

DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.036360

引用格式:涂青,陈秋慧,穆先,等.不同杀青方式对刺梨叶茶风味物质的影响[J].食品与发酵工业,2023,49(20):140-150. TU Qing, CHEN Qiu-hui, MU Xian, et al. Effects of different fixation methods on flavoring substances of *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea[J]. Food and Fermentation Industries, 2023, 49(20):140-150.

不同杀青方式对刺梨叶茶风味物质的影响

涂青^{1,2}, 陈秋慧^{1,2}, 穆先^{1,2}, 卢红梅^{1,2}, 杨双全³, 陈莉^{1,2*}, 黄永光^{2*}

1(贵州省发酵工程与生物制药重点实验室, 贵州 贵阳, 550025)

2(贵州大学 酿酒与食品工程学院, 贵州 贵阳, 550025) 3(贵州大学 化学与化工学院, 贵州 贵阳, 550025)

摘要 刺梨叶茶是以刺梨树春季嫩叶为原料,采用绿茶工艺制备而成的代用茶,具有良好的口感和保健功效。为探究不同杀青工艺对刺梨叶茶风味物质的影响,采用顶空固相微萃取-气相色谱-质谱技术,结合电子舌分析,研究微波杀青(WB)、蒸汽杀青(ZQ)、热力杀青(RL)3种不同杀青方式制作的刺梨叶茶的风味物质的差异。结果表明, WB样品的苦味、鲜味、咸味最强,酸味、涩味最弱, ZQ样品酸味、涩味、鲜味、咸味适中,苦味最弱, RL样品的酸味、涩味最强,苦味适中,鲜味、咸味最弱。从不同杀青方式制作的刺梨叶茶中分别检测鉴定出213(WB)、205(ZQ)、209(RL)种挥发性风味物质,以醛类化合物、烷类化合物和醇类化合物为主。基于香气活性值分析,筛选出35种对刺梨叶茶香气有较大影响的呈香物质,通过对35种主要呈香物质的主成分分析,确定了十二醇是WB样品的关键香气成分,茶乙酮是ZQ样品的关键香气成分,芳樟醇、乙醛是RL样品的关键香气成分。综合各项研究结果来看,微波杀青方式更适合用于刺梨叶茶的制备。研究结果为刺梨叶茶的风味化学研究及产品开发提供理论参考。

关键词 刺梨叶茶; 风味物质; 杀青方式; 电子舌; 顶空固相微萃取-气相色谱-质谱

刺梨叶中含有多酚、多糖、黄酮、维生素C、氨基酸、多糖、甾醇、三萜、SOD等生物活性成分,具有较好的抗氧化、调节糖代谢与脂代谢、抗炎抑菌等功能^[1-4],具有很好的开发利用价值。随着健康消费成为主流消费趋势,具有不同功效的代用茶越来越被人们所接受^[5],常见的包括补气养血、降血糖、降血压等,如杜仲茶、菊花茶、荷叶茶等。刺梨叶绿色天然,具有良好保健作用,贵州山区的人们一直有用刺梨鲜叶炒青干制成茶冲泡饮用的习惯。宋勤飞等^[6-7]研究发现刺梨叶原料嫩度、加工工艺对刺梨叶茶的感官品质、内含物质含量及抗氧化活性等具有影响,采用白茶、绿茶、红茶及乌龙茶等加工工艺对刺梨嫩梢进行加工,所制样品在感官品质上有明显的不同。目前刺梨叶的研究主要是刺梨叶成分分析、提取物研究利用等方面^[4,8],关于不同加工工艺对刺梨叶茶风味物质影响方面的研究少有报道。

茶叶香气是评价茶叶品质的重要因子,不同的加工工艺对茶叶香气有显著影响^[9]。刺梨叶茶是以刺梨树春季嫩叶为原料,采用绿茶工艺制备而成的一种代用茶,其中杀青是绿茶加工中的关键工序。杀青即

采取高温措施,钝化酶的活性,散发叶内水分,并使鲜叶中的物质发生一定的化学变化,从而形成绿茶的品质特征。目前主要的杀青工艺包括蒸青、微波、热风等,不同杀青工艺由于温度、时间等不同,会对茶叶的风味及品质产生不同影响。通过电子舌检测技术对微波杀青(WB)、蒸汽杀青(ZQ)、热力杀青(RL)3种不同杀青方式制作的刺梨叶茶的酸、苦、咸、鲜、涩等滋味进行了测定,利用顶空固相微萃取-气质联用的方法对3种绿茶的挥发性风味物质进行比较分析,使用香气活性值(odour activity value, OAV)法筛选刺梨叶茶中的主要呈香物质,并对这些主要呈香物质进行主成分分析(PCA),分析不同杀青工艺对刺梨叶茶挥发性香气成分的影响,确定不同杀青方式制作的刺梨叶茶的关键香气成分,从而更好地了解刺梨叶茶的风味和品质,为刺梨叶资源的开发利用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

刺梨叶:于2022年4月采自贵州省龙里县某刺

第一作者:硕士研究生(陈莉副教授和黄永光教授为共同通信作者, E-mail:3152539622@qq.com;772566120@qq.com)

基金项目:贵州省科技支撑计划(黔科合支撑[2019]2317);贵州省科技平台及人才团队计划项目(黔科合平台人才[2018]5251)

收稿日期:2023-06-04, 改回日期:2023-06-27

梨种植基地,选择树梢幼嫩叶片进行采摘,一株刺梨树春季嫩叶采摘量低于15%,采摘后平铺于竹箬中均匀摊放,避免挤压,并立即送往茶叶加工车间进行后续处理。

氯化钾(分析纯),成都金山化学试剂有限公司;L-(+)-酒石酸(99%),上海麦克林生化科技有限公司。

1.2 仪器与设备

Pegasus HRT 4D Plus 全二维气相-高通量高分辨质谱联用仪,美国力可公司;TS-5000Z 味觉传感系统,日本 Insent 公司;6CHP-540 圆斗烘焙机,贵州双木农机有限公司;G80F23CN1P-G5(S0) 微波炉,广东格兰仕微波炉电器制造有限公司;BON-1(6) 蒸汽发生器,温州市鹿城江心服装机械有限公司;VaCo 5-II-D 真空冷冻干燥机,德国 Zirbus 公司。

1.3 实验方法

1.3.1 刺梨叶茶制备工艺流程

1.3.1.1 工艺流程

刺梨叶茶制备工艺流程如下:

刺梨叶→萎凋→杀青→揉捻→干燥→刺梨叶茶

1.3.1.2 操作要点

萎凋:将刺梨叶均匀的摊薄于竹箬上进行萎凋,厚度约为2~3 cm(约14~16 h)。

杀青:选取适量萎凋好的刺梨叶,热力杀青于95℃恒温鼓风下不停用手翻炒(约3~5 min);微波杀青使用微波炉,功率为800 W,杀青时间为3 min;蒸汽杀青使用蒸汽发生器,温度为100℃,杀青时间为3 min。

揉捻:刺梨叶杀青后放入竹箬揉捻,揉捻至叶片稍有汁水溢出(约15 min)。

干燥:在80℃下烘干至水分含量10%以下。

烘干后的茶叶装袋密封于4℃冰箱保存备用。(以下用WB、ZQ、RL分别代表微波杀青刺梨叶茶、蒸汽杀青刺梨叶茶、热力杀青刺梨叶茶)

1.3.2 电子舌测定

电子舌测量使用TS-5000Z味觉传感系统进行。将样品参考《GB/T 23776—2018 茶叶感官审评方法》冲泡好上机测试。检测采用两步清洗法,采样和清洗交替进行,选择响应信号作为110~120 s周期的输出值,环境检测温度为(25±2)℃,参照液为0.3 mmol/L酒石酸和30 mmol/L氯化钾的混合溶液,通过味觉分析将电势值转化为味觉值进行数据分析。

1.3.3 挥发性风味物质测定

采用顶空-固相微萃取法富集挥发性物质:取

5.0 g 样品置于20 mL 顶空瓶中,加入20 μL 质量浓度为5 mg/L 的2-辛醇作内标。将老化后的50/30 μm CAR/PDMS/DVB 萃取头插入样品瓶顶空部分,于50℃吸附30 min,吸附后的萃取头取出后插入气相色谱进样口,于250℃解吸3 min,同时启动仪器采集数据。

气相色谱条件:采用DB-Wax 色谱柱(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm);载气:氦气;流速:1 mL/min;进样口温度:250℃;色谱柱升温程序:起始温度为40℃,保持3 min,再以10℃/min 升至230℃,保持6 min。

质谱条件:电离方式EI⁺;发射电流1 mA;电子能量70 eV;接口温度250℃;离子源温度200℃;检测器电压2 000 V。

挥发性风味物质鉴定:用C6~C26的正构烷烃与样品同样色谱条件进行分析,通过仪器操作软件计算出各物质的保留指数RI,通过计算机检索与NIST 14 Library 相匹配,选择较高匹配度的检索结果确认检测物成分(匹配度大于700)。

挥发性风味物质的定量分析:根据检测出的各挥发性物质峰面积与内标峰面积的比值进行相对定量^[10],按公式(1)进行计算:

$$C_i = \frac{V \times C_{is}}{m} \times \frac{A_i}{A_{is}} \quad (1)$$

式中: C_i 为任一挥发性风味物质的含量,μg/g; C_{is} 为内标物的质量浓度; V 为内标物的体积; m 为样品的质量; A_i 为任一挥发性风味物质的色谱峰面积; A_{is} 为内标物的色谱峰面积。其中, $V=20 \mu\text{L}$, $C_{is}=5 \text{ mg/L}$, $m=5 \text{ g}$ 。

1.3.4 香气活性值分析

OAV 为某香气成分的含量与其气味阈值的比值^[11]。在挥发性风味物质的定量分析的基础上,根据查阅参考文献中各风味物质的气味阈值和属性描述^[10,12-18],计算各个挥发性风味物质的OAV 值。OAV 计算按公式(2)进行计算:

$$\text{OAV} = \frac{C_i}{\text{OT}} \quad (2)$$

式中: C_i 为任一挥发性风味物质的质量浓度,μg/g;OT 为该挥发性风味物质的气味阈值,μg/kg。

1.4 数据处理与分析

每个样品进行3次平行试验。采用Excel 2010 进行数据分析,数据以平均值±标准误差表示;采用Origin 2021 软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 电子舌结果分析

电子舌是利用机器模拟人的味觉感受来分析样品的滋味物质,目前已有研究者利用电子舌技术研究发芽对黑麦茶滋味的影响^[19]。电子舌主要对样品的酸、苦、咸、鲜、涩等滋味进行了测定。在本次测试中,对于参考溶液,酸味无味点为-13,咸味无味点为-6,其他味道的无味点为0。3种杀青方式制备的刺梨叶茶电子舌测定结果如图1所示。

数值的大小反映了味道的强弱,数值越大,认为味觉越强。由图1可知,WB样品的酸味、涩味最弱,苦味、鲜味、咸味最强,ZQ样品酸味、涩味、鲜味、咸味适中,苦味最弱,RL样品的酸味、涩味最强,苦味适中,鲜味、咸味最弱。从整体来看,刺梨叶茶的酸味、鲜味更加明显,电子舌中酸味、鲜味相对于其他的味觉感受是较为强烈的,这可能与刺梨叶茶中酸类物质和鲜味氨基酸含量较高有关;苦味值、涩味值均低于无味点0,表明3种样品在实际味道分析过程中没有味觉上的不适,鲜味则相差不大。丰富度可以用来表征残留的鲜味,也称为余味鲜味,WB样品丰富度最小,ZQ、RL样品丰富度则相差不大。茶汤的苦味、涩味多与多酚类(如儿茶素)、咖啡碱等物质有关^[20],氨基酸是茶汤鲜味的主要贡献来源,如谷氨酸、天冬氨酸^[21],丰富度可能是由于蛋白质水解形成了各种风味物质,如游离氨基酸^[22]。总的来说,不同杀青工艺的刺梨叶茶的滋味存在一定相似性,茶汤的呈味是各滋味物质间协同作用的结果。

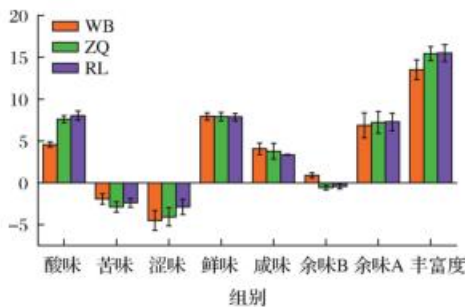


图1 不同杀青方式的刺梨叶茶电子舌测定结果

Fig.1 Taste value of E-tongue at different fixation methods of *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea

主成分分析可以很好地展示各滋味与不同杀青样品之间的关联。由2可知,第一主成分贡献率PC1为84.8%,第二主成分贡献率PC2为15.2%,能较

好地展示样品的大部分信息。3种样品分布在不同象限中,说明样品之间存在较明显差异。WB样品与苦味、后苦味(余味B)相关,ZQ样品与酸味、后涩味(余味A)和丰富度相关,RL样品涩味相关,鲜味、咸味与第一、第二主成分均呈负相关,这表明电子舌能更好地区分不同杀青方式的样品。根据上述检测结果,3种样品的滋味特点分别是:WB样品偏清醇鲜爽,ZQ样品偏醇和顺滑,RL样品偏醇厚、较为苦涩。

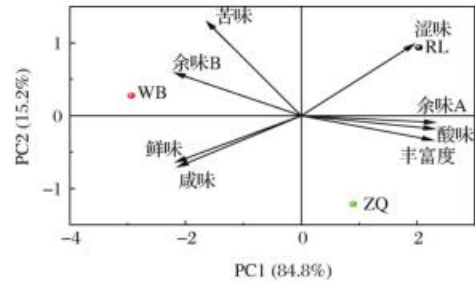


图2 不同杀青方式下刺梨叶茶的PCA分析结果

Fig.2 PCA analysis of E-tongue at different fixation methods of *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea

2.2 挥发性风味物质分析

2.2.1 挥发性风味物质整体分析

作为决定茶叶品质的重要因素之一,茶叶香气是由茶叶中各种挥发性物质以不同比例所构成的,绿茶香型表现及成分组成的不同来源于多因素的综合影响,黄东竹等^[23]研究显示,清香型茶叶中香气物质主要是C6化合物等脂质降解产物,同时一些具有清香气味的醇类和酮类物质也对绿茶“清香”特征具有一定贡献,栗香型绿茶中则萜烯类种类较多且醛类物质相对含量高。3种杀青方式制备得到的刺梨叶茶样品的挥发性风味物质的种类及相对含量发生了较大的变化,由图3可知,WB、ZQ、RL样品中分别检测鉴定出挥发性风味物质213、205、209种,可鉴定峰面积占比分别为84.72%(WB)、81.69%(ZQ)、81.28%(RL),均检测出了较多的醛类化合物、烷类化合物和醇类化合物,说明醛类化合物、烷类化合物和醇类化合物是刺梨叶茶的主要风味组分。WB样品检测鉴定出醇类31种、醛类39种、酮类29种、酸类9种、酯类9种、烷类47种、烯类11种、其他类38种,ZQ样品检测鉴定出醇类28种、醛类39种、酮类29种、酸类13种、酯类11种、烷类37种、烯类13种、其他类35种,RL样品检测鉴定出醇类28种、醛类34种、酮类27种、酸类10种、酯类13种、烷类44种、烯类13种、其他类40种。

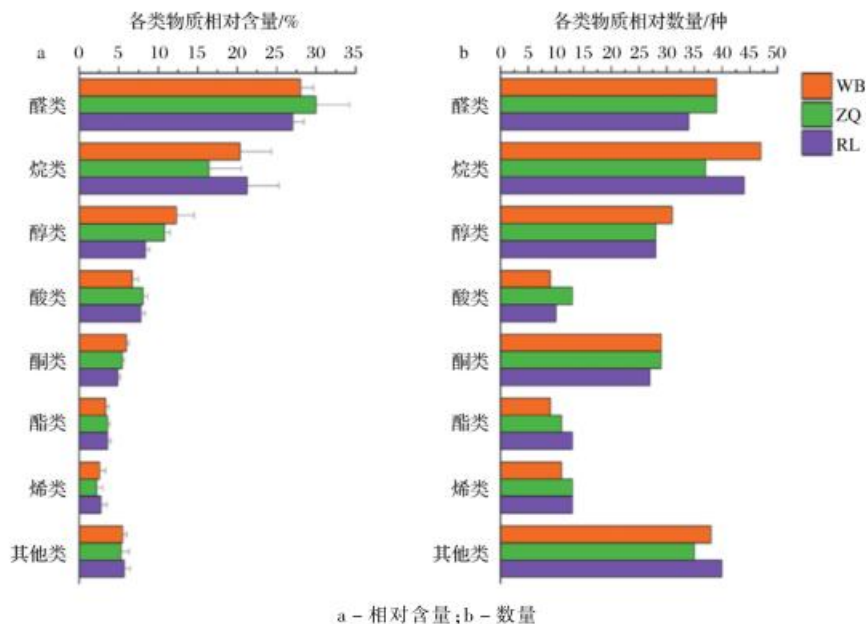


图3 样品各类挥发性风味物质相对含量与数量

Fig. 3 Relative content and quantity of various volatile flavor substances in samples

维恩图能很好地展现刺梨叶茶挥发性风味物质的变化。由图4可知, WB、ZQ、RL有139种共有组分, 分别占各自总风味组分的62.26%、67.80%、66.51%, WB样品共有组分占总风味组分的含量最低, ZQ、RL样品相差不大; WB、ZQ、RL样品各自独有的组分分别有36、24、26种, 分别占各自总风味组分的16.90%、11.71%、12.44%, 这说明了ZQ、RL挥发性香气成分具有更高的相似性, 而WB样品风味物质更为丰富。WB、ZQ、RL共有组分中相对含量较多的有乙酸(含量分别为3.87%、3.80%、3.83%)、1-辛烯-3-醇(含量分别为3.69%、3.47%、3.43%)、正己醛(含量分别为3.50%、3.33%、3.11%)、(E,E)-2,4-庚二烯醛(含量分别为3.34%、3.41%、2.71%)、2-己烯醛(含量分别为2.79%、2.62%、2.62%)等, 1-辛烯-3-醇具有蘑菇香, 2-己烯醛具有青草香味, 正己醛具有青草气及苹果味。除此之外, WB、ZQ、RL样品中还含有较多的二氢猕猴桃内酯、苯乙醛、2-丁烯醛、异戊醛等, 2-丁烯醛具有鲜花香气, 异戊醛具有坚果香、可可香, 苯乙醛具有甜香、风信子香、樱桃香味, 二氢猕猴桃内酯具有香豆素、麝香样的气息^[15,24-25]。在各自独有的风味组分中, WB样品中含量较多的为丙三醇(0.53%)、异佛尔酮(0.27%)、1-辛烯-3-酮(0.25%), ZQ样品中含量较多的为乙醛(2.03%)、反- α , α -5-三甲基-5-乙烯基四氢化-2-咪唑甲醇(0.938%)、异戊醇(0.46%), RL样品中含量较多的为反式-2-戊烯醛(1.13%)、正戊醇(0.14%), 这

些特有的风味组分赋予了样品独特的风味。萎凋、揉捻过程酶活性提高, 使蛋白质等不断降解, 释放出的游离氨基酸被邻醌等物质氧化, 经脱氨脱羧等作用生成多种醛类香气物质^[26], 同时亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸在酶的作用下也降解出大量香气化合物^[27], 部分糖苷类香气成分的水解也利于香气的形成^[7]。刺梨叶茶风味不是某一类物质单独作用的结果, 这些挥发性香气成分间相互作用, 使得刺梨叶茶的风味丰富和协调。

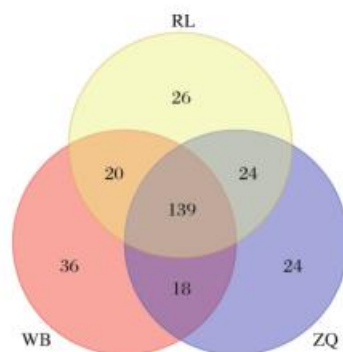


图4 各样品挥发性物质种类维恩图

Fig. 4 Venn diagram of volatile substances in each sample

2.2.2 醛类、酮类化合物分析

醛类化合物有青草气息、新鲜的绿叶清香, 主要由多不饱和和脂肪酸的双键氧化产生, 其阈值普遍较低^[24], 是刺梨叶茶产生青味的重要原因。WB、ZQ、RL的醛类化合物相对含量分别为27.99%、29.98%、27.02%, 其中正己醛、(E,E)-2,4-庚二烯

醛、2-己烯醛、苯乙醛、2-丁烯醛、异戊醛、反、顺-2,6-壬二烯醛、苯甲醛含量较高,赋予样品青草香、花香、果香等。酮类化合物主要来源于脂肪酸的氧化,为刺梨叶茶提供特殊的花香、青香和果香等^[15],同时也会作为中间产物氧化分解生成其他物质。WB、ZQ、RL的酮类化合物相对含量分别为5.99%、5.45%、5.48%,其中3,5-辛二烯-2-酮、 β -紫罗酮含量较高。WB样品中醛类化合物含量较高的为正己醛(3.50%)、(E,E)-2,4-庚二烯醛(3.34%)、2-己烯醛(2.79%),ZQ样品中醛类化合物含量较高的为(E,E)-2,4-庚二烯醛(3.41%)、正己醛(3.33%)、2-己烯醛(2.62%),RL样品中醛类化合物含量较高的为正己醛(3.11%)、(E,E)-2,4-庚二烯醛

(2.71%)、2-丁烯醛(2.63%)。与RL样品比较,WB、ZQ中正己醛含量分别增加了12.56%、6.97%,(E,E)-2,4-庚二烯醛含量分别增加了23.27%、25.59%;与ZQ样品比较,WB、RL中正己醛含量分别增加了7.11%、23.96%,2-己烯醛含量则差别不大。此外ZQ样品中未检测到2-甲基丁醛,而其在WB、RL中含量为2.21%、2.28%,只有RL样品中检测出乙醛(2.03%)。WB、ZQ、RL样品中酮类化合物相对含量最高的为均3,5-辛二烯-2-酮,含量分别为2.08%、1.70%、2.08%,其余酮类化合物含量均低于0.60%。这些风味物质的差异对于3种样品的香气风格都会产生影响。醛类、酮类挥发性风味物质的相对含量热图如图5所示。

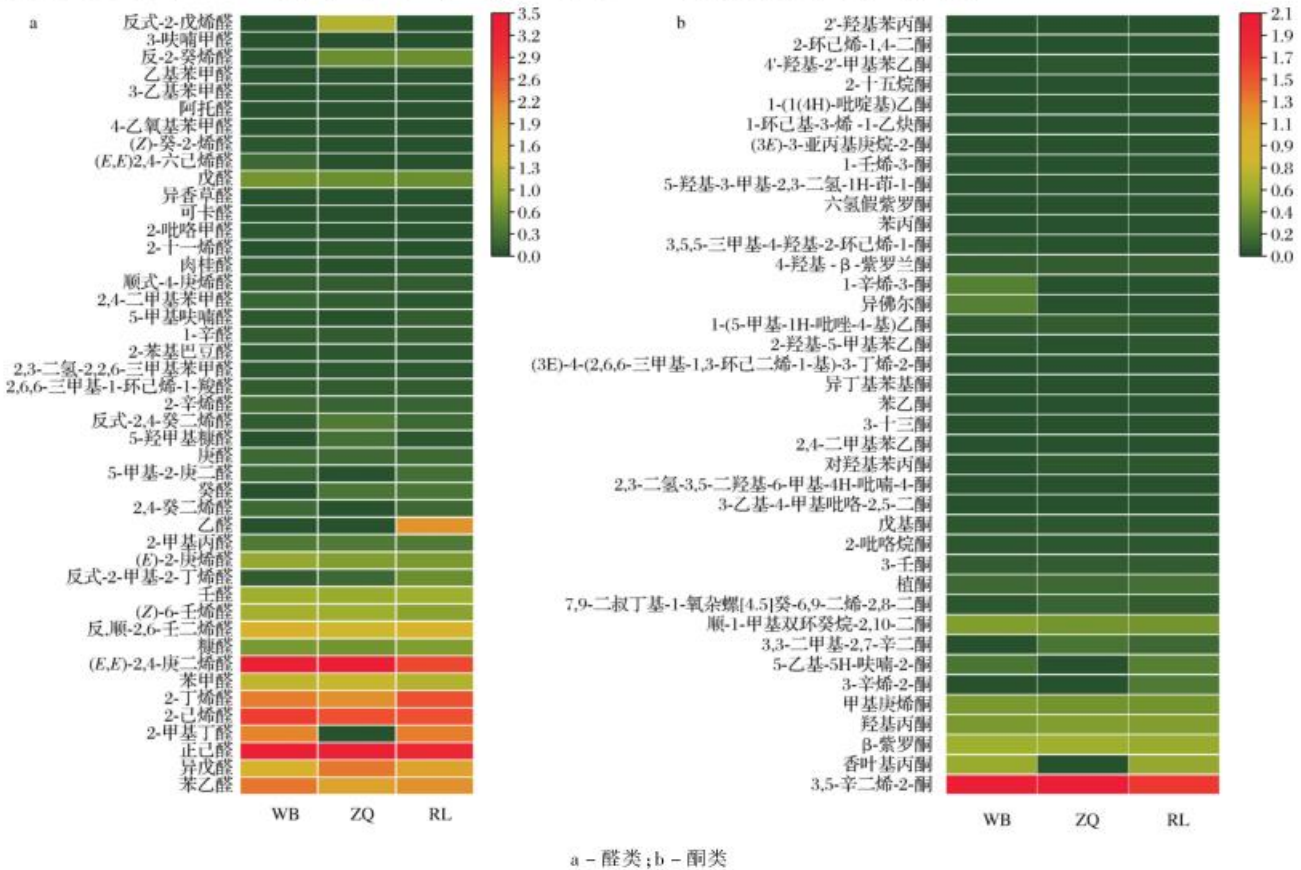


图5 醛类、酮类挥发性风味物质的相对含量热图

Fig. 5 Heat map of relative content of aldehydes and ketones volatile flavor substances

2.2.3 酸类、酯类化合物分析

酸类和酯类化合物是重要的风味协调成分。WB、ZQ、RL的酸类化合物相对含量分别为6.72%、8.06%、7.81%,乙酸是刺梨叶茶酸类化合物的主要成分,分别占酸类化合物的57.56%、47.16%、49.01%。此外,含量较多的酸类化合物为丙酸、壬酸、己酸等,WB样品中未检测到香叶酸,而其在ZQ、RL中含量

为0.66%、0.69%。与长链脂肪酸(辛酸、正癸酸和己酸)相比,短链脂肪酸(如丙酸、异戊酸)往往具有较低的阈值^[28-29],从而影响样品的风味。酯类化合物通常具有果香、花香^[17],通常为醇和羧酸的反应产生,可以增加刺梨叶茶风味的愉悦性。WB、ZQ、RL的酯类化合物相对含量分别为3.31%、3.56%、3.56%,二氢猕猴桃内酯是刺梨叶茶中含量最高的酯类

化合物,其含量分别占酯类化合物的 78.30%、67.96%、70.40%。WB、ZQ 样品中含量较多的有邻苯二甲酸二甲酯、水杨酸甲酯,RL 样品中则为邻苯二甲酸二乙酯、水杨酸甲酯,其含量均低于 0.45%。长链酸可以

形成长链酯,长链酯有轻微的脂肪气味,短链酯一般具有水果风味^[30-31]。酸类、酯类挥发性风味物质的相对含量热图如图 6 所示。

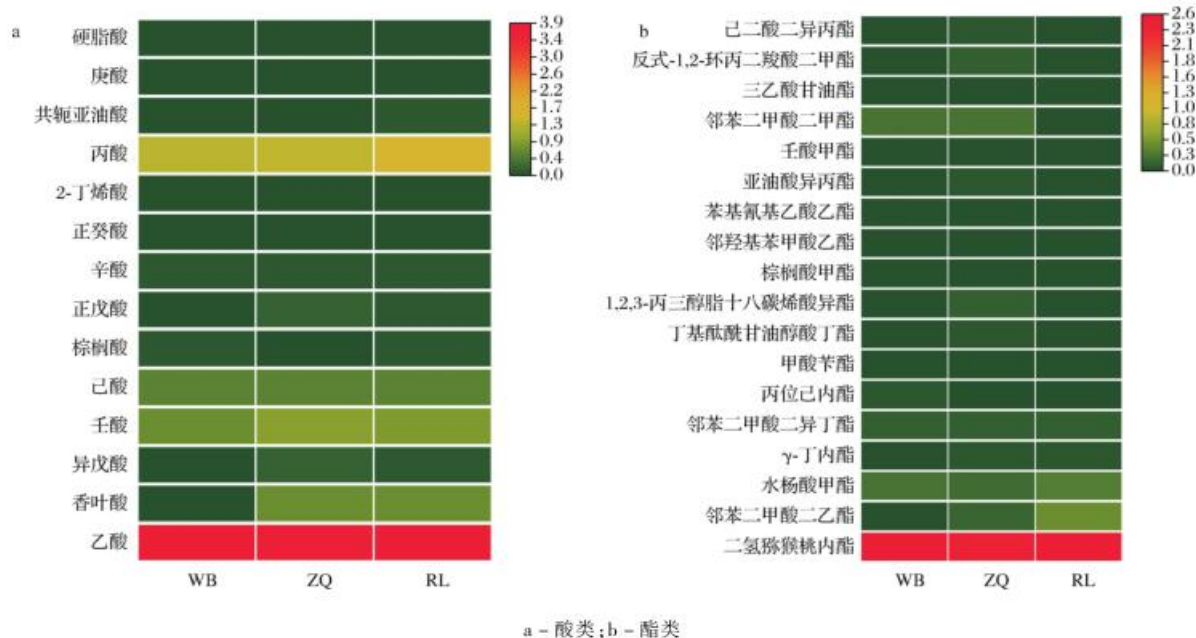


图 6 酸类、酯类挥发性风味物质的相对含量热图

Fig. 6 Heat map of relative content of acids and esters volatile flavor substances

2.2.4 醇类、其他类化合物分析

醇类化合物能赋予刺梨叶茶令人愉悦甜香和花香^[17],WB、ZQ、RL 的醇类化合物相对含量分别为 12.31%、10.79%、8.38%,WB 样品中含量较高的为 1-辛烯-3-醇(3.69%)、十二醇(2.79%)、苜醇(0.93%),ZQ 样品中含量较高的为 1-辛烯-3-醇(3.48%)、苜醇(0.70%)、植物醇(0.68%),RL 样品中含量较高的为 1-辛烯-3-醇(3.43%)、芳樟醇(1.41%)、苜醇(1.14%)。1-辛烯-3-醇具有青草香、蘑菇味^[15,24],芳樟醇、乙醇、苯乙醇、香叶醇等具有甜味、花香、果香^[10,32]。WB、ZQ、RL 的其他类化合物相对含量分别为 5.49%、5.26%、5.68%,其他类化合物主要包括呋喃、酰胺、杂环化合物等这些物质可能对刺梨叶茶的整体风味具有良好的修饰作用,如 2-戊基呋喃具有豆香、果香,其单体与多种化合物复合有助于形成茶叶的板栗香^[33]。醇类、其他类挥发性风味物质的相对含量热图如图 7 所示。

2.2.5 烷类、烯类化合物分析

烷烃类化合物分子质量比较大,风味阈值通常也较高,并且烷烃类化合物香气一般较弱或无气味^[34],对样品的风味贡献较小,但烷类化合物和烯类化合物

可能存在协同作用^[13],进而对刺梨叶茶的风味有一定贡献。WB、ZQ、RL 的烷类化合物相对含量分别为 20.35%、16.40%、21.25%,WB 样品中含量较高的烷类化合物为 2,2,4,6,6-五甲基庚烷、癸烷、2-甲基十一烷,ZQ 样品中为十二烷、2,2,4,6,6-五甲基庚烷、十四烷,RL 样品中为 2,2,4,6,6-五甲基庚烷、癸烷、十二烷;WB、ZQ、RL 样品中含量较高的烯类化合物均为双戊烯、苯乙烯。烷类、烯挥发性风味物质的相对含量热图如图 8 所示。

2.3 基于 OAV 值进行刺梨叶茶主要呈香物质分析

刺梨叶茶的风味感受是由其挥发性成分的相对含量及感觉阈值共同决定的,仅有部分化合物对刺梨叶茶总体风味起到显著贡献,这些化合物即为样品的主要呈香物质。可以采用 OAV 来评价单个香气物质对样品整体香气的贡献度,当 OAV > 1 时,认为该香气物质对样品香气具有一定影响,当 OAV > 10 时认为该香气物质对香气贡献极大^[11]。通过已报道的挥发性风味物质的阈值计算 OAV,本研究共计算出 43 个重要挥发性风味物质的 OAV,结果如表 1 所示。由表 1 可知,不同杀青方式刺梨叶茶的 OAV 存在明显差异,OAV > 1 的有 35 种物质。其中 1-辛烯-3-醇、

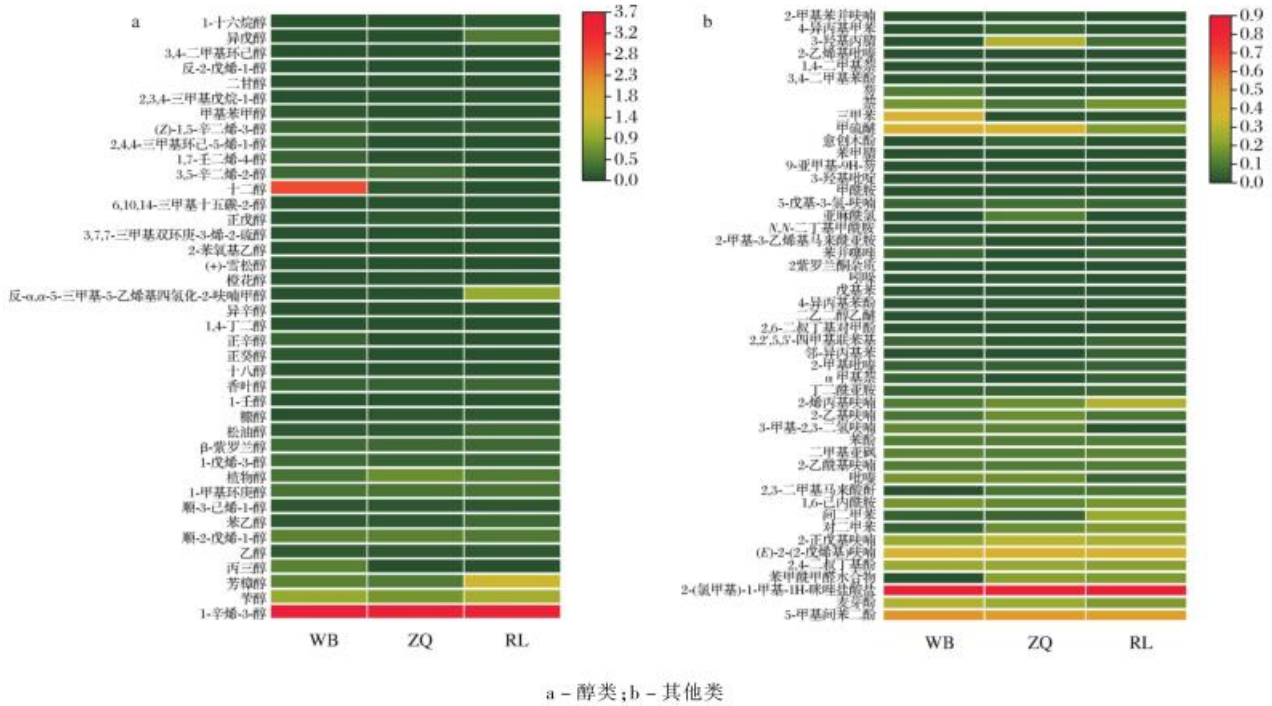


图7 醇类、其他类挥发性风味物质的相对含量热图

Fig. 7 Heat map of relative content of alcohols and other volatile flavor substances

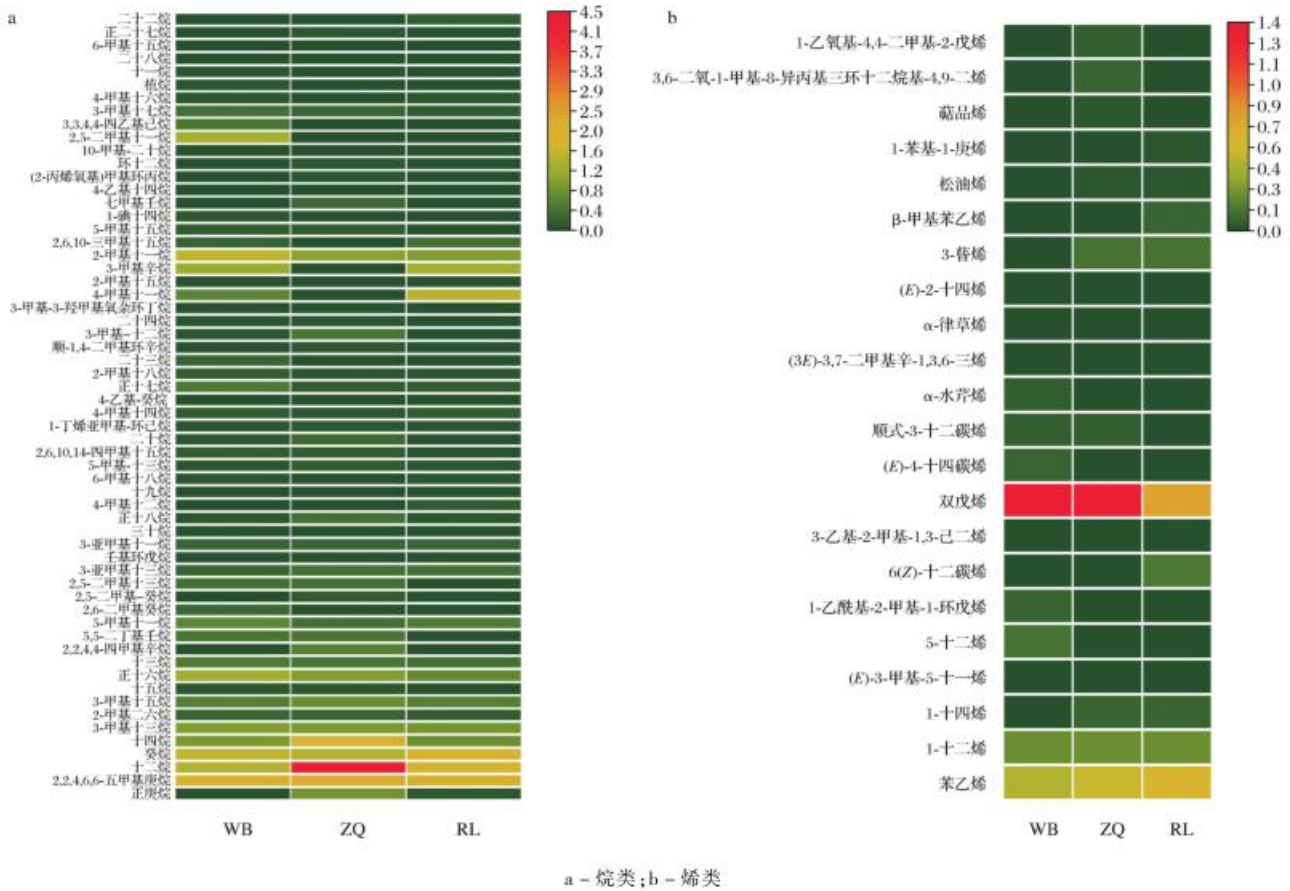


图8 烷类、烯类挥发性风味物质的相对含量热图

Fig. 8 Heat map of relative content of alkanes and alkenes volatile flavor substances

反,顺-2,6-壬二烯醛的 OAV > 10 000, 苯乙醛、正己醛、2-甲基丁醛(ZQ 除外)、2-己烯醛、(E)-2-庚烯醛、 β -紫罗酮、正癸酸(WB 除外)的 OAV > 1 000, 在香气强度上表现很突出, 相对含量较高, 呈现出花果香、青香、脂香、焦香、烘焙香、甜香等香气类型。通过对比发现, WB 样品中十二醇 OAV 值远大于 ZQ 样品(RL 无 OAV 值); ZQ 样品中正癸酸 OAV 远大于 RL 样品(WB 无 OAV), 苯乙酮只在 ZQ 样品中检出; RL 样品中芳樟醇 OAV 远大于 WB、ZQ 样品, 乙醛只在

RL 样品中检出。因此, 可以认为十二醇是 WB 样品的重要挥发性风味物质, 正癸酸、苯乙酮是 ZQ 样品的重要挥发性风味物质, 芳樟醇、异戊醛、乙醛是 RL 样品的重要挥发性风味物质。另外, 香叶醇、(+)-雪松醇、(E, E)-2, 4-庚二烯醛、壬醛、癸醛(WB 除外)、香叶基丙酮(ZQ 除外)、甲基庚烯酮、水杨酸甲酯、2-正戊基呋喃的 OAV > 100。这些挥发性风味物质对刺梨叶茶香气的形成具有较大作用。

表 1 挥发性成分 OAV 值和香气描述

Table 1 OAV value and aroma description of volatile compounds

编号	物质名称	香味描述	阈值/ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	含量/($\mu\text{g}/\text{g}$)			OAV
				WB	ZQ	RL	
1	1-辛烯-3-醇	蘑菇香、泥土气	4.5	61.85 \pm 3.33	61.02 \pm 3.38	60.71 \pm 3.63	>10 000
2	苯醇	稍有芳香气	620	15.28 \pm 0.45	12.20 \pm 0.08	19.60 \pm 0.06	32 > OAV > 19
3	芳樟醇	铃兰香	60	5.96 \pm 2.90	7.52 \pm 0.95	25.07 \pm 1.11	>99
4	乙醇	花香、甜香、酒香	100 000	1.19 \pm 0.87	2.21 \pm 0.07	2.65 \pm 0.02	0.01 ~ 0.03
5	植物醇	花香、脂香	6 400	2.74 \pm 1.76	5.75 \pm 0.36	2.48 \pm 0.53	0.39 ~ 0.90
6	1-戊烯-3-醇	花果香	4 000	3.55 \pm 0.29	3.86 \pm 0.31	2.92 \pm 0.17	0.73 ~ 0.97
7	松油醇	木香、紫丁香	300	1.36 \pm 0.97	2.25 \pm 0.23	4.99 \pm 0.20	4.53 ~ 16.64
8	香叶醇	花香、果香、甜香	20	2.64 \pm 0.37	2.67 \pm 0.38	5.06 \pm 0.20	>132
9	(+)-雪松醇	雪松木香	0.5	0.60 \pm 0.02	0.47 \pm 0.02	0.47 \pm 0.01	>933
10	正戊醇		4 400	-	1.77 \pm 1.25	-	0.40
11	十二醇		73	45.41 \pm 0.00	1.39 \pm 0.16	-	18 ~ 623
12	苯乙醛	花香、果香、樱桃香味	9	35.96 \pm 6.39	32.22 \pm 5.21	37.39 \pm 1.13	>3 580
13	异戊醛	柑橘香、桃子香、脂香	40	25.94 \pm 7.49	32.09 \pm 10.83	44.50 \pm 0.79	>648
14	正己醛	青草香、苹果香	45	56.88 \pm 6.51	58.44 \pm 6.86	54.38 \pm 1.21	>1 200
15	2-甲基丁醛	焦香、烘焙香	4	38.70 \pm 5.26	-	41.39 \pm 4.40	>9 600
16	2-己烯醛	青草香味	8	45.83 \pm 4.33	46.39 \pm 4.48	45.72 \pm 0.02	>5 700
17	苯甲醛	果香、杏仁香	750.9	21.20 \pm 0.84	22.80 \pm 0.20	19.87 \pm 0.23	26 ~ 30
18	(E, E)-2, 4-庚二烯醛	青草味	56	15.30 \pm 2.11	14.14 \pm 2.86	10.88 \pm 1.29	>194
19	糠醛	有杏仁味	282	11.38 \pm 1.67	11.57 \pm 1.92	13.71 \pm 0.79	>40
20	反,顺-2,6-壬二烯醛	青草味	0.8	26.47 \pm 1.97	21.40 \pm 6.80	25.32 \pm 1.14	>10 000
21	壬醛	清香、坚果烤香味	40	15.97 \pm 1.22	16.48 \pm 1.43	16.95 \pm 0.37	>399
22	(E)-2-庚烯醛		13	14.48 \pm 1.28	14.09 \pm 1.33	13.03 \pm 0.17	>1 000
23	乙醛	辛辣刺激性气味	109	-	-	5.88 \pm 0.00	53.93
24	癸醛	青草味、甜香、柑橘香	10	-	5.86 \pm 0.45	5.97 \pm 0.00	>586
25	庚醛	清香	100	4.25 \pm 0.17	4.39 \pm 0.14	4.23 \pm 0.04	42 ~ 43
26	戊醛	略有刺激气味	200	11.04 \pm 1.28	11.44 \pm 0.61	10.71 \pm 0.26	53 ~ 58
27	香叶基丙酮	花香、玫瑰香	60	9.74 \pm 0.38	-	9.31 \pm 0.23	>155
28	β -紫罗酮	紫罗兰香、桂花香、奶油香	5.9	9.93 \pm 0.29	10.37 \pm 0.42	9.58 \pm 0.04	>1 000
29	甲基庚烯酮	新鲜的青香、柑橘香味	50	7.23 \pm 0.32	7.07 \pm 0.31	6.84 \pm 0.13	>136
30	苯乙酮	山楂香、花香、甜香、樱桃香气	65	-	0.08 \pm 0.01	-	1.19
31	乙酸	醋味	99 000	62.87 \pm 5.55	64.83 \pm 3.91	67.3 \pm 1.07	0.64 ~ 0.68
32	异戊酸	果香	1 600	-	2.56 \pm 0.05	2.46 \pm 0.00	1.54 ~ 1.60
33	己酸	刺激性酸味	890	9.54 \pm 0.72	10.15 \pm 0.59	9.88 \pm 0.00	10 ~ 12
34	辛酸	奶酪味	3 000	1.47 \pm 0.24	1.89 \pm 0.32	1.55 \pm 0.04	0.49 ~ 63
35	正癸酸	甜香	0.1	-	0.71 \pm 0.01	0.52 \pm 0.01	>5 000
36	庚酸	微有脂肪气味	3 000	0.91 \pm 0.12	-	0.87 \pm 0.03	0.29 ~ 0.30
37	二氢猕猴桃内酯	清香	500	39.03 \pm 7.17	37.35 \pm 7.50	34.00 \pm 5.63	68 ~ 75
38	水杨酸甲酯	冬青叶香味、青草味、药味	40	4.08 \pm 0.29	3.56 \pm 0.24	5.87 \pm 0.29	88 ~ 147
39	2,4-二叔丁基酚		500	4.04 \pm 0.20	4.19 \pm 0.14	3.39 \pm 0.05	6 ~ 9
40	2-正戊基呋喃	豆香、果香、泥土香、青香	6	3.57 \pm 1.32	3.86 \pm 1.31	4.56 \pm 0.66	>595
41	间二甲苯		5.5	0.47 \pm 0.11	0.79 \pm 0.63	1.94 \pm 0.13	85 ~ 353
42	1-甲基萘	有樟脑和类似茶的气味	7.5	0.37 \pm 0.04	0.24 \pm 0.01	0.37 \pm 0.00	32 ~ 50
43	吡嗪	花香	1 400	0.06 \pm 0.00	0.25 \pm 0.10	0.06 \pm 0.00	0.04 ~ 0.18

注:“-”表示未检出。

2.4 挥发性风味物质主成分分析

主成分分析是一种可直观反映样本成分之间关联的统计方法,不同样品之间的距离越远,表明其风味差异越明显,并且样品的分布区域和某种挥发性风味物质的分布越接近,说明该物质对其风味贡献越大^[35]。对不同杀青方式制作的刺梨叶茶的 35 种关键风味物质(OAV ≥ 1)进行主成分分析,结果如图 9 所示,其中 PC1 和 PC2 的贡献率分别为 52.8% 和 47.2%,累计贡献率大于 85%,能较好地反映样品的信息。由图 9 可知,不同杀青工艺制作的刺梨叶茶样品分布不同,WB 样品位于第一象限,其主要挥发性风味物质为十二醇、戊醛、2-己烯醛和甲基庚烯酮等;ZQ 样品位于第三象限,其主要挥发性风味物质为苯乙酮;RL 样品位于第二象限,其主要挥发性风味物质为芳樟醇、香叶醇、乙醛和松油醇等。整体来看,不同杀青方式制作的刺梨叶茶样品的挥发性风味差异明显,PCA 可对不同样品的风味进行较可靠的区分。

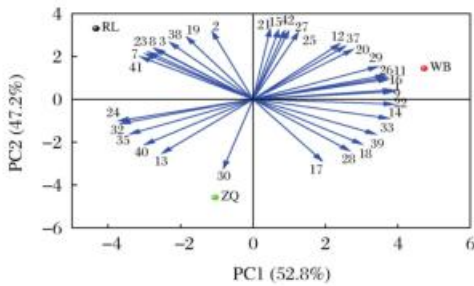


图 9 样品中主要呈香物质的 PCA 得分图和载荷图
Fig. 9 PCA score and load diagram of incense were mainly presented in the samples

3 结论

本研究采用电子舌及 GC-MS 技术对 3 种不同杀青工艺制备的刺梨叶茶产品进行了分析检测,3 种样品的滋味各具特色,WB 样品偏清醇鲜爽,ZQ 样品偏醇和顺滑,RL 样品偏醇厚、较为苦涩。GC-MS 测定结果显示,刺梨叶茶中分别检测鉴定出 213 种(WB)、205 种(ZQ)、209 种(RL)种挥发性风味物质,醛类化合物、烷类化合物和醇类化合物是刺梨叶茶的主要风味组分,结合刺梨叶茶挥发性风味物质的 OAV 和 PCA 分析,确定了十二醇是 WB 样品的关键香气成分,苯乙酮是 ZQ 样品的关键香气成分,芳樟醇、乙醛是 RL 样品的关键香气成分。综合上述研究结果来看,微波杀青方式更适合用于刺梨叶茶的制备。此外,由于部分化合物的气味阈值缺乏,利用 OAV 方法对样品中的特征风味化合物的分析存在一定局限性,

后续可结合高灵敏度的电子鼻等设备对刺梨叶茶的香气成分特点进行分析,为进一步研究刺梨叶茶香型提供依据。本研究为刺梨叶茶的风味化学研究及品质调控提供了理论依据,也为刺梨叶资源的开发利用提供了理论支撑。

参 考 文 献

- [1] 李欣燃,朱森,韩世明,等.刺梨叶总黄酮超声辅助提取工艺优化[J].食品研究与开发,2019,40(12):189-193.
LI X R, ZHU M, HAN S M, et al. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of flavonoids from *Rosa roxburghii* leaves[J]. Food Research and Development, 2019,40(12):189-193.
- [2] 王媛媛,雷艳,马雪,等.刺梨叶质量标准研究[J].中国药业,2019,28(13):36-38.
WANG Y Y, LEI Y, MA X, et al. Quality standard of *Rosa Roxburghii* leaves[J]. China Pharmaceuticals, 2019,28(13):36-38.
- [3] 李福明,汪洋,韦敏.刺梨叶醇提物体外抗氧化活性和 α -葡萄糖苷酶抑制活性研究[J].中国现代应用药学,2015,32(6):685-688.
LI F M, WANG Y, WEI M. Study on *in vitro* antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities of ethanol extract from *Rosae roxburghii* leaves[J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2015,32(6):685-688.
- [4] 樊卫国,周禹佳.刺梨叶、花瓣和果实的多酚及三萜组分、含量及其提取物的抗氧化特性[J].贵州大学学报(自然科学版),2022,39(5):13-21.
FAN W G, ZHOU Y J. Composition and content of polyphenols and triterpenoids in leaves, petals and fruits of *Rosa roxburghii* and antioxidant properties of their extracts[J]. Journal of Guizhou University (Natural Sciences), 2022,39(5):13-21.
- [5] 汪庆华,刘新.解读代用茶行业标准及存在的问题[J].茶叶,2019,45(2):90-92.
WANG Q H, LIU X. Interpretation of herbal tea industry standards and existing problems[J]. Journal of Tea, 2019,45(2):90-92.
- [6] 宋勤飞,杨琦宏,牛素贞,等.原料嫩度和加工工艺对刺梨叶茶品质的影响[J].南方农业,2022,16(9):214-219.
SONG Q F, YANG Q H, NIU S Z, et al. Effects of raw material tenderness and processing technology on the quality of *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea[J]. South China Agriculture, 2022,16(9):214-219.
- [7] 宋勤飞,牛素贞,杨琦宏,等.不同加工工艺下刺梨叶茶品质研究与评价[J].农产品加工,2022(9):32-37.
SONG Q F, NIU S Z, YANG Q H, et al. Study and evaluation on quality of *Rosa roxburghii* leaves tea with different processing technology[J]. Farm Products Processing, 2022(9):32-37.
- [8] ZHAO P Q, WANG J D, YAN X Y, et al. Functional chitosan/zein films with *Rosa roxburghii* Tratt leaves extracts prepared by natural deep eutectic solvents[J]. Food Packaging and Shelf Life, 2022,34:101001.
- [9] 张倩,徐丽萍,高新鹏,等.3种不同加工方式对桑叶茶挥发性成分的影响[J].食品安全质量检测学报,2023,14(2):307-315.
ZHANG Q, XU L P, GAO X P, et al. Effects of 3 kinds of different processing methods on volatile components of mulberry leaf tea[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2023,14(2):307-315.

- [10] 吴全金,周喆,漆思雨,等.炭焙和电焙白茶的关键风味物质和品质差异[J/OL].食品科学,2023. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20221229.1856.005.html>
WU Q J, ZHOU Z, QI S Y, et al. Analysis of the difference of key flavor substances and quality between charcoal-baked and electric-baked white tea [J/OL]. Food Science, 2023. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20221229.1856.005.html>.
- [11] 邵淑贤,王淑燕,王丽,等.基于ATD-GC-MS技术的不同品种白牡丹茶香气成分分析[J].食品工业科技,2022,43(1):261-268.
SHAO S X, WANG S Y, WANG L, et al. Analysis of aroma components of different cultivars of white peony tea based on ATD-GC-MS[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022,43(1):261-268.
- [12] 王永伦,李兴,杨苗,等.干燥方式对真姬菇菌柄和菌盖挥发性风味物质的影响[J].食品科学,2023,44(8):268-276.
WANG Y L, LI X, YANG M, et al. Effect of drying methods on volatile flavor compounds of the pileus and stipe of *Hypsizygus marmoratus*[J]. Food Science, 2023,44(8):268-276.
- [13] 朱文政,严顺阳,徐艳,等.顶空固相微萃取-气质联用分析不同烹制时间红烧肉挥发性风味成分[J].食品与发酵工业,2021,47(2):247-253.
ZHU W Z, YAN S Y, XU Y, et al. Analysis of volatile flavor components of braised pork with different cooking time by SPME-GC-MS[J]. Food and Fermentation Industries, 2021,47(2):247-253.
- [14] 王星月,杨潇然,张紫涵,等.赶黄草叶茶制备工艺及其对风味、功效成分溶出的影响[J].中国食品学报,2022,22(2):241-252.
WANG X Y, YANG X R, ZHANG Z H, et al. Preparation technology of penthorum Chinese leaf tea and its effect on flavor and dissolution of effective components[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022,22(2):241-252.
- [15] 侯晓慧,张婷,张萌,等.基于GC-IMS和HS-SPME-GC-MS分析泾阳茯砖茶的特征风味物质[J/OL].食品科学,2022. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.ts.20221104.1710.014.html>.
HOU X H, ZHANG T, ZHANG M, et al. Identification of characteristic flavor substances of Jingyang Fu Brick tea based on GC-IMS and HS-SPME-GC-MS[J/OL]. Food Science, 2022. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.ts.20221104.1710.014.html>.
- [16] 罗红玉,王奕,谷雨,等.干燥工艺对重庆沱茶及其毛茶风味品质的影响[J].食品科学,2022,43(22):259-266.
LUO H Y, WANG Y, GU Y, et al. Effect of drying process on the flavor quality of Chongqing Tuo tea and crude tea for making it [J]. Food Science, 2022,43(22):259-266.
- [17] 邵淑贤,徐梦婷,林燕萍,等.基于电子鼻与HS-SPME-GC-MS技术对不同产地黄观音乌龙茶香气差异分析[J].食品科学,2023,44(4):232-239.
SHAO S X, XU M T, LIN Y P, et al. Differential analysis of aroma components of Huangguanyin Oolong tea from different geographical origins using electronic nose and headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry [J]. Food Science, 2023,44(4):232-239.
- [18] 刘倩,袁越,张杰,等.不同菌种发酵对诺丽果酵素的抗氧化性及风味物质的影响[J].食品工业科技,2023,44(4):129-137.
LIU Q, YUAN Y, ZHANG J, et al. Effects of different fermentation strains on the antioxidant activities and flavor substances of *Morinda citrifolia* L. (Noni) fruit jiaosu[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023,44(4):129-137.
- [19] 陆晨浩,王曦如,仲梦涵,等.基于GC-MS和电子感官技术分析发芽对黑麦茶风味的影响[J].食品科学,2020,41(10):192-197.
LU C H, WANG X R, ZHONG M H, et al. Effects of germination on the flavor of rye tea as evaluated by GC-MS and electronic sensor techniques[J]. Food Science, 2020,41(10):192-197.
- [20] 马园园,曹青青,高一舟,等.绿茶苦味研究进展[J].茶叶科学,2023,43(1):1-16.
MA Y Y, CAO Q Q, GAO Y Z, et al. Research progress on the bitterness of green tea[J]. Journal of Tea Science, 2023,43(1):1-16.
- [21] 刘忠英,冉乾松,潘科,等.基于电子舌的3种氨基酸单体呈味特性研究[J].食品科技,2022,47(4):296-302.
LIU Z Y, RAN Q S, PAN K, et al. Flavor characteristics of three amino acid monomers based on electronic tongue[J]. Food Science and Technology, 2022,47(4):296-302.
- [22] ZHAO C J, SCHIEBER A, GÄNZLE M G. Formation of taste-active amino acids, amino acid derivatives and peptides in food fermentations—A review [J]. Food Research International, 2016,89:39-47.
- [23] 黄东竹,李梦茹,陈琪,等.绿茶香气及茶叶中香气物质提取与检测方法研究进展[J].茶叶通讯,2021,48(4):589-597;605.
HUANG D Z, LI M R, CHEN Q, et al. Research progress on aroma of green tea and extraction and detection methods of aroma substances in green tea[J]. Journal of Tea Communication, 2021,48(4):589-597;605.
- [24] 黎轩铭,李洪军,肖旭,等.挂糊油炸大球盖菇菌柄加工过程中挥发性风味物质变化研究[J].食品与发酵工业,2023,49(16):68-75.
NI X M, LI H J, XIAO X, et al. Study on the change of volatile flavor substances during the processing of deepfried and battered mushroom stalks of *Stropharia rugoso-annulata*[J]. Food and Fermentation Industries, 2023,49(16):68-75.
- [25] 李欢康,杨佳玮,刘文玉,等.不同工艺核桃油挥发性物质比对及关键香气成分表征[J].食品科学,2021,42(16):185-192.
LI H K, YANG J W, LIU W Y, et al. Comparison of volatile components and characterization of key aroma components of walnut oil produced by different processes[J]. Food Science, 2021,42(16):185-192.
- [26] 吴艳艳.黄茶、白茶的化学成分研究[D].大连:辽宁师范大学,2013.
WU Y Y. The research on the composition of Yellow tea and White tea[D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2013.
- [27] 郭雯飞,孟小环,罗永此,等.白牡丹与白毫银针香气成分的研究[J].茶叶,2007,33(2):78-81.
GUO W F, MENG X H, LUO Y C, et al. Analysis of the volatile constituents in the baimudan tea and Baihaoyinzen tea[J]. Journal of Tea, 2007,33(2):78-81.
- [28] PHAM A J, SCHILLING M W, MIKEL W B, et al. Relationships between sensory descriptors, consumer acceptability and volatile flavor compounds of American dry-cured ham [J]. Meat Science,

- 2008, 80(3):728-737.
- [29] SABIO E, VIDAL-ARAGÓN M C, BERNALTE M J, et al. Volatile compounds present in six types of dry-cured ham from south European countries[J]. Food Chemistry, 1998, 61(4):493-503.
- [30] MAHDI G V, CONSTANTIN A, JESUS L, et al. Potential use of electronic noses, electronic tongues and biosensors as multisensor systems for spoilage examination in foods[J]. Trends in Food Science & Technology, 2018, 80:71-92.
- [31] MARUŠIĆ N, PETROVIĆ M, VIDAČEK S, et al. Characterization of traditional istrian dry-cured ham by means of physical and chemical analyses and volatile compounds[J]. Meat Science, 2011, 88(4):786-790.
- [32] 林良静, 蔡惠钿, 包涵, 等. 潮汕特色佛手香黄的特征挥发性风味成分分析[J]. 现代食品科技, 2021, 37(7):238-249.
- LIN L J, CAI H T, BAO H, et al. Analysis of the characteristic volatile flavor components of preserved Lao-Xiang-Huang of Cha-ozhou[J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(7):238-249.
- [33] 尤秋爽, 石亚丽, 朱荫, 等. 不同加工工艺对绿茶关键呈香成分的影响[J/OL]. 食品科学, 2022. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20221110.2102.022.html>.
- YOU Q S, SHI Y L, ZHU Y, et al. Influence of different manufacturing processes on the key aroma-active compounds of green tea[J/OL]. Food Science, 2022. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20221110.2102.022.html>.
- [34] 田维芬, 周君, 明庭红, 等. 基于电子鼻和 GC-MS 的不同品牌橄榄油挥发性风味物质研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(7):285-292.
- TIAN W F, ZHOU J, MING T H, et al. Analysis of volatile flavor components from different regions of olive oil by electronic nose and gas chromatography technology[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(7):285-292.
- [35] 李芳. 硬脂鱼油的品质特征及在火锅底料中的应用研究[D]. 重庆: 西南大学, 2021.
- LI F. Study on the quality characteristics of fish oil stearin and its application in hotpot seasoning[D]. Chongqing: Southwest University, 2021.

Effects of different fixation methods on flavoring substances of *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea

TU Qing^{1,2}, CHEN Qiuhui^{1,2}, MU Xian^{1,2}, LU Hongmei^{1,2},
YANG Shuangquan³, CHEN Li^{1,2*}, HUANG Yongguang^{2*}

1(Guizhou Key Lab of Fermentation and Biological Pharmacy, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

2(School of Liquor and Food Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

3(School of Chemistry and Chemical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

ABSTRACT *Rosa roxburghii* Tratt leaves contain a variety of nutritional functional components, which have good development and utilization value. *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea is a substitute tea prepared by green tea technology from the spring leaves of *Rosa roxburghii* Tratt leaves. It has good taste and health care effects. The flavor of the tea is one of the main sensory characteristics to reflect the quality of tea, and the production technology will have a certain influence on the formation of tea flavor substances. To explore the influence of different fixation methods on the flavor substances of *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea, headspace solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry and electronic tongue were used to study the differences of flavor substances in three different fixation methods, including microwave fixation (WB), steam fixation (ZQ), and thermal fixation (RL). Results showed that WB samples had the strongest bitter, umami, and saltiness, and the weakest sour and astringent taste. ZQ samples had moderate sour, astringent, umami, and saltiness, and the weakest bitter taste. RL samples had the strongest sour and astringent taste, moderate bitter taste, and the weakest umami and saltiness. 213 (WB), 205 (ZQ), and 209 (RL) volatile flavor compounds were identified from *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea prepared by different fixation methods, and aldehydes, alkanes, and alcohols were the main flavor compounds. Based on odor activity value analysis, 35 aroma compounds were selected that had a great impact on the aroma of *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea. Through principal component analysis of 35 aroma substances, it was determined that dodecyl alcohol was the key aroma component of WB sample, acetophenone was the key aroma component of ZQ sample, linalool and acetaldehyde were the key aroma component of RL sample. According to the results of various studies, microwave fixation is more suitable for the preparation of *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea. The results provided a theoretical reference for flavor chemistry research and product development of *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea.

Key words *Rosa roxburghii* Tratt leaves tea; flavor substance; fixation methods; electronic tongue; headspace solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry