

粤式柱候酱的特征风味成分分析

江津津, 贾强, 陈烽华, 陈松, 赖梓健

(广州城市职业学院食品系, 广东广州 510405)

摘要: 为研究粤式柱候酱的风味特色, 探讨其风味形成原因。本文把柱候酱与其他豆面酱样品进行对比, 并结合感官评定对游离氨基酸含量、气相离子迁移指纹图谱、固相微萃取-气相色谱-质谱分析得到的挥发性风味成分的含量及营养成分含量进行了研究。结果表明: 柱候酱 S2 的游离氨基酸中鲜味氨基酸含量丰富 3.36 g/100 g, 甜味氨基酸和苦味氨基酸含量适中 1.8 g/100 g 和 1.03 g/100 g, 感官评价得到综合分数最高。气质联用分析结果表明: 桉叶醇、蒎烯、D-柠檬烯、甲基庚烯酮这些化合物是 S2 独有的。用气相离子迁移谱也可定性出多种呈香化合物。2-甲氧基苯酚, 己酸乙酯, 乙酸丙酯, 己二酮, 丙酸, 丁醛, 苯乙酮, 丁酸, 甲硫基丙醛、二甲基二硫醚这些化合物是柱候酱特有的, 这些化合物也可被视为代表粤式柱候酱风味特色的香气活性物质。

关键词: 柱候酱; 风味特色; 挥发性化合物; 气相离子迁移谱

文章编号: 1673-9078(2019)08-304-310

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.8.042

Analysis of the Characteristic Flavor Components of Cantonese Zhu-hou Sauce

JIANG Jin-jin, JIA Qiang, CHEN Feng-hua, CHEN Song, LAI Zi-jian

(Department of Food, Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510405, China)

Abstract: In order to investigate the flavor characteristics of Cantonese Zhu-hou sauce, their flavor formation were discussed. In this work, the content of free amino acids, gas-phase ionic migration spectroscopy fingerprint, volatile flavor components from solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry and nutrient components were analyzed. The results showed that the content of free amino acid of S2 was 3.36 g/100 g, the content of sweet amino acid and bitter amino acid was 1.8 g/100 g and 1.03 g/100 g, respectively. The comprehensive score of S2 was the highest in sensory evaluation. The results of GC-MS analysis showed that the eucalyptol, camphene, D-limonene and methyl heptanone were unique to S2. A variety of aromatic compounds were identified by gas-phase ionic migration spectroscopy. The 2-methoxyphenol, ethyl hexanoate, propyl acetate, hexanedione, propionic acid, butyraldehyde, phenylacetone, butyric acid, methylthiopropionaldehyde, dimethyl disulfide were detected, which were unique to zhu-hou sauce. These compounds can also be regarded as aromatic active substances representing the flavor characteristics of Cantonese zhu-hou sauce.

Key words: Zhu-hou sauce; flavor characteristics; volatile compounds; gas-phase ionic migration spectroscopy

调味酱是生活的必需品, 烹饪中, 炒、烧、蒸、焖等都需要酱料来调味。柱候酱是广东菜肴尤其珠三角地区非常重要的调味酱。柱候酱是以大豆和面粉为主原料, 以白糖、食用油、蒜茸, 八角等为辅料经过酿造, 煮制后研磨而成的一种酱。柱候酱作为佛山特产, 有“烹肉大师”之称, 能使鸭肉、鸡肉、猪肉、羊肉等畜禽肉类香味浓郁, 无油腻感, 其风味独特,

收稿日期: 2019-04-27

基金项目: 广东省科技创新战略专项资金 (2018A030313075); 广州市高校创新创业教育项目 (201709k03); 广州市教学成果培育培优项目; 广东大学生科技创新培育专项资金项目 (pdjh2019b0838); 广东省教育厅特色创新项目 (自然科学, 2018GKTSCX030)

作者简介: 江津津 (1977-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 食品风味与风味形成

耐人寻味, 且富含不饱和脂肪酸和游离氨基酸等营养物质。对柱候酱的风味特性进行探究, 找出其中能影响其风味特性的化合物, 可在一定的程度上推动传统食品的产业发展和影响力。柱候酱的风味是影响其品质标准的重要因素, 本文对柱候酱风味成分进行分析探讨, 鉴定出其关键挥发性成分。从挥发性化合物、风味关键成分、游离氨基酸、营养成分组成、含水量等方面分析, 为发酵原料的选择、发酵工艺的优化和产品风味的改善提供更好的理论依据, 对其他类调味酱料的产业发展起到指导和补益的作用。

食品的风味包括气味和滋味, 滋味是人在品尝食物时产生多种感觉的复杂结合, 当蛋白质分解成多肽和游离氨基酸时才呈现出各种复杂的滋味, 而气味则主要是由于还原糖和氨基酸发生美拉德反应而产生

的。固相微萃取-气相色谱-质谱联用技术和气相离子迁移谱分析是风味研究中现代化的分析技术。这两项新型技术能通过分析 and 对比样品中的挥发性化合物,找出影响风味的关键活性物质的含量。挥发性的香味分析结果与非挥发性的滋味分析结果再与感官评价相结合就能全面分析柱候酱风味特色。本文以佛山柱候酱为主要研究对象,与国内其他几种豆面酱进行了风味比较及评价,探究粤式柱候酱的风味特色。

1 材料与方法

1.1 原料

柱候酱 1 (S1)、柱候酱 2 (S2)、黄豆酱 (S3)、拌面酱 (S4)、北方面酱 (S5), 2017 年 12 月购于广州沃尔玛广园店,规格为 400 克(瓶装)。

1.2 仪器与设备

紫外可见分光光度计 (WFZ-26A), 天津市拓普仪器有限公司; 电子分析天平 (FA1004N), 上海精密仪器仪表有限公司; 台式高速离心机 (TG16), 上海卢湘仪离心机仪器有限公司; 电热恒温水槽 (CU-600), 上海精密仪器仪表有限公司; 高效液相色谱仪 (Ulti Mate 3000), 赛默飞世尔科技(中国)有限公司; 电热恒温油浴锅 (DU-20), 上海精密仪器仪表有限公司; 真空泵 (GM-1.0A), 上海书培实验设备有限公司; 热鼓风恒温箱 (DGG-9620A), 上海览浩仪器设备有限公司; 全自动氮吹浓缩仪 (XT-NS1 型), 上海新拓分析仪器科技有限公司; 氨基酸分析仪 (S-433D), 赛卡姆(北京)科学仪器有限公司; 漩涡混合器 (Vortex-Genie 2T), 北京开源国创科技有限公司; 便携式色差计 (3NH310), 青岛润禄机电设备有限公司; 电子分析天平 (JA1003), 上海精密仪器仪表有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 感官评价

本次感官评价采用描述性定量分析 (QDA) 法。由 12 位同学组成的一个感官评价小组,对 S1-S5 进行感官评价之前,首先对着 12 位同学进行酱的风味品评的培训,对酱样品的风味特征(酱香、鲜味、豉味、酯香、甜味、咸味、整体可接受性),对 S1、S2、S3、S4、S5 分别评分。评分标准为: 0~10 分, 总共: 11 个分数,“0”代表没感觉到此味道,“10”代表此种味道浓厚^[1]。

1.3.2 游离氨基酸含量测定

游离氨基酸含量测定采用 GB 5009.124-2016 规定的方法。

1.3.3 蛋白质、脂肪、水分含量测定的方法

蛋白质、脂肪、水分含量测定分别采用 GB 5009.5-2016/第一法、GB 5009.6-2016/第二法和 GB 5009.3 2016/第一法。

1.3.4 固相微萃取-气相色谱-质谱分析

1.3.4.1 SPME 萃取条件

酱料样品 S1、S2、S3、S4、S5 各 1 g 加入到 50 mL 顶空瓶中,放入转子,置于能够加热搅拌的磁力搅拌器上,密封后 40 °C 水浴平衡 10 min,以 200 r/min 速率磁力搅拌。将固相微萃取纤维 75 mm CAR / PDMS 插入瓶中,使之与酱液面的距离保持 1 cm,萃取温度 40 °C,顶空吸附 20 min,随后抽回纤维头,从样品瓶中拔出萃取头,再将萃取头插入 GC-MS 的气相色谱进样口,推出纤维头于 240 °C 解吸 3 min。

1.3.4.2 GC-MS 条件

GC 条件: 色谱柱 Rtx-Wax (30 mm×0.25 mm×0.25 mm), L 采取程序升温,起始温度为 40 °C,保持 5 min,以 5 °C/min 上升到 120 °C 保持 2 min,再以 10 °C/min 上升至 220 °C,最后以 6 °C/min 升至 220 °C。进样口温度为 240 °C,以氦气为载气,流速为 1 mL/min,不分流进样。MS 条件: 接口温度为 240 °C,离子源温度为 230 °C,电离方式为 EI, 70 eV 扫描质量范围为 33~450 u^[2]。

1.3.5 气相离子迁移色谱分析

取 1 g 样品,放入 20 mL 顶空进样瓶中,40 °C 孵化 10 min 后经顶空进样用气相离子迁移谱仪 Flavour Spec®进行测试,经 G.A.S.开发的强大功能软件分析可给出样品中挥发性有机物的差异谱图;软件内置的 NIST 数据库和 IMS 数据库可对物质进行定性分析。气相-离子迁移谱单元: 分析时间为 30 min,色谱柱类型为 FS-SE-54-CB-115 m ID:0.53 mm,柱温为 40 °C,载气/漂移气为 N₂,IMS 温度为 45 °C。自动顶空进样单元: 进样体积为 300 μL,孵育时间为 10 min,孵育温度为 60 °C,进样针温度为 65 °C,孵化转速为 500 r/min^[3,4]。

1.3.6 数据统计分析

采用 SPSS 12.0 和 Excel 进行数据处理,差异性分析 (ANOVA) 被用来检查各个不同结果的平均值间的显著性差异,采用 3 个平行,取 95% 置信度 ($p < 0.05$)。

2 结果与讨论

2.1 感官评价的结果

12 位感官评鉴员根据 QDA 原则分别对 S1、S2、S3、S4、S5 进行了感官评分, 得到图 1。

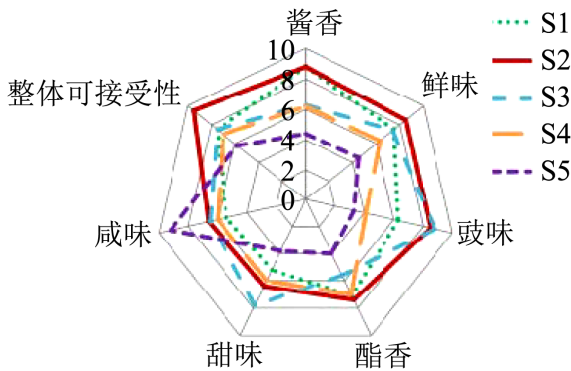


图 1 五种酱样品的风味 QDA 雷达图

Fig.1 QDA radar map of flavor of five sauce samples

根据感官评分结果, 绘制风味轮廓图。由图 1 可知, S1、S2、S3、S4、S5 综合评分分别为 6.83 分、7.96 分、7.13 分、6.10 分、和 5.00 分, 风味整体相似度存在明显差异。S2 柱候酱 2 以鲜甜味、酯香味较突出, S1 柱候酱 1 的各风味指标都不算突出, S3 黄豆酱的豆豉味和甜味较为突出, 不足之处在于酱香和酯香不够浓郁; S4 各方面风味较为一般, 用来拌面条尚可提供较好风味的。北方面酱存在咸味过高, 口味过重的问题。综上, 经过 12 位感官评鉴员的感官评价结果以及对数据的分析对比, 一致认为风味最好的就是 S2 样品, 其他的样品酱料风味相对逊色, 故选取 S2 为标准参照样品。

2.2 游离氨基酸种类及含量

游离氨基酸是调味酱中较为重要的滋味物质和风味的前体物质, 其呈味作用主要取决于其味道特征, 如鲜味、酱香、豉味、酯香、咸味、苦味、甜味等, 游离氨基酸及其各自的阈值、含量和其他成分的相互作用, 共同决定着风味的形成。从表 1 可以看出, 5 种样品均含有 16 种游离氨基酸, 样品 S1 至 S5 的游离氨基酸的总含量分别为 5.26 g/100 g、6.29 g/100 g、8.72 g/100 g、4.91 g/100 g 以及 9.11 g/100 g。其中, S1 的谷氨酸含量最少, 仅为 0.93 g/100 g, S1 的鲜味氨基酸的含量最低, 为 2.14 g/100 g, 可能是其滋味中鲜味不足的原因。S3 的谷氨酸含量最高, 有 4.17 g/100 g。S3 的鲜味氨基酸总量最高, 为 5.42 g/100 g, 其余 3 个样品的鲜味氨基酸含量均在 3.10 g/100 g 之上。S5 的游离苦味氨基酸的含量最高, 为 3.0 g/100 g, 可能是其苦味过于明显的原因, 其余样品的苦味氨基酸总含量均不超过 2.00 g/100 g。苦味也是发酵调味酱料的诸味之一, 苦味往往来源于氨基酸、短肽等物质。S4

的游离的甜味氨基酸含量比其他样品明显偏低, 为 0.65 g/100 g, 其他样品的甜味氨基酸总含量均大于 1.00 g/100 g。随着发酵进程的延长, 游离氨基酸和短肽类物质不断变化, 减弱了产品的不愉快感, 也构成以豆面为原料的调味酱的独特的滋味特征, 正是这些具有多种多样味感的氨基酸赋予发酵调味酱料丰富的味觉层次。

表 1 样品的游离氨基酸种类及含量 (g/100 g)

Table 1 Content of free amino acids in sample (g/100 g)

分析项目	S1	S2	S3	S4	S5
天冬氨酸 ASP	0.50	0.57	0.68	0.41	0.98
苏氨酸 THR	0.27	0.25	0.26	0.16	0.39
丝氨酸 SER	0.31	0.29	0.32	0.17	0.50
谷氨酸 GLU	0.93	2.25	4.17	2.42	1.86
甘氨酸 GLY	0.26	0.24	0.27	0.14	0.40
丙氨酸 ALA	0.45	0.30	0.30	0.18	0.56
缬氨酸 VAL	0.35	0.30	0.34	0.19	0.54
蛋氨酸 MET	0.081	0.080	0.052	0.039	0.10
异亮氨酸 ILE	0.32	0.26	0.32	0.15	0.49
亮氨酸 LEU	0.48	0.42	0.49	0.24	0.75
酪氨酸 TYR	0.12	0.10	0.14	0.081	0.33
苯丙氨酸 PHE	0.25	0.25	0.30	0.13	0.46
组氨酸 HIS	0.15	0.14	0.16	0.090	0.28
赖氨酸 LYS	0.31	0.25	0.33	0.18	0.51
精氨酸 ARG	0.22	0.35	0.31	0.19	0.38
脯氨酸 PRO	0.26	0.24	0.28	0.14	0.58
鲜味氨基酸总量	2.14	3.36	5.42	3.15	3.80
甜味氨基酸总量	1.15	1.03	1.19	0.65	1.98
苦味氨基酸总量	1.85	1.8	1.97	1.03	3.00

注: 鲜味氨基酸: 天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸; 甜味氨基酸: 苏氨酸、丝氨酸、赖氨酸、脯氨酸; 苦味氨基酸: 缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、组氨酸、精氨酸。

2.3 蛋白质、脂肪、水分含量分析结果与配料比较

从表 2 可以看出, S2 的脂肪含量最多, 含水量最少, 而蛋白质总量又不少, 导致其酯香味更浓厚, 风味更好。

S1 配料: 面豉(水、大豆、小麦粉、食用盐)、水、白砂糖、大蒜、大豆油、酿造食醋、辣椒、芝麻油、香辛料、乙酰化二淀粉磷酸酯、黄原胶、焦糖色、甜菊糖苷、苯甲酸钠。

表2 样品的基本成分分析 (g/100 g)

Table 2 Protein, fat and moisture content of five samples (g/100 g)

营养成分	S1	S2	S3	S4	S4
蛋白质(N*6.25)	7.21 ± 0.02	7.18 ± 0.02	8.73 ± 0.02	4.68 ± 0.02	11.30 ± 0.02
脂肪	5.80 ± 0.03	8.60 ± 0.02	4.60 ± 0.02	8.00 ± 0.01	4.90 ± 0.02
水分	44.20 ± 0.02	36.52 ± 0.03	41.91 ± 0.03	38.25 ± 0.02	53.69 ± 0.02

S2 配料: 面豉(水、食用盐、大豆、小麦粉)、白砂糖、水、酿造酱油、芝麻酱、红腐乳、食用盐、大豆油、姜、脱水大蒜、乙酰化二淀粉磷酸酯、谷氨酸钠、酿造食醋、香辛料、焦糖色、咸辣椒(辣椒、食用盐)。

S3 配料: 水、非转基因大豆、白砂糖、食用盐、小麦粉、谷氨酸钠、乳酸、乙酰化二淀粉磷酸酯、焦糖色、黄原胶、5'-肌苷酸二钠、5'-鸟苷酸二钠、山梨酸钾、三氯蔗糖。

S4 配料: 面豉(水、食用盐、大豆、小麦粉)、咸辣椒(辣椒、食用盐)、白砂糖、水、大豆油、谷氨酸钠、酵母抽提物、葱头、脱水大蒜、乙酰化二淀粉磷酸酯、脱水牛肉、苯甲酸钠

S5 配料: 甜面酱、水、食用植物油、白砂糖、食用盐、食用淀粉、谷氨酸钠、香辛料、山梨酸钾、苯甲酸钠。

从样品的配料可看出: 这五种酱料的基础原料里面都有豆、面这两种基本原料。S2 的配方成分更加丰富, 与配方最相近的 S1 相比: S2 使用了脱水大蒜, 而 S1 使用的是普通的大蒜; S1 用的是酿造食醋, 而 S2 添加的是风味更加柔和的酿造酱油; 芝麻酱、红腐乳、姜、谷氨酸钠也是 S2 独有的。

2.4 SPME-GC-MS 测定挥发性风味成分

样品 S1-S5 的 SPME-GC-MS 总离子流图如图 2 所示。样品经由 SPME-GC-MS 检出的挥发性风味成分列表如表 3 所示。由表 3 可知, 五种酱料一共检测出 32 种主要挥发性风味物质, 共 10 类。其中包括 8 种醇类化合物、4 种酯类化合物、4 种醛类化合物、4 种酸类化合物、4 种烯类化合物、3 种酮类化合物、2 种醚类化合物、1 种吡咯化合物、1 种烷类化合物和 1 类三聚体化合物。

通过数据整理得到 S2 的独有的挥发性风味成分见表 4。

醇类化合物包括: 桉叶醇、苯乙醇、麦芽醇、乙醇、呋喃甲醇、2-丙烯醇、3-甲基-1-丁醇、2,3-丁二醇。这些醇类化合物对酱的香气有着举足轻重的作用, 能带来醇香的香味和有着助香剂的作用, 同时也是生成酯类物质的必要反应物。苯乙醇作为一种食用香料,

由于其拥有令人愉快, 较柔和, 还持久发香而得到广泛应用于各种各类食用香精中, 是柱候酱中影响风味的关键化合物。脂肪族不饱和醇, 能使柱候酱具有独特的青香感, 其味觉特征表现为浓郁的奶香和果香, 使得柱候酱的风味更加柔和。乙醇使得柱候酱的风味能有酒香气, 而桉叶醇是 S2 中独有的, 桉叶醇可以作为定香剂, 这是 S2 独特风味不可缺少的一种化合物。正是因为这些醇类化合物的香气交织在一起, 才有了柱候酱与众不同的香味^[5]。

酯类化合物^[6]: 在调味酱中起着浓郁香甜且柔和的基底作用, 也是酱中至关重要的化合物。由表 3 可知, 酯类化合物种类也明显较多。特别是 S2(柱候酱 2)含有苯甲酸乙酯、乙酸乙酯、2-羟基丙酸乙酯、3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇苯甲酸酯。酯类化合物在柱候酱中起着影响风味特性的作用, 能够明显增强柱候酱的质感和口感; 能使柱候酱具有浓郁的果香味。苯甲酸乙酯也具有水果香味; 乙酸乙酯: 具有清灵和微带果香的酒香, 较易扩散。2-羟基丙酸乙酯是一种无色液体, 稀释后有水果和奶油香气。乙酸乙酯这种化合物在 S2 中有而 S1 无, 这也是 S2 比 S1 香味更浓郁的一个原因, 3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇苯甲酸酯是 S2 独有的。3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇苯甲酸酯具有浓郁的月下香香味和柑橘香味, 这些可能也是形成 S2(柱候酱 2)独特风味的重要因素。

醛类化合物: 2-甲基-3-苯基丙醛、3-甲硫基丙醛、苯乙醛、苯甲醛。醛类化合物能呈现辛辣的刺激气味, 使得调味酱具有辛辣的香味和口感。苯乙醛具有水果的甜香气^[7,8]。3-甲硫基丙醛: 具有醇厚的酱香、洋葱香和红烧肉香, 使柱候酱的香味更加浓郁醇厚, 增强食欲。苯甲醛具有焦糖的香味, 并且具有较强的抗氧化能力, 能使柱候酱香气更加浓郁诱人, 其中 2-甲基-3-苯基丙醛 S2 含量最高, 而 3-甲硫基丙醛、苯乙醛、苯甲醛相对比 S2 含量最低, 这含量配比也是可能 S2 风味独特的原因。

酸类化合物: 乙酸、丙酸、丁酸、2-甲基丁酸。乙酸在酱中可以作为酸度调节剂、增味剂、还能杀死微生物使酱得到更好的保鲜。乙酸、丙酸是酸味剂, 2-甲基丁酸也是一种食用香精^[9]。对比 S1、S3、S4、S5 样品中酸类化合物的含量, S2 的含量比只比 S3 多

一点,较 S1 少 2 倍,也极大可能是导致 S1 和 S2 风味差异的原因。

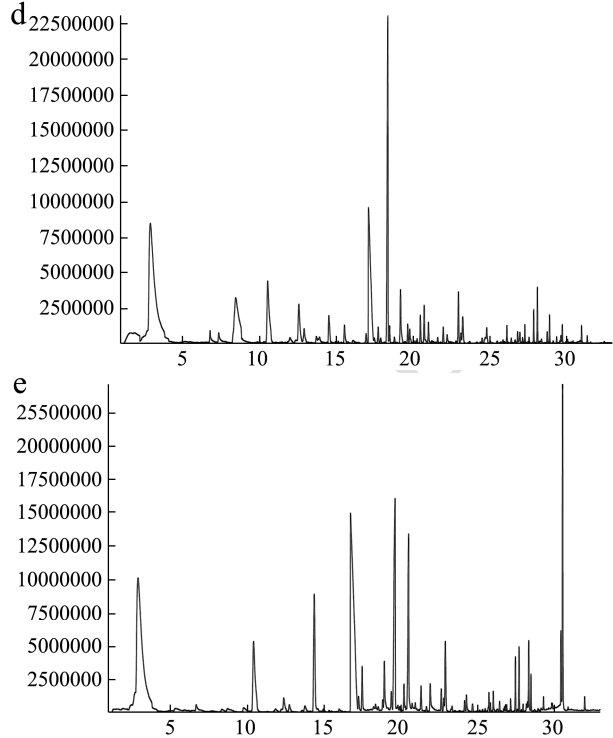
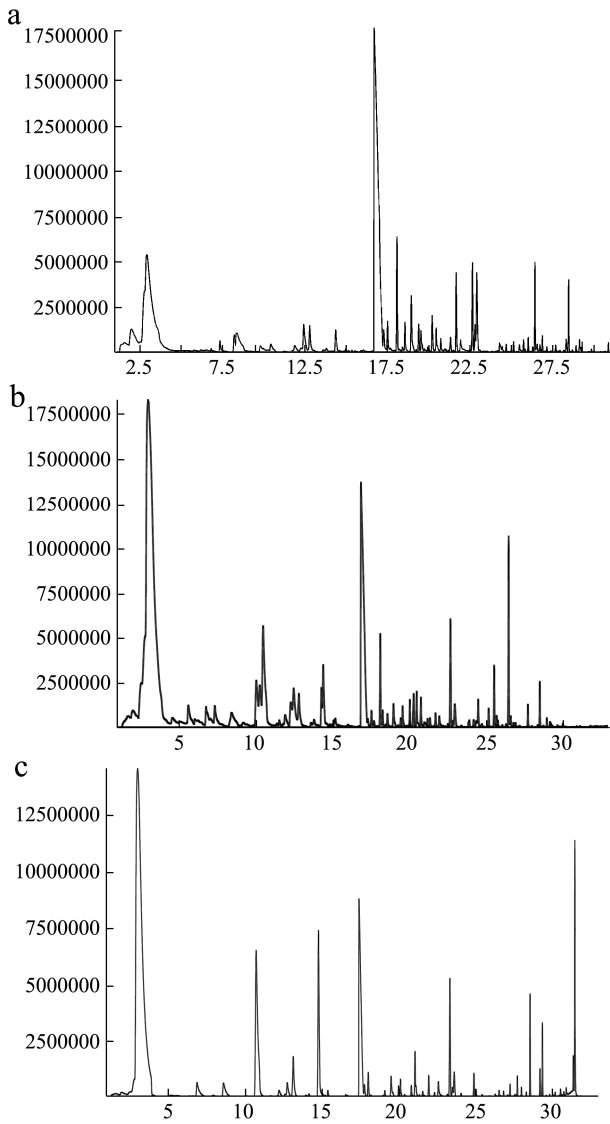


图 2 S1-S5 的 SPME-GC-MS 的总离子流图

Fig.2 Chromatogram of SPME-GC-MS of S1-S5

注: a: S1 的挥发性组份的总离子流图; b: S2 的挥发性组份的总离子流图; c: S3 的挥发性组份的总离子流图; d: S4 的挥发性组份的总离子流图; e: S5 的挥发性组份的总离子流图。

烯类化合物: 苾烯是构成柱候酱的独特风味特性的化合物。D-柠檬烯为无色油状透明液体, 有新鲜橙子香气及柠檬样香气。苾烯、D-柠檬烯都是 S2 独有的, 是 S2 与 S1 最明显的香味区别, 也是区别其他酱类最重要的化合物。

表 3 五种样品的挥发性风味成分组成

Table 3 Volatile flavor composition of five samples

保留时间/min	挥发性组分名称	相对含量/%				
		S1	S2	S3	S4	S5
2.005	4-羟基-5-甲基-3-丙基-2-己酮	3.59	0.48	-	-	0.09
2.538	乙酸乙酯	-	0.03	0.26	-	0.34
2.538	乙酸	-	0.03	0.26	-	0.34
2.923	甲醛脒三聚体	24.30	-	-	-	-
2.979	乙醇	-	51.74	52.78	30.14	23.49
6.0014	苾烯	-	1.03	-	-	-
7.355	2-丙烯醇	0.34	0.83	-	0.74	-
8.424	二烯丙基硫醚	0.63	1.04	-	9	-
10.016	D-柠檬烯	-	1.79	-	-	-
10.242	桉叶醇	-	1.65	-	-	-
10.435	3-甲基-1-丁醇	0.45	4.98	8.79	5.86	5.05

转下页

接上页						
12.275	邻异丙基苯甲烷	0.21	0.86	-	0.21	0.14
12.785	1-羟基-2-苯丙酮	1.17	1.08	1.48	0.92	0.36
14.254	6-甲基-5-庚烯-2-酮	-	0.74	-	-	-
14.366	2-羟基丙酸乙酯	0.72	1.8	5.26	1.53	5.16
16.692	乙酸	38.56	13.18	10.72	13.05	19.86
18.076	二烯丙基二硫醚	2.53	1.24	-	12.26	-
18.934	苯甲醛	1.73	0.50	0.71	2.25	1.78
19.388	丙酸	0.68	0.12	0.22	0.6	0.69
19.530	2,3-丁二醇	0.64	0.32	1.19	1.82	8.91
20.253	3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇苯甲酸酯	-	0.56	-	-	-
21.665	丁酸	1.82	0.18	0.09	0.50	0.16
21.916	苯乙醛	0.41	0.22	0.40	0.43	1.38
22.637	呋喃甲醇	2.14	1.59	2.45	1.69	0.57
22.799	苯甲酸乙酯	0.72	0.11	0.25	0.42	0.36
22.902	2-甲基丁酸	2.51	0.55	0.65	1.18	1.94
24.439	3-乙基-1,2-二硫环己-4-烯	0.14	0.46	-	0.62	-
25.125	茴香烯	0.19	0.22	0.03	0.11	0.21
25.485	2-甲基-3-苯基丙醛	0.15	0.75	0.06	0.10	0.08
27.676	苯乙醇	0.12	0.22	1.33	1.27	0.95
28.303	麦芽醇	0.27	0.04	0.43	0.31	1.32
28.454	2-乙酰吡咯	1.05	0.41	0.94	0.58	0.54

表4 S2 的独有的挥发性风味成分

Table 4 The unique volatile flavor component of S2

保留时间/min	挥发性组分名称	相对含量/%				
		S1	S2	S3	S4	S5
10.242	桉叶醇	-	1.65	-	-	-
6.0014	茨烯	-	1.03	-	-	-
10.016	D-柠檬烯	-	1.79	-	-	-
14.254	6-甲基-5-庚烯-2-酮	-	0.74	-	-	-
20.253	3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇苯甲酸酯	-	0.56	-	-	-

酮类化合物：甲基庚烯酮有着柠檬草的香气。可衍生出多种香味化合物。这也使得柱候酱香味更加复杂，由于甲基庚烯酮是 S2 独有的，使得 S2 具有与众不同的风味特性。

含硫类化合物：二烯丙基硫醚、二烯丙基二硫醚。二烯丙基硫醚是一种无色或浅黄色液体，具有大蒜的气味。能与乙醇、乙醚、氯仿和四氯化碳混溶，几乎不溶于水。由上表可以看出 S3、S5 不含有含硫化合物，而 S1 和 S2 含量不高，而 S4 含量很高，证明柱候酱有大蒜香味，但是并没有很重的大蒜味，而是多种香味混合而成的独特香味。

综上所述，由表 4 可知，桉叶醇、3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇苯甲酸酯、茨烯、D-柠檬烯、甲基庚烯酮、这些化合物都是 S2 独有的，这些化合物形成了柱候

酱 2 的独特的香味，也成就了柱候酱 2 独特的风味特性。

2.5 气相离子迁移色谱分析结果

图 3 中所列的指纹峰为 S2 中的挥发性有机物，它们在每种样品中的含量不同，这些挥发性有机物与每种酱中特有的挥发性有机物相互作用构成了每种酱独特的风味。运用 GCxIMS Library Search 软件通过内置的 NIST 2014 气相保留指数数据库与 G.A.S 的 IMS 迁移时间数据库二维定性，结果如图 3。

五种样品一共定性出 49 种主要挥发性风味物质，共 11 类。其中包括 11 种醇类化合物、7 种酯类化合物、10 种醛类化合物、3 种酸类化合物、2 种烯类化合物、9 种酮类化合物、1 种醚类化合物、3 种吡咯化

合物、1 种烷类化合物、1 种苯类化合物, 1 种苯酚类化合物。2-甲氧基苯酚、己酸乙酯、乙酸丙酯、己二酮、丙酸、1,2-二甲氧基乙烷、丁醛、苯乙酮、丁酸、二甲基二硫醚这几个化合物都是 S2 有而 S1 没有的, 正因为这些化合物的挥发性香味, 才形成 S2 的独特风味, 同时也可看出 S2 的风味物质比 S1 丰富。

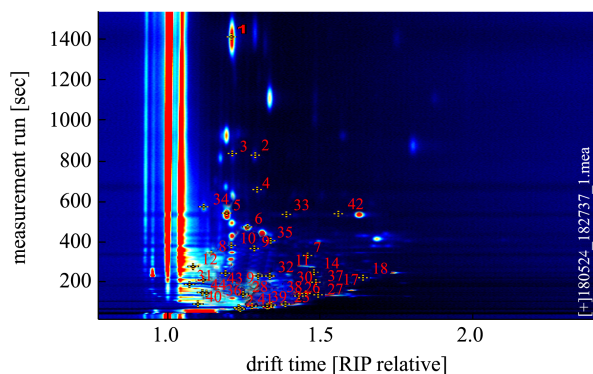


图3 S2 样品的 GC-IMS 定性结果

Fig.3 Qualitative analysis of S2 by GC-IMS

3 结论

柱候酱是佛山传统名特产品之一, 由三品楼厨师梁柱侯在清嘉庆年间创制。它以大豆、面粉作原料, 经制曲、晒制后成酱胚, 和以猪油、白糖、芝麻, 重蒸煮而成。其色泽红褐, 豉味香浓, 入口醇厚, 鲜甜甘滑, 是调饌中的上乘酱料, 适用于烹调风味独特的柱候鸡、鹅、鸭, 并可焖制各种肉类。风味对柱候酱来说是极其重要的指标, 本文对柱候酱的风味进行分析探讨, 先感官评价样品的风味差异, 接着对游离氨基酸含量进行测定, 分析柱候酱蛋白质、脂肪、水分含量, 最后进行固相微萃取-气相色谱-质谱分析和气相离子迁移色谱分析。在感官鉴定中 S2 得到 12 位感官评鉴员综合给出的 7.96 分, S2(柱候酱 2)以鲜甜味、酯香味较突出被作为标准样品。游离的氨基酸中 S2 的鲜味氨基酸含量高, 甜味氨基酸和苦味氨基酸含量适中。鲜味十足, 甜味与苦味都适中才导致它的风味更好。从营养成分分析结果看出, S2 的脂肪含量最多, 含水量最少, 而蛋白质总量又不低, 导致其酯香味更浓厚, 风味更好。在 SPME-GC-MS 测定挥发性风味成分 S2 独有的呈香化合物, 桉叶醇、3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇苯甲酸酯、苡烯、D-柠檬烯、甲基庚烯酮、这些化合物都是 S2 独有的, 这些化合物都形成了柱候酱 2 的独特的香味, 也成就了柱候酱 2 独特的风味。用气相离子迁移谱技术分析 S2 样品可以定性出多种呈香化合物, 与其他样品进行比较。结果表明: 2-甲

氧基苯酚、己酸乙酯、乙酸丙酯、己二酮、丙酸、1,2-二甲氧基乙烷、丁醛、苯乙酮、丁酸、甲硫基丙醛、二甲基二硫醚都是 S2 独有的。正因为这些化合物的挥发性香味, 才形成 S2 的独特风味, 这些化合物同时也可以视为粤式柱候酱特征风味的香气活性物质。

参考文献

- [1] 吴帅,杨锡洪,解万翠,等.低值虾发酵制备传统虾酱风味的综合分析[比较].食品科学,2016,2:121-127
WU Shuai, YANG Xi-hong, XIE Wan-cui, et al. Comprehensive analysis and comparison of the flavor of traditional fermented shrimp paste produced from trash shrimp [J]. Food Science, 2016, 2: 121-127
- [2] 庞惟俏,曲鹏宇,魏程程,等.黑龙江地区 6 种大豆酱挥发性成分及理化特征分析[J].中国酿造,2017,6:81-88
PANG Wei-qiao, QU Peng-yu, WEI Cheng-cheng, et al. Analysis of volatile components and physiochemical characteristics of six kinds of soybean paste in Heilongjiang [J]. China Brewing, 2017, 6: 81-88
- [3] 陆娅婷,胡双,陆鹏,等.离子迁移谱及其在食品监测中的应用[J].食品安全质量检测学报,2014,4:1087-1092
LU Ya-Ting, HU Shuang, LU Peng, et al. Ion mobility spectrometry and its application in food monitoring [J]. Journal of Food Safety and Quality, 2014, 4: 1087-1092
- [4] 葛含光,张民,崔颖,等.离子迁移谱技术及其在食品检测中的应用[J].食品安全质量检测学报,2015,2:391-398
GE Han-gang, ZHANG Min, CUI Ying, et al. Ion mobility spectrometry and its application in food test [J]. Journal of Food Safety and Quality, 2015, 2: 391-398
- [5] 宋焕禄.食品风味化学[M].北京:化学工业出版社,2008
SONG Huan-lu. Food Flavor Chemistry [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008
- [6] 乔鑫.黄豆酱挥发性成分形成特征的研究[D].武汉:湖北工业大学,2011
QIAO Xin. Study on the formation characteristics of volatile components in soybean paste [D]. Wuhan: Hubei University of Technology, 2011
- [7] 左勇,叶碧霞,杨小龙,等.甜面酱风味物质的研究进展[J].中国调味品,2016,2:139-142
ZUO Yong, YE Bi-xia, YANG Xiao-long, et al. Analysis of flavor components in sweet soybean paste [J]. China Condiment, 2016, 2: 139-142

(下转第 316 页)