂肪氧化所产生的己醛、辛醛含量较低的

缘故。而高压熬煮牛杂汤的葱香味评分要比其他 2 种汤更高。

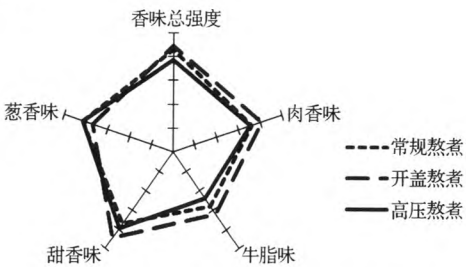


图 2 不同熬煮方式牛杂汤感官分析剖面图
Figure 2 Sensory evaluation of tripe soup at different boiling methods

3 结论

商业牛杂汤中主要挥发性风味化合物有 26 种,包括醛类、萜烯类、醇类、酮类及杂环类化合物等。3 h 内熬煮会促进牛杂汤中挥发性成分充分释放,但熬煮时间超过 3 h 会使得汤中风味物质含量显著降低,GC-MS 检测和感官分析显示牛杂汤的最适合加工时间为 3 h。从风味物质种类来看,高压熬煮的牛杂汤中检测出 37 种挥发性风味化合物,而常规熬煮和开盖熬煮分别为 28 和 32 种。但感官分析表明,高压熬煮的汤香味显著弱于常规熬煮和开盖熬煮,这可能是由于高压熬煮中脂肪氧化所产生的己醛、辛醛含量较低缘故。

参 考 文 献

[1] 崔保国,陈联平,陈晶亮.一种和味牛杂的制作方法[P].CN,102038199A.2011-05-04.
[2] 耿秋实.淮南牛肉汤[J].烹调知识,2006(2):20-21.

- [3] 田晓. 牛杂火锅的制作[J]. 四川烹饪, 2004(1): 35 - 36.
- [4] 余群力, 韩玲, 陈骋, 等. 一种真空冻干牛杂什锦的制备工艺及其砂锅产品[P]. CN, 103478747A. 2014 - 01 - 01.
- [5] 李正生. 一种古法秘制牛杂的方法[P]. CN, 103652996A. 2014 - 03 - 26.
- [6] 党强. 一种风味牛杂制作方法[P]. CN, 104137994A. 2014 - 11 - 12.
- [7] LIU F, SONG S, ZHANG X, et al. Effect of sterilization methods on ginger flavor beverage assessed by partial least squares regression of descriptive sensory analysis and gas chromatography-mass spectrometry[J]. European Food Research and Technology, 2014, 238(2): 247 - 257.
- [8] PHAN M G, PHAN T S, KOENIG W A. Terpinen-4-ol-rich essential oil from the fresh rhizomes of zingiber peltatum of vietnam[J]. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 2011, 14(4): 494 - 497.
- [9] DING S, AN K, ZHAO C, et al. Effect of drying methods on volatiles of Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe)[J]. Food and Bioproducts Processing, 2012, 90(3): 515 - 524.
- [10] Mamatha B S, Prakash M, Nagarajan S, et al. Evaluation of the flavor quality of pepper (*Piper nigrum* L.) cultivars by GC-MS, electronic nose and sensory analysis techniques[J]. Journal of Sensory Studies, 2008, 23(4): 498 - 513.
- [11] 樊丹青, 刘荣, 杨丽, 等. 不同产地花椒挥发油含量及组成成分比较研究[J]. 中药与临床, 2014, 5(2): 16 - 19.
- [12] 张京娜, 陈霞, 杨冬, 等. 云南玉溪芫荽挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 现代中药研究与实践, 2009, 23(4): 24 - 26.
- [13] Mottram D S. The effect of cooking conditions on the formation of volatile heterocyclic compounds in pork[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1985, 36(5): 377 - 382.
- [14] Ashimoto S, Miyazawa M, Kameoka H. Volatile flavor components of Chive (*Allium schoenoprasum* L.) [J]. Journal of Food Science, 1983, 48(6): 1 858 - 1 859.
- [15] Block E, Putman D, Zhao S. Allium chemistry: GC-MS analysis of thiosulfonates and related compounds from onion, leek, scallion, shallot, chive, and Chinese chive[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1992, 40(12): 2 431 - 2 438.
- [16] 战琨友, 王超, 徐坤, 等. 气相色谱-质谱技术分析姜油树脂中的挥发性及非挥发性成分[J]. 色谱, 2008, 26(6): 692 - 696.
- [17] LEE K H, YUN H, LEE J W, et al. Volatile compounds and odor preferences of ground beef added with garlic and red wine, and irradiated with charcoal pack[J]. Radiation Physics and Chemistry, 2012, 81(8): 1 103 - 1 106.
- [18] 刘源, 徐幸莲, 周光宏. 顶空固相微萃取气质联用检测生姜挥发性成分[J]. 中国调味品, 2004, 29(1): 42 - 44.
- [19] STIJVE T, AMAZONAS M, GILLER V. Flavour and taste components of *Agaricus blazei* ss. Heinem. -A new gourmet and medicinal mushroom[J]. Deutsche Lebensmittel Rundschau, 2002, 98(12): 448 - 453.
- [20] CHO I H, KIM S Y, CHOI H K, et al. Characterization of aroma-active compounds in raw and cooked pine-mushrooms (*Tricholoma matsutake* Sing)[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(17): 6 332 - 6 335.
- [21] 王希丽, 张建丽, 何洪巨. GC-MS 法测定大蒜中的挥发性物质[J]. 分析测试学报, 2004, 23(S1): 107 - 109.

Effects of different boiling methods on the volatile flavor compounds of tripe soup

HE Zhi-yong¹, JIAN Hao-bin¹, LIN Yu-hui², LÜ Quan-bin³,
MA Shao-jun³, WU Sheng-fang¹, QIN Fang¹, ZENG Mao-mao¹, CHEN Jie¹

1(State Key Lab of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

2(ShantouTianyue Food Industry Technology Institute Limited Company, Shantou 515041, China)

3(GuangdongTianji Electric Limited Company, Shantou 515021, China)

ABSTRACT The volatile flavor components of the commercial tripe soup were identified by GC-MS, coupled with HS-SPME and sensory evaluation. The recipe was optimized and the effect of different boiling time and modes on the aromatic composition of tripe soup was investigated. The results showed that 26 volatile compounds were detected in commercial tripe soup, including aldehydes, terpene, alcohols, ketone and heterocyclic compounds. Boiling the tripe soup for 1 ~ 3 h would promote the full release of volatile components, but the boiling time over 3 h might induce the decrease of the volatile flavor compounds content, and the optimum boiling time was 3 h. There were 28, 32 and 37 volatile compounds detected respectively in the control boiling, traditional boiling without cover and autoclaving. The Sensory score of tripe soup boiling by autoclaving was significantly lower than others, which might be due to the low levels of hexanal and octanal produced from the fat oxidation during autoclaving.

Key words tripe soup; GC-MS; flavor; boiling