

窈制方式对玫瑰红茶品质的影响

孟鑫^{1,2}, 朱艳^{1*}, 汪芳², 杜琪珍¹, 尹军峰², 许勇泉^{2*}

¹浙江农林大学食品与健康学院 杭州 311300

²中国农业科学院茶叶研究所 杭州 310008

摘要 传统花茶的窈制主要是以鲜花与茶叶结合,为探究不同的窈制方法对玫瑰红茶的滋味和品质的影响,通过 4 种窈制方法(鲜花赋香、玫瑰细胞液喷洒赋香、玫瑰细胞液蒸气赋香、花瓣与细胞液蒸气结合赋香)对红茶进行赋香,完成玫瑰红茶的窈制。以色差、茶多酚总量、游离氨基酸含量、儿茶素等指标为依据,结合 HS-SPME-GC-MS 对不同窈制工艺制得的玫瑰红茶香气成分进行分析。结果表明,4 种赋香方式所得玫瑰红茶的理化成分具有显著性差异($P<0.05$)。用鲜花赋香和细胞液喷洒赋香的两种红茶茶汤偏红、偏黄,明亮度不及其它 2 种赋香方式。以喷洒玫瑰细胞液的窈制方式得到的玫瑰红茶氨基酸含量较高(112.66 mg/L);以玫瑰鲜花窈制得到的玫瑰红茶茶多酚含量较低(680.38 mg/L)。玫瑰红茶的主要呈香化合物为苯乙醛、芳樟醇、(E,E)-2,4-庚二烯醛、水杨酸甲酯、乙酸苯乙酯、 β -紫罗酮、香叶醇、2-正戊基咪喃和正己醛这 9 种,玫瑰鲜花细胞液窈制的玫瑰红茶中含有的 9 种主要呈香化合物显著高于其它 3 种。本研究有助于创新玫瑰红茶的窈制方式,为高品质玫瑰红茶的窈制提供参考。

关键词 玫瑰红茶; 赋香; 玫瑰花细胞液

文章编号 1009-7848(2024)04-0266-12 DOI: 10.16429/j.1009-7848.2024.04.025

中国是茶的故乡,红茶是中国六大茶类中具有影响力的茶类之一^[1]。花茶作为一类再加工茶,利用鲜花吐香和茶坯吸香来达到茶引花香^[2],有茉莉花茶、玫瑰花茶、桂花花茶、珠兰花茶,其中以茉莉花茶占比最大^[3]。花茶因独特滋味和鲜灵的花香而受到人们的喜爱。玫瑰花不仅具有观赏价值,还具有药用价值和促进血液循环、疏肝解郁的作用^[4]。玫瑰鲜花细胞液是在低温下提取的小分子水^[5],具有玫瑰鲜花的自然花香。可口服也可作为爽肤水使用,其中玫瑰花瓣的提取率最高^[6]。

传统花茶是用鲜花与茶叶拌和窈制,大多参考茉莉花茶的加工方式,窈制工艺复杂,影响因素多,周期长,劳动强度大^[7],成本较高。此外,提出的新的窈制工艺,如湿坯窈制^[8]、隔离窈制^[9],依旧利用鲜花来窈制,提高窈次以制备高品质花茶。张冬莲等^[10]研究了不同加花方法对玫瑰红茶品质的影响,仍利用鲜花来赋香。本研究采用新的赋香方

式,用具有天然花香的鲜花细胞液进行窈制,得到天然玫瑰香红茶,对花茶的窈制工艺进行创新。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

茶坯为同一时期,同一地点的大叶种滇红茶叶制成红茶茶坯待用,茶坯含水量控制在 3%~5%;玫瑰鲜花:墨玫,采摘于江苏宜兴;玫瑰细胞液由宜兴市淳美文化发展有限公司生产。

1.2 设备与仪器

DK-S26 型电热恒温水浴锅,上海精宏实验设备有限公司;UV3600 紫外-可见光分光光度计、岛津 LC-20A 高效液相色谱仪,日本岛津公司;HW-CL-1 集热式恒温磁力搅拌浴,郑州长城科工贸有限公司;手动 SPME 进样器、50/30 μm 二甲基苯/碳分子筛/聚二甲基硅氧烷萃取头,美国 Supelco 公司;GC-MS(7890-5975C),美国 Agilent 公司。

1.3 方 法

1.3.1 红茶制备 采摘新鲜完整、无损伤的茶鲜叶,在室温下摊放萎凋;先不加压轻柔 10 min,再加压揉捻 30 min,最后不加压轻柔 15 min;将揉捻叶摊成厚度 20 cm 的茶堆,以湿棉布覆盖,室内温度 20 $^{\circ}\text{C}$,湿度 92%,发酵 4 h;将发酵叶放入烘茶

收稿日期: 2023-08-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(32272368);浙江科技计划项目(2022C02033)

第一作者: 孟鑫,女,硕士生

通信作者: 朱艳 E-mail: 36833873@qq.com

许勇泉 E-mail: yqx33@126.com

机中,初烘条件:100 ℃,15 min,复烘条件:75 ℃,25 min,得到红茶。

1.3.2 鲜花窰制红茶 鲜花窰制:将茶叶和鲜花以质量比1:1混合,在25 ℃的环境温度中,堆成20 cm的茶堆,窰制12 h,窰制过程中堆温不超过35 ℃,及时翻动散热,窰制完成后,分筛茶花,最后65 ℃烘制25 min,得到玫瑰红茶(RBT1)。

玫瑰鲜花细胞液喷洒窰制:将玫瑰鲜花细胞液喷洒在红茶茶坯上(茶与花香细胞液质量比为1:5),窰制12 h,最后65 ℃烘制25 min,得到玫瑰红茶(RBT2)。

玫瑰鲜花细胞蒸气窰制:将茶坯置于密闭环境中,将玫瑰鲜花细胞液置于加热装置中加热(茶与花香细胞液质量比为1:5),让玫瑰鲜花细胞液以蒸气的形式与茶坯充分接触,窰制10 min,最后65 ℃烘制25 min,得到玫瑰红茶(RBT3)。

鲜花与玫瑰鲜花细胞蒸气结合窰制:将茶叶和花瓣以质量比1:0.5的比例混合,在25 ℃环境中,堆成20 cm的茶堆,窰制6 h,窰制过程中堆温不超过35 ℃,及时翻动散热后,分筛茶花,用玫瑰鲜花细胞蒸气赋香的方法窰制10 min,其中茶与花香细胞液质量比为1:2.5,最后65 ℃烘制25 min,得到玫瑰红茶(RBT4)。

1.3.3 茶汤感官审评 参照GB/T 23776-2018茶叶感官审评方法^[11]选择汤色、香气、滋味3项进行评价。

1.3.4 色差测定 用色差仪测定茶汤的 L^* 、 a^* 、 b^* 值。其中, L^* 值表示明亮度; a^* 值表示红绿色度; b^* 值表示黄蓝色度。

1.3.5 主要品质成分 根据《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》(GB/T 8313-2008)和《茶游离氨基酸总量的测定》(GB/T 8314-2013)检测茶叶中茶多酚总量及游离氨基酸总量,儿茶素检测方法参考尹军峰等^[12]。

1.3.6 挥发性香气成分测定 取0.5 g干茶于20 mL顶空瓶中,加入5 mL沸水,10 μ L癸酸乙酯(内标,10 μ g/mL)迅速加盖平衡5 min,将SPME萃取头插入顶空瓶,在60 ℃恒温水浴条件下萃取吸附60 min,立即于GC-MS 250 ℃进样口解析5 min。

GC色谱柱:DB-5MS石英毛细管(30 m \times

0.25 mm \times 0.25 μ m);柱温箱:40 ℃;进样口温度:250 ℃;压力:48.745 kPa;柱流量:1 mL/min;进样载气:He(99.9999%)。升温程序:40 ℃保持2 min,以2 ℃/min升至85 ℃,保持2 min,再以2.5 ℃/min升至180 ℃,保持2 min,以10 ℃/min升至230 ℃,保持2 min。

质谱条件:电子电离源:电子能量:70 eV;离子源温度230 ℃;全扫描;质量扫描范围 m/z 40~400。

定性:将各色谱峰对应的质谱图与NIST标准库进行相似度检索,并测定挥发物的保留指数(RI),比较定性的化合物。

定量:采用内标法,选用已知浓度的癸酸乙酯作为内标物,根据癸酸乙酯的浓度及峰面积百分比计算其它香气成分的相对含量。

1.3.7 数据统计与分析 数据经Excel软件和SPSS 23.0软件处理;采用LSD法进行单因素差异显著性分析, $P<0.05$ 为差异显著;采用SIMCA 14.1软件进行PLS-DA分析;使用GraphPad Prism 8绘图。

2 结果与分析

2.1 玫瑰红茶感官评价

4种工艺制作的玫瑰红茶感官评价结果见表1。总分由汤色、香气、滋味得分加权得到^[13],结合色差结果(图1)分析。从汤色来看,鲜花窰制的玫瑰红茶和用玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶茶汤更红,而明亮度不及其它2种玫瑰红茶。从香气来看,鲜花窰制的玫瑰红茶和玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶所带玫瑰花香更明显。从滋味来看,4种玫瑰红茶口感尚甜醇而都略带涩味,其中鲜花窰制的玫瑰红茶和玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶带有玫瑰香。从综合得分来看,以玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶和鲜花窰制的玫瑰红茶最好,鲜花与玫瑰鲜花细胞蒸气结合赋香次之。

2.2 玫瑰红茶理化成分分析

茶多酚(Tea polyphenols, TP)是一类以儿茶素为主体的多酚类化合物的复合体,包括黄酮类、花色苷类、酚酸类等,具有多种生物活性作用^[14]。茶多酚是茶汤苦涩味的主要来源。4种不同赋香方式制得玫瑰红茶中的茶多酚含量如图2所示,

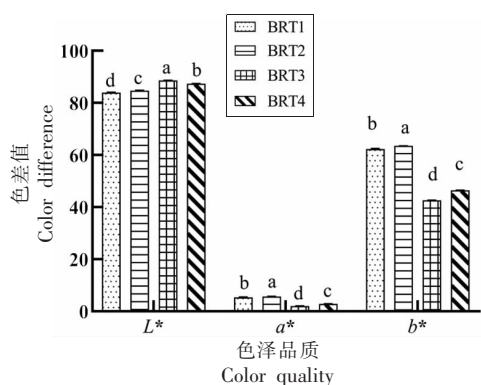
玫瑰鲜花细胞液窖制的玫瑰红茶中茶多酚含量最高,达到 680.38 mg/L,鲜花窖制的玫瑰红茶中茶多酚含量最少为 476.57 mg/L。3 种创新窖制方式

所得到的玫瑰红茶中的茶多酚含量显著高于传统鲜花窖制方式得到的玫瑰红茶。

表 1 4 种不同窖制工艺制得玫瑰红茶感官评价结果

Table 1 Sensory evaluation results of rose black tea made by four different scenting processes

玫瑰红茶	汤色(20%)		香气(40%)		滋味(40%)		总分
	评语	评分	评语	评分	评语	评分	
BRT1	红,尚明亮	87	稍带甜香,有玫瑰花香	87	尚甜醇,微涩,微带玫瑰香	87	87
BRT2	橙红,尚明	86	甜香显,稍带玫瑰香	87	尚甜醇,略涩,稍带玫瑰香	88	87.1
BRT3	橙黄,尚明	82	稍带焦糖香,略闷	86	尚甜醇,略酸,微涩,有火工	85	84.8
BRT4	橙黄,尚亮	84	稍带甜香,略闷	85	尚甜醇,微酸,略带花味,带涩	86	85.2



注:不同字母表示具有显著性差异($P<0.05$)。

图 1 不同窖制方式的玫瑰红茶色泽品质

Fig.1 Color quality of rose black tea with different scenting methods

氨基酸是茶叶中的重要生化成分,是茶叶鲜爽度和气味的主要组分,其在茶叶中以游离态和结合态存在^[5]。4 种不同赋香方式制得花香红茶茶汤中的游离氨基酸含量如图 3 所示,玫瑰鲜花细胞液窖制的玫瑰红茶茶汤中的游离氨基酸含量最高,为 112.66 mg/L,玫瑰鲜花细胞蒸气窖制的玫瑰红茶茶汤中的游离氨基酸含量显著低于其它 3 种玫瑰红茶,只有 58.86 mg/L。

茶叶中的黄烷-3-醇衍生物(俗称儿茶素类),是茶叶药理作用最为明显的组分,又是对茶叶品质具有决定性影响的影响因子之一^[6]。国内外近十年来大量的科学研究表明,儿茶素具有抗炎、抗病毒、抗菌、抗氧化的作用^[7]。茶树中儿茶素类化合物主要包括,儿茶素(Catechin,C)、表儿茶素(Epicatechin,EC)、没食子儿茶素(Gallocatechin,GC)、表没食子儿茶素(Epigallocatechin,EGC)、儿

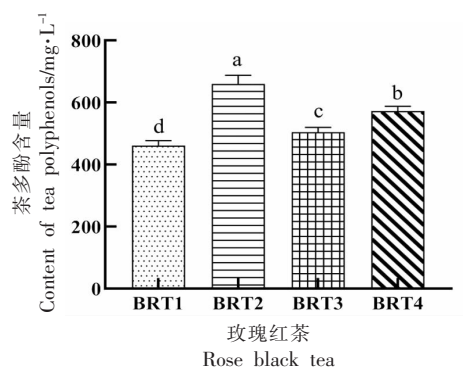


图 2 不同窖制方式的玫瑰红茶中茶多酚的含量

Fig.2 The content of tea polyphenols in rose black tea with different scenting methods

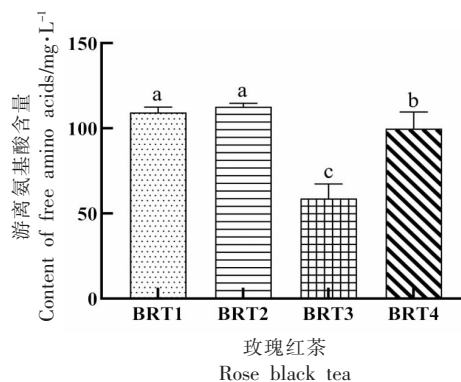


图 3 不同窖制方式的玫瑰红茶中游离氨基酸的含量

Fig.3 The content of free amino acids in rose black tea with different scenting methods

茶素没食子酸酯(Catechin gallate,CG)、表儿茶素没食子酸酯(Epicatechin gallate,ECG)、没食子儿茶素没食子酸酯(Gallocatechin gallate,GCG)及表没食子儿茶素没食子酸酯(Epigallocatechin gal-

late,EGCG)8 种单体,其中酯型儿茶素为 GC、ECG、GCG、EGCG。酯型儿茶素有强烈苦涩味(尤其是 EGCG),而非酯型儿茶素滋味柔和,具有明显回甘滋味特征^[18-21]。由图 4a 可知,不同窰制工艺的玫瑰红茶在儿茶素各组分含量上有显著差异($P < 0.05$)。其中鲜花与玫瑰鲜花细胞蒸气结合窰制的

玫瑰红茶中酯型儿茶素最高,为 16.84 mg/L;其次是玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶,而鲜花窰制的玫瑰红茶中酯型儿茶素含量最低,只有 11.48 mg/L。而鲜花窰制的玫瑰红茶中酯型儿茶素占比高于其它 3 种,由玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶中酯型儿茶素占比最少,如图 4b 所示。

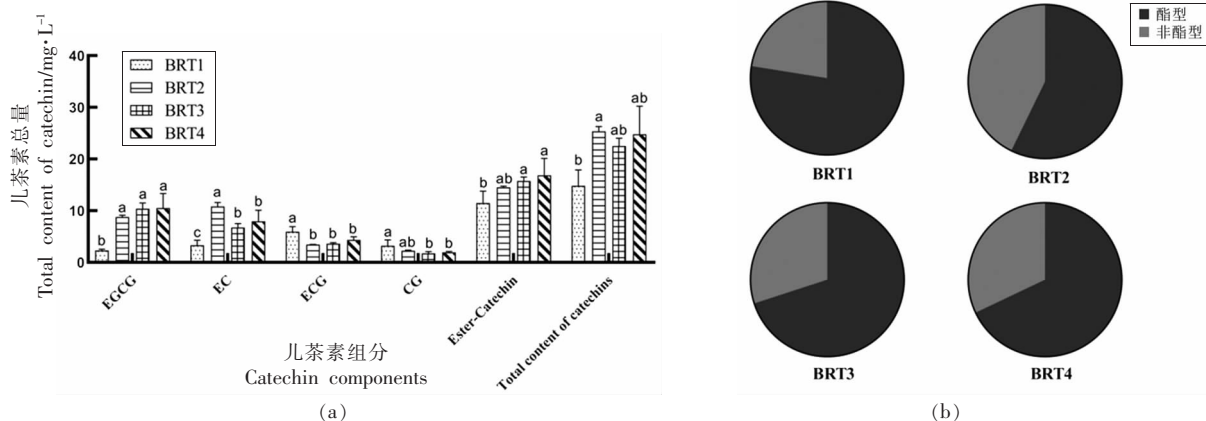


图 4 不同窰制方式的玫瑰红茶中儿茶素的含量(a)及儿茶素占比(b)

Fig.4 The content of catechins (a) and the proportion of catechins (b) in rose black tea with different scenting methods

2.3 玫瑰红茶香气成分分析

GC-MS 分析表明不同窰制方式的玫瑰红茶在挥发性成分上有显著差异。由表 2 可知,4 种玫瑰红茶样品中共检测出挥发性成分 106 种,其中包括醇类 15 种,醛类 30 种,酯类 15 种,酮类 19 种,呋喃类 5 种,酚类 3 种,碳氢类 11 种,其它 8 种。挥发性香气化合物总量由高到低顺序为 BRT1>BRT2>BRT3>BRT4,其中鲜花窰制的玫瑰红茶中香气总量最高,达到 4 327.42 $\mu\text{g/L}$,鲜花与玫瑰鲜花细胞蒸气结合窰制的玫瑰红茶香气总量只有 2 208.91 $\mu\text{g/L}$ 。

检测发现,玫瑰红茶的挥发性化合物以醇类、醛类、酯类和酮类(图 5)为主。其中鲜花窰制的玫瑰红茶中的醛类和酮类物质占比明显高于其它 3 种玫瑰红茶,而醇类化合物的占比低于其它 3 种。醇类化合物主要有苯甲醇(淡芳香气)、苯乙醇(清甜的玫瑰样花香)、芳樟醇(玫瑰花香、木香、果香)、香叶醇(盛开的玫瑰气味)等具有玫瑰花香、果香的挥发性化合物。可以发现,鲜花赋香窰制的玫瑰红茶中苯乙醇、橙花醇(玫瑰和橙花的香气)、香茅醇(有新鲜玫瑰似特殊香气,有苦味)和香叶

醇含量远高于其它 3 种窰制工艺,玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶中的 3,7-二甲基-1,5,7-辛三烯-3-醇(甜花香)和芳樟醇含量显著高于其它 3 种玫瑰红茶。醛类化合物主要为苯乙醛(风信子香气)、苯甲醛(苦杏仁香气)和(*E,E*)-2,4-庚二烯醛(青香)。其中玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶中的苯乙醛含量显著高于其它 3 种玫瑰红茶。酯类主要为水杨酸甲酯(强烈的冬青味)、乙酸苯乙酯(玫瑰花香、甜香、果香)和香叶酸甲酯(花香、药草香、柑橘香、青香)。其中鲜花窰制的玫瑰红茶中乙酸苯甲酯含量显著高于其它 3 种玫瑰红茶,玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶中水杨酸甲酯含量显著高于其它 3 种玫瑰红茶。酮类化合物主要为 β -紫罗酮(木香、果香)和(3*E*,5*E*)-辛-3,5-二烯-2-酮。鲜花窰制和玫瑰鲜花细胞液窰制的玫瑰红茶中 β -紫罗酮含量都显著高于其它 2 种玫瑰红茶。

为探明不同窰制工艺制得的玫瑰红茶的香气成分差异,通过 PLS-DA 模型进一步分析 4 种样品的特征性差异香气成分,拟合指数 $R^2X=0.939$ 、 $R^2Y=0.890$ 、 $Q^2=0.554$ (图 6a),并得到载荷图(图

表2 4种不同窖制工艺制得玫瑰红茶中的挥发性化合物相对浓度

保留时间/ min	挥发性化合物	CAS号	鉴定方式	含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$			
				BRT1	BRT2	BRT3	BRT4
4.70	环丁基甲醇	4415-82-1	MS, RI	7.26 ± 7.50 ^a	8.09 ± 1.37 ^a	3.04 ± 1.62 ^a	3.14 ± 2.06 ^a
8.45	正己醇	111-27-3867	MS, RI	47.51 ± 2.09 ^a	13.51 ± 2.68 ^b	11.13 ± 2.61 ^b	7.81 ± 2.20 ^c
14.11	正庚醇	111-70-6	MS, RI	13.03 ± 2.94 ^a	2.09 ± 0.56 ^b	1.87 ± 0.22 ^b	1.34 ± 0.68 ^b
14.75	1-辛烯-3-醇	3391-86-4	MS	36.48 ± 5.54 ^a	23.98 ± 5.90 ^b	17.65 ± 1.86 ^b	13.02 ± 7.18 ^c
18.43	苯甲醇	100-51-6	MS	210.84 ± 33.86 ^a	113.02 ± 8.32 ^b	213.80 ± 24.52 ^a	257.11 ± 83.12 ^a
20.96	辛醇	111-87-5	MS, RI	14.20 ± 2.91 ^a	3.86 ± 0.95 ^b	2.89 ± 0.09 ^b	1.98 ± 0.57 ^b
22.93	芳樟醇	78-70-6	MS, RI	64.16 ± 18.36 ^c	591.55 ± 65.54 ^a	297.85 ± 24.41 ^b	229.35 ± 71.28 ^b
23.15	3,7-二甲基-1,5,7-辛三烯-3-醇	29957-43-5	MS	61.30 ± 40.05 ^b	552.09 ± 56.74 ^a	146.76 ± 13.78 ^b	50.65 ± 40.52 ^b
23.91	苯乙醇	1960/12/8	MS, RI	412.87 ± 10.40 ^a	183.54 ± 7.46 ^c	261.56 ± 32.17 ^b	312.80 ± 99.60 ^b
27.90	2,2,6-三甲基-6-乙炔基四氢-2H-吡喃-3-醇	14049-11-7	MS, RI	13.20 ± 2.63 ^a	19.28 ± 8.71 ^a	16.62 ± 2.12 ^a	8.28 ± 1.95 ^b
28.34	1-壬醇	143-08-8	MS, RI	8.97 ± 2.89 ^a	8.87 ± 2.22 ^a	10.14 ± 1.09 ^a	6.85 ± 0.61 ^a
28.40	(3R,6S)-2,2,6-三甲基-6-乙炔基四氢-2H-吡喃-3-醇	39028-58-5	MS	6.29 ± 7.63 ^a	1.05 ± 0.40 ^a	0.43 ± 0.15 ^a	0.40 ± 0.10 ^a
32.08	橙花醇	106-25-2	MS, RI	124.64 ± 6.69 ^a	21.68 ± 1.10 ^c	30.62 ± 1.59 ^b	35.52 ± 2.02 ^b
32.56	香茅醇	106-22-9	MS, RI	239.07 ± 12.11 ^a	27.71 ± 0.94 ^c	44.09 ± 13.23 ^b	48.88 ± 2.47 ^b
34.01	香叶醇	106-24-1	MS, RI	205.94 ± 15.46 ^a	71.14 ± 4.76 ^c	91.40 ± 12.80 ^b	108.57 ± 2.04 ^b
2.58	异戊醛	590-86-3	MS, RI	9.76 ± 2.00 ^a	4.85 ± 0.93 ^b	2.69 ± 0.68 ^b	2.93 ± 0.93 ^b
2.67	2-甲基丁醛	96-17-3	MS, RI	1.65 ± 0.25 ^a	1.12 ± 0.92 ^{ab}	0.36 ± 0.11 ^b	0.58 ± 0.19 ^b
3.13	正戊醛	110-62-3	MS, RI	12.82 ± 1.51 ^a	3.62 ± 1.10 ^b	3.15 ± 0.15 ^b	3.30 ± 2.14 ^b
4.29	反式-2-戊烯醛	1576-87-0	MS	11.63 ± 0.58 ^a	3.19 ± 1.00 ^b	2.22 ± 0.33 ^b	2.38 ± 1.50 ^b
5.66	正己醛	66-25-1	MS	117.07 ± 10.94 ^a	42.45 ± 14.05 ^b	41.56 ± 6.44 ^b	37.24 ± 22.88 ^b
6.65	2-乙基丁烯醛	19780-25-7	MS, RI	7.02 ± 0.67 ^a	1.84 ± 0.59 ^b	0.54 ± 0.08 ^c	0.67 ± 0.31 ^c
6.70	3-糠醛	498-60-2	MS	41.55 ± 9.45 ^a	15.20 ± 1.60 ^b	21.59 ± 2.98 ^b	14.97 ± 3.15 ^b
6.94	2,2-二甲基戊醛	14250-88-5	MS	1.69 ± 0.32 ^a	0.46 ± 0.10 ^b	0.33 ± 0.02 ^b	0.29 ± 0.19 ^b
7.69	反-2-己烯醛	6728-26-3	MS	50.20 ± 5.81 ^a	25.58 ± 4.47 ^b	7.63 ± 0.26 ^c	7.26 ± 3.61 ^c
9.86	(E)-4-庚醛	929-22-6	MS, RI	5.01 ± 0.24 ^a	1.63 ± 0.57 ^b	1.28 ± 0.01 ^b	1.26 ± 0.83 ^b
10.02	庚醛	111-71-7	MS	23.32 ± 1.60 ^a	10.91 ± 2.71 ^b	8.26 ± 0.22 ^b	6.88 ± 4.42 ^b
13.19	2-庚烯醛	57266-86-1	MS, RI	18.45 ± 3.39 ^a	4.50 ± 2.07 ^b	3.76 ± 0.60 ^b	3.19 ± 2.51 ^b
13.36	苯甲醛	100-52-7	MS	243.47 ± 28.44 ^a	167.08 ± 26.75 ^b	161.74 ± 35.16 ^b	163.57 ± 32.01 ^b
16.19	正辛醛	124-13-0	MS, RI	15.22 ± 5.19 ^a	2.68 ± 0.96 ^b	2.01 ± 0.15 ^b	1.45 ± 0.81 ^b
16.79	(E,E)-2,4-庚二烯醛	4313/3/5	MS, RI	358.08 ± 39.33 ^a	96.95 ± 32.50 ^b	48.25 ± 4.97 ^c	42.35 ± 22.85 ^c
18.75	苯乙醛	122-78-1	MS, RI	238.65 ± 8.41 ^b	431.30 ± 29.23 ^a	176.11 ± 13.09 ^c	222.92 ± 6.87 ^b
19.92	反-2-辛烯醛	2548-87-0	MS	40.77 ± 8.35 ^a	10.96 ± 4.59 ^b	8.27 ± 0.64 ^b	6.27 ± 5.83 ^b
20.35	对甲基苯甲醛	104-87-0	MS	2.78 ± 0.61 ^a	0.39 ± 0.04 ^b	0.28 ± 0.15 ^b	0.43 ± 0.21 ^b

(续表 2)

保留时间/ min	挥发性化合物	CAS 号	鉴定方式	含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$			
				BRT1	BRT2	BRT3	BRT4
23.23	壬醛	124-19-6	MS, RI	18.74 ± 7.36 ^a	1.88 ± 0.91 ^b	4.59 ± 0.46 ^b	3.64 ± 1.26 ^b
26.56	反式-2,6-壬二醛	17587-33-6	MS	9.37 ± 1.16 ^a	4.26 ± 1.34 ^b	2.56 ± 0.47 ^b	2.77 ± 1.18 ^b
27.20	反式-2-壬醛	18829-56-6	MS, RI	7.82 ± 1.61 ^a	3.92 ± 1.47 ^b	2.86 ± 0.45 ^b	2.48 ± 1.22 ^b
29.83	藏红花醛	116-26-7	MS	5.69 ± 1.19 ^a	5.72 ± 0.33 ^a	4.76 ± 0.91 ^a	5.14 ± 0.82 ^a
30.76	癸醛	112-31-2	MS, RI	8.03 ± 3.30 ^a	2.96 ± 0.98 ^b	1.99 ± 0.43 ^b	1.96 ± 0.90 ^b
30.92	2,4-二甲基苯甲醛	15764-16-6	MS, RI	16.55 ± 21.78 ^a	2.74 ± 1.50 ^a	1.81 ± 0.70 ^a	1.57 ± 0.30 ^a
31.29	β -环柠檬醛	432-25-7	MS, RI	27.54 ± 6.61 ^a	16.98 ± 1.25 ^b	9.66 ± 2.23 ^b	10.03 ± 3.58 ^b
32.90	(Z)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛	106-26-3	MS, RI	29.53 ± 0.52 ^b	27.92 ± 3.55 ^b	43.27 ± 12.70 ^a	48.25 ± 3.48 ^a
34.54	反式-2-癸烯醛	3913-81-3	MS, RI	7.87 ± 4.43 ^a	0.72 ± 0.25 ^b	0.46 ± 0.14 ^b	8.42 ± 0.12 ^a
34.91	柠檬醛	5392-40-5	MS, RI	85.49 ± 1.77 ^a	0.55 ± 0.16 ^b	1.71 ± 2.27 ^b	1.52 ± 1.96 ^b
37.95	反式-2,4-癸二烯醛	25152-84-5	MS	15.32 ± 4.82 ^a	5.60 ± 1.94 ^b	3.31 ± 0.47 ^b	2.30 ± 0.80 ^b
40.04	2-十一烯醛	2463-77-6	MS, RI	3.91 ± 2.07 ^a	0.61 ± 0.39 ^b	0.23 ± 0.03 ^b	0.15 ± 0.10 ^b
7.75	顺式-3-己烯醇甲酸酯	33467-73-1	MS, RI	6.61 ± 3.87 ^b	21.35 ± 4.27 ^a	10.57 ± 2.23 ^b	5.09 ± 2.72 ^b
8.24	(Z)-丙酸-3-己烯酯	33467-74-2	MS	3.69 ± 0.22 ^c	16.34 ± 3.03 ^a	8.46 ± 1.56 ^b	3.63 ± 1.60 ^c
11.26	己酸甲酯	106-70-7	MS, RI	2.34 ± 0.52 ^a	1.33 ± 0.39 ^b	0.41 ± 0.03 ^c	0.29 ± 0.15 ^c
15.95	正己酸乙酯	123-66-0	MS	4.40 ± 1.38 ^a	3.23 ± 0.25 ^a	0.25 ± 0.11 ^b	0.20 ± 0.05 ^b
16.89	乙酸己酯	142-92-7	MS, RI	20.63 ± 2.29 ^a	1.02 ± 0.60 ^b	0.92 ± 0.57 ^b	0.68 ± 0.23 ^b
21.00	甲酸辛酯	104-57-4	MS, RI	1.72 ± 0.20 ^a	0.67 ± 0.09 ^b	0.96 ± 0.20 ^b	1.01 ± 0.25 ^b
27.27	乙酸辛酯	140-11-4	MS, RI	9.83 ± 0.32 ^b	3.04 ± 0.30 ^b	3.13 ± 0.80 ^b	2.77 ± 0.61 ^b
29.26	顺-3-己烯基丁酯	16491-36-4	MS	5.04 ± 1.63 ^b	26.49 ± 5.10 ^a	11.45 ± 4.13 ^b	6.55 ± 1.67 ^b
29.26	水杨酸甲酯	119-36-8	MS, RI	51.71 ± 16.67 ^b	291.34 ± 57.83 ^a	120.30 ± 43.91 ^b	68.25 ± 17.63 ^b
33.91	乙酸苯乙酯	103-45-7	MS, RI	183.80 ± 4.05 ^a	21.87 ± 4.00 ^b	23.80 ± 8.10 ^b	18.56 ± 3.22 ^b
38.18	香叶酸甲酯	1189-09-9	MS, RI	5.38 ± 1.40 ^a	1.18 ± 0.52 ^b	0.85 ± 0.34 ^b	1.04 ± 0.49 ^b
40.68	己酸叶醇酯	31501-11-8	MS, RI	9.48 ± 4.96 ^b	11.53 ± 3.99 ^a	5.64 ± 1.75 ^b	4.02 ± 1.02 ^b
41.65	Z, Z-3-己烯酸-3-己烯酯	61444-38-0	MS, RI	2.13 ± 1.32 ^a	0.82 ± 0.26 ^b	0.41 ± 0.04 ^b	0.27 ± 0.07 ^b
46.79	二氢猕猴桃内酯	17092-92-1	MS, RI	15.46 ± 6.98 ^a	7.14 ± 1.30 ^b	3.95 ± 0.83 ^b	5.58 ± 2.45 ^b
48.77	2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇二异丁酸酯	6846-50-0	MS, RI	3.43 ± 1.05 ^b	5.33 ± 0.42 ^a	3.75 ± 0.64 ^{ab}	3.95 ± 1.22 ^{ab}
2.03	2-丁酮	78-93-3	MS	1.89 ± 0.35 ^a	0.35 ± 0.17 ^b	0.24 ± 0.05 ^b	0.45 ± 0.23 ^b
2.94	1-戊烯-3-酮	1629-58-9	MS, RI	13.47 ± 0.97 ^a	7.08 ± 0.85 ^b	4.69 ± 0.48 ^b	5.54 ± 3.08 ^b
3.89	3-戊烯-2-酮	625-33-2	MS, RI	2.64 ± 0.41 ^a	0.70 ± 0.09 ^b	0.53 ± 0.06 ^b	0.62 ± 0.28 ^b
4.16	2-甲基-3-戊酮	565-69-5	MS	1.60 ± 0.44 ^a	0.21 ± 0.05 ^b	0.17 ± 0.03 ^b	0.15 ± 0.11 ^b
9.35	2-庚酮	110-43-0	MS, RI	24.10 ± 5.84 ^a	6.96 ± 2.09 ^b	6.66 ± 0.85 ^b	5.04 ± 2.98 ^b
15.00	6-甲基-5-庚烯-2-酮	110-93-0	MS	41.95 ± 11.95 ^a	9.65 ± 3.43 ^b	9.77 ± 0.58 ^b	9.59 ± 5.91 ^b
15.28	仲辛酮	111-13-7	MS, RI	6.98 ± 2.51 ^a	1.15 ± 0.28 ^b	1.01 ± 0.09 ^b	0.74 ± 0.37 ^b
18.56	3-辛烯-2-酮	1669-44-9	MS, RI	19.51 ± 1.13 ^a	9.61 ± 4.02 ^b	7.05 ± 0.95 ^b	5.45 ± 3.40 ^b
19.24	5-甲基-1-苯基己烷-1-酮	25552-17-4	MS, RI	84.65 ± 12.49 ^a	7.26 ± 0.67 ^b	7.36 ± 1.44 ^b	7.02 ± 0.56 ^b
20.72	(3E,5E)-辛-3,5-二烯-2-酮	38284-27-4	MS, RI	135.48 ± 7.20 ^a	63.97 ± 18.95 ^b	35.11 ± 3.35 ^c	28.10 ± 14.27 ^c

(续表2)

保留时间/ min	挥发性化合物	CAS号	鉴定方式	含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$			
				BRT1	BRT2	BRT3	BRT4
22.27	3,5-辛二烯-2-酮	30086-02-3	MS, RI	50.94 ± 2.76 ^a	17.86 ± 14.15 ^b	12.28 ± 1.85 ^b	9.01 ± 4.73 ^b
23.02	3,5,5-三甲基-2-环戊烯-1-酮	24156-95-4	MS, RI	25.09 ± 12.93 ^a	33.50 ± 22.18 ^a	29.91 ± 2.49 ^a	19.01 ± 3.97 ^b
25.53	3-壬烯-2-酮	14309-57-0	MS	7.59 ± 2.17 ^a	2.18 ± 0.83 ^b	1.34 ± 0.45 ^b	0.90 ± 0.78 ^b
25.72	5-乙基-6-甲基庚-3-烯-2-酮	57283-79-1	MS, RI	22.26 ± 7.50 ^a	3.92 ± 1.43 ^b	1.78 ± 0.28 ^b	1.31 ± 0.77 ^b
29.10	5-乙酰氧杂环戊烷-2-酮	29393-32-6	MS, RI	4.90 ± 1.68 ^a	0.68 ± 0.13 ^b	0.35 ± 0.03 ^b	0.29 ± 0.12 ^b
43.14	α -紫罗酮	127-41-3	MS, RI	7.68 ± 2.25 ^a	3.86 ± 0.55 ^b	2.19 ± 0.70 ^b	2.08 ± 0.70 ^b
43.67	香叶基丙酮	3796-70-1	MS, RI	20.50 ± 7.83 ^a	8.58 ± 2.50 ^b	5.60 ± 0.75 ^b	6.50 ± 3.05 ^b
45.21	β -紫罗酮	79-77-6	MS, RI	119.46 ± 25.83 ^a	85.47 ± 4.61 ^b	39.31 ± 10.63 ^c	47.17 ± 10.85 ^c
46.65	4-[2,2,6-三甲基-7-氧杂二环[4.1.0]庚-1-基]-3-丁烯-2-酮	23267-57-4	MS, RI	55.98 ± 12.53 ^a	20.74 ± 3.54 ^b	9.24 ± 0.94 ^b	10.94 ± 3.86 ^b
2.08	3-甲基呋喃	930-27-8	MS, RI	2.54 ± 0.76 ^a	0.43 ± 0.11 ^b	0.40 ± 0.10 ^b	0.53 ± 0.29 ^b
3.15	2-乙基呋喃	3208-16-0	MS, RI	29.68 ± 6.94 ^a	10.77 ± 2.79 ^b	8.13 ± 0.63 ^b	8.16 ± 5.02 ^b
9.39	2-正丁基呋喃	4466-24-4	MS, RI	5.95 ± 2.19 ^a	2.35 ± 0.62 ^b	2.14 ± 0.24 ^b	1.32 ± 0.84 ^b
15.25	2-正戊基呋喃	3777-69-3	MS	87.45 ± 41.04 ^a	42.82 ± 15.03 ^b	34.50 ± 5.00 ^b	24.22 ± 14.31 ^b
15.80	顺-2-(2-戊烯基)呋喃	70424-13-4	MS, RI	7.22 ± 2.47 ^a	3.81 ± 1.13 ^b	1.86 ± 0.26 ^b	1.62 ± 0.92 ^b
37.60	邻仲丁基苯酚	89-72-5	MS	2.69 ± 1.08 ^a	0.34 ± 0.10 ^b	0.19 ± 0.03 ^b	0.15 ± 0.09 ^b
39.42	丁香酚	97-53-0	MS	20.15 ± 0.35 ^a	2.77 ± 0.27 ^c	3.83 ± 1.13 ^{ac}	4.19 ± 0.81 ^b
41.86	甲基丁香酚	93-15-2	MS, RI	39.40 ± 0.51 ^a	8.05 ± 0.42 ^c	12.48 ± 3.04 ^b	15.85 ± 2.27 ^b
4.57	甲苯	108-88-3	MS, RI	4.32 ± 1.09 ^b	6.48 ± 0.54 ^a	6.72 ± 1.54 ^a	7.56 ± 2.05 ^a
8.29	间二甲苯	108-38-3	MS	2.24 ± 0.56 ^a	2.55 ± 0.98 ^a	3.47 ± 2.60 ^a	2.94 ± 1.12 ^a
13.27	4-乙烯基-1,2-二甲基苯	27831-13-6	MS, RI	4.23 ± 7.31 ^a	-	-	-
17.39	2,3-二甲苯-2,3-二甲基丁烷	1889-67-4	MS, RI	5.74 ± 1.24 ^a	8.12 ± 2.48 ^a	5.61 ± 1.17 ^a	4.97 ± 1.83 ^a
19.64	3-乙基-3-甲基庚烷	17302-01-1	MS	9.78 ± 4.16 ^a	11.39 ± 4.44 ^a	5.54 ± 4.33 ^a	5.99 ± 0.45 ^a
34.57	3,5-二甲氧基甲苯	4179-19-5	MS, RI	17.86 ± 0.76 ^a	1.33 ± 0.14 ^b	1.51 ± 0.52 ^b	1.51 ± 0.16 ^b
36.03	2-甲基萘	91-57-6	MS	11.14 ± 10.66 ^a	3.48 ± 0.74 ^b	1.50 ± 0.39 ^b	1.48 ± 0.31 ^b
39.35	对二乙氧基苯	122-95-2	MS, RI	1.10 ± 0.19 ^a	0.39 ± 0.20 ^b	0.22 ± 0.04 ^b	0.14 ± 0.07 ^b
39.74	2-甲基十三烷	1560-96-9	MS	3.21 ± 0.90 ^a	1.10 ± 0.24 ^b	1.26 ± 0.99 ^b	0.54 ± 0.17 ^b
42.69	1,3,5-三甲氧基苯	621-23-8	MS, RI	54.03 ± 2.40 ^a	11.48 ± 1.07 ^c	24.81 ± 5.59 ^b	32.84 ± 8.86 ^b
43.02	1,6-二甲萘	575-43-9	MS, RI	1.43 ± 0.31 ^a	0.55 ± 0.02 ^a	0.31 ± 0.08 ^a	0.34 ± 0.08 ^a
2.17	二甲醚	115-10-6	MS	25.38 ± 21.07 ^a	21.25 ± 16.09 ^a	11.21 ± 16.85 ^a	18.84 ± 15.10 ^a
2.54	醋酸	64-19-7	MS	65.53 ± 3.09 ^a	29.11 ± 1.06 ^b	82.95 ± 6.27 ^a	76.76 ± 3.62 ^a
14.91	苯甲醚	538-86-3	MS, RI	13.52 ± 1.18 ^a	1.64 ± 0.18 ^b	2.43 ± 0.85 ^b	2.17 ± 0.49 ^b
18.93	茶吡咯	2167-14-8	MS, RI	17.66 ± 4.71 ^b	29.39 ± 2.43 ^a	18.87 ± 1.10 ^b	16.13 ± 2.95 ^b
19.95	2-甲基戊酸酐	63169-61-9	MS, RI	7.06 ± 0.64 ^a	2.03 ± 0.97 ^b	1.44 ± 0.42 ^b	0.92 ± 0.39 ^b
25.14	N-乙基琥珀酰亚胺	2314-78-5	MS, RI	2.32 ± 1.91 ^b	2.90 ± 0.31 ^{ab}	3.55 ± 0.85 ^{ab}	4.32 ± 1.09 ^a
25.21	3-甲基基异腈	20600-54-8	MS	10.20 ± 1.82 ^a	3.00 ± 0.71 ^b	2.68 ± 0.12 ^b	1.66 ± 0.25 ^b
29.41	2,3-二氢-4,7-二甲苯-1H-茚	6682-71-9	MS, RI	2.54 ± 4.15 ^a	0.12 ± 0.07 ^b	0.13 ± 0.04 ^b	0.10 ± 0.06 ^b

注:同一行标注不同字母表示具有显著性差异($P < 0.05$)。

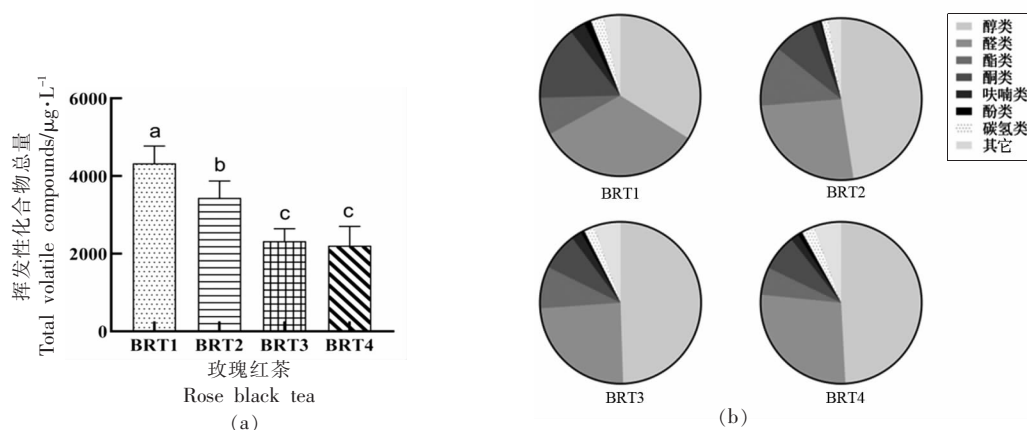


图 5 4 种玫瑰红茶的挥发性化合物总量(a)、不同种类香气占比(b)

Fig.5 Total volatile compounds of four kinds of rose black tea (a) and the proportion of different kinds of aroma (b)

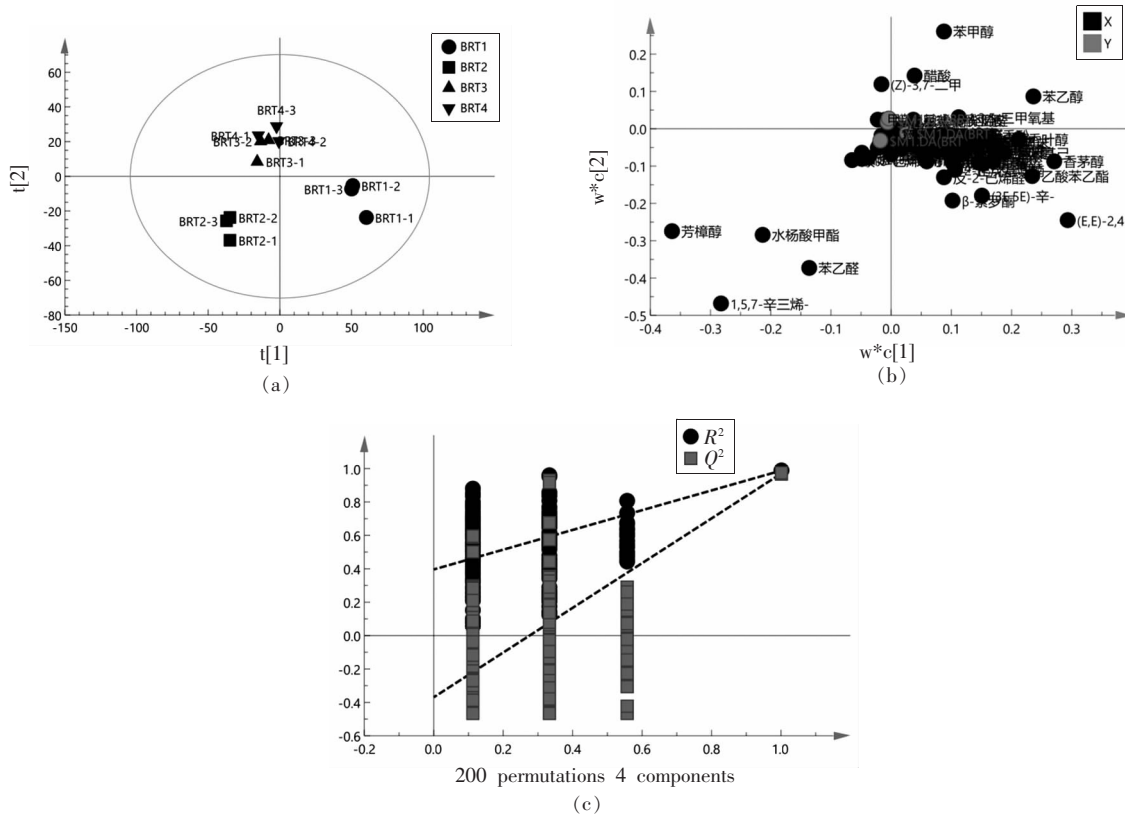


图 6 不同玫瑰红茶的 PLS-DA 得分散点图(a)、载荷图(b)、PLS-DA 模型的验证(c)

Fig.6 The score scatter plot of PLS-DA (a), loading scatter plot (b), validation of the PLS-DA model (c) of four different rose black tea

6b)。为了进一步研究该模型的稳健性,采用排列检验 200 次的交叉验证模型验证(图 6c), Q^2 回归线与纵轴的相交点小于 0($R^2=0.396, Q^2=-0.369$), 这些指标证明该 PLS-DA 模型的可靠性。认为该结果可用于不同窰制工艺的玫瑰红茶的香气成分

差异分析。如图 7 所示,为了找到关键的差异化合物,在 PLS-DA 分析后,筛选出 $VIP>1$ 的 23 种挥发性化合物用于进一步分析。香气化合物对茶叶感官特征的贡献可以用气味活性值(OAV)来判断^[22]。分析发现苯乙醛、芳樟醇、(E,E)-2,4-庚二

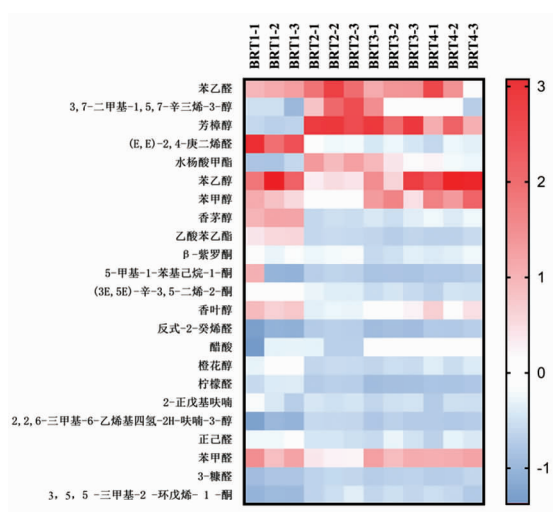


图7 VIP>1的挥发性化合物热图

Fig.7 Heat map of volatile compounds with VIP > 1

烯醛、水杨酸甲酯、乙酸苯乙酯、 β -紫罗酮、香叶醇、2-正戊基呋喃和正己醛这9种香气成分 OAV>1,为玫瑰红茶的主要呈香化合物(表3)。由图8可知,玫瑰鲜花细胞液窖制的玫瑰红茶中主要呈香化合物

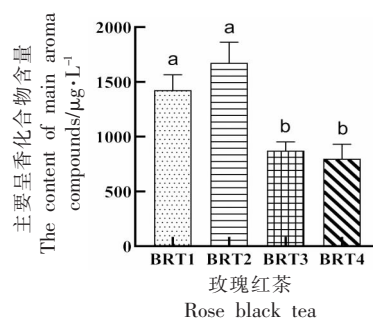


图8 主要呈香化合物含量

Fig.8 The content of main aroma compounds

表3 4种窖制工艺的玫瑰红茶中关键化合物的OAV值(VIP>1)

Table 3 OAV values of key compounds in rose black tea by four scenting processes (VIP > 1)

编号	挥发性化合物	香气描述	阈值/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	OAV值			
				BRT1	BRT2	BRT3	BRT4
1	苯乙醛	风信子的香气	30 ^[23]	7.96	14.38	5.87	7.43
2	3,7-二甲基-1,5,7-辛三烯-3-醇	-	-	-	-	-	-
3	芳樟醇	玫瑰花香、木香、果香	0.22 ^[23]	291.62	2688.85	1353.84	1042.5
4	(E,E)-2,4-庚二烯醛	青香	15.4 ^[24]	23.25	6.3	3.13	2.75
5	水杨酸甲酯	强烈的冬青味	40 ^[23]	1.29	7.28	3.01	1.71
6	苯乙醇	清甜的玫瑰样花香	1 100 ^[23]	0.38	0.17	0.24	0.28
7	苯甲醇	淡芳香气味	1 000 ^[23]	0.21	0.11	0.21	0.26
8	香茅醇	新鲜玫瑰似特殊香气	-	-	-	-	-
9	乙酸苯乙酯	玫瑰花香、果香	19 ^[24]	9.67	1.15	1.25	0.98
10	β-紫罗酮	木香、果香	8.4 ^[23]	14.22	10.17	4.68	5.62
11	5-甲基-1-苯基己烷-1-酮	-	-	-	-	-	-
12	(3E,5E)-辛-3,5-二烯-2-酮	-	-	-	-	-	-
13	香叶醇	盛开的玫瑰气味	1.1 ^[23]	187.22	64.67	83.09	98.7
14	反式-2-癸烯醛	-	-	-	-	-	-
15	醋酸	有酸、醋样气味	-	-	-	-	-
16	橙花醇	玫瑰和橙花的香气	680 ^[24]	0.18	0.03	0.05	0.05
17	柠檬醛	浓郁柠檬香味	40 ^[23]	2.14	0.01	0.04	0.04
18	2-正戊基呋喃	果香、青香	6 ^[24]	14.57	7.14	5.75	4.04
19	2,2,6-三甲基-6-乙烷基四氢-2H-呋喃-3-醇	-	-	-	-	-	-
20	正己醛	-	22 ^[24]	5.32	1.93	1.89	1.69
21	苯甲醛	苦杏仁香气	300 ^[24]	0.81	0.56	0.54	0.55
22	3-糠醛	-	-	-	-	-	-
23	3,5,5-三甲基-2-环戊烯-1-酮	-	-	-	-	-	-

注:“-”表示未在文献中找到;加粗为VIP>1的9种主要呈香化合物。

的含量最高,达1 674.89 $\mu\text{g/L}$,其次是鲜花窨制的玫瑰红茶含量为1 425.31 $\mu\text{g/L}$,鲜花与玫瑰鲜花细胞蒸气结合窨制的玫瑰红茶中含量最低,只有798.62 $\mu\text{g/L}$,与香气感官审评结果一致。

3 结论

目前对花茶窨制工艺的创新大多基于鲜花赋香的方式,本研究采用不同窨制方式,探究其对玫瑰红茶的滋味和品质化学成分的影响。结果表明,玫瑰鲜花细胞液窨制的玫瑰红茶香气和滋味都带有玫瑰花香且红茶中游离氨基酸含量和非酯型儿茶素占比高,口感鲜爽,滋味柔和。鲜花窨制的玫瑰红茶中茶多酚含量和酯型儿茶素含量最低,苦涩味较弱。通过GC-MS分析和OAV法可以发现,4种窨制工艺得到的玫瑰红茶,挥发性化合物有显著差异,鲜花及玫瑰鲜花细胞液窨制的玫瑰红茶的挥发性化合物总量显著高于其它2种,并确定了玫瑰红茶的主要呈香物质为苯乙醛、芳樟醇、(E,E)-2,4-庚二烯醛、水杨酸甲酯、乙酸苯乙酯、 β -紫罗酮、香叶醇、2-正戊基呋喃和正己醛这9种挥发性化合物。

综合来看,花茶制作过程中,鲜花细胞液可以代替鲜花来达到赋香的目的。采用玫瑰鲜花细胞液窨制的红茶具有天然玫瑰花香且花香浓郁,滋味甜醇,窨制工艺可以用于生产玫瑰红茶,为花茶的窨制工艺提供了新思路。

参 考 文 献

- [1] 王秋霜,陈栋,许勇泉,等.中国名优红茶香气成分的比较研究[J].中国食品学报,2013,13(1):195-200.
WANG Q S, CHEN D, XU Y Q, et al. Study on the aroma components in Chinese famous black tea [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2013, 13(1): 195-200.
- [2] 方世辉,徐国谦,夏涛,等.茶叶水浸出物、茶汤和水对香气吸附影响的研究[J].安徽农业大学学报,2003,30(2):151-156.
FANG S H, XU G Q, XIA T, et al. Influence of tea extract tea infusion and water on aroma absorption[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2003, 30(2): 151-156.
- [3] 刘仲华.茉莉花茶产业概况与创新[J].中国茶叶,2021,43(3):1-5.
LIU Z H. Overview and innovative development of jasmine Tea industry[J]. China Tea, 2021, 43(3): 1-5.
- [4] 周小飞,熊文艳,吴恩凯,等.食用玫瑰花水提取物对大鼠肠道微生物和基因表达的影响[J].中国食品学报,2020,20(1):10-19.
ZHOU X F, XIONG W Y, WU E K, et al. Effect of edible rose-flower water extract on intestinal flora and gene expression of rats[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2020, 20(1): 10-19.
- [5] 张海云,孟宪水,赵成良.玫瑰鲜花细胞液的提取[J].农产品加工,2010,5(2):33-34.
ZHANG H Y, MENG X S, ZHAO C L. Extraction of rose fresh flower cell sap[J]. Farm Products Processing, 2010, 5(2): 33-34.
- [6] 张海云,吕传润,张静菊,等.新品种丰花玫瑰鲜花细胞液提取率及化学成分分析初报[J].香料香精化妆品,2010,10(5):17-21.
ZHANG H Y, LÜ C R, ZHANG J J, et al. The preliminary analysis on the extraction yield of cell sap and chemical composition of a new variety *Rosa rugosa* of 'eng Hua'[J]. Flavour Fragrance Cosmetics, 2010,10(5): 17-21.
- [7] 卢健,王东,朱建杰,等.茉莉花茶隔离窨制中主要影响因子对挥发性组分的影响[J].中国食品学报,2019,19(1):65-74.
LU J, WANG D, ZHU J J, et al. Effects of main factors on the volatile compounds of jasmine scented tea during the isolated scenting process[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2019, 19(1): 65-74.
- [8] 陈威威,严锦华.茉莉花茶湿坯连窨的工艺总结[J].福建茶叶,2023,45(6):13-15.
CHEN W W, YAN J H. The process summary of jasmine tea wet billet scenting[J]. Tea in Fujian, 2023, 45(6): 13-15.
- [9] 卢健,王东,汪群,等.传统窨制与隔离窨制中茉莉花茶香气成分的比较分析[J].中国农学通报,2022,38(25):158-164.
LU J, WANG D, WANG Q, et al. Comparison analysis of aromatic constituents of jasmine scented

- tea during orthodox and isolated scenting process[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2022, 38(25): 158-164.
- [10] 张冬莲, 刘彦, 杨兰, 等. 不同加花方法对玫瑰红茶品质的影响[J]. 中国茶叶加工, 2021(2): 36-40. ZHANG D L, LIU Y, YANG L, et al. Effect of different methods of adding rose petals on the quality of rose black tea[J]. China Tea Processing, 2021(2): 36-40.
- [11] 国家质量监督检验检疫总局. 茶叶感官审评方法: GB/T 23776-2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018: 1-22. General Administration of Quality Supervision. Methodology of sensory evaluation of tea: GB/T 23776-2018[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018: 1-22.
- [12] 尹军峰, 许勇泉, 袁海波, 等. 名优绿茶鲜叶摊放过程中主要生化成分的动态变化[J]. 茶叶科学, 2009, 29(2): 102-110. YIN J F, XU Y Q, YUAN H B, et al. Dynamic change of main biochemical components of premium green tea fresh leaves during spreading[J]. Journal of Tea Science, 2009, 29(2): 102-110.
- [13] 梁爽, 傅燕青, 汪芳, 等. 夏季鲜叶工夫红茶适制性研究[J]. 中国食品学报, 2022, 22(4): 163-176. LIANG S, FU Y Q, WANG F, et al. Studies on the suitability of summer fresh tea leaves for the production of congou black tea[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022, 22(4): 163-176.
- [14] 张延鹏, 赵东贤, 许珊珊, 等. 茶多酚的生物活性及效用研究进展[J]. 福建茶叶, 2023, 45(5): 43-45. ZHANG Y P, ZHAO D X, XU S S, et al. Research progress on biological activity and utility of tea polyphenols[J]. Tea in Fujian, 2023, 45(5): 43-45.
- [15] 范仕胜, 肖一璇, 范乔. 茶叶中氨基酸含量及其检测方法研究进展[J]. 农技服务, 2023, 40(1): 41-44. FAN S S, XIAO Y X, FAN Q. Research progress on amino acid content in tea and its detection methods[J]. Agricultural Technology Service, 2023, 40(1): 41-44.
- [16] 吕海鹏, 林智, 谷记平, 等. 茶叶儿茶素组分 HPLC 测定中的提取方法研究[J]. 食品与发酵工业, 2007(6): 76-79. LÜ H P, LIN Z, GU J P, et al. Study on the extraction method of tea catechin components in HPLC determination[J]. Food and Fermentation Industries, 2007(6): 76-79.
- [17] 江和源. 茶儿茶素的功效特性与开发利用探讨[J]. 中国茶叶, 2009, 31(4): 14-17. JIANG H Y. Discussion on the efficacy characteristics and development and utilization of tea catechins[J]. China Tea, 2009, 31(4): 14-17.
- [18] 吴荣梅, 余书平, 余秀宏, 等. 单宁酶处理改善夏秋季绿茶滋味品质[J]. 中国茶叶, 2022, 44(3): 38-44. WU R M, YU S P, YU X H, et al. Improving the taste of summer-autumn green tea with tannase[J]. China Tea, 2022, 44(3): 38-44.
- [19] 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.
- [20] XU Y Q, ZHANG Y N, CHEN J X, et al. Quantitative analyses of the bitterness and astringency of catechins from green tea[J]. Food Chemistry, 2018, 258: 16-24.
- [21] ZHANG Y N, YIN J F, CHEN J X, et al. Improving the sweet aftertaste of green tea infusion with tannase[J]. Food Chemistry, 2016, 192: 470-476.
- [22] WANG J Q, FU Y Q, CHEN J X, et al. Effects of baking treatment on the sensory quality and physicochemical properties of green tea with different processing methods[J]. Food Chemistry, 2022, 380: 132217.
- [23] MENG X, WANG J Q, WANG F, et al. Moisture content of tea dhoor for the scenting process affects the aroma quality and volatile compounds of osmanthus black tea [J]. Food Chemistry, 2024, 438: 138051.
- [24] Introduction to volatile compounds in food[EB/OL]. (2022-12-23)[2023-08-25]. <https://www.vcf-online.nl/VcfHome.cfm>.

Effects of Scenting Methods on the Quality of Rose Black Tea

Meng Xin^{1,2}, Zhu Yan^{1*}, Wang Fang², Du Qizhen¹, Yin Junfeng², Xu Yongquan^{2*}

(¹College of Food and Health, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300

²Tea Research Institute Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310008)

Abstract The scenting of traditional scented tea is mainly based on the combination of flowers and tea. In order to explore the effects of different scenting methods on the taste and quality chemical composition of rose black tea. The scenting of rose black tea was completed by four scenting methods (flower scenting, rose cell sap spraying scenting, rose cell sap steam scenting, petals and cell sap steam combined scenting). Based on the indexes of color difference, total tea polyphenols, free amino acid content and catechin, the aroma analysis results of rose black tea prepared by different scenting processes were analyzed by HS-SPME-GC-MS. The results showed that there were significant differences in the physical and chemical components of rose black tea obtained by four different aroma methods ($P < 0.05$). The two kinds of black tea soup with fresh flower fragrance and cell sap spraying fragrance are red and yellow, and the brightness is not as good as the other two scenting methods. The amino acid content of rose black tea obtained by scenting method of spraying rose cell sap was higher (112.66 mg/L). The content of tea polyphenols in rose black tea scented with rose flowers is low (680.38 mg/L). The main aroma compounds of rose black tea were phenylacetaldehyde, linalool, (*E,E*) - 2,4-heptadienal, methyl salicylate, phenethyl acetate, β -ionone, geraniol, 2-pentylfuran and hexanal. The nine main aroma compounds in rose black tea scented by rose fresh flower cell sap were significantly higher than those of the other three.

Keywords rose black tea; scenting; rose flower cell sap