

蒙顶甘露名茶主要滋味成分及香气组分检测分析

董燕灵¹, 郑晓娟¹, 卿钰¹, 刘东娜¹, 杜晓^{1,2,*}

(1. 四川农业大学 茶叶科学与工程省级重点实验室, 四川 雅安 625014;

2. 国家茶叶产品质量监督检验中心(四川), 四川 雅安 625014)

摘要: 采用常规分析法与高效液相色谱、气相色谱-质谱分析法相结合对蒙顶甘露茶的主要滋味成分、游离氨基酸组分和香气组分进行检测, 并就内含成分与品质风味的关系进行探究。结果表明, 主要滋味成分茶多酚、儿茶素、咖啡碱、可溶性糖和氨基酸的全含量为 $(23.98 \pm 0.26)\%$ 、 $(17.52 \pm 0.05)\%$ 、 $(4.26 \pm 0.21)\%$ 、 $(4.85 \pm 0.12)\%$ 和 $(4.66 \pm 0.16)\%$, 酚氨比值为 $3.95 \sim 7.43$; 日常饮茶冲泡时, 第2次泡滋味感官评分 (28.9 ± 0.2) 最高, 品质风味好, 其主要成分包括茶多酚、咖啡碱、可溶性糖和游离氨基酸, 浸出质量浓度分别为 262.2 、 63.9 、 66.5 mg/250 mL 和 89.3 mg/250 mL, 酚氨比值较小, 为 2.93 ; 蒙顶甘露茶中含有 18 种游离氨基酸组分, 其中茶氨酸高达 20.46 mg/g, 占 51.5% ; 蒙顶甘露茶中酯型儿茶素组分表儿茶素没食子酸酯和表没食子儿茶素没食子酸酯的含量分别为 3.39% 、 6.97% ; 检测到 51 种香气组分, 主要是醇类 (12 种) 和酯类 (9 种), 其中芳樟醇、 β -紫罗兰酮、橙花叔醇和反-橙花叔醇含量较高, 这些组分共同成为嫩香持久馥郁的香气物质基础。

关键词: 蒙顶甘露; 滋味; 香气; 物质基础

Detection and Analysis of Major Flavor and Aroma Components of Mengding Ganlu Tea

DONG Yan-ling¹, ZHENG Xiao-juan¹, QING Yu¹, LIU Dong-na¹, DU Xiao^{1,2,*}

(1. Provincial Key Laboratory of Tea Science and Engineering, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China;

2. National Tea Quality Inspection Center (Sichuan), Ya'an 625014, China)

Abstract: The major flavor and aroma components of Mengding Ganlu tea were analyzed by combined use of conventional analysis, high performance liquid chromatography (HPLC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The free amino acid composition and aroma compounds were examined for their relationships with the quality and flavor. The results showed that the major flavor compounds of Mengding Ganlu tea included polyphenols, catechins, caffeine, soluble sugars and amino acids with values of $(23.98 \pm 0.26)\%$, $(17.52 \pm 0.05)\%$, $(4.26 \pm 0.21)\%$, $(4.85 \pm 0.12)\%$ and $(4.66 \pm 0.16)\%$, respectively, and the phenol/ammonia ratio was $3.95 \sim 7.43$. The tea infusion from the second brewing scored highest (28.9 ± 0.2) in sensory quality and mainly contained polyphenols (262.2 mg/250 mL), caffeine (63.9 mg/250 mL), soluble sugars (66.5 mg/250 mL) and free amino acids (89.3 mg/250 mL) with a small phenol/ammonia ratio of 2.93 . Mengding Ganlu tea contained 18 kinds of amino acids, with theanine accounting for 20.46 mg/g of the total amount. The contents of ECG and EGCG in the tea were 3.39% and 6.97% , respectively. Totally 51 kinds of aroma components in the tea were detected, mainly including alcohols (12) and ester (9), with linalool, β -ionone, nerolidol and *trans*-nerolidol being the major compounds. These components contributed to the lasting delicate aroma.

Key words: Mengding Ganlu tea; flavor; aroma; material basis

中图分类号: S571.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 24-0158-06

doi:10.7506/spkx1002-6630-201424030

蒙顶甘露是蒙顶名茶的代表性产品, 其形状紧秀银毫、翠绿油润, 香气毫香馥郁, 汤碧而亮, 味鲜醇爽, 叶底嫩绿匀亮^[1]。1959年蒙顶甘露被评为全国十大名茶之一, 长期以来与“洞庭碧螺春”齐名, 作为中国名茶

标志性产品, 享誉中外; 2008年蒙顶甘露被认定为中国地理标志产品^[2]。蒙顶甘露产于蒙顶山茶区, 受地理、气候、生态及茶园土壤、肥培等诸多条件影响; 其独有的地域性品质特征, 实质上是由所含的色、香、味等品质

收稿日期: 2014-04-16

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目 (2013BAD20B07)

作者简介: 董燕灵 (1988—), 女, 硕士研究生, 研究方向为茶叶加工与贸易。E-mail: yanlingd@163.com

*通信作者: 杜晓 (1963—), 男, 教授, 博士, 研究方向为茶学。E-mail: duxiao@vip.163.com

成分来实现的。对蒙顶甘露的已有研究多数集中于加工工艺^[3]、生产技术^[4]等层面；个别也涉及品质成分分析^[5-7]、感官审评及部分香气组分测定^[8]；这类研究工作仅对蒙顶甘露品质进行了初步探讨，要全面评价蒙顶甘露的品质，需要从色、香、味的组成成分的含量及配比关系等方面进一步系统性地开展检测分析研究工作。

本研究的蒙顶甘露茶样来自15个生产厂家，采取全量法和冲泡法对比测试其主要品质成分的总含量及浸出质量浓度；在此基础上，采用高效液相色谱（high performance liquid chromatography, HPLC）法对代表性茶样的儿茶素组分含量、游离氨基酸组分含量进行检测；并采用气相色谱-质谱（gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS）法测定了香气组分及其含量。本研究重在从品质化学层次，系统评价蒙顶甘露名茶的香味品质特征；为进一步利用品质化学手段表征蒙顶甘露的地域品质特征；为开展原产地保护产品检验与产品判别提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

蒙顶甘露鲜叶原料：茶树品种为蒙山9号和名山白毫，于2013年春3月下旬采摘鲜叶1芽1叶及初展鲜叶。按下述蒙顶甘露制作工艺批量加工制作：

鲜叶摊放→杀青→摊凉→初揉→炒二青→摊凉→复揉→炒三青→三揉→做型→毛火→足火

蒙顶甘露成品试样：常规成分测定试样取自“蒙顶山斗茶大赛”参赛样品，由15个厂家批量加工制成；组分分析茶样取自“蒙山茶国家标准样”实物样品，由多个企业茶样拼配制成。

咖啡碱、表儿茶素（epicatechin, EC）、表没食子儿茶素（epigallocatechin, EGC）、表儿茶素没食子酸酯（epicatechin gallate, ECG）、表没食子儿茶素没食子酸酯（epigallocatechin gallate, EGCG）标样 美国Sigma公司；茶氨酸、谷氨酸、精氨酸、丝氨酸、亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、苏氨酸、脯氨酸、异亮氨酸、组氨酸、酪氨酸、色氨酸、半胱氨酸、甘氨酸、蛋氨酸标样 中国标准品研究中心；酒石酸钾钠、柠檬酸三钠、草酸、碱式乙酸铅、茛三酮、香兰素、咖啡碱等均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

L-8900全自动氨基酸分析仪 日立高新技术公司；微量进样器（10~20 μL） 上海精密仪器厂；1100液相色谱仪 美国安捷伦仪器公司；Trace GC-Polaris Q MS 美国Thermo Finnigan公司；FA1004型微量电子天平 上海宜工电子有限公司；UV2300 II 双光束紫外-可见分光光度计 上海天美科学仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 常规成分测试

茶多酚总量采用酒石酸亚铁显色、比色法测定^[9]；咖啡碱采用紫外分光光度法测定^[10]；儿茶素总量采用盐酸香草醛显色、比色法测定^[9]；游离氨基酸总量采用茛三酮显色、比色法测定^[11]；可溶性糖总量采用硫酸蒽酮显色、比色法测定^[12]。

样品前处理法：1）全量法：粉碎茶样过40目筛，以茶4.0 g、水450 mL的比例，沸水浴浸提45 min，抽滤冷却定容至100 mL备用；2）冲泡法：采用日常饮茶冲泡法，即取样4.0 g，使用250 mL玻璃杯，以水温85℃冲泡至250 mL，分5次逐次冲泡。具体操作方法：初次注水20 mL，浸润泡30 s，补水至250 mL冲泡2 min，滤出茶汤，备用；此后第2、3次冲泡3 min，第4、5次分别冲泡5 min，出汤，经脱脂棉过滤、冷却、备用，测定常规成分。

计算方法如公式（1）~（3）：

$$\text{浸出质量浓度} / (\text{mg}/250 \text{ mL}) = \frac{\text{茶汤成分质量}}{\text{茶汤体积}} \quad (1)$$

$$\text{浸出量} / \% = \frac{\text{浸出物质量}}{\text{茶叶干质量}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{浸出率} / \% = \frac{\text{冲泡物质量}}{\text{全量法质量}} \times 100 \quad (3)$$

1.3.2 组分分析

氨基酸组分分析法：1）样品前处理方法：准确称取0.25 g（精确到0.000 1）均匀磨碎的试样于50 mL离心管中，称质量，加入25 mL沸水，于沸水浴中浸提45 min，迅速冷却至室温后补足失水量，于4 000 r/min离心10 min，吸取上清液待测；2）测定方法：吸取上述上清液5 mL，加入5 mL质量分数5%的三氟乙酸溶液，于4℃、7 000 r/min离心20 min，过0.45 μm的无机滤膜，吸取20 μL待测液注入氨基酸分析仪，色谱条件为4.6 mm×60 mm，色谱柱（填充2622SC阳离子树脂），采用外标定量。

儿茶素组分分析法：采用HPLC法，色谱条件为流动相流速1 mL/min，柱温35℃，检测波长278 nm。

香气组分检测及分析方法：1）香气物质提取法：采用水蒸气蒸馏同时萃取法，称取样品50.00 g于1 000 mL圆底烧瓶中，加入萘酸乙酯1 mL（1 μL/100 mL），静置10~15 min，再加入1 000 mL沸水，用50 mL色谱纯乙醚溶剂提取1 h。提取液用无水硫酸钠干燥，过滤后浓缩至0.2 mL待检测。2）香气成分检测条件：GC-MS分析条件为DB-5MS毛细柱（30 m×0.25 mm，0.22 μm）；升温程序：40℃保持10 min，以25℃/min升至220℃，保持5 min，以2.5℃/min升至250℃；载气（He）流速1 mL/min；进样量1 μL；电子电离源；电子能量70 eV；

扫描50~650 u。3) 结果分析方法: 通过计算机在NIST标准库进行初步检索, 参照相关文献和质谱资料^[13-15], 结合香气保留时间等进行人工解析, 确定各香气物质的化学结构式及名称; 根据测试条件, 各香气组分的相对含量按公式(4)计算:

相对含量/(μL/mL)=4×(所求成分峰面积/葵酸乙酯峰面积) (4)

2 结果与分析

2.1 蒙顶甘露主要滋味成分总含量状况及对比分析

表1 蒙顶甘露主要滋味成分含量
Table 1 Contents of main taste components in Mengding Ganlu tea %

编号	水浸出物含量	氨基酸含量	可溶性糖含量	咖啡碱含量	茶多酚含量	儿茶素含量	酚氨比
1	38.96±1.26	4.48±0.29	4.64±0.16	4.46±0.07	24.13±0.54	16.03±0.04	5.40
2	39.72±1.23	3.71±0.17	5.92±0.09	4.47±0.13	24.37±0.39	17.54±0.02	6.60
3	37.26±1.32	4.65±0.13	5.51±0.21	4.14±0.16	23.44±0.46	21.86±0.04	5.04
4	40.68±0.97	5.16±0.21	4.24±0.11	4.87±0.19	26.85±0.21	16.26±0.03	5.20
5	37.90±0.89	5.35±0.36	4.24±0.27	4.60±0.08	22.65±0.34	13.11±0.02	4.23
6	40.15±1.35	5.68±0.42	4.15±0.18	4.30±0.06	22.44±0.49	12.48±0.03	3.95
7	38.72±1.27	3.53±0.54	5.46±0.31	4.08±0.21	26.27±0.18	18.33±0.03	7.43
8	36.54±2.22	4.61±0.43	4.92±0.21	3.95±0.12	22.89±0.32	15.35±0.03	4.97
9	39.38±2.09	3.93±0.32	4.23±0.37	4.31±0.23	21.77±0.38	21.26±0.02	5.54
10	40.51±1.97	4.39±0.51	5.32±0.10	3.89±0.18	25.39±0.24	16.72±0.05	5.78
11	37.45±1.07	5.21±0.42	4.68±0.09	4.28±0.15	20.74±0.18	18.37±0.09	3.98
12	41.07±1.42	4.72±0.37	4.37±0.23	4.53±0.09	24.87±0.23	20.49±0.03	5.27
13	36.72±1.32	4.94±0.31	5.25±0.17	4.29±0.13	19.97±0.34	14.41±0.04	4.04
14	39.41±1.08	5.31±0.25	4.49±0.31	3.84±0.16	26.81±0.26	19.61±0.07	5.04
15	38.48±1.72	4.21±0.19	5.33±0.16	3.96±0.08	27.11±0.16	20.99±0.11	6.44
均值	38.86±0.79	4.66±0.16	4.85±0.12	4.26±0.21	23.98±0.26	17.52±0.05	—

注: —.未计算其平均值。

用全量法测定蒙顶甘露主要滋味成分的含量状况见表1。蒙顶甘露的水浸出物总量为36.54%~41.07%, 均值为38.86%, 较洞庭碧螺春(36.33%)高, 这表明其内含物总量较高, 奠定了其浓醇滋味, 耐冲泡的品质基础。

进一步比较各种主要滋味成分可以发现, 15个厂家所产的蒙顶甘露茶中游离氨基酸总量为3.53%~5.68%, 均值为4.66%; 而同类名茶洞庭碧螺春为3.74%, 都匀毛尖为2.25%^[16]; 而一般绿茶中游离氨基酸含量约为2.6%~4.3%^[17], 由于蒙顶甘露茶所含的游离氨基酸总量较高, 决定了其滋味具有高鲜浓醇的特征。

一般茶叶中所含可溶性糖总是左右其滋味的甜醇度; 蒙顶甘露茶的可溶性糖总量为4.15%~5.92%, 均值为4.85%, 其含量较洞庭碧螺春(3.01%)^[18]和都匀毛尖(3.76%)的含量高1.84%和1.09%, 这决定了蒙顶甘露具有甜醇回甘的滋味特征。

蒙顶甘露茶中咖啡碱的含量为3.84%~4.87%, 均值为4.26%, 一般绿茶的含量为3%~5%, 洞庭碧螺春为

3.34%^[16]; 蒙顶甘露所含咖啡碱含量在一般绿茶范围之内, 而略高于洞庭碧螺春茶。咖啡碱呈苦味, 其含量较高会增加滋味浓厚度及耐泡性, 它决定了蒙顶甘露的滋味浓厚与耐泡特征。

蒙顶甘露茶中茶多酚含量为19.97%~27.11%, 均值为23.98%, 一般绿茶为18%~36%, 洞庭碧螺春为22.06%, 都匀毛尖为27.82%; 蒙顶甘露的茶多酚含量在一般绿茶含量范围之内, 略高于洞庭碧螺春(1.92%), 略低于都匀毛尖(3.84%)。

儿茶素是茶多酚的主体成分, 蒙顶甘露的儿茶素总量为12.48%~21.86%, 均值为17.52%; 而一般绿茶为12%~24%, 洞庭碧螺春为10.74%, 都匀毛尖为11.11%, 蒙顶甘露略高于二者, 为茶汤涩味提供了物质基础, 儿茶素影响滋味浓强度。

一般情况下, 酚氨比值即为多酚类物质总量与游离氨基酸总量的比值^[19], 蒙顶甘露的酚氨比值为3.95~7.43, 而一般绿茶为5.7~16.4, 洞庭碧螺春的酚氨比为5.9, 都匀毛尖的酚氨比为12.36, 这表明, 蒙顶甘露酚氨比值较低, 其滋味浓而鲜爽, 具有品质耐冲泡的风味特征。

2.2 蒙顶甘露主要滋味成分的冲泡及状况

采用冲泡法进一步测定实际冲泡饮用条件下的蒙顶甘露主要滋味成分的浸出质量浓度及浸出率, 用这2个指标与滋味感官评分相结合评价蒙顶甘露所含主要滋味成分在日常饮茶过程中具体贡献情况。蒙顶甘露茶按日常饮茶冲泡的测定结果见表2。

表2 蒙顶甘露主要滋味成分浸出质量浓度与浸出率
Table 2 Leaching concentrations and leaching rates of major flavor components from Mengding Ganlu tea

次数	滋味评分	浸出质量浓度/(mg/250 mL)				浸出率/%				酚氨比
		茶多酚	咖啡碱	可溶性糖	氨基酸	茶多酚	咖啡碱	可溶性糖	氨基酸	
I	28.3±0.4	145.7±14.5	53.3±5.9	53.3±4.9	64.9±5.8	12.3	19.7	15.1	24.6	2.24
II	28.9±0.2	262.2±25.3	69.3±6.8	66.5±5.9	89.3±6.3	22.2	26.2	17.8	33.1	2.93
III	26.8±0.4	225.3±22.0	51.1±5.7	50.9±5.1	47.4±4.8	19.0	17.5	14.5	18.2	4.74
IV	21.2±0.7	174.8±17.1	28.7±3.2	43.5±4.2	33.7±3.6	14.7	10.3	11.7	8.6	5.18
V	19.4±0.9	127.3±11.9	19.8±1.8	33.7±2.6	11.2±1.3	9.8	7.3	9.3	4.1	11.29

注: 滋味评分总分以30计。

测试结果表明, 不同冲泡次数的滋味感官评分高低顺序为: II次≈I次>III次>IV次>V次($F_{0.01(4,15)}=8.66, P<0.01$), 并以第1、2次冲泡滋味评分最高, 分别为(28.3±0.4)分和(28.9±0.2)分。其滋味评分与茶多酚、咖啡碱、可溶性糖和游离氨基酸的浸出质量浓度的相关系数分别为0.65、0.97**、0.93**、0.93**(**表示极显著性相关)。蒙顶甘露各主要成分的冲泡浸出率与浸出质量浓度相似, 也表现出随冲泡次数的增加先上升后下降的趋势, 茶多酚、咖啡碱、可溶性糖和游离氨基酸的浸出率和浸出质量浓度

均在第2次泡时达到最大,此时浸出率分别为22.2%、26.2%、17.8%和33.1%,浸出质量浓度分别为262.2、63.9、66.5 mg/250 mL和89.3 mg/250 mL。酚氨比值在1.63~5.71之间的茶汤滋味较佳^[20],蒙顶甘露5次冲泡酚氨比值有4次均在2.24~5.18之间,说明蒙顶甘露滋味物质浸出配比较佳,饮用口感好,耐冲泡。

2.3 蒙顶甘露游离氨基酸组分及含量测定结果

蒙顶甘露茶具有高鲜醇爽的滋味品质特征。所含游离氨基酸总量高低和其组分含量及配比决定着滋味鲜爽的程度和类型,同时,某些氨基酸成分还带有香味,参与茶叶香气的形成。采用HPLC法测定的氨基酸组分含量结果见表3。

表3 蒙顶甘露游离氨基酸组分含量
Table 3 Free amino acid composition of Mengding Ganlu tea

mg/g					
氨基酸组分	呈味特征	含量	氨基酸组分	呈味特征	含量
茶氨酸	高鲜、甜味	20.46	苏氨酸	味微甜	0.66
天冬氨酸	微酸	4.39	脯氨酸	味微苦	0.55
谷氨酸	有鲜味	3.73	异亮氨酸	味苦	0.53
精氨酸	味微苦	2.64	组氨酸	稍有苦味	0.47
丝氨酸	微甜	1.15	酪氨酸	无味	0.47
亮氨酸	味微苦	0.89	色氨酸	味微苦	0.43
赖氨酸	—	0.83	半胱氨酸	—	0.16
苯丙氨酸	味纯、高甜	0.75	甘氨酸	味甜	0.08
缬氨酸	味微甜而后苦	0.72	蛋氨酸	味微甜	0.02
			氨基酸总量		39.76

注:—其呈味特征未知。

由表3可知,蒙顶甘露茶中共检测出18种氨基酸组分,种类齐全。所检组分中,茶氨酸含量最高,达到20.46 mg/g,占检出氨基酸总量的51.5%;茶氨酸具有高鲜甜爽味(阈值仅为0.06%^[17]),蒙顶甘露茶中茶氨酸的味觉强度(阈值倍数)高达341倍,它提供了鲜爽滋味的物质基础。此外,蒙顶甘露茶中的微酸味天冬氨酸含量较高(为4.39 mg/g),其次为高鲜味的谷氨酸(为3.73 mg/g),微苦味的精氨酸(为2.64 mg/g)。起配比作用的氨基酸有带甜味的苯丙氨酸(0.75 mg/g)、缬氨酸(0.72 mg/g)、苏氨酸(0.66 mg/g)等;带苦味的精氨酸(2.64 mg/g)、亮氨酸(0.89 mg/g)、脯氨酸(0.55 mg/g)等。

2.4 蒙顶甘露儿茶素组分及含量测定

儿茶素是茶叶中多酚类物质的主体成分^[17]。儿茶素总量、EC、EGC、ECG和EGCG与绿茶滋味相关系数分别为0.929、0.729、0.704、0.876和0.850^[19]。酯型儿茶素具有较强的苦涩味、收敛性强,是构成涩味的主体;非酯型儿茶素稍有涩味、收敛性弱,回味爽口,二者的含

量及配比是影响茶汤滋味品质的重要因素^[16]。由表4可知,蒙顶甘露茶中儿茶素总量、ECG和EGCG的含量分别为13.6%、3.39%和6.97%,均高于洞庭碧螺春茶和都匀毛尖;丰富的酯型儿茶素为蒙顶甘露茶汤中涩味提供了物质基础,使茶耐冲泡。

表4 蒙顶甘露儿茶素组分含量
Table 4 Catechins composition of Mengding Ganlu tea

样品名称	C	EC	ECG	EGC	EGCG	儿茶素总量
蒙顶甘露	0.11	0.5	3.39	2.63	6.97	13.6
洞庭碧螺春 ^[21]	0.91	1.61	2.68	2.08	4.89	12.15
都匀毛尖 ^[16]			0.95	1.93	6.37	11.11

2.5 蒙顶甘露香气组分测定结果

采用GS-MS技术对蒙顶甘露茶的香气组分进行检测,如图1所示。共检测出香气组分51种,名称、相对含量及香气特征如表5所示。蒙顶甘露茶香气组分中包含醇类12种、酯类9种、醛类6种、酮类6种、烃类6种等;除此之外,含硫香气1种(丁硫醚)和3种含氮香气;所检香气组分含量占所有挥发性成分的40.83%。蒙顶甘露茶香气组分与都匀毛尖香气组分^[15]相比,主要香气物质为酯类和醇类。蒙顶甘露各香气组分中相对含量较高的有带花香或果香香型的顺式芳樟醇(176.11%)、 β -紫罗兰酮(163.92%)、反式芳樟醇(116.79%)、橙花叔醇(101.24%)、反-橙花叔醇(86.57%)、 α -紫罗兰酮(65.07%)和 β -紫罗兰醇(37.76%)等。香气是很多种微量成分的综合结果,可能是几种组分均具有某种香型,如2-甲基丁酸苯乙酯、三乙酸甘油酯、己酸己酯、2-十三烷酮、香叶基丙酮等均具有板栗香;也可能是一类香型具有一种代表性组分,如具有浓郁柠檬香的柠檬醛、具有松木香的茶香螺烷。以上复杂多样的香气组分,以一定比例、共同调和形成了蒙顶甘露馥郁持久、嫩鲜醇爽的香气特征;丰富的板栗香型、铃兰香型和紫丁香香型组成成分,为蒙顶甘露独有的地域香气特征提供了物质基础。

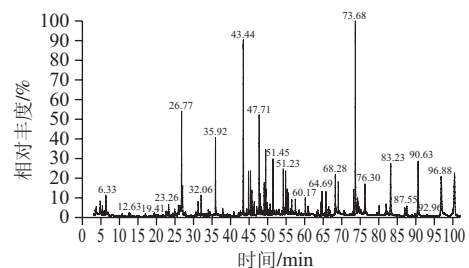


图1 蒙顶甘露香气组分测定GC-MS图谱

Fig.1 GC-MS pattern of aroma components in Mengding Ganlu tea

表5 蒙顶甘露香气组分及相对含量
Table 5 Aroma components and relative contents of Mengding Ganlu

序号	化学式	化合物名称	保留时间/min	相对含量/%	香气特征 ^[8,14-15]
1	C ₄ H ₁₈ S	丁硫醚 butyl sulfide	3.47	9.78	具有紫罗兰叶清香
2	C ₁₃ H ₁₈ O ₂	2-甲基丁酸苯乙酯 phenylethyl 2-methylbutanoate	4.70	17.79	有青香、花香、甜的果香和蜡样香气
3	C ₈ H ₁₆ O	羟基香茅醛 caprylic aldehyde	5.38	10.35	有类似菩提、铃兰和新鲜的青草香气
4	C ₈ H ₁₄ O ₂	烟酮 2-hydroxyisophorone	6.70	1.86	有烟草特征香气, 略带凉甜感
5	C ₈ H ₁₆ O ₂	乙酸己酯 hexyl acetate	8.20	1.58	有类似生梨的气味
6	C ₈ H ₁₂ O	顺-3-己烯-1-醇 (3Z)-3-hexen-1-ol	9.73	2.20	有强烈新鲜的青叶香气
7	C ₇ H ₁₄ O	乙酸异戊酯 isoamyl acetate	12.63	5.12	有香蕉气味
8	C ₇ H ₆ O	苯甲醛 benzaldehyde	16.99	4.21	有特殊的杏仁气味
9	C ₁₁ H ₂₄ O ₃	杨梅醛 ethyl 3-methyl-3-phenyl glycidate	18.38	2.24	清甜似草莓、杨梅样果香
10	C ₈ H ₁₆ O	1-辛烯-3-醇 1-octen-3-ol	18.87	1.52	有蘑菇、薰衣草、玫瑰和乾草香气
11	C ₈ H ₁₄ O	三乙酸甘油酯 1,2,3-propanetriol triacetate	19.41	8.18	有微弱果香、肉甜的味道, 低浓度时有苦味
12	C ₈ H ₁₀ N ₂	2-乙基-6-甲基吡嗪 2-ethyl-6-methyl pyrazine	20.10	1.52	有坚果、焙烤和甜香香气
13	C ₈ H ₁₆ O	辛醛 octanal	20.38	1.49	带果香茉莉气息, 极度稀释后有甜橙样香气, 略带脂肪蜜香气
14	C ₁₀ H ₁₆	柠檬烯 D-limonene	21.74	2.46	有新鲜橙子香气及柠檬样香气
15	C ₇ H ₈ O	苯甲醇 benzyl alcohol	22.60	6.37	微弱芳香气味
16	C ₈ H ₁₈ O	正辛醇 1-octanol	25.08	4.27	有柑橘、玫瑰气味
17	C ₈ H ₁₂ N ₂	2-乙基-3,5-二甲基吡嗪 3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	25.38	3.18	有炒坚果香气
18	C ₁₆ H ₁₈ O	顺式芳樟醇 3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-ol	26.20	176.11	有浓青带甜的本青气息, 似玫瑰木香气, 既有紫丁香、铃兰香与玫瑰的花香, 又有木香、果香气
19	C ₁₀ H ₂₀ O	薄荷醇 octyl-oxirane	27.03	42.56	左旋薄荷醇具有特征薄荷香气并有清凉的作用
20	C ₁₀ H ₁₈ O	α -松油醇 (1S,4S)-4-isopropyl-1-methyl-2-cyclohexen-1-ol	29.01	1.44	其乙酸酯具有香樟和薰衣草香气
21	C ₁₀ H ₁₆ O	柠檬醛 3,7-dimethyl-2,6-octadienal	29.33	1.56	呈浓郁柠檬香味
22	C ₉ H ₁₀ O ₂	乙酸苄酯 benzyl acetate	30.65	5.57	有浓郁的茉莉花香气, 并带有果香香调
23	C ₈ H ₁₁ NO	4-二甲氨基苯酚 2-(dimethylamino)phenol	31.63	2.61	芳香化合物
24	C ₁₀ H ₁₈ O	α -萜品醇 2-(4-methyl-3-cyclohexen-1-yl)-2-propanol	32.05	30.54	有丁香味
25	C ₁₀ H ₁₄ O	紫苏醛 2,6,6-trimethyl-1,3-cyclohexadiene-1-carbaldehyde	32.54	2.76	有紫苏、桂醛和枯茗醛等香气味
26	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	己酸己酯 (1S,2S)-cyclododecane-1,2-diol	33.12	3.65	呈嫩荚青刀豆香气和生水果香味
27	C ₁₀ H ₁₈ O	芳樟醇 (2Z)-3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-ol	34.39	6.24	有百合花或玉兰花香
28	C ₁₀ H ₁₆ O	2-甲基-5- (1-甲基乙烯基) 环己酮 2-(4-methylenecyclohexyl)-2-propen-1-ol	35.54	1.60	有微弱烟香
29	C ₁₀ H ₁₈ O	反式芳樟醇 (2E)-3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-ol	35.92	116.79	有百合花或玉兰花香
30	C ₈ H ₇ N	吲哚 indole	37.85	10.05	浓度低时有类似茉莉样香气
31	C ₁₃ H ₂₆ O	2-十三烷酮 2-tridecanone	38.05	2.97	有果香、甜香、椰子、奶油的气味
32	C ₁₅ H ₂₂ O	茶香螺烷 2,6,10,10-tetramethyl-1-oxaspiro[4.5]dec-6-ene	38.97	2.51	有松木样木香、薄荷脑样气息
33	C ₁₅ H ₂₄	α -柏木烯 (1R,2S,6S,7S,8S)-8-isopropyl-1,3-dimethyltricyclo[4.4.0.0 ^{2,7}]dec-3-ene	42.13	4.49	有柏木、檀香香气
34	C ₁₃ H ₂₂ O	茶香螺烷 4-(2,6,6-trimethyl-2-cyclohexen-1-yl)-3-buten-2-ol	42.38	4.74	有果实、干果类香气
35	C ₁₇ H ₂₂ O ₂	(E)-己酸-3-己烯酯 (3Z)-3-hexen-1-yl hexanoate	42.67	6.28	甜美果香, 苹果、梨一样香气
36	C ₁₅ H ₂₄	金合欢烯 1,3,5-tris(1-methylethyl)benzene	42.91	2.95	有青香、花香并伴有油脂香气
37	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	癸酸乙酯 ethyl decanoate	43.44	100.00	有葡萄酒香气
38	C ₁₃ H ₂₂ O	茶香螺烷 4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-3-buten-2-ol	44.35	10.94	有果实、干果类香气
39	C ₁₅ H ₂₀ O	β -紫罗酮 (3E)-4-(2,6,6-trimethyl-2-cyclohexen-1-yl)-3-buten-2-one	44.85	66.23	有柏木、覆盆子等香型香气
40	C ₁₅ H ₂₄	β -石竹烯 caryophyllene	45.11	2.99	有丁香、松香气
41	C ₁₃ H ₂₂ O	α -紫罗兰酮 4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-2-butanone	45.38	65.07	有紫罗兰香
42	C ₁₃ H ₂₄ O	β -紫罗兰醇 4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-2-butanol	45.73	37.76	有紫罗兰香
43	C ₁₅ H ₂₄	α -柏木烯 α -cubebene	45.86	7.06	有木香、花香、果香香气
44	C ₁₅ H ₂₂ O	香叶基丙酮 (5E)-6,10-dimethyl-5,9-undecadien-2-one	46.19	13.26	有青香、果香、蜡香, 并有生梨、番石榴、苹果、香蕉、热带水果香韵
45	C ₁₅ H ₂₄	金合欢烯 (6Z)-7,11-dimethyl-3-methylene-1,6,10-dodecatriene	46.39	19.96	有青香、花香并伴有油脂香气
46	C ₁₅ H ₂₀ O	β -紫罗酮 (3E)-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-3-buten-2-one	47.72	163.92	有类似紫罗兰的香气
47	C ₁₅ H ₂₆ O	反-橙花叔醇 (6Z)-3,7,11-trimethyl-1,6,10-dodecatrien-3-ol	51.45	86.57	有像玫瑰、铃兰和苹果花的气息, 与橙花醇比较, 橙花醇甜而清鲜, 橙花叔醇干甜而少清, 微带木香
48	C ₁₅ H ₂₆ O	橙花叔醇 nerolidol	54.23	101.24	有木香、花木香和水果百合香韵
49	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	棕榈酸乙酯 ethyl palmitate	69.40	3.52	呈微弱蜡香、果酯和奶油香气
50	C ₁₆ H ₁₀	苊 pyrene	71.00	4.17	有芳香
51	C ₁₈ H ₃₆ O	油醇 2-hexadecyloxirane	94.93	2.10	具有紫丁香香气

注: 癸酸乙酯为内标。

3 结 论

蒙顶甘露茶主要滋味成分茶多酚、儿茶素、咖啡碱、可溶性糖和氨基酸的平均含量为 $(23.98 \pm 0.26)\%$ 、 $(17.52 \pm 0.05)\%$ 、 $(4.26 \pm 0.21)\%$ 、 $(4.85 \pm 0.12)\%$ 和 $(4.66 \pm 0.16)\%$ ，酚氨比值在3.95~7.43之间，丰富的滋味物质含量及组成配比为蒙顶甘露茶嫩鲜醇爽的优秀滋味品质提供了物质基础。蒙顶甘露滋味物质浸出质量浓度配比较优，茶汤滋味佳，5次冲泡酚氨比值有4次均在2.24~5.18之间；茶耐冲泡，日常饮用冲泡法中滋味评分与可溶性糖、咖啡碱、氨基酸的浸出质量浓度呈正相关，相关系数分别为0.65、0.97**、0.93**、0.93**。蒙顶甘露茶鲜爽的品质特征是以丰富的氨基酸种类（18种）和高含量（20.46 mg/g）茶氨酸为物质基础，与高含量的天冬氨酸（4.39 mg/g）、谷氨酸（3.73 mg/g）、精氨酸（2.64 mg/g）等共同形成。蒙顶甘露茶涩味物质基础是由与绿茶滋味品质相关系数超过0.8的含量丰富的儿茶素（总量13.6%）形成，其中酯型儿茶素ECG（3.39%）和EGCG（6.97%）起主导作用。

蒙顶甘露持久馥郁的香气是由51种香气组分共同调和形成，其中主要的香气物质为醇类（12种）和酯类（9种），其次是醛类（6种）、酮类（6种）、烃类（6种）等；香气组分相对含量较高的顺式芳樟醇（176.11%）、 β -紫罗兰酮（163.92%）、反式芳樟醇（116.79%）、橙花叔醇（101.24%）和反-橙花叔醇（86.57%）；形成蒙顶甘露茶独有的铃兰香和丁香香气的地域香气特征的组分是具有铃兰香型的组分有羟基香茅醛、芳樟醇、反-橙花叔醇等；具有紫丁香型的组分有 α -萜品醇、 β -石竹烯和油醇等。

4 讨 论

茶汤滋味是由水浸出物总量及浸出成分相互配合、彼此协调后的综合反映^[22-23]；茶叶香气是由各种挥发性组分以一定比例、共同调和形成。研究认为，蒙顶甘露茶滋味的主要物质多酚类、游离氨基酸、咖啡碱、糖类^[19]以及蒙

顶甘露茶香气各组分的形成，均依赖于蒙顶山独特的地理环境。多云雾、低光照、较低均温和充足的降水，有利于调节茶树体内物质代谢的方向、强度及平衡^[17]；蒙顶山产茶区年均日常时数989.7 h，年均气温15.4℃，年均降水量高达1501.5 mm，良好的生态环境为茶树积累香气、滋味物质提供了环境基础；这种生态条件赋予蒙顶甘露高鲜醇爽的滋味品质特征以及独有的铃兰香和丁香香气的地域香气特征。

参考文献：

- [1] 陈宗懋. 中国茶经[M]. 上海: 上海文化出版社, 1992.
- [2] GB/T 18665—2008 地理标志产品蒙顶茶[S].
- [3] 邓敏. “蒙顶甘露”的现代加工工艺[J]. 福建茶叶, 2006(1): 26.
- [4] 范仕胜, 徐萍, 黎美, 等. 蒙顶甘露自动化清洁加工过程中品质成分的变化[J]. 四川农业大学学报, 2011, 29(4): 508-511; 523.
- [5] 郑晓娟. 蒙顶名茶品质化学研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2011.
- [6] 刘东娜, 郑晓娟, 卿钰, 等. 蒙顶山名茶游离氨基酸总量及组分的测定分析[J]. 四川农业大学学报, 2012, 30(2): 190-194; 209.
- [7] 单虹丽, 杜晓, 郑晓娟. 蒙顶茶中的儿茶素及氨基酸分析[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(12): 2576-2579.
- [8] 许靖逸, 陈昌辉, 周方勇, 等. 蒙山名茶蒙顶甘露和蒙山毛峰特征香气成分的GC-MS测定与分析[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2013, 7(11): 1-9.
- [9] GB/T 8313—2008 茶叶中茶多酚和儿茶素含量的检测方法[S].
- [10] GB/T 8312—2002 茶叶中咖啡碱的检测方法[S].
- [11] GB/T 8314—2002 茶叶中游离氨基酸的检测方法[S].
- [12] 钟萝. 茶叶品质理化分析[M]. 上海: 上海科技出版社, 1989: 449-451.
- [13] 叶国注, 江用文, 尹军峰, 等. 板栗香型绿茶香气成分特征研究[J]. 茶叶科学, 2009, 29(5): 385-394.
- [14] 孙宝国, 刘玉平. 食用香料手册[M]. 北京: 中国石化出版社, 2004.
- [15] 李俊, 守燕, 武昌会, 等. 都匀毛尖香气成分分析[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(8): 81-87.
- [16] 陈椽. 中国名茶研究选集[M]. 合肥: 安徽省科学技术委员会和安徽农学院, 1985.
- [17] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [18] 郭桂义, 胡孔锋, 袁丁. 信阳毛尖茶的化学成分研究[J]. 食品工业科技, 2006, 27(12): 162-164; 167.
- [19] 陆松侯, 施兆鹏. 茶叶审评与检验[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [20] 中川致之, 周巨根. 绿茶滋味与化学成分的关系[J]. 茶叶, 1983(3): 64.
- [21] 管荣生. 十大名茶滋味与化学成份关系的探讨[J]. 茶业通报, 1987(2): 1-5.
- [22] KILEL E C, FARAJ A K, WANYOKO J K, et al. Green tea from purple leaf coloured tea clones in kenya-their quality characteristics[J]. Food Chemistry, 2013, 141(2): 769-775.
- [23] MASATAKA N, CHIAKI N, YOHEI U, et al. Evaluation of the bitterness of green tea catechins by a cell-based assay with the human bitter taste receptor hTAS2R39[J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2011, 405(4): 620-625.