

搅拌吸附萃取结合气相色谱串联质谱法 分析传统六堡茶挥发性成分

梁剑锋, 李亚*, 宾月景, 奚广生, 陈金辉, 梁莉莉

(梧州学院食品与制药工程学院(六堡茶现代产业学院), 广西六堡茶产业科研人才小高地, 广西梧州 543002)

摘要: 为了探究传统六堡茶挥发性组分及关键呈香物质, 该研究采用搅拌吸附萃取-气相色谱串联质谱联用(Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS)技术结合相对气味活度值(Relative Odor Activity Value, ROAV)、风味轮技术对三个传统六堡茶样品进行挥发性组分分析。论文鉴定出芳香烃类、醇类、酮类、醛类、烯类、杂氧化合物六大类共39种香气化合物, 样品挥发性组分及相对含量差异明显: 农家六堡茶含有较高醇类(62.66%)和烯类(26.64%)挥发性化合物, 六堡茶果含有较高醇类(81.10%)和醛类(3.62%)挥发性化合物, 六堡老茶婆含有较高的醇类(56.13%)和烯类(36.95%)挥发性化合物; α -雪松醇是传统六堡茶样品相对含量最高(38.92%~49.12%)挥发性组分。样品经ROAV值计算确定 α -雪松醇、韦得醇、别雪松醇、 β -芳樟醇等对8种化合物为对样品香气具有决定作用的挥发性组分(ROAV>1.00), 香茅醛、反-2-辛烯醛、2-正戊基咪喃等7种化合物为对样品香气具有修饰作用的组分(0<ROAV≤1.00)。此外通过构建风味轮廓及风味轮方法, 确定样品的风味主要有呈现木香、果香、花香、菌香和陈香挥发性组分构成。该研究为传统六堡茶生产加工中特殊风味形成及变化提供理论依据。

关键词: 传统六堡茶; 关键香气成分; 搅拌吸附萃取; 相对气味活性值; 风味轮

文章编号: 1673-9078(2024)04-257-263

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2024.4.0543

Analysis of the Volatile Components of Traditional Liupao Tea by using Adsorption Extraction Combined with Gas Chromatography-tandem Mass Spectrometry

LIANG Jianfeng, LI Ya*, BIN Yuejing, XI Guangsheng, CHEN Jinhui, LIANG Lili

(School of Food and Pharmaceutical Engineering (Liupao Tea Modern Industry College), Guangxi Liupao Tea Industry Scientific Research Talents Small Highland, Wuzhou University, Wuzhou 543002, China)

Abstract: To explore the volatile components and key aromatic substances of traditional Liupao tea, the gas chromatography-mass spectrometry technique combined with relative odor activity value and flavor wheel techniques was

引文格式:

梁剑锋, 李亚, 宾月景, 等. 搅拌吸附萃取结合气相色谱串联质谱法分析传统六堡茶挥发性成分[J]. 现代食品科技, 2024, 40(4): 257-263.

LIANG Jianfeng, LI Ya, BIN Yuejing, et al. Analysis of the volatile components of traditional liupao tea by using adsorption extraction combined with gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Modern Food Science and Technology, 2024, 40(4): 257-263.

收稿日期: 2023-05-09

基金项目: 广西中央引导地方科技发展资金项目(桂科ZY21195056); 广西科技重大专项(桂科AA22068085-3); 广西自然科学基金项目(2023GXNSFAA026221); 梧州市科技计划项目(202302025); 梧州学院重点科研项目(2023B005); 广西大学生创新创业训练计划项目(S202311354020)

作者简介: 梁剑锋(1982-), 男, 硕士, 副教授, 研究方向: 茶叶生产与加工, E-mail: ljf117117@163.com

通讯作者: 李亚(1983-), 女, 硕士, 高级工程师, 研究方向: 食品检测与分析, E-mail: 23170570@qq.com

used to analyze three traditional Liupao tea samples. In total, 39 aromatic compounds were identified from six categories of aromatic hydrocarbons, alcohols, ketones, aldehydes, alkenes, and heteroxy compounds. The volatile components and relative contents of samples significantly differed. Nongjia Liupao tea contained high alcohol (62.66%) and oleic (26.64%) volatile compound contents, Liupao tea fruit contained high alcohol (81.10%) and aldehyde (3.62%) volatile compound contents, and Liupao old tea contained high alcohol (56.13%) and oleic (36.95%) volatile compound contents. α -cedarol exhibited the highest relative content of volatile components (38.92%–49.12%) in traditional Liupao tea samples. α -cedarol, vedranol, allocedarol, and β -linalool contents were determined by the ROAV values of the samples as volatile components (ROAV>1.00); citronellal, trans-2-octenal, 2-n-amylfuran and other seven compounds had modification effects on the aroma of samples ($0 < \text{ROAV} \leq 1.00$). In addition, the flavor profile and flavor wheel were constructed to determine the main flavor attributes of the samples, including woody, fruity, floral, fungal, and aged aromatic volatile components. This study provides a theoretical basis for the formation and changes of specific flavors in the production and processing of traditional Liupao tea.

Key words: traditional Liupao tea; key aromatic components; agitation adsorption extraction; relative odor activity value; flavor wheel

广西六堡茶选用梧州市苍梧县群体种或者广西大叶种茶树的鲜叶,经杀青、揉捻、渥堆、复揉、干燥5道工序制成^[1,2]。六堡茶以著名的“红、浓、陈、醇”特殊风味深受国内外的消费者喜爱,其中“陈”就是指六堡茶特殊香气,其香气具有陈厚浓郁,有松烟和槟榔味的特点^[3,4]。六堡茶加工工艺除了现代渥堆发酵工艺外,还有采用杀青、揉捻、沏堆、初蒸、发酵、复蒸、加压、干燥、晾置、陈化等工序制作而成的传统工艺生产加工的农家六堡茶,农家六堡茶包括采用茶籽为原料加工而成六堡茶果,及采用霜降后老茶为原料生产的六堡老茶婆,传统工艺六堡茶是六堡茶最简单、最原始加工工艺^[5,6]。农家六堡茶由于没有经过渥堆湿热发酵,陈化发酵速度比较慢,以其浓郁的松烟的香味及独特风味正在被越来越多消费喜爱^[7,8]。

近年来对茶叶挥发性成分的提取、富集技术手段主要有:顶空蒸汽萃取、减压蒸馏萃取、固相微萃取、吹扫捕集和搅拌吸附萃取^[9-11]。搅拌吸附萃取法原理是通过浸泡直接与样品接触方式,将样品中挥发性成分吸附、富集到搅拌棒上,研究表明搅拌棒上吸附层对挥发性成分吸附能力是固相微萃取吸附层50~250倍^[12],所以搅拌吸附萃取法比较适合对茶叶中挥发性香气成分萃取。目前搅拌吸附萃取法已经在环保、烟草、酒业等领域中对挥发性成分的分析^[13,14]。

本文选取农家六堡茶中具有代表性六堡茶茶果、农家六堡茶、六堡老茶婆样品为研究对象,采用搅拌吸附-气质联用技术分析其挥发性成分,借鉴相对气味活度值^[15]计算方法确定对传统六堡

茶风味有影响的关键性挥发性成分,采用风味轮廓和风味轮的方法分析传统六堡茶香气,为研究传统广西传统六堡茶风味形成及加工工艺提供试验数据。

1 材料和方法

1.1 试剂与设备

试验样品:在梧州茶叶市场上购买农家六堡茶果、农家老茶婆、农家六堡茶,将六堡茶果、农家老茶婆、农家六堡茶样品分编号CG、LCP、NJC,进行下一步挥发性成分萃取及检测分析。

实验仪器设备:GC7890B-5977B气相色谱-串联质谱联用仪,配美国国家标准与技术研究院数据库(National Institute of Standards and Technology, NIST):美国安捷伦科技公司;EG-Silicone搅拌吸附剂,德国哲斯泰公司;TD100热脱附系统(配Tenax TA采样管),英国Markes公司。

1.2 试验方法

1.2.1 样品感官审评

选取代表性样品3.0g置于茶叶审评杯中,加入150mL沸水中,加盖浸泡样品2.0min,然后将茶汤倒入审评碗中,嗅闻杯中茶底香气。茶叶香气小组由5名获得高级茶叶审评员资格人员组成,对收集传统六堡茶样品进行香气属性及相应强度感官审评,审评采用10分制^[16](评分标准:0~2分微弱、2~4分较强、4~6分强、6~8分很强),感官审评术语及标准品见表1。

表 1 传统六堡茶感官审评术语及定义
Table 1 Terms and definitions of sensory evaluation of traditional Liupao tea

感官属性	定义	标准物质参照
木香	具有杉木、松木等木头香味	雪松醇
果香	具有强烈水果香	柠檬烯
花香	具有甘甜醇厚的花香	芳樟醇
草香	带有青草或者鲜叶的气息	2-正戊基呋喃
陈香	具有腐败、尘土的潮湿味道	1,2,3-三甲氧基苯
菌香	具有蘑菇的气息	1-辛烯-3-醇

1.2.2 样品处理

在试验开始前先将吸附子加热老化 1 h, 称取样品 0.50 g 置于 50 mL 萃取瓶中, 然后加入 10.00 mL 开水浸泡样品并搅拌均匀, 将萃取瓶迅速置于 80 °C 恒温水浴中先保温 10 min, 插入搅拌吸附子并顶空吸附 60 min, 取出吸附子立即放入无填料的 Tenax TA 采样管。将采样管放进中进行热脱附, 热脱附后进入气相色谱-串联质谱仪进行检测分析。

1.2.3 样品挥发性成分测定

进样条件: 一级热脱附 280 °C 解析 10 min 后进入冷阱; 二级热脱附冷阱 300 °C 解析 5 min 后进样。

气相色谱条件: 载气 99.999% 高纯氦气, 色谱柱 DB-Wax (60 m×0.25 mm×0.25 μm), 不分流, 流量: 1.5 mL/min, 恒流, 柱温条件: 初始温度 50 °C, 保持 5 min, 以 1.5 °C/min 的升温速率至 170 °C, 再以 10 °C/min 升温速率至 210 °C, 保持 20 min。

质谱条件: 四级杆, 离子源温度 230 °C, 离子源: 电子轰击源, 电子能量 70 eV, 扫描质量范围 50~650 u, 采用全扫描方式采集数据。

定性定量方法: 样品挥发性成分经过气相色谱-串联质谱仪分析后得到总离子流图色谱图, 其与 NIST 质谱库进行检索与匹配, 从提取离子、碎片离子、质核比、匹配度等方面确定各色谱峰对应的化合物, 对正反匹配度均大于 800 的挥发性成分化合物进行保留, 以峰面积归一法计算各挥发性成分的相对含量。每个样品重复测定三次取平均值。

1.2.4 挥发性成分相对活度值计算

根据参考文献中挥发性化合物在水中的香气阈值, 计算样品中挥发性成分 ROAV 值^[17]:

$$ROAV \approx \frac{C_i \times T_{\max}}{C_{\max} \times T_i} \times 100 \quad (1)$$

式中:

C_i —样品中各挥发性成分的相对含量, %;

C_{\max} —样品中对香气贡献最大组分的相对含量, %;

T_i —样品中各挥发性成分在水中的香气阈值, μg/kg;

T_{\max} —对样品中对香气贡献最大组分在水中的香气阈值, μg/kg。

某挥发性成分 ROAV 值大于 1, 则为样品的关键香气成分; 某挥发性成分 ROAV 值介于 0.1 至 1 之间, 则为样品具有修饰功能的香气成分。

2 结果与分析

2.1 传统六堡茶挥发性成分风味轮廓分析

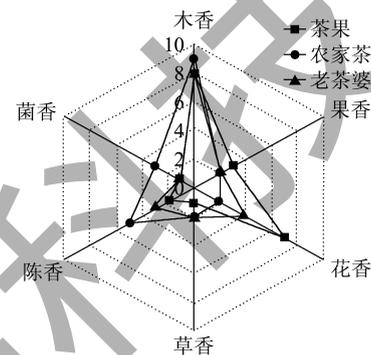


图 1 传统六堡茶香气感官雷达图

Fig.1 Sensory radar map of traditional Liupao tea aroma

经过感官审评对样品香气进行审评由图 1 可以看出, 六堡茶果、农家六堡茶、六堡老茶婆在各香型组成及相应强度上存在差异。农家六堡茶以陈香、木香最显著, 而在花香和果香则低于其他两个样品; 六堡茶茶果以花香、果香最显著, 在陈香和草香方面则显著低于其他两个样品; 六堡老茶婆在木香、果香、花香等香型方面介于六堡茶果和农家六堡茶之间, 其香气在更加显著、馥郁。

2.2 样品挥发性成分分析

样品挥发性成分检测结果、上机谱图和组成分别见表 2、图 2、图 3, 三个传统六堡茶样品共检测出 39 种挥发性化合物成分, 分别为醇类、烯类、醛类、芳香烃类、酮类、杂氧化合物类。三个样品挥发性成分中均为醇类化合物平均相对含量最高, 含量从 56.13% 至 81.10% 之间, 而芳香烃类、酮类、杂氧化合物类相对含量比较小。参考平时饮用习惯茶汤习惯, 本次试验采用沸水作为样品的提取溶剂, 所以样品提取检测出来的醇类极性成分比较多。三个样品挥发性成分中 α -雪松醇平均相对含量最高, α -雪松醇具有温和的杉木芳香, 是普洱茶等黑茶香气主要贡献香气, α -雪松醇与其他醇类挥发性化合物协同形成黑茶特殊“陈味”^[18,19]。

表2 农家六堡茶挥发性成分分析

Table 2 Volatile components of Nongjia Liupao tea

分子式	CAS号	化合物	保留时间/min	相对平均含量/%		
				茶果(CG)	农家茶(NJC)	老茶婆(LCP)
C ₁₅ H ₂₆ O	77-53-2	α -雪松醇	93.665	39.48 ± 0.58	49.12 ± 0.72	38.93 ± 0.52
C ₁₀ H ₁₈ O	98-55-5	α -萜品醇	65.894	28.10 ± 0.38	4.48 ± 0.21	11.24 ± 0.42
C ₁₅ H ₂₄	469-61-4	α -柏木烯	55.675	1.40 ± 0.11	4.33 ± 0.32	7.99 ± 0.25
C ₁₅ H ₂₄	79120-98-2	β -柏木萜烯	55.262	0.98 ± 0.08	5.14 ± 0.40	6.00 ± 0.69
C ₁₅ H ₂₄	11028-42-5	β -雪松烯	55.964	1.28 ± 0.05	1.88 ± 0.09	5.06 ± 0.11
C ₁₅ H ₂₂	644-30-4	α -姜黄烯	70.819	4.41 ± 0.04	2.81 ± 0.11	3.23 ± 0.09
C ₁₅ H ₂₂	16982-00-6	花侧柏烯	74.448	1.46 ± 0.07	2.38 ± 0.12	3.19 ± 0.12
C ₁₅ H ₂₄	13877-91-3	τ -摩勒烯	64.699	0.51 ± 0.02	1.28 ± 0.08	2.14 ± 0.17
C ₁₅ H ₂₄	515-13-9	β -榄香烯	56.600	0.47 ± 0.01	1.60 ± 0.11	1.92 ± 0.03
C ₁₅ H ₂₄	11028-42-5	α -雪松烯	67.391	0.42 ± 0.02	1.31 ± 0.05	1.65 ± 0.04
C ₁₀ H ₁₈ O ₂	60047-17-8	氧化芳樟醇 I(呋喃型)	45.718	1.50 ± 0.01	1.62 ± 0.05	1.29 ± 0.02
C ₁₅ H ₂₄	473-13-2	β -索尼烯	67.024	0.21 ± 0.03	1.01 ± 0.01	1.25 ± 0.07
C ₁₅ H ₂₆ O	77-53-2	别雪松醇	92.654	0.86 ± 0.04	1.52 ± 0.02	1.14 ± 0.03
C ₁₅ H ₂₆ O	6892-80-4	韦得醇	95.319	1.21 ± 0.05	3.00 ± 0.02	1.12 ± 0.01
C ₁₀ H ₁₈ O ₂	60047-17-8	氧化芳樟醇 II(呋喃型)	48.043	1.48 ± 0.03	1.39 ± 0.01	1.10 ± 0.02
C ₇ H ₆ O	100-52-7	苯甲醛	51.722	0.50 ± 0.02	1.07 ± 0.02	1.02 ± 0.01
C ₁₅ H ₂₄	483-76-1	β -杜松烯	69.732	0.37 ± 0.01	1.27 ± 0.03	0.88 ± 0.01
C ₁₅ H ₂₄	33880-83-0	γ -榄香烯	67.595	0.30 ± 0.02	0.76 ± 0.02	0.88 ± 0.02
C ₁₀ H ₁₆	138-86-3	柠檬烯	23.431	0.47 ± 0.03	1.51 ± 0.05	0.87 ± 0.02
C ₁₅ H ₂₄	483-76-1	γ -杜松烯	69.87	0.33 ± 0.01	0.50 ± 0.01	0.78 ± 0.02
C ₁₀ H ₁₈ O	106-23-0	香茅醛	46.921	1.26 ± 0.03	0.58 ± 0.01	0.76 ± 0.01
C ₉ H ₁₄ O	3777-69-3	2-正戊基呋喃	26.308	0.55 ± 0.01	0.82 ± 0.01	0.70 ± 0.02
C ₆ H ₁₂ O	66-25-1	正己醛	17.354	0.10 ± 0.02	0.68 ± 0.03	0.67 ± 0.01
C ₉ H ₁₈ O	124-19-6	壬醛	40.662	0.69 ± 0.01	1.14 ± 0.06	0.64 ± 0.02
C ₁₀ H ₁₈ O	562-74-3	4-萜烯醇	58.367	1.19 ± 0.03	0.27 ± 0.01	0.61 ± 0.02
C ₈ H ₁₄ O	2363-89-5	反-2-辛烯醛	44.017	0.41 ± 0.01	0.70 ± 0.02	0.52 ± 0.04
C ₁₀ H ₁₈ O	78-70-6	β -芳樟醇	53.974	7.22 ± 0.25	0.85 ± 0.03	0.51 ± 0.01
C ₁₀ H ₁₆	7785-70-8	α -蒎烯	14.110	0.09 ± 0.01	0.22 ± 0.02	0.49 ± 0.02
C ₇ H ₁₂ O ₂	141-32-2	丙烯酸丁酯	22.938	0.17 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.49 ± 0.02
C ₁₅ H ₂₄ O	1139-30-6	氧化石竹烯	85.786	0.23 ± 0.01	0.49 ± 0.02	0.48 ± 0.02
C ₇ H ₁₂ O	4313/3/5	顺-庚-2-烯醛	35.24	0.20 ± 0.02	0.80 ± 0.01	0.44 ± 0.01
C ₈ H ₁₄ O	409-02-9	6-甲基-5-庚烯-2-酮	36.335	0.41 ± 0.01	0.53 ± 0.03	0.41 ± 0.03
C ₉ H ₁₂ O ₃	634-36-6	1,2,3-三甲氧基苯	84.074	0.43 ± 0.03	0.94 ± 0.02	0.40 ± 0.04
C ₁₀ H ₁₆	16609-28-2	1,5,5-三甲基-6-亚甲基环己烯	20.697	0.10 ± 0.02	0.29 ± 0.01	0.33 ± 0.03
C ₈ H ₁₆ O	3391-86-4	1-辛烯-3-醇	46.122	0.06 ± 0.01	0.41 ± 0.02	0.19 ± 0.01
C ₈ H ₁₄ O	4312-99-6	1-辛烯-3-酮	33.142	0.07 ± 0.01	0.31 ± 0.03	0.17 ± 0.02
C ₉ H ₁₂ O ₂	3840-28-6	1,2-二甲氧基-4-甲基苯	73.326	0.41 ± 0.04	0.78 ± 0.02	0.16 ± 0.03
C ₁₀ H ₂₀ O	1195-31-9	顺-1-对-薄荷烯	43.192	0.39 ± 0.01	0.15 ± 0.02	0.14 ± 0.01
C ₉ H ₁₆ O	2408-37-9	2,2,6-三甲基环己烷酮	34.384	0.09 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.13 ± 0.02
C ₁₀ H ₁₄ O ₃	6443-69-2	1,2,3-三甲氧基-5-甲基苯	89.469	0.17 ± 0.02	1.63 ± 0.03	0.10 ± 0.01

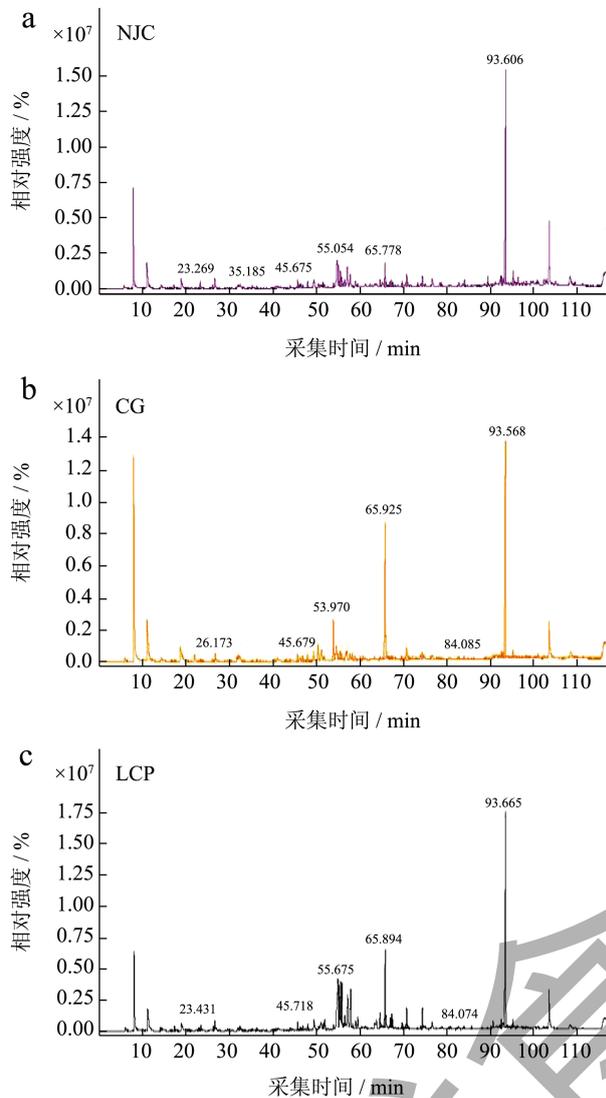


图2 传统六堡茶挥发性香气成分总离子流色谱图

Fig.2 Total ion flow chromatogram of volatile aroma components of traditional Liupao tea

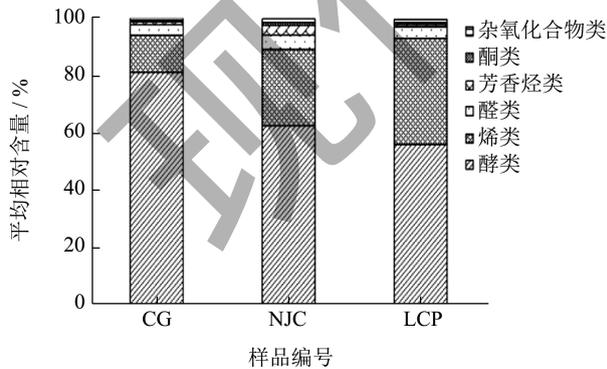


图3 传统六堡茶挥发性成分组成图

Fig.3 Composition of volatile components of traditional Liupao tea

由于传统六堡茶采用霜降后老茶（六堡茶老茶婆）及茶果（六堡茶茶果）为原料，并采用自然发酵传统工艺生产，与现代工艺采用春茶鲜叶

及渥堆快速发酵生产工艺具有显著差异，这一差异表现两者在挥发性组分不同，黎敏等^[20]研究现代工艺六堡茶发现其香气成分以酮类（相对含量31.19%）、醛类（相对含量25.38%）和醇类（相对含量14.82%）为主，挥发性组分相对含量最高是反-2-反-4-庚二烯醛（11.06%）；而本文研究农家六堡茶、六堡茶果、六堡老茶婆三个传统六堡茶样品挥发性组分主要以醇类（62.66%~81.10%）、烯类（26.64%~36.95%）和醛类（3.62%）挥发性组分为主，其中 α -雪松醇平均相对含量最高。宛晓春等^[21]认为黑茶香气成分中醛酮类化合物来自茶叶中的脂质的自动氧化降解，根据这个理论推测由于六堡茶农家茶采用鲜叶为粗纤维含量较高、脂质含量较低的夏茶或者秋茶，同时六堡茶农家茶采用摊开自然后发酵工艺，茶叶发酵过程中与氧气接触几率与时间较采用渥堆发酵现代工艺六堡茶增大，所以导致农家六堡茶挥发性成分中醛类化合物含量较小。

2.3 农家六堡茶挥发性成分ROAV值分析

样品经过萃取和气相色谱串联质谱分析发现39种挥发性化合物及其平均相对含量，但是相关研究表明：人体感知到食品香气特征不是简单由挥发性化合物平均相对含量高低决定的，而是由其中一小部分关键挥发性化合物决定和影响的^[22]。本文对检测数据采用相对气味活度值鉴别出影响样品香气的中关键挥发性成分，各样品关键性挥发性成分ROAV值见图4。

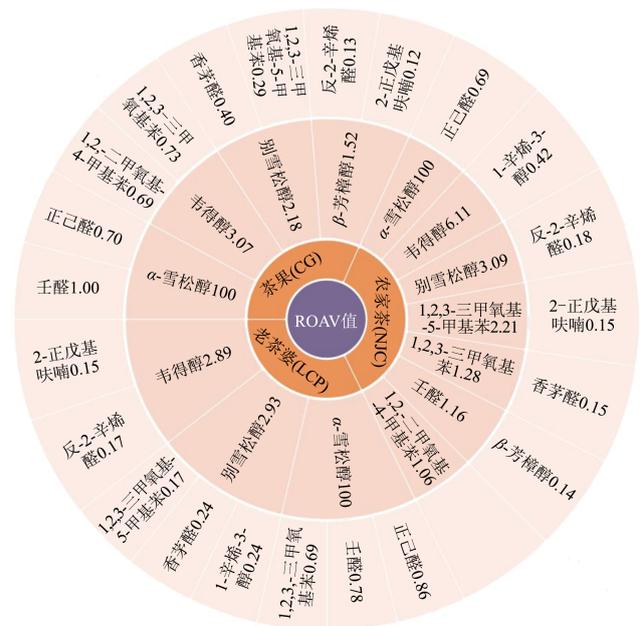


图4 传统六堡茶关键性挥发性成分的 ROAV 值图

Fig.4 ROAV of key volatile components of traditional Liupao tea

图4中内层为对样品香型起决定作用关键性挥发化合物成分及相应ROAV值($ROAV \geq 1$),外层为对样品香型起修饰作用的挥发性化合物成分相应ROAV值($0 < ROAV < 1$)。从图中可以发现 α -雪松醇为三个传统六堡茶样品中ROAV值最高挥发性化合物。其中六堡茶茶果(CG)关键挥发性成分($ROAV$ 值 >1)分别为 α -雪松醇、韦得醇、别雪松醇、 β -芳樟醇;六堡农家茶(NJC)关键挥发性成分($ROAV$ 值 >1)分别为 α -雪松醇、韦得醇、别雪松醇、壬醛、1,2-二甲氧基-4-甲基苯、1,2,3-三甲氧基苯、1,2,3-三甲氧基苯;六堡老茶婆(LCP)关键挥发性成分($ROAV$ 值 >1)分别为 α -雪松醇、韦得醇、别雪松醇;而通过ROAV值计算发现香茅醛、反-2-辛烯醛、2-正戊基呋喃等挥发性化合物 $0.1 \leq ROAV < 1$,其对样品风味的形成具有修饰作用。由此可见,六堡农家茶关键挥发性成分种类比六堡茶茶果、老茶婆多,初步分析主要可能是因为六堡茶茶果、老茶婆含粗纤维较农家六堡茶多,导致其在发酵转化过程中产生的挥发性化合物种类比较少; α -雪松醇为被认为在对六堡茶特殊风味形成具有陈香、木香的香气化合物; β -芳樟醇通常具有木香、水果香等馥郁香气,通常是构成茶叶香气重要化合物^[23];1,2-二甲氧基-4-甲基苯等芳香烃化合物认为是黑茶产生霉味、陈味的挥发性物质,而且通常随着陈化发酵时间增加而相对含量变大^[24,25];2-正戊基呋喃认为具有豆香、果香以及金属的气味,对特殊风味形成具有修饰作用^[26,27]。本次检测分析样品采用传统六堡茶生产工艺,即采用自然发酵方法,其样品挥发性成分醇类含量较渥堆发酵的现代工艺高,关键挥发性成分种类较渥堆发酵的现代工艺高。马士成等^[28]采用ROAV计算和GC-OMS方法分析对15批次现代渥堆发酵工艺六堡茶进行香气成分分析,试验共鉴别出81个共有挥发性化合物,并发现1-甲基萘、癸醛、 β -紫罗兰酮、壬醛为六堡茶样品关键挥发性成分香气成分;穆兵等^[29]采用全二维气相色谱-飞行时间质谱联用技术分析一批代表性现代工艺生产六堡茶样品中香气成分的组成及其相对含量,试验结果发现307种共有香气成分,其中棕榈酸(14.95%)、苯甲醛(3.03%)、芳樟醇(2.19%)、(E,E)-2,4-庚二烯醛(2.04%)为试验六堡茶样品中相对含量较丰富的香气成分。试验数据与以上数据比较可见,传统工艺生产的六堡茶与现代渥堆发酵工艺生产的六堡茶在关键挥发性成分上具有明显差别。经查阅相关研究资料进行比

较分析^[30,31],传统工艺六堡茶采用茶叶老叶或者茶果作为原料,与茶叶鲜叶相比其内含物质比较单调,糖类、淀粉和粗纤维素含量较高,而蛋白质、氨基酸、咖啡碱及多酚类物质含量较小,同时自然发酵工艺在发酵温度、湿度工艺参数方面较采用现代渥堆发酵六堡茶工艺参数低,所以推测造成两种工艺六堡茶在挥发性组分差别可能是原料中内涵物质差异及后发酵过程中工艺不同造成。

2.4 传统六堡茶主要挥发性化合物风味轮构建

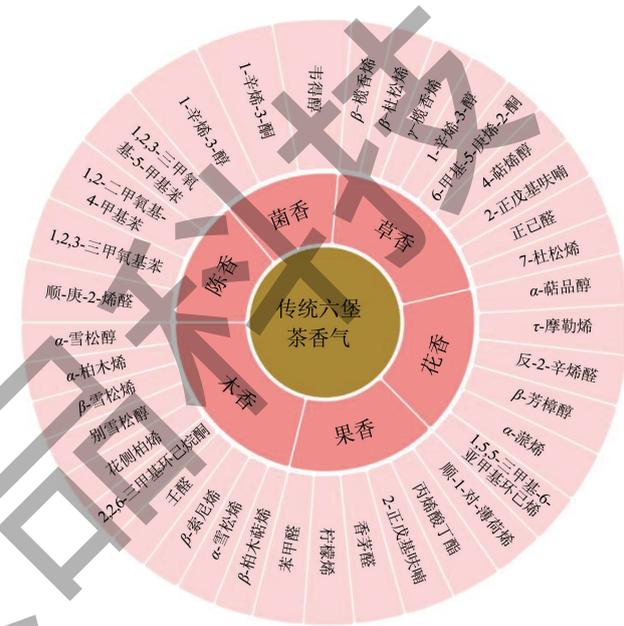


图5 传统六堡茶挥发主要发性性成分的风味轮图

Fig.5 Flavor wheel diagram of main sexual components of traditional Liupao tea

在样品感官审评及挥发性成分分析后,经过查阅相关化合物表现出来香型及感官审评小组讨论,初步构建出检测样品六堡茶主要挥发性化合物风味轮。风味轮的内层为检测出来挥发性化合物表现出来的木香、果香、草香、花香、菌香、陈香等六种基本香型,外层为各化合物在水中表现出来香型,风味轮见图4。六堡茶以“陈”为香气描述,但是经过对样品感官及挥发性初步分析后,发现六堡茶中“陈”是由多种基础香型相互作用影响而形成,而不同挥发性化合物在茶汤中表现出来香型有所不同,构建出六堡茶挥发性成分风味轮对明确六堡茶香型组成具有一定的指导意义。

3 结论

采用搅拌吸附萃取-气相色谱串联质谱联用技术,对传统工艺制作的六堡茶茶果、农家六堡茶、六堡茶老茶婆三份样品进行挥发性成分分

析,结果鉴别出芳香烃类、醇类、酮类、醛类、烯类、杂氧化合物类共39种香气化合物,农家六堡茶含有较高醇类(62.66%)和烯类(26.64%)挥发性化合物,六堡茶果含有较高醇类(81.10%)和醛类(3.62%)挥发性化合物,六堡老茶婆含有较高的醇类(56.13%)和烯类(36.95%)挥发性化合物; α -雪松醇是传统六堡茶样品相对含量最高(38.92%~49.12%)挥发性化合物。三个样品经ROAV值计算共确定 α -雪松醇、韦得醇、别雪松醇、 β -芳樟醇等对8种化合物为对样品香气具有决定作用关键挥发性组分(ROAV>1.00),香茅醛、反-2-辛烯醛、2-正戊基呋喃等7种化合物为对样品香气具有修饰作用的组分(0<ROAV≤1.00);查阅相关研究报道发现,采用自然发酵工艺的传统六堡茶在挥发性组分化合物类别及关键香气组分方面,与采用现代渥堆发酵工艺生产六堡茶具有显著差别,并推测可能是原料中内涵物质差异及发酵工艺不同造成。此外,论文通过构建风味轮廓及风味轮方法,发现样品的风味主要有呈现木香、果香、花香、菌香和陈香挥发性组分构成。试验对传统自然发酵工艺六堡茶代表性样品进行挥发性组分检测与分析及关键香气成分进行鉴定,为科学解析农家六堡茶特殊风味形成及开展传统六堡茶生产工艺研究提供数据支撑。

参考文献

- [1] 覃榕珍,黄丽,滕建文,等.基于GC-IMS法分析不同烘焙温度对六堡茶香气品质的影响[J].食品科技,2022,47(5):282-290.
- [2] 杜金杰,吴新惠,代雨晴,等.渥堆过程六堡茶品质成分分析及茶褐素抗氧化功能研究[J].食品工业科技,2022,43(6):50-55.
- [3] 侯燦,肖杰,王黎明,等.六堡茶改善痰湿质功效评价及基于肠道菌群调节的祛湿机制研究[J].食品工业科技,2021,42(21):361-369.
- [4] 马婉君,马士成,刘春梅,等.六堡茶的化学成分及生物活性研究进展[J].茶叶科学,2020,40(3):289-304.
- [5] 农艳芳,苏淑梅,张兴勇,等.广西六堡茶生产工艺“渥堆”法的分析比较[J].广西农学报,2011,26(4):61-63.
- [6] 吴平.《黑茶 第4部分:六堡茶》标准与《地理标志产品六堡茶》标准的比较[J].广东茶业,2018,6:12-18.
- [7] 刘华,连涛.乡土背景下的六堡“农家茶”[J].百色学院学报,2021,34(3):101-108.
- [8] 吴平.《出口六堡茶加工规范》地方标准解读[J].广东茶业,2022,4:47-52.
- [9] 王梦琪,朱荫,张悦,等.搅拌棒吸附萃取结合气相色谱-质谱联用技术分析西湖龙井茶的挥发性成分[J].食品科学,2020,41(4):140-148.
- [10] 邓静,王远兴,毛雪金,等.固相微萃取(SPME)在茶叶香气分析中的应用[J].食品工业科技,2014,35(2):346-349,353.
- [11] 穆兵,朱荫,马士成,等.六堡茶香气成分的全二维气相色谱-飞行时间质谱分析[J].食品科学,2017,38(22):169-177.
- [12] 代毅,须海荣.采用SPME-GC/MS联用技术对龙井茶香气成分的测定分析[J].茶叶,2008,2:85-88.
- [13] 侯英,杨蕾,王保兴,等.应用搅拌棒吸附萃取-热脱附-气相色谱-质谱分析烟用香料的化学成分[J].色谱,2006,6:601-605.
- [14] 沈进,肖作兵,田怀香,等.不同前处理方法对陈化烟叶致香成分测定的影响[J].食品工业,2013,34(9):209-214.
- [15] 蒋小锋,李云,王彦平,等.基于ROAV法分析木瓜蛋白酶对马肉挥发性风味物质的影响[J].中国酿造,2022,41(8):201-205.
- [16] 肖遂,俞乐安,赖惠清,等.气质联用技术解析全生晒柑普茶特征香气[J].现代食品科技,2019,35(11):242-253.
- [17] 张锦程,余佶,麻成金,等.GC-MS结合ROAV分析评价加工工艺对藤茶香气成分的影响[J].食品与机械,2021,37(12):20-25,31.
- [18] 赵阳,龚加顺,王秋萍.古树普洱茶生茶贮藏过程中香气成分的变化[J].食品科学,2022,43(4):241-248.
- [19] 安会敏,欧行畅,熊一帆,等.茉莉花茶特征香气成分研究[J].茶叶科学,2020,40(2):225-237.
- [20] 黎敏,庞月兰,杨春,等.不同工艺六堡茶化学成分分析[J].安徽农业科学,2021,49(2):193-195,200.
- [21] 宛晓春.茶叶生物化学[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [22] 王藤,施娅楠,李祥,等.SPME-GC-MS结合ROAV分析腌制时间对大河乌猪火腿挥发性风味物质的影响[J].食品工业科技,2021,42(18):317-324.
- [23] 赵云雄,刘汉焱,冯红钰,等.不同去仓味方法对六堡茶香气成分的影响[J].食品科技,2021,46(10):82-86.
- [24] 温立香,冯春梅,张芬,等.基于电子鼻的六堡茶“陈香”香味识别模型建立[J].农业研究与应用,2021,34(3):21-28.
- [25] 张婷,倪辉,伍菱,等.康砖茶叶风味特征及挥发性成分分析[J].食品科学,2020,41(6):215-221.
- [26] 曾桥,吕生华,段洁,等.基于气相离子迁移谱技术分析杜仲叶茯砖茶加工过程中挥发性成分[J].食品工业科技,2021,42(21):73-82.
- [27] 李俊杰,徐元昊,陈梦娟,等.手筑茯砖茶加工过程中挥发性组分变化分析[J].食品科学,2020,41(24):144-154.
- [28] 马士成,王梦琪,刘春梅,等.六堡茶挥发性成分中关键香气成分分析[J].食品科学,2020,41(20):191-197.
- [29] 穆兵,朱荫,马士成,等.六堡茶香气成分的全二维气相色谱-飞行时间质谱分析[J].食品科学,2017,38(22):169-177.
- [30] 梁剑锋,李亚,王华,等.基于高通量测序的两种香型六堡茶微生物多样性及其特征分析[J].食品安全质量检测学报,2021,12(24):9565-9573.
- [31] 石荣强,温立香,曾玉凤,等.六堡茶品质研究进展[J].中国茶叶加工,2020,160(2):43-47.