

玫瑰复合花茶的研制与品质分析

丁梦梅¹, 李娜¹, 马荣蓉¹, 赵以桥¹, 朱洛志^{1,2*}, 王坤波^{1,2,3*}

(1. 湖南农业大学茶学教育部重点实验室和国家植物功能成分利用工程技术研究中心, 湖南长沙 410128)

(2. 岳麓山实验室和茶树种质创新与资源利用全国重点实验室, 湖南长沙 410128)

(3. 农业农村部园艺作物基因资源评价利用重点实验室, 湖南长沙 410128)

摘要: 为了研制一款以白茶为基底的花果复合茶饮品, 该研究选用了寿眉白茶、玫瑰花、红枣和陈皮作为原料, 通过感官评定和正交优化确定了最佳配方 M1 (寿眉: 玫瑰: 红枣: 陈皮=13:8:8:1)。该配方的茶汤色泽杏黄明亮, 香气和谐, 滋味鲜爽、甜醇。研究结果表明, M1 配方在香气和口感方面均优于其他配比组合。该配方的水浸出物含量为 48.70%, 氨基酸含量为 4.11%, 可溶性糖含量为 16.24%, 茶多酚含量为 8.62%, 黄酮含量为 0.58%。M1 的香气化合物主要以醚类、醇类、烯烃类、酸类、烷类、酯类和醛类为主, 其中丁香酚甲醚、香茅醇、 α -法呢烯、(+)-柠檬烯、苯乙醇是其主要香气成分。根据主要化合物的香气特征描述, M1 的香气类型可分为甜香、果香和花香三类。该研究不仅丰富了白茶的风味, 而且为花茶产业的研究和创新提供了新的思路。

关键词: 玫瑰; 花茶; 品质特征; 电子感官; 香气

文章编号: 1673-9078(2025)10-262-270

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2025.10.1055

Preparation and Quality Analysis of Compound Rose Tea

DING Mengmei¹, LI Na¹, MA Rongrong¹, ZHAO Yiqiao¹, ZHU Mingzhi^{1,2*}, WANG Kunbo^{1,2,3*}

(1. Key Laboratory of Tea Science of Ministry of Education & National Research Center of Engineering and Technology for Utilization of Botanical Functional Ingredients, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

(2. Yuelushan Laboratory & National Key Laboratory for Tea Plant Germplasm Innovation and Resource Utilization, Changsha 410128, China)(3. Key Laboratory for Evaluation and Utilization of Gene Resources of Horticultural Crops, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of China, Changsha 410128, China)

Abstract: To develop a flower-fruit compound tea beverage based on white tea, white tea (Shoumei), rose, jujube, and pericarpium citri reticulatae were selected as the raw materials. The optimal formula, M1 (Shoumei: rose: jujube: pericarpium citri reticulatae=13:8:8:1), was determined through sensory evaluation and orthogonal optimization. The tea infusion produced by this formula exhibited a bright apricot-yellow color, harmonious aroma, and fresh, sweet and mellow taste. The research results revealed that the M1 formula was superior to others in aroma and taste. The water extract of this formula accounted for 48.70%, with an amino acid content of 4.11%, soluble sugar content of 16.24%, tea polyphenol content of 8.62%, and flavonoid content of 0.58%. The aroma compounds in M1 mainly included ethers, alcohols, olefins, acids, alkanes, esters, and aldehydes, containing key volatile

引文格式:

丁梦梅, 李娜, 马荣蓉, 等. 玫瑰复合花茶的研制与品质分析[J]. 现代食品科技, 2025, 41(10): 262-270.

DING Mengmei, LI Na, MA Rongrong, et al. Preparation and quality analysis of compound rose tea [J]. Modern Food Science and Technology, 2025, 41(10): 262-270.

收稿日期: 2024-07-22; 修回日期: 2024-09-23; 接受日期: 2024-09-26

基金项目: 国家十四五重点研发计划项目(2022YFD2101102); 湖南省产业创新链项目(2021NK1020-1); 云南省重大科技专项计划(202202AE090030); 湖南农业大学黄埔创新研究院项目(2022xczx-088)

作者简介: 丁梦梅(1996-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 茶叶加工与品质调控, E-mail: 872831268@qq.com

通讯作者: 朱洛志(1986-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 茶叶加工与品质化学, E-mail: mzzhucn@hotmail.com; 共同通讯作者: 王坤波(1974-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 茶叶加工与品质调控, E-mail: wkboo163@163.com

components such as methyleugenol, citronellol, α -farnesene, (+)-limonene, and phenylethyl alcohol. According to the aromatic characteristics of the key compounds, the aroma types of M1 could be classified into three types: sweet, fruity and floral. This study not only enriches the flavor of white tea but also provides new ideas for research and innovation of the floral tea industry.

Key words: rose; floral tea; quality characteristics; electronic sensory evaluation; aroma

白茶属微发酵茶，是中国特有的茶类，拥有悠久的历史。根据原料的嫩度、品种和加工工艺的差异，白茶可分为白毫银针、白牡丹、寿眉和贡眉。白茶富含多酚、氨基酸、生物碱等多种功能成分，具有抗癌、抗糖尿病、抗炎、抗氧化等多种保健功效^[1]。白茶香气清雅，常伴有明显的花香、果香和甜香，而原料稍老的白茶如寿眉，则具有更浓郁的木香^[2]。

红枣（大枣）是鼠李科植物枣（*Ziziphus jujuba* Mill.）的干燥成熟果实，其味甘，性温，归脾、胃、心经，具有补中益气，养血安神的功效^[3]。红枣风味独特，营养价值极高，富含大量可溶性糖类化合物（主要为果糖和葡萄糖），同时还含有维生素 C、维生素 A、黄酮类化合物和大枣多糖等^[4]。其香气独特，浓郁的枣香主要由酯类、酸类、醇类、醛类、酮类及烃类等香气成分共同构成^[5]。玫瑰花为蔷薇科植物玫瑰（*Rosa rugosa* Thunb.）的干燥花蕾，其味甘、微苦，性温，归肝、脾经，具有行气解郁，和血，止痛的功能^[3]。玫瑰花香气馥郁，主要由丰富的醇类和酯类化合物构成，这些成分赋予了玫瑰花独特而甜美的香气特征^[6]。此外，玫瑰花富含多酚、黄酮、维生素和氨基酸等物质，具有丰富的营养价值。陈皮为芸香科植物橘（*Citrus reticulata* Blanco.）及其栽培变种的干燥成熟果皮。其味苦、辛，性温，归肺、脾经，具有理气健脾，燥湿化痰的功能^[3]。它的主要功能性成分包括黄酮、有机酸以及多糖类化合物等。陈皮的香气特征丰富多样，包括清香、柑香、醇香、鲜香、甜香和花香等多种香型^[7,8]。

随着人们对健康饮品的需求不断增长，白茶因其细腻的口感和显著的健康功效逐渐受到更多关注。然而，单一的白茶产品难以满足市场对风味多样化和功能性的需求。红枣、玫瑰与陈皮作为市场上常见的花果茶原料，备受消费者青睐，但而，目前市场上还未有将这三种原料与白茶进行复配的花果茶。为丰富白茶的产品种类，以满足不同消费者的口味需求，本研究以白茶为基底，引入玫瑰、红枣和陈皮这三种具有独特风味和保健功能的花茶原料，开发出一种新型的玫瑰复合花茶。该配方不仅丰富了白茶的香气和口感，拓展了白茶的产品类型，同时为花茶产业高质量发展提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

白茶-2018 年寿眉，福建福鼎；玫瑰花，山东平阴；红枣，新疆若羌；陈皮-6 年陈，广东新会。碳酸钠、甲醇、福林酚、磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、茚三酮、三氯化铝、浓硫酸、蒽酮试剂均为分析纯，购于国药集团化学试剂有限公司。

YS6003 色差仪，中国深圳三时恩公司；UV-2550 紫外分光光度计，日本岛津；DK-24 恒温水浴锅，上海精宏公司；SA402B 电子舌（配备 AAE，CTO，CAO，COO，AE1 传感器），日本 Insent 公司；电子鼻 FOX 4000 系统（配备 6 个金属氧化物传感器 P40/1、T70/2、PA/2、P30/1、LY2/G 和 LY2/gCT），法国阿尔法莫斯公司；HS100 进样器，法国 Alpha M.O.S 公司；TRACE1310-ISQ 气相色谱-串联质谱仪，美国 Thermo Fisher Scientific 公司；65 μ m PDMS/DVB 固相微萃取头，美国 Supelco 公司。

表 1 玫瑰复合花茶感官评定标准

Table 1 Sensory evaluation standard of compound rose tea		
指标	感官要求	评分
香气	具有浓郁的茶香及玫瑰和红枣、陈皮的香气，无异味	20~30
	茶香及玫瑰和红枣、陈皮的香气较淡，无异味	10~19
	无茶香及玫瑰和红枣、陈皮的香气，有异味	0~10
汤色	汤色均匀，美观，茶汤呈杏黄色或黄色，清澈明亮	20~30
	汤色均匀，美观，茶汤淡黄色，较清澈明亮	10~19
	汤色不均匀，色泽不美观，浑浊	0~10
滋味	具有茶叶固定的口感，玫瑰和红枣、陈皮有和谐甜醇的口感	30~40
	具有茶叶固定的口感，玫瑰和红枣、陈皮的滋味某一种或两种较突出	20~29
	缺乏茶叶固定口感，玫瑰和红枣、陈皮的滋味某一种或两种较突出	10~19
	缺乏茶叶固定的口感，无玫瑰和红枣、陈皮的滋味	0~10

1.2 试验方法

1.2.1 感官评定

参考 GB/T 23776-2018《茶叶感官审评方法》^[9]，审评主要包括香气（30 分）、汤色（30 分）和滋味（40 分）三个因子，逐一打分，取总分（详见表 1）。

1.2.2 正交试验

将红枣、玫瑰花、寿眉、陈皮四种原料按不同比例配置，初步选出三组玫瑰复合花茶配比（详见表 2），进行四因素三水平正交试验。

表 2 正交试验因素水平表（g）
Table 2 Factor level table of orthogonal test (g)

水平	因素			
	红枣(A)	玫瑰(B)	寿眉(C)	陈皮(D)
1	0.8	0.8	1.3	0.1
2	0.9	0.7	1.2	0.2
3	1.0	0.6	1.1	0.3

1.2.3 主要品质成分测定

茶汤提取：称取 3.0 g 样品（磨粉）于 500 mL 锥形瓶中，加沸水 450 mL，移入沸水浴中浸提 45 min（每隔 10 min 摇动一次），减压过滤，残渣用少量热蒸馏水洗涤 2~3 次。冷却后定容，待用。

水浸出物测定：参考 GB/T 8305-2013《茶 水浸出物测定》^[10]；游离氨基酸测定：参考 GB/T 8314-2013 中《茶 游离氨基酸总量的测定》中规定的方法进行测^[11]；茶多酚测定：参考 GB/T 8313-2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》^[12]，可溶性糖的测定：采用浓硫酸-蒽酮比色法；黄酮类化合物总量的测定采用三氯化铝比色法。

1.2.4 茶汤色差分析

样本制备参照 GB/T 23776-2018《茶叶感官审评方法》^[9]冲泡茶汤，趁热过滤并迅速冷却，对茶汤进行拍照；以蒸馏水为对照。用色差仪对茶汤进行色差检测^[13]。

1.2.5 电子舌分析

样本制备同 1.2.4，采用电子舌仪器进行检测。

1.2.6 电子鼻分析

各称取 1.0 g 样品（磨粉）置于顶空小瓶密封，加热 20 min（65℃），从样品瓶中取 2 mL 气体注入检测

器，检测 90 s。最后提取 6 个传感器的平均响应值作为电子鼻的响应信号（表 3）。

表 3 电子鼻传感器所对应的气味类型
Table 3 The type of aroma corresponding to the electronic nose sensor

序号	传感器名称	性能描述
1	P40/1	氟，氯
2	T70/2	甲苯、二甲苯、一氧化碳
3	PA/2	乙醇、氨、胺类化合物
4	P30/1	烃类，氨，乙醇
5	LY2/G	氨、胺、碳、氧杂环化合物
6	LY2/Gct	丙烷，丁烷

1.2.7 GC-MS分析

香气成分的检测参照 Huang 等^[14]的方法进行。

定性定量方法：利用 NIST 标准谱库对 GC-MS 分析得到的色谱峰进行解析，保留相似度 75% 以上的物质，按照面积归一化法计算各组相对含量。通过计算待测化合物与癸酸乙酯的峰面积之比进行半定量分析。

1.3 数据处理

试验均重复三次，运用 IBM SPSS Statistics 26.0 软件对数据进行差异显著性分析，Origin 2021 进行图形绘制。

2 结果与分析

2.1 玫瑰复合花茶复配比例的确定

2.1.1 不同配比花茶感官审评结果

根据正交分析结果，玫瑰复合花茶得到 9 组不同的配比组合（M1-M9），并进行感官审评。各组分配比结果和感官审评结果见表 4。结果表明，不同组分在香气、汤色及滋味方面均存一定差异。M1 配方的香气（29 分）、汤色（29 分）和滋味（37 分）均优于其余配比组合，总分为 95 分，即 M1 配方感官品质最佳。根据表 5 可知，4 种因素均不同程度地影响了玫瑰复合花茶产品的口感风味。R 值结果表明，4 种因素占比为：D>B>C>A，即陈皮对玫瑰复合花茶感官品质影响最大，其次是玫瑰花，寿眉和红枣对玫瑰复合花茶产品的感官影响较小（寿眉>红枣）。

表 4 正交试验感官评定结果
Table 4 Sensory evaluation results of orthogonal test

玫瑰 白茶	香气 (30 分)		汤色 (30 分)		滋味 (40 分)		总分
	评语	评分	评语	评分	评语	评分	
M1	香气和谐	29	杏黄, 明亮	29	协调, 鲜爽甜醇	37	95
M2	枣香显	26	黄, 明亮	26	枣味显, 浓爽	28	80
M3	陈皮香显	25	黄, 较清澈明亮	19	陈皮味显	28	72
M4	陈皮香显	25	黄, 明亮	26	陈皮味显	29	80
M5	玫瑰花香显	27	杏黄, 明亮	28	玫瑰味显, 浓厚	29	84
M6	陈皮香显	26	黄, 明亮	27	陈皮味显	28	81
M7	陈皮香显	27	黄, 明亮	27	陈皮味显, 醇厚	28	82
M8	陈皮香显	26	黄, 较清澈明亮	19	陈皮味显	27	72
M9	枣香显	26	黄, 明亮	27	较协调, 甜醇	33	86

表 5 玫瑰复合花茶正交试验结果 (总分) 极差分析
Table 5 Range analysis of orthogonal test results (total score) for compound rose tea

试验号	A (红枣)	B (玫瑰)	C (寿眉)	D (陈皮)	评分
M1	1	1	1	1	95
M2	1	2	2	2	80
M3	1	3	3	3	72
M4	2	1	2	3	80
M5	2	2	3	1	84
M6	2	3	1	2	81
M7	3	1	3	2	82
M8	3	2	1	3	72
M9	3	3	2	1	86
K1	247	257	248	265	
K2	245	236	246	243	
K3	240	239	238	224	
k1	82.33	85.67	82.67	88.33	
k2	81.67	78.67	82.00	81.00	
k3	80.00	79.67	79.33	74.67	
R	2.33	7.00	3.33	13.67	

2.1.2 不同配比花茶茶汤色差分析

将玫瑰复合花茶 M1~M9 的茶汤色差值进行分析, 结果如图 1 和表 6 所示。玫瑰复合花茶 (M1~M9) 各组茶汤色泽存在显著差异 ($P<0.05$)。在 M1~M9 中, M4 (0.28) 的红度最高, M7 (-0.93) 的红度最低; M6 的黄度最高 (20.05), 其次是 M4 (17.97), 而 M1 的黄度最低 (11.61); M1 的明亮度 (94.12) 最高, 其次是 M9 (93.10)。茶汤的亮度和透明度是衡量茶叶品质的重要指标。在不同比例的配方中, M1 配方的茶汤黄度最低, 明亮度最高, 茶汤品质最佳, 结果与感官评定一致。

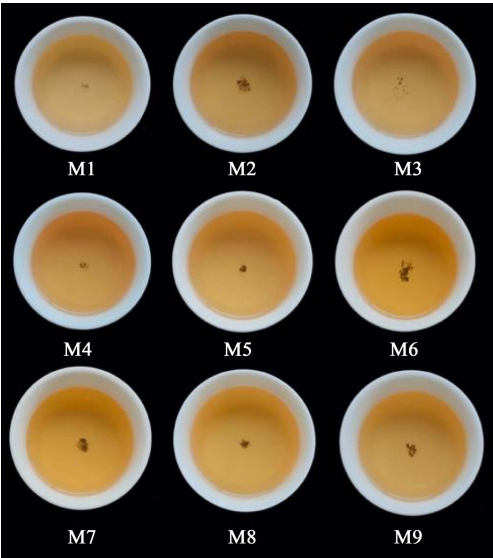


图 1 M1~M9 茶汤
Fig.1 M1~M9 tea soup

表 6 M1~M9 茶汤色差结果

Table 6 Results of tea soup color difference in M1~M9			
样品	L^*	a^*	b^*
M1	94.12 ± 0.46^a	-0.67 ± 0.05^f	11.61 ± 0.27^f
M2	92.16 ± 0.46^c	-0.19 ± 0.04^b	15.99 ± 0.23^d
M3	92.49 ± 0.42^{bc}	-0.14 ± 0.04^b	14.88 ± 0.17^e
M4	90.87 ± 0.05^d	0.28 ± 0.01^a	17.97 ± 0.01^b
M5	92.47 ± 0.41^{bc}	-0.33 ± 0.04^c	15.66 ± 0.19^d
M6	91.24 ± 0.08^d	-0.62 ± 0.01^{ef}	20.05 ± 0.01^a
M7	92.90 ± 0.50^{bc}	-0.93 ± 0.05^g	16.77 ± 0.26^c
M8	92.75 ± 0.40^{bc}	-0.53 ± 0.05^{de}	16.59 ± 0.25^c
M9	93.10 ± 0.40^c	-0.46 ± 0.05^d	14.93 ± 0.21^e

注: “ L^* ”代表物体的明亮度: 0~100 表示由黑色到白色; “ a^* ”代表物体的红绿色: 正值表示红色, 负值表示绿色; “ b^* ”代表物体的黄蓝色: 正值表示黄色, 负值表示蓝色。不同小写字母表示存在显著性差异, $P<0.05$ 。

表 7 M1~M9的水浸出物、氨基酸、茶多酚、黄酮、可溶性糖含量 (%)

Table 7 Contents of water extract, amino acids, tea polyphenols, flavonoids and soluble sugars of M1~M9 (%)

样品	水浸出物	氨基酸	茶多酚	黄酮	可溶性糖
M1	48.70 ± 0.42 ^{de}	4.11 ± 0.20 ^a	8.62 ± 0.04 ^d	0.58 ± 0.01 ^a	16.24 ± 0.11 ^{bc}
M2	50.10 ± 0.34 ^c	3.69 ± 0.03 ^b	10.17 ± 0.04 ^a	0.53 ± 0.01 ^b	17.15 ± 0.45 ^b
M3	50.34 ± 0.04 ^{bc}	3.34 ± 0.02 ^{cd}	9.64 ± 0.09 ^b	0.47 ± 0.01 ^{de}	14.03 ± 1.42 ^d
M4	47.92 ± 0.28 ^e	2.98 ± 0.10 ^e	9.09 ± 0.03 ^c	0.46 ± 0.02 ^{de}	9.63 ± 1.08 ^e
M5	50.88 ± 0.40 ^{ab}	3.22 ± 0.16 ^d	9.90 ± 0.07 ^{ab}	0.50 ± 0.01 ^c	21.45 ± 0.36 ^a
M6	49.24 ± 0.29 ^d	3.49 ± 0.04 ^{bc}	9.74 ± 0.07 ^b	0.56 ± 0.02 ^a	14.88 ± 0.96 ^{cd}
M7	49.05 ± 0.37 ^d	3.53 ± 0.02 ^{bc}	8.64 ± 0.04 ^d	0.45 ± 0.01 ^e	17.97 ± 0.03 ^b
M8	51.50 ± 0.15 ^a	3.54 ± 0.02 ^{bc}	8.58 ± 0.14 ^d	0.48 ± 0.01 ^{cd}	17.53 ± 0.85 ^b
M9	49.12 ± 0.18 ^d	3.59 ± 0.02 ^b	7.92 ± 0.34 ^e	0.42 ± 0.01 ^f	20.34 ± 0.18 ^a

注：不同小写字母表示存在显著性差异， $P<0.05$ 。

2.1.3 不同配比花茶主要品质成分对比分析

水浸出物是茶叶中所有可溶性物质的总和，其含量的高低反映了茶叶中可溶性物质的多少，标志着茶汤的厚薄和滋味的浓强程度，因此在一定程度上反映了茶叶品质。游离氨基酸、茶多酚、黄酮和可溶性糖等成分是茶叶滋味形成的主要贡献物质。游离氨基酸是茶叶鲜爽味的主要组成成分^[15,16]，茶多酚、黄酮是茶汤苦涩味的主要物质，可溶性糖对茶汤的甜味有显著影响^[17]，它们均对茶汤的感官品质有直接影响，从而赋予茶汤丰富的口感特征。

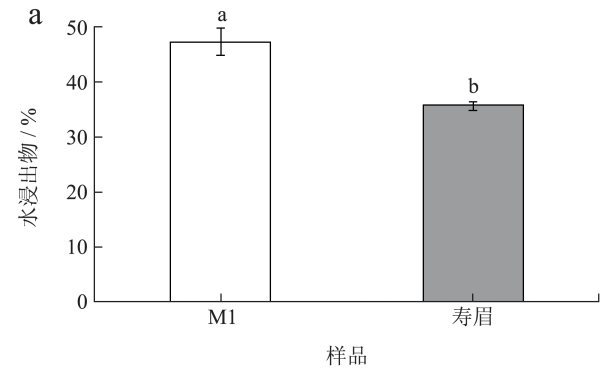
分别对 M1~M9 中的水浸出物、游离氨基酸、茶多酚、黄酮和可溶性糖含量成分进行对比分析，结果见表 7。由表 7 可知，在玫瑰复合花茶 M1~M9 中，水浸出物含量 ($P<0.05$) 在 47.92%~51.50%，其中含量最低的是 M4 (47.92)，含量最高的是 M8 (51.50%)；氨基酸含量 ($P<0.05$) 在 2.98%~4.11%，其中含量最低的为 M4 (2.98%)，M1 的氨基酸含量最高 (4.11%)；茶多酚含量 ($P<0.05$) 在 7.92%~10.17%，其中含量最低的是 M9 (7.92%)，M2 的茶多酚含量最高 (10.17%)；黄酮含量 ($P<0.05$) 在 0.42%~0.58%，其中含量最低的是 M9 (0.42%)，含量最高的是 M1 (0.58%)；可溶性糖含量 ($P<0.05$) 在 9.63%~21.45%，其中含量最低的是 M4 (9.63%)，含量最高的为 M5 (21.45%)。对

比各组中不同品质成分的含量及所占比例，M1 中氨基酸和黄酮的含量最高，可溶性糖等化合物含量居中，即茶汤鲜味和苦味物质丰富，甜味物质等比例协调，茶汤滋味丰富，整体口感最佳，因此将 M1 确定为最佳比例。

2.2 M1与寿眉的主要品质成分与电子感官分析

2.2.1 M1与寿眉主要品质成分比较分析

将最佳配方 M1 和对照组寿眉进行比较分析，结果见图 2。由图 2a、2b 和 2e 可知，M1 ($P<0.05$) 的水浸出物、游离氨基酸和可溶性糖含量均高于寿眉 ($P<0.05$)，说明 M1 的茶汤滋味与寿眉相比更浓厚，在滋味上会比寿眉更鲜爽、甜醇；由图 2c 和 2d 可知，寿眉 ($P<0.05$) 的茶多酚和黄酮的含量则高于 M1 ($P<0.05$)，说明相比寿眉茶汤滋味，M1 的苦涩味较弱，适口性更强，易被消费者接受。



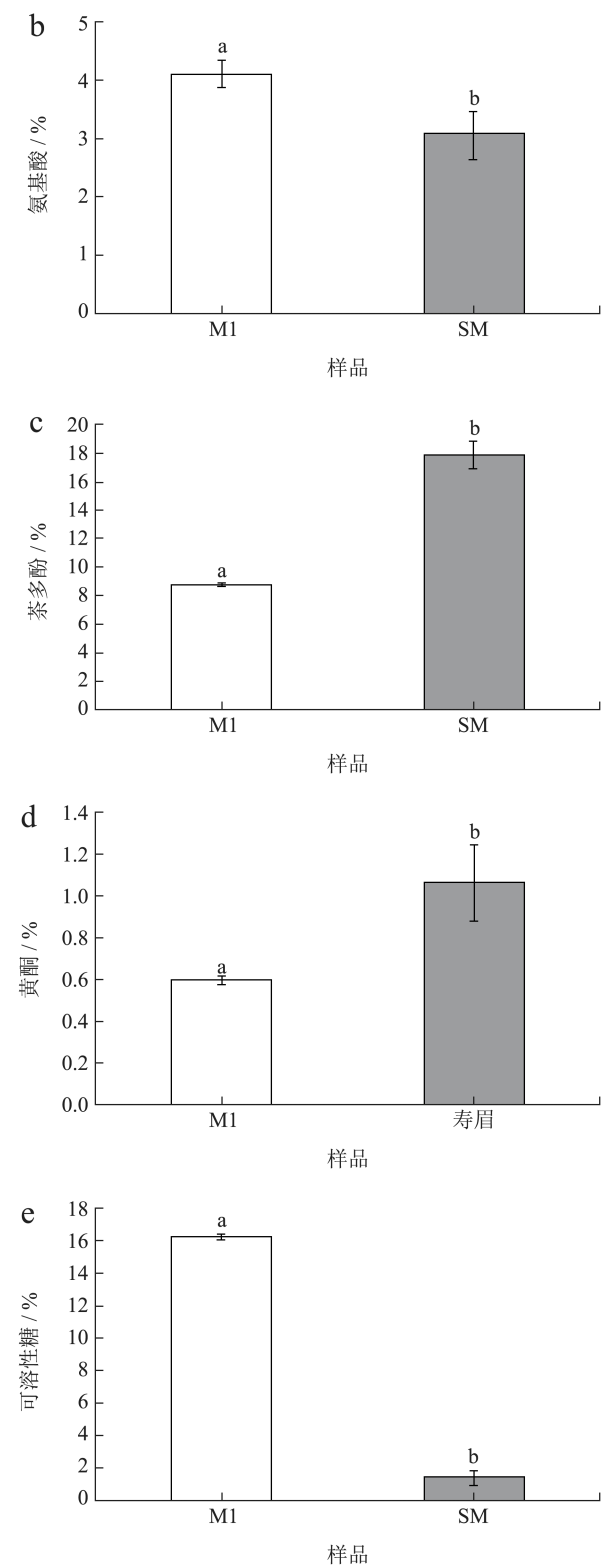


图2 M1和寿眉水浸出物(a)、氨基酸(b)、茶多酚(c)、黄酮(d)、可溶性糖(e)含量分析结果

Fig.2 Analysis results of the contents of water extracts (a), amino acids (b), tea polyphenols (c), flavonoids (d) and soluble sugars (e) of M1 and Shoumei

注：不同小写字母表示存在显著性差异， $P<0.05$ 。

2.2.2 电子舌分析

PCA 结果中（图 3a），PC1 与 PC2 贡献率分别为 80.2%、18.0%，总贡献率为 98.2%，表示电子舌所采集的电信号能够体现原始数据的大部分信息，寿眉与 M1 茶汤滋味有明显区分，说明寿眉与 M1 在滋味上表现出不同的风格特点。由图 3b 可知，寿眉和 M1 的咸味、甜味、苦味等滋味指标差异较大，其中 M1 甜味（8.82）高于寿眉（7.98），M1 的咸味值（8.06）略低于寿眉（8.53），两种茶的涩味回味、鲜味和丰富度无明显差异。

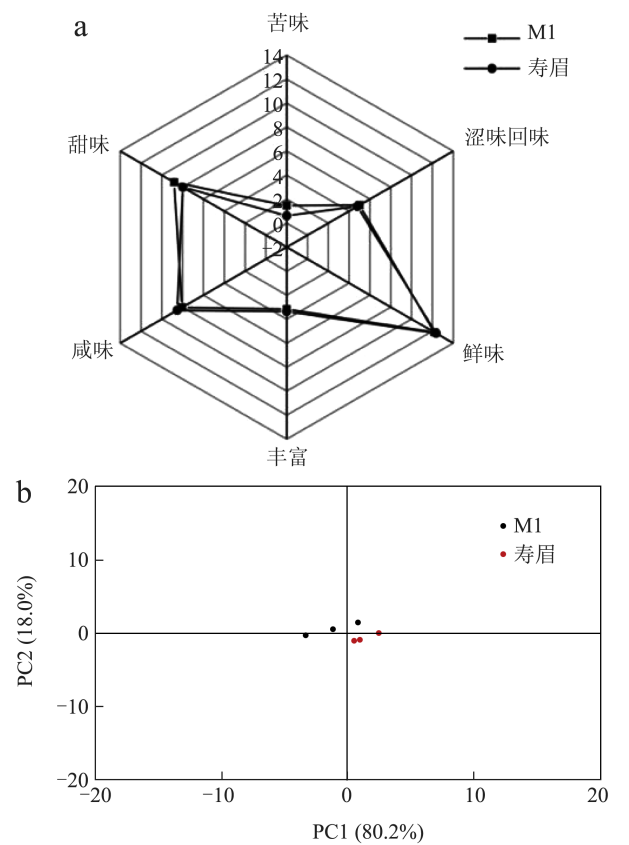


图3 M1和寿眉电子舌主成分分析(a)和电子舌雷达图(b)的分析结果

Fig.3 Analysis results of M1 and Shoumei electronic tongue principal component analysis (a) and radar map (b)

2.2.3 电子鼻分析

PCA 分析结果中（图 4a），PC1 与 PC2 贡献率分别为 66.2%、22.7%，总贡献率为 88.9%，且样品无明显重叠，说明 M1 和寿眉在香气方面有显著区别。由图 4b 可知，M1 和寿眉的 P30/1 和 T70/2 的响应值无显著差异，即 M1 和寿眉在甲苯、一氧化碳和烃类等香气成分上具有一定共性。在 M1 中，PA/2 和 P40/1 的响应值明显高于寿眉，即 M1 中氟、氯、乙醇、氨、胺类化合物高于寿眉。而寿眉中对碳氧化物、丙烷

和丁烷敏感的 LY2/gCT 和 LY2/G 的响应值明显高于 M1。这些差异可能是导致 M1 与寿眉香气差异的关键因素。

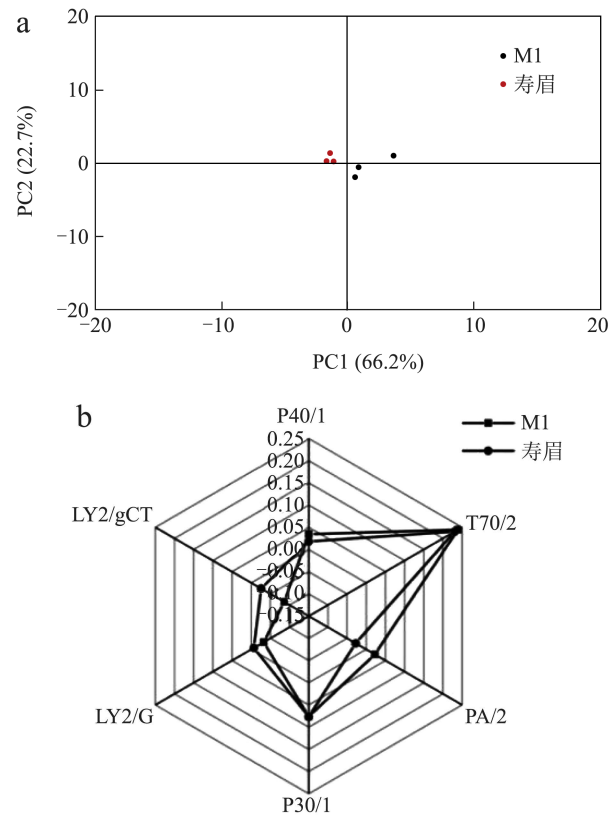


图 4 M1 和寿眉电子鼻主成分分析 (a) 和雷达图 (b) 的分析结果

Fig.4 Analysis results of M1 and Shoumei electronic nose principal component analysis (a) and radar map (b)

2.3 M1和寿眉的主要香气成分分析

为明确 M1 和寿眉的香气成分，采用 GC-MS 对其香气成分进行进一步分析和鉴定得到两者香气成分的总离子流色谱图（图 5）。M1 共检测出 89 种香气成分，寿眉共检测出 72 种香气成分。M1 比寿眉增加了 17 种香气成分。这些独特的香气成分可能来自于红枣、玫瑰、陈皮，它们赋予了 M1 独特的香气特征。

表 8 为 M1 和寿眉中主要香气成分的相对含量及特征描述。其中，寿眉中的香气成分主要包括醇类、酯类、酮类、酚类和酸类，这些化合物主要呈现花香、木香。其中醇类化合物如苯乙醇和芳樟醇，具有花香的特征；酯类化合物如二氢猕猴桃内酯和反式芳樟醇氧化物（呋喃型）主要呈现麝香、木质味等；酮类化

合物如 β -紫罗兰酮和植酮主要呈现木香和花香和清香的特征。

M1 中主要香气成分包括醚类、醇类、烯烃类、酸类、烷类、酯类、醛类、酚类和酮类，这些化合物主要呈现甜香、花香和果香。其中，醚类化合物中的丁香酚甲醚具有丁香和甜香的香气特征；醇类化合物如香茅醇，主要呈现柠檬香和甜香，香叶醇则有玫瑰花香；烯烃类如 (+)- 柠檬烯主要呈现青草香、果香；酮类如植酮主要呈现花香和清香等。

比较寿眉和 M1 可以发现，两者在香气化合物上存在显著差异。寿眉中具有木香特征的反式芳樟醇氧化物（呋喃型）、 β -紫罗兰酮、 α -紫罗兰酮在寿眉中相对含量分别为 5.25%、4.38% 和 1.24%，而在 M1 中仅占 0.28% 和 0.64% 和 0.24%。相反，M1 中带有甜香、果香和花香的化合物如丁香酚甲醚、香茅醇和 α -法呢烯等物质的相对含量更高。综上所述，在添加红枣、玫瑰和陈皮以后，M1 的香气特征发生了显著变化。在寿眉原有木香和花香的基础上，增加了甜香和果香，对丰富寿眉的香气层次和提升其感官品质具有重要意义。

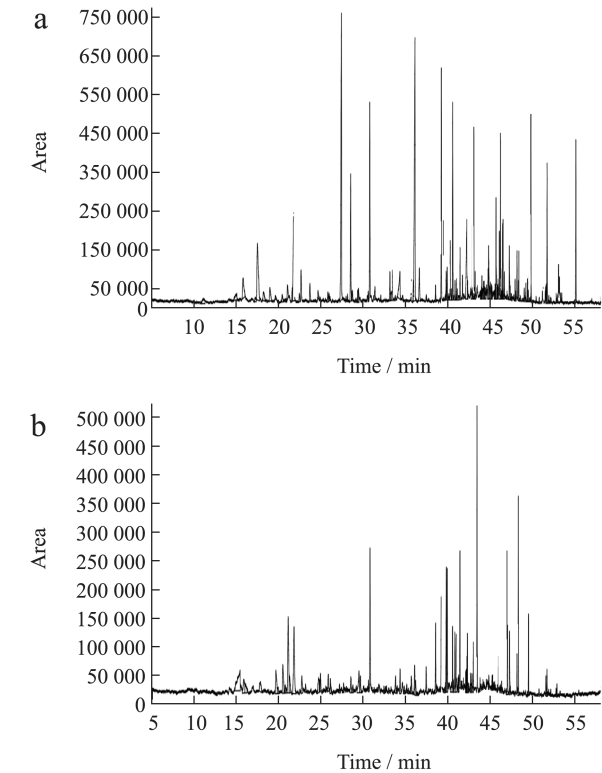


图 5 M1 (a) 和寿眉 (b) 香气成分的总离子流色谱图

Fig.5 Total ion chromatogram of M1 (a) and Shoumei (b)

表 8 寿眉和M1中主要香气成分相对含量及特征描述

Table 8 The relative content and characterization of the main aroma components in the Shoumei and M1

化合物种类	保留时间/min	挥发化合物名称	香气特征	相对含量/%		文献
				寿眉	M1	
酯类	49.556	棕榈酸乙酯	弱蜡香、果香和奶油香气	2.89	2.65	[18]
	42.819	月桂酸乙酯	果香、花香	—	2.47	[19]
	48.347	棕榈酸甲酯	蜡香，油脂味	5.81	2.13	[20]
	15.833	己酸乙酯	青苹果香味	1.9	1.78	[21]
	36.630	N-甲基邻氨基苯甲酸甲酯	葡萄香味	—	1.58	[22]
	41.425	二氢猕猴桃内酯	香豆素、麝香	5.41	0.99	[23]
	51.618	亚油酸甲酯	木香，油脂味	0.66	0.25	[20]
	33.802	椰子醛	椰子香	1.04	0.12	[24]
醇类	27.446	香茅醇	柠檬香、甜香	0.17	12.63	[25]
	21.794	苯乙醇	甜香、花香	6.42	4.88	[26]
		苯甲醇	花香，清香	1.56	—	[27]
	28.539	香叶醇	玫瑰花香	0.61	4.21	[28]
	21.056	芳樟醇	铃兰花香	6.24	0.90	[20]
	42.114	反式-橙花叔醇	清香、花香	0.61	—	[20]
	21.232	二氢芳樟醇	木香，花香	1.26	—	[29]
	19.640	反式芳樟醇氧化物（呋喃型）	木质香、花香	5.25	0.28	[30]
醛类	24.687	2, 2, 6-三甲基-6-乙基四氢-2H-呋喃-3-醇	清凉香	4.14	0.75	[24]
	45.696	甜橙醛	桔皮味	—	1.69	[31]
	23.709	香茅醛	柠檬香，花香	—	0.78	[31]
酮类	47.026	植酮	花香，清香	3.71	0.96	[30]
	39.799	β -紫罗兰酮	紫罗兰花香、木香	4.38	0.64	[26]
	37.464	α -紫罗兰酮	紫罗兰花香、木香	1.24	0.24	[20]
烯烴类	40.589	α -法呢烯	微弱甜香	—	5.01	[32]
	17.529	(+)-柠檬烯	青草、柠檬香味	—	4.90	[25]
	18.994	γ -松油烯	松木香，水果香	—	0.93	[23]
烷类	55.121	二十烷	脂肪味	—	2.78	[30]
酸类	42.148	月桂酸	月桂油香味	—	2.84	[33]
	15.074	己酸	酸味	4.50	0.70	[21]
	24.791	辛酸	干酪味	1.05	—	[34]
酚类	33.429	丁香酚	浓郁丁香香气	—	1.38	[35]
	40.668	2,4-二叔丁基苯酚	苯酚气味	0.57	—	[29]
醚类	36.136	丁香酚甲醚	丁香香气、甜香	—	13.34	[35]

注：“—”表示未检测到。

3 结论

该研究以寿眉白茶为茶基底,采用补中益气、养血安神的红枣,芳香怡人、行气解郁的玫瑰花,理气健脾、燥湿化痰的陈皮三类药食同源植物为原料按不同比例复配,并通过感官审评和主要生化成分的对比分析,确定了玫瑰复合花茶最佳配方M1(寿眉:玫瑰花:红枣:陈皮=13:8:8:1),该配方香气浓郁和谐,汤色杏黄明亮,滋味鲜爽甜醇。其水浸出物含量为48.70%,氨基酸含量为4.11%,可溶性糖含量为16.24%,茶多酚含量为8.62%,黄酮含量为0.58%。GC-MS鉴定结果显示M1共有89种挥发性物质,主要有丁香酚甲醚、香茅醇、 α -法呢烯、月桂酸、棕榈酸乙酯、甜橙醛、丁香酚,这些化合物共同构成了玫瑰复合花茶独特的香气特征。该研究为花茶的工业化生产提供了理论依据和技术支撑,有助于提升药食同源植物的综合利用率,推动白茶的产品创新,进一步提升茶树经济作物的附加值,从而促进农民增收。

参考文献

- [1] 刘东娜,罗凡,李春华,等.白茶品质化学研究进展[J].中国农业科技导报,2018,20:79-91.
- [2] FENG Z, LI M, LI Y F, et al. Characterization of the key aroma compounds in infusions of four white teas by the sensomics approach [J]. European Food Research and Technology, 2022, 248: 1299-1309
- [3] 国家药典委员会.中国药典[M].北京:中国医药科技出版社, 2020.
- [4] LI J W, FAN L P, DING S D, et al. Nutritional composition of five cultivars of chinese jujube [J]. Food Chemistry, 2007, 103(2): 454-460.
- [5] 王超,韩刚.枣果实风味研究进展[J].果树学报,2020,37:920-928.
- [6] 张文,倪穗.固相微萃取-气相色谱-质谱联用法分析6个食用玫瑰品种的芳香成分[J].食品工业科技,2018,39:261-266.
- [7] 龙华清.新会陈皮的品质特征、鉴别技术要点及审评方法[J].广东茶业,2021,4:25-29.
- [8] JIANG K X, XU K L, WANG J, et al. Based on HS-SPME-GC-MS combined with GC-O-MS to analyze the changes of aroma compounds in the aging process of Citri Reticulatae Pericarpium [J]. Food Bioscience, 2023, 54: 2212-4292.
- [9] GB/T 23776-2018,茶叶感官审评方法[S].
- [10] GB/T 8305-2013,茶 水浸出物测定[S].
- [11] GB/T 8314-2013,茶游离氨基酸总量的测定[S].
- [12] GB/T 8313-2018,茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法[S].
- [13] 王家勤,姚月凤,袁海波,等.基于色差系统的工夫红茶茶汤亮度的量化评价方法研究[J].茶叶科学,2020,40:259-268.
- [14] HUANG X X, LI Y L, ZHOU F, et al. Insight into the chemical compositions of Anhua dark teas derived from identical tea materials: A multi-omics, electronic sensory, and microbial sequencing analysis [J]. Food Chemistry, 2024, 441(30): 138367
- [15] 陈德权,何来斌,陈仕学,等.HPLC法测定梵净山不同品种茶叶氨基酸含量比较分析[J].食品工业,2020,41:294-298.
- [16] 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.
- [17] FANG S M, HUNG W J, YANG T, et al. Ancient tea plants black tea taste determinants and their changes over manufacturing processes [J]. LWT-Food Science and Technology, 2024, 193: 23-28
- [18] 周海洋,王士敏,于金侠.一种快速测量白酒中棕榈酸乙酯的方法[J].酿酒科技,2014,10:120-122.
- [19] 刘韬,乔宁,饶敏,等.基于顶空固相微萃取与气相色谱-质谱联用技术分析“赣南早”脐橙酒香气成分[J].中国食品添加剂,2017, 30(5):205-209.
- [20] 黄维,张灵枝,张嘉琳,等.不同贮藏年份政和白茶的香气特征与挥发性成分分析[J].茶叶科学,2023,43:667-680.
- [21] 严超,侯丽娟,赵欢,等.3种不同原料发酵枣酒香气主成分的分析[J].酿酒科技,2017,3:49-54.
- [22] CHAMBERS A H, EVANS S A, FOLTA K M. Methyl anthranilate and γ -decalactone inhibit strawberry pathogen growth and achene germination [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(5): 12625-12633.
- [23] 周彬彬,毕小鹏,方佳兴,等.柠檬绿茶复合袋泡茶的开发与品质研究[J].食品科技,2021,46:78-85.
- [24] 冯晓雪,薄佳慧,叶兴妹,等.发酵处理对寿眉风味物质的影响研究[J].食品研究与开发,2022,43:92-101.
- [25] 钟轲,丁燕,汤晓宏,等.不同海拔高度和品种对脐橙酒香气组成及感官品质的影响[J].中国酿造,2023,42:100-107.
- [26] 何春梅,林进龙,丁凤娇,等.安溪铁观音香气如兰似桂的化学机理分析[J].茶叶学报,2023,64:11-13.
- [27] 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,2022,43:261-268.
- [28] 张林奇.福鼎白茶特征香气成分分析[D].天津:天津科技大学, 2023.
- [29] 缪伊雯,周静芸,杨春明,等.不同茶树品种寿眉白茶品质分析[J].食品工业科技,2024,45(15):11-18.
- [30] 王志霞.普洱茶(熟茶)陈香特征物质及关键香气成分研究[D].昆明:云南农业大学,2023.
- [31] 王瑞芳,刘兵,孙杰,等.陈皮的挥发性香气分析[J].精细化工, 2022,39:321-9,410.
- [32] 李璐,尹礼国,陆安霞,等.GC-MS结合电子鼻技术对不同茶区茉莉花茶香气的差异比较[J].现代食品科技,2024,40(2):302-311.
- [33] 苗潇潇.玫瑰花露香气成分分析及其抑菌作用初探[D].太原:山西大学,2018.
- [34] 石芬,徐军,姜宗伯,等. HS-SPME-GC-MS结合多元统计分析初榨椰子油常温储藏过程中挥发性风味成分[J].食品工业科技, 2022,43:314-322.
- [35] ZHAO C Y, XUE J, CAI X D, et al. Assessment of the key aroma compounds in rose-based products [J]. Journal of Food and Drug Analysis, 2016, 24(3): 471-476.