

绿陈茶发酵后主要品质及香气成分的变化

邹瑶, 齐桂年*, 谭礼强, 刘婷婷, 李伟, 黄亚芳

(四川农业大学园艺学院, 四川雅安 625014)

摘要:以绿陈茶为原料通过潮水后固体发酵, 分析茶叶中主要品质成分及香气成分的变化。结果表明, 发酵后, 绿陈茶中的茶多酚、儿茶素总量分别下降了52.87%和87.12%, 简单儿茶素降低了80.88%, 酯型儿茶素降低了90.66%, 其中EGCG降幅达92.7%, 但没食子酸含量增加了888.72%; 绿陈茶中的游离氨基酸总量下降了53.67%, 叶绿素下降了27.6%, 但可溶性糖及水溶性果胶含量分别增加了53.4%和50.15%, 茶黄素、茶红素和茶褐素含量分别增加了33.33%、15.26%和129.3%。发酵后, 茶样中的香气物质总含量相较于绿陈茶增加了235.80%, 并新增了香叶醇、苯并环庚三烯, 但二甲基-2-异丙基苯和1-甲基萘不再检测出, 芳樟醇及其氧化产物发生了剧烈的变化。植醇和3-甲基-2-丁烯基苯是所有茶样中含量最多的两类香气成分。经感官评定发酵后的茶样具有典型的四川黑茶品质风格特征。

关键词:绿陈茶, 发酵, 品质成分, 香气成分

Variation of the primary quality ingredients and aroma components of old green tea after post-fermentation

ZOU Yao, QI Gui-nian*, TAN Li-qiang, LIU Ting-ting, LI Wei, HUANG Ya-fang

(College of Horticulture, Sichuan Agriculture University, Ya'an 625014, China)

Abstract: Post-fermentation was performed on the old green tea to investigate the variation of the quality ingredients and aroma components of tea. The results showed that the contents of polyphenols, catechins decreased by 52.87% and 87.12% respectively after post-fermentation, simple catechins decreased by 80.88%, ester catechins decreased by 90.66% and among that EGCE decreased by 92.7%, however the content of GA increased by 888.72%. The contents of free amino acids and chlorophyll decreased by 53.67% and 27.6% respectively after post-fermentation, but the contents of water soluble sugar, water-soluble pectin, theaflavins, thearubigins and theabrown increased by 53.4%, 50.15%, 33.33%, 15.26% and 129.3% respectively. In addition the contents of old green tea aroma components increased by 235.80% after post-fermentation. The content of Phytol and 3-methyl-2-butenyl was the highest of all the aroma components in the different tea. However after post-fermentation, 1-methyl-Naphthalene and 1,3-dimethyl-5-(1-methylethyl)-Benzene was not be discovered, but the new components e.g. geraniol and benzocycloheptatriene were discovered. Linalool-L and their oxidation products had also taken profound changes during post-fermentation. Overall, after post-fermentation, the characteristic of Sichuan dark tea was formation.

Key words: old green tea; post-fermentation; quality ingredient; aroma component

中图分类号: TS272.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)18-0113-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.18.015

黑茶是我国特有的茶类, 具有显著的降脂减肥、解除油腻、降低血糖的作用^[1-2], 历来是我国西南边疆少数民族同胞的生活必需品^[3]。近年来, 黑茶深受港台、闽粤等地消费者的喜爱。渥堆是黑茶品质形

成的关键工序^[4], 为特殊的固体发酵过程, 在剧烈的湿热作用、微生物活动等^[5]的影响下, 茶叶的色泽由绿转成红褐色, 滋味由苦涩刺激变得甜醇爽口, 并散发出独特的香气。目前, 低档绿茶的滞销问题日益突出, 不少企业积压了大量的绿茶库存, 而该部分绿茶在长时间的存放过程中, 变为价值越来越低的陈茶, 丧失了商品吸引力, 如何充分利用这部分茶叶, 增加其附加值成为亟待解决的现实问题。本实验分析了低档绿陈茶经发酵处理后其主要品质成分, 香气成分的变化, 并对其感官品质进行了评价, 以为低档绿陈茶的改制工艺及其附加值的提高提供

收稿日期: 2014-01-17 * 通讯联系人

作者简介: 邹瑶 (1982-), 女, 博士, 主要从事茶叶加工与精深加工方面的研究。

基金项目: 国家科技部科技支撑计划项目 (2009GJF00047); 四川省科技成果转化重点项目 (12CGZHGX0579); 四川省科技支撑计划项目 (14ZC1700)。

参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

低档绿陈茶(三级烘青,库存2年) 由四川省绿茗茗茶厂提供;癸酸乙酯 Sigma, St1Louis, MO, USA; 二氯甲烷 色谱纯级, Tedia, OH, USA; 蒽酮、考马斯亮蓝、碱式醋酸铅等其他试剂 为国产分析纯。

GZ-120恒温恒湿箱 韶关广智科技设备有限公司; Angilent 1100高效液相色谱仪分析 美国Angilent公司; UV-2450PC紫外可见分光光度计、Shimadzu QP 2010气-质联用仪 日本岛津公司;

1.2 实验方法

1.2.1 低档绿陈茶的发酵处理 将300g绿陈茶添加90mL蒸馏水混匀后静置30min, 于蒸屉上汽蒸1min, 下屉后立即装入3层无菌中药熬煮布袋中, 扎紧袋口, 于恒温恒湿箱(湿度100%, 温度55℃)中发酵20d, 期间每隔4d抖动布袋几次, 以代替翻堆操作。发酵完毕后的茶样低温烘干备用。发酵处理重复5次。

1.2.2 茶样感官审评 挑选10名高级评茶员对绿陈茶及发酵后的茶样从干茶色泽、汤色、香气、滋味等方面进行感官评价。

1.2.3 茶样常规品质成分测定 茶多酚含量测定按GB/T 8313-2002^[6]进行; 儿茶素、茶红素、茶褐素、可溶性糖、游离氨基酸含量根据文献[7]方法测定; 总叶绿素、叶绿素a及叶绿素b含量采取混合液萃取法^[8]测定; 水溶性果胶含量按文献[9]方法测定; 儿茶素组分采用HPLC法^[10]测定。

1.2.4 香气成分的GC-MS分析 采用同时蒸馏萃取法(SDE)提取绿陈茶及发酵后茶样中的香气成分^[11], 用茶量为7.5g, 提取物质经低温氮吹浓缩至1mL, 5g无水硫酸钠脱水12h以上后用于气相色谱质谱联用仪(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)分析。色谱分离柱为DB-5石英毛细管柱(30m×0.25mm×0.25μm), 进样口温度260℃; 程序升温: 柱初温60℃, 保持3min, 然后以4℃/min的速率上升至200℃并保持2min, 再以1℃/min的速率上升至210℃, 保持2min, 最后以5℃/min的速率升至270℃, 保持7min。质谱条件: 电子轰击源电压70eV, 扫描范围(m/z)40~600, 光电倍增管(PMT)电压230V, GC-MS界面温度280℃。

1.2.5 数据处理 品质成分测定数据采用SPSS19.0进行描述性统计。质谱数据经计算机在NIST147、NIST27和WILEY7三个标准谱库中检索, 并与文献值^[12]对照相结合, 分别对各峰加以确认定性, 由相似度确定目标成分, 并根据各香气成分的峰面积与内标(癸酸乙酯)峰面积之比计算各香气成分的含量。

2 结果与分析

2.1 茶样的感官审评

表1显示经过20d的发酵处理, 绿陈茶的外观色泽已变为红褐色, 具有四川黑茶典型的干茶色泽; 开汤后, 茶叶香气、滋味亦符合四川黑茶的基本品质风格特征。因此经过发酵处理后绿陈茶实则已成为典型的四川黑茶。

表1 茶样的感官评价

Table 1 Sensory evaluation of tea

审评项目	绿陈茶	发酵后的茶样
干茶颜色	暗绿色、泛黄, 较枯	红褐色
干茶香气	轻微板栗香, 有陈气	轻微花果香略带陈香
茶汤颜色	黄绿, 略暗	橙红明亮
茶汤香气	低淡、有水闷气	略带花果甜香、稍有陈香
茶汤滋味	苦涩	醇和爽口

2.2 茶样中主要品质成分的变化

表2及图1显示, 绿陈茶经过发酵处理后, 茶叶中具有苦涩味的化学成分含量大幅降低, 其中, 茶多酚含量减少了52.87%; 儿茶素总量从绿陈茶中的12.04%减少到黑茶中的1.56%, 降幅达87.12%, 并且, 简单儿茶素总量(EC+EGC++C)降低了80.88%, 酯型儿茶素总量(ECG+EGCG)降低了90.66%。各儿茶素单体的含量也剧烈减少, ECGG含量降低了92.70%, +C含量降低了89.89%, ECG含量降低了84.19%, EC含量降低了81.36%, EGC含量降低了24.85%。由于酯型儿茶素和没食子儿茶素的大量降解, 导致黑茶中GA没食子酸的含量比绿陈茶中增加了888.72%。绿陈茶发酵后其中的游离氨基酸总量降低了53.67%, 这可能是与茶样中滋生的微生物利用其作为生活所需的氮源、碳源所造成的。此外, 发酵后茶样中的可溶性总糖和水溶性果胶的含量相较于绿陈茶分别增加了53.4%和16.32%。我们在发酵过程中发现茶样上滋生了大量的微生物, 有研究表明部分微生物可以分泌

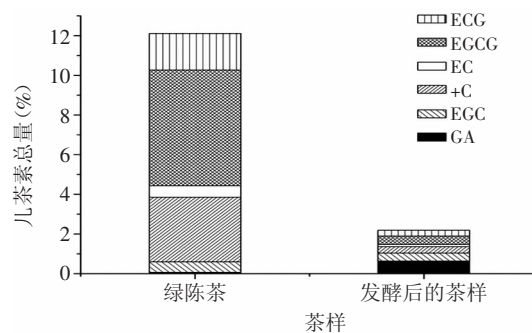


图1 儿茶素组分的变化

Fig.1 Variation of the contents of catechin components

表2 主要滋味成分含量的变化(%)

Table 2 Variation of primary taste ingredients contents(%)

茶样	茶多酚	氨基酸	可溶性糖	水溶果胶	咖啡碱	水浸出物
绿陈茶	28.22±0.28	2.96±0.05	3.48±0.01	3.37±0.04	4.09±0.04	46.33±0.39
发酵后的茶样	13.39±0.00	1.52±0.03	5.28±0.04	3.92±0.03	4.22±0.03	41.10±0.62

表3 主要色素成分的变化(%)

Table 3 Variation of the pigments contents (%)

茶样	TF	TR	TB	Chl (a+b)	Chla	Chlb
绿陈茶	0.064±0.014	3.209±0.389	1.980±0.272	0.286±0.002	0.212±0.002	0.074±0.001
发酵后的茶样	0.083±0.007	3.374±0.199	3.227±0.250	0.205±0.003	0.154±0.003	0.051±0.001

纤维素酶、果胶酶、多酚氧化酶等胞外酶,这些水解、氧化酶类的存在加上发酵环境中剧烈的湿热作用促使茶多酚、儿茶素氧化降解,尤其是具有突出苦涩刺激滋味的酯型儿茶素含量的大量减少;纤维素、原果胶的酶解使得可溶性糖和水溶性果胶含量得以增加,从而最终将绿陈茶苦涩刺激的滋味变得甜醇爽滑。此外,发酵后茶样中的咖啡碱含量相较于绿陈茶变化不大,水浸出物总量则下降了7.27%。

茶黄素(TF)、茶红素(TR)和茶褐素(TB)是儿茶素的主要氧化产物^[12],为茶叶中重要的水溶性色素,常统称为茶色素,其中,茶褐素是黑茶中最为重要的水溶性色素,为黑茶汤色最重要的呈现物质之一^[13]。表3显示,绿陈茶发酵后TB的含量增加了129.3%,TR含量增加了15.26%,TF增加了33.33%。茶色素的大量增加直接导致茶汤的颜色变得橙红。而发酵后茶样的外观色泽不再为暗绿而变得红褐,这除与茶色素的形成、水溶性果胶含量的剧烈增加外,叶绿素在发酵过程中的大量降解也是其形成的主要原因^[14]。绿陈茶经发酵处理后,其叶绿素总量下降了27.6%,Chla含量下降了23.81%,Chlb含量下降了28.57%。

2.3 香气成分的变化

图2、表4和表5显示在绿陈茶中检测出了41中香

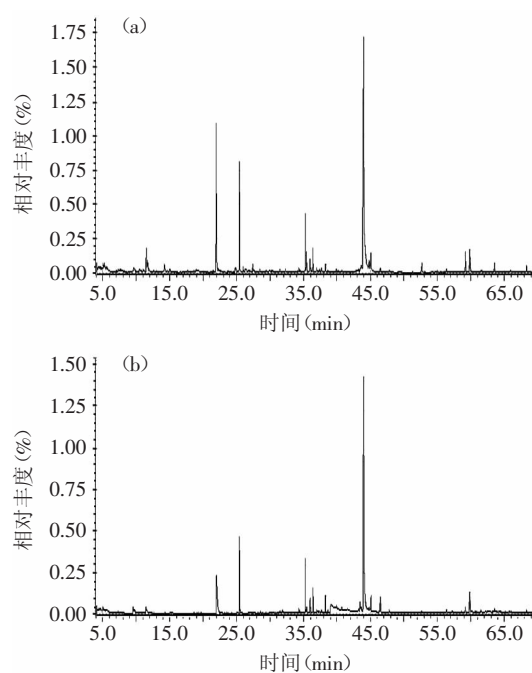


图2 茶样的GC-MS分析图

Fig.2 GC-MS analysis of tea samples

注:(a)绿陈茶;(b)发酵后的茶样。

表4 不同茶样的香气成分及其含量(μg/g)

Table 4 Aroma components and their relative contents in tea (μg/g)

编号	保留时间	香气成分	绿陈茶	发酵后的茶样
1	4.28	2-乙烯醛 2-Hexenal (CAS) 2-Hexen-1-al	0.2022	0.8261
2	4.47	乙苯 Ethyl benzene	0.1501	0.7974
3	4.79	正庚醛(果子香味) n-Heptanal	0.1758	0.5235
4	4.97	苯甲醛 Benzaldehyde (CAS)	0.0775	0.2623
5	5.18	2-正戊基呋喃 2-Amylfuran	0.3839	0.3776
6	5.54	苯甲醇 Benzyl Alcohol	0.2117	0.0773
7	7.31	苯乙醛 Benzeneacetaldehyde	0.0324	0.0365
8	9.48	氧化芳樟醇 I Linalool oxide cis	0.0379	0.5848
9	11.49	氧化芳樟醇 II Linalool oxide trans	0.5716	0.3655
10	11.66	芳樟醇 Linalool -L	0.3854	0.0926
11	12.62	壬醛 Nonanal	0.0178	0.0343
12	14.21	1,5-二甲基-庚烷 2,2-Dimethyldecane	0.2385	0.3733
13	18.65	氧化芳樟醇 III (液体吡喃型) (Z)- Linalool-3,7-oxide	0.0226	0.0727
14	24.24	香叶醇 Geraniol	--	0.0168
15	25.46	3-甲基-2-丁烯基苯 Benzene, (3-methyl-2-butenyl)	2.0727	4.9991
16	28.51	肉桂酸 β-phenylacrylic acid	0.0416	0.1352
17	29.41	1,3-二甲基-2-异丙基苯 1,3-dimethyl-5-(1-methylethyl)- Benzene	0.0233	--
18	29.85	1-甲基萘 Naphthalene, 1-methyl-	0.0225	--
19	31.47	十七烷 Heptadecane	0.0324	0.1731
20	31.84	苯并环庚三烯 Benzocycloheptatriene	--	0.2470
21	32.23	β-紫罗酮 trans-.beta.-Ionone	0.0391	0.0460

续表

编号	保留时间	香气成分	绿陈茶	发酵后的茶样
22	33.49	十六烷 Hexadecane	0.0136	0.0272
23	34.28	δ -杜松烯. delta.-Cadinene	0.0736	0.2461
24	34.47	橙花叔醇 Nerolidol	0.0255	0.1189
25	35.26	2, 6, 10三甲基十二烷 Dodecane, 2, 6, 10-trimethyl	0.9729	3.0372
26	35.44	新植二烯 neophytadiene	0.4153	0.4775
27	35.91	6, 10, 14-三甲基-十五烷-2-酮; 植酮 2-Pentadecanone, 6, 10, 14-trimethyl-	0.2140	1.2717
28	36.41	邻苯二甲酸二丁酯 Dibutyl Phthalate	--	1.3175
29	36.98	植醇(叶绿醇) 3, 7, 11, 15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	0.0535	0.1419
30	37.36	棕榈酸甲酯 Methyl palmitate	0.0444	0.1064
31	37.69	异植醇 Isophytol	0.0739	0.2557
32	38.26	邻苯二甲酸二丁酯 Butyl phthalate	0.1692	1.2581
33	39.94	十六酸 n-Hexadecanoic acid	0.0571	0.1951
34	43.20	橙花叔醇 Nerolidol	0.0341	0.2373
35	43.54	9, 12-十八烷二烯酸甲酯(亚油酸甲酯) 9, 12-Octadecadienoic acid, methyl ester	0.0926	0.1526
36	43.65	9, 12, 15-十八烷三烯酸甲酯(亚麻酸甲酯) 9, 12, 15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z, Z, Z)-(CAS) Methyl linolenate	0.2020	0.5863
37	43.99	植醇(叶绿醇) Phytol	6.9433	30.6852
38	44.77	9, 12-十八烷二烯酸(亚油酸) 9, 12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E, E)-(CAS) Methyl linolelaidate	0.4440	0.1899
39	45.04	反植醇 trans-Phytol	0.7007	1.5146
40	46.46	二氢芳樟醇 dihydro linalool	0.1182	1.4851
41	52.67	十五烷 pentadecane	0.2481	0.2741
42	59.18	十九烷 Nonadecane	0.3837	0.3867
43	59.83	二十一烷 Heneicosane	0.6541	1.9121
44	61.50	四十四烷烃 Tetratetracontane	0.0243	0.1494

表5 不同茶样香气成分统计

Table 5 Statistics of tea aroma components

化合物	绿陈茶		发酵后的茶样	
	数量	含量(%)	数量	含量(%)
醇类	12	54.97	13	63.58
醛类	5	3.03	5	3.00
酮类	2	1.52	2	2.35
酸类	3	3.25	3	0.93
酯类	4	3.04	5	6.10
烯炔类	2	2.93	3	1.73
苯的同系物及衍生物	3	13.45	2	10.34
烷烃类	9	15.51	8	11.30
杂氧类	1	2.30	1	0.67

气成分,其中醇类12种,醛类5种,酮类2种,酸类3种,酯类4种,烯炔类2种,苯的同系物及衍生物3种,烷烃类9种,杂氧类1种,各类香气成分在香气物质总量中所占的比例依次为:醇>烷烃>苯的同系物及衍生物>酸类>酯类>醛类>烯炔>杂氧类。发酵后的茶样中检测出了42种香气成分,其中醇类13种,酯类5种,除绿陈茶中检测出的所有醇类香气成分外,另检测出了香叶醇,其含量为0.0168 $\mu\text{g/g}$,邻苯二甲酸二丁酯(保留时间为36.41min),其含量为1.2581 $\mu\text{g/g}$ 。此外,发酵后的茶样中亦检测出了绿陈茶中没有的苯并环庚三烯,其含量为0.2470 $\mu\text{g/g}$ 。而在绿陈茶中含量为

0.0233 $\mu\text{g/g}$ 的1,3-二甲基-2-异丙基苯和0.0233 $\mu\text{g/g}$ 的1-甲基萘在发酵后的茶样中没有被检测出。发酵后,茶样中香气物质的总量相较于绿陈茶增加了235.80%,其中酯类香气物质的总量增加了100.46%。但酸类香气成分和杂氧类香气成分总量则大幅降低,其降幅分别达71.45%和70.71%。发酵后茶样中的氧化芳樟醇 I 的含量比绿陈茶增加了1443.00%,二氢芳樟醇增加了1156.43%,邻苯二甲酸二丁酯(保留时间为38.26min)的含量增加了121.37%,橙花叔醇(保留时间为43.20min)增加了595.89%,而芳樟醇的含量则降低了92.84%,苯甲醇降低了89.13%,9,12-十八烷二烯酸(亚油酸)下降了87.26%,氧化芳樟醇 II 下降了80.96%,2-正戊基呋喃下降了70.71%。这些可能就是发酵后茶样香气类型转变的主要原因。植醇和3-甲基-2-丁烯基苯是绿陈茶和发酵后茶样中检测出的含量最多的两类香气成分,其在绿陈茶中的含量分别为6.9433 $\mu\text{g/g}$ 和2.0727 $\mu\text{g/g}$,在发酵后的茶样中为30.6852 $\mu\text{g/g}$ 和4.9991 $\mu\text{g/g}$ 。

3 结论与讨论

低档绿陈茶经过发酵后,茶叶具备了四川黑茶典型的风格特征,干茶色泽由暗绿变红褐,汤色由黄绿变得橙红明亮,滋味由苦涩刺激变得甜醇爽滑。这些转变与茶样中主要品质成分及香气成分的改变密切相关。本实验发现绿陈茶发酵后,茶多酚、儿茶素大量减少其中酯型儿茶素减少了90.66%,特别是

EGCG,其降幅达92.74%,这是绿陈茶发酵后,滋味不再刺激苦涩的最重要原因,加之可溶性糖及水溶性果胶含量的增加使得茶汤滋味最终变得醇和爽口。发酵过程中绿陈茶中的叶绿素大量破坏而减少,而茶褐素却增加了129.3%,使得绿陈茶的色泽发生根本转变。从香气成分的变化来看,发酵后,植醇和3-甲基-2-丁烯基苯仍是茶样中含量最多的两类香气成分,但是绿陈茶中不具有的香叶醇(具有甜的玫瑰花气息^[11])、苯并环庚三烯被检测出,而二甲基-2-异丙基苯和1-甲基萘不再检测到,茶样中的香气物质总量增加了235.80%,其中酯类香气物质的总量增加了100.46%。氧化芳樟醇 I 增加了1443.00%,但芳樟醇的含量则降低了92.84%,氧化芳樟醇 II 下降了80.96%,说明,芳樟醇在发酵过程中可能在微生物的作用下发生了剧烈的变化^[15],这与吕世懂等在安化黑茶中检测到的现象比较相似^[16]。但是一些典型的高含量的具有陈香味的香气成分如1,2,3-三甲氧基苯——普洱茶中的典型陈香气贡献者^[15,17-18],在发酵后的茶样中并没有被检测出,研究报告中该类成分在安化黑茶中含量亦并不高^[16],因此,推测该类物质的产生更多的可能与原料品种,加工环境及工艺有关。

参考文献

- [1] 陈昌辉,郭金龙,汪艳霞,等. 雅安藏茶制作工艺的品质变化[J]. 林产化学与工业,2011,31(4):69-74.
- [2] 陈智雄,齐桂年,邹瑶,等. 黑茶调节脂质代谢的物质基础及机理研究进展[J]. 茶叶科学,2013,33(3):242-252.
- [3] 邹瑶,齐桂年. 四川黑茶的研究进展及展望[C]. 第十五届中国科协年会第20分会场:科技创新与茶产业发展论坛论文集,贵阳:中国科协,2013,5:63.
- [4] 陈应娟. 四川黑茶品质形成研究[D]. 雅安:四川农业大学,2011.
- [5] 安徽农学院. 制茶学[M]. 第二版. 北京:中国农业出版社,2010,9:236-239.
- [6] 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院. GB/T 8313-

- 2002,茶 茶多酚的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [7] 黄意欢. 茶学实验技术[M]. 北京:中国农业出版社,1995:120-135.
- [8] 郭桂义,刘黎,胡强,等. 春季不同时期信阳毛尖茶的化学成分和品质的比较研究[J]. 食品科技,2007(9):141-144.
- [9] 钟蓓. 茶树品质理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1989,12:457-458.
- [10] 尹军峰,闵航,许勇泉,等. 摊放环境对名优绿茶鲜叶茶多酚及儿茶素组成的影响[J]. 茶叶科学,2008,28(1):22-27.
- [11] 杨明容,马燕,杨四润,等. 气质联用分析云南老树茶香气成分[J]. 中国农学通报,2012,28(24):261-269.
- [12] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 第三版. 北京:中国农业出版社,2008,12.
- [13] 黄亚辉,陈建华,周筠,等. 不同年代茯砖茶感官品质和化学成分的差异性[J]. 食品科学,2010,31(2):228-232.
- [14] 宋鲁彬,黄建安,刘仲华,等. 采用高效薄层色谱测定黑茶脂溶性色素[J]. 茶叶通讯,2008,35(2):7-9.
- [15] Du L P, Wang C, Li J X, *et al.* Optimization of headspace solid-phase microextraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry for detecting methoxyphenolic compounds in Pu-erh tea[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(3):561-568.
- [16] 吕世懂,姜东华,杨凡,等. 顶空固相微萃取/GC-MS分析普洱熟茶与安化黑茶香气成分[J]. 热带作物学报,2013,34(8):1583-1591.
- [17] Wang K B, Liu F, Liu Z H, *et al.* Comparison of catechins and volatile compounds among different types of tea using high performance liquid chromatograph and gas chromatograph mass spectrometer[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2011, 46(7):1406-1412.
- [18] Lv H P, Zhong Q S, Lin Z, *et al.* Aroma characterisation of pu-erh tea using headspace-solid phase microextraction combined with GC/MS and GC-olfactometry[J]. Food Chemistry, 2012, 130(4):1074-1081.

(上接第112页)

故蒙顶黄芽的感官审评香气带有绿茶的清香和乌龙茶的甜香,但由于不同茶类的加工工艺、栽培环境等条件有差异,导致相对含量有差异,因此蒙顶黄芽具有了香高、带香和清香的香气特征。其潜在的市场开发性有待进一步研究。

参考文献

- [1] Ma T, Cao Q, Shen Y, *et al.* Aroma compounds extracted from tieguanyin tea by various methods and its application performance in cigarette filters[J]. Food Science, 2012, 24(6):983-987.
- [2] 杨靖. 超临界流体萃取茶叶香气成分的研究[J]. 食品科技, 2008(6):83-85.
- [3] 刘拉平,史亚哥,李岚,等. 午子绿茶香气物质固相微萃取 GC-MS分析[J]. 西北植物学报,2007,27(2):371-376.
- [4] Qin P Y., Ma T J., Ren G X, *et al.* Identification of tartary buckwheat tea aroma compounds with gas chromatography-mass spectrometry[J]. Food Science, 2011, 76(6):401-407.

- [5] Lee J, Adhikari K, Chambers D, *et al.* Aroma characteristics of various green teas[J]. Abstracts of Papers of the American Chemical Society, 2009, 238(4):262-263.
- [6] 施兆鹏. 茶叶审评与检验[M]. 北京:中国农业出版社,2010:14-19.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局中国国家标准化管理委员会. GB/T 23776-2009. 茶叶感官审评方法[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [8] 刘晓慧,张丽霞,王超,等. 顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用法分析黄茶香气成分[J]. 食品科学,2010,31(16):239-240.
- [9] 张莹,钟应富,唐敏,等. 茶叶香气成分研究现状与展望[J]. 南方农业,2011,5(9):104-106.
- [10] 梁月荣,黄福平,陆建良,等. 乌龙茶做青过程中香气组成的动态变化及其余品质的关系[J]. 2003, 23(1):31-37.
- [11] Shen Q, Si H Q, Pang X L, *et al.* Study on aroma characteristics and components of new-type scented tea[J]. Journal of Tea Science, 2010, 30(3):167-172.