

黄橙光晒青对岭头单丛茶香气成分的影响

覃玉, 熊忠平, 厉进山, 张汝媛, 王登良*, 黄亚亚, 焦杨
(华南农业大学园艺学院, 广东广州 510642)

摘要:为实现乌龙茶晒青的人工控光, 利用黄色滤光膜从日光中获得黄橙光来对单丛茶进行晒青, 用气相色谱-质谱法分析其对茶香气成分的影响。研究经此光波晒青前后, 鲜叶及晒青叶芳香物质组分与含量, 及部分与滋味相关的主要内含物的变化规律。结果表明: 以黄橙光晒青制得的毛茶含有的芳香物质种类、含量均较多, 香气更加浓郁。

关键词:黄橙光; 晒青; 单丛茶; 香气成分; 品质

Effect of Withering with Yellow-Orange Light on Aromatic Components of Dancong Tea

QIN Yu, XIONG Zhong-ping, LI Jin-shan, ZHANG Ru-yuan, WANG Deng-liang*, HUANG Ya-ya, JIAO Yang
(College of Horticultural, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Yellow-orange light was obtained from sunlight using a yellow filter film and used to wither Dancong tea and its aromatic components were analyzed by gas chromatography-mass spectroscopy (GC-MS) to explore the effect of withering with yellow-orange light on aromatic components. The composition and contents of aroma substances were tested before and after withering. Meanwhile, the change trend of its major components related to taste was also investigated. The results showed that semi-made tea obtained through withering with yellow-orange light had more varieties and higher contents of aroma substances and a stronger aroma.

Key words: yellow-orange light; withering; Dancong tea; aromatic components; quality

中图分类号: S571.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)08-0137-05

单丛茶制法的第一道工序晒青, 即靠日光使之萎凋, 是形成乌龙茶良好品质的重要工序。在广东, 单丛茶春季产量最高占全年产量的 50.70%^[1], 且春季芽叶肥壮, 内含物质丰富, 然而采摘的最好时机春天是华南地区性的梅雨季节, 往往不能进行正常晒青, 影响单丛茶的品质。实践证明不经晒青制成的茶叶青气重, 滋味苦涩, 汤色浊而暗^[2]。为了实现乌龙茶晒青的人工控光, 国内学者进行了有关的研究。吴秋儿等^[3]用紫外灯、红外灯、白炽灯和镉灯为光源, 对黄旦、毛蟹两品种鲜叶进行人工光照处理。研究发现: 红外光晒青对毛茶品质的影响优于日光晒青。危赛明^[4]证明凡有光照的处理对毛茶品质的影响均优于无照光的处理, 且混合光、红光处理的毛茶品质较为理想。王登良等^[5]用几种特殊处理的滤光材料, 从日光中获得连续的光波段来对单丛茶进行晒青, 研究得出日光中黄色滤光膜处理(透过的波长大于 520nm)的光波段晒青, 单丛茶品质较好。

为进一步研究黄橙光对单丛茶晒青影响, 本实验采用黄色滤光材料, 从日光中获得黄橙光对单丛茶进行晒青处理, 探讨其在晒青过程中对茶叶香气成分及含量影响, 寻求茶叶香气变化参数, 为人工模拟日光萎凋提供理论基础。

1 材料与方 法

1.1 原料及处理

鲜叶原料采自华南农业大学宁西茶园试验基地, 采摘岭头(白叶)单丛驻芽一芽二、三叶, 实验重复 3 次, 每次上午十一点到十二点, 采摘 9kg 鲜叶, 黄橙光晒青茶和全光晒青分别用 4.5kg 鲜叶制成毛茶。

1.2 试剂与仪器

酒石酸亚铁溶液、pH7.5 的磷酸盐缓冲溶液、95% 乙醇(分析纯)、浓盐酸(优级纯)、1g/100mL 香夹兰素溶液、0.0667mol/L(pH8.0)磷酸盐缓冲剂、2g/100mL 茛三

收稿日期: 2011-03-28

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(30872058); 华南农业大学大学生植物生物学研究性实验项目(zwys0916)

作者简介: 覃玉(1988—), 女, 本科, 主要从事茶学加工与贸易研究。E-mail: 794953730@qq.com

* 通信作者: 王登良(1954—), 男, 教授, 本科, 主要从事茶叶加工与生化研究。E-mail: wd18211@163.com

酮溶液、葱酮试剂、浓硫酸(分析纯)、无水葡萄糖、碱式醋酸铅溶液、0.01mol/L 盐酸溶液、4.5mol/L 硫酸溶液。

无光膜晒青架、黄橙光膜晒青架、电热恒温箱、电热杀青锅、6CHM-901型电动摇青机、6CMH-1电热式碧螺春烘干机、多孔式电热恒温水浴锅、抽气泵、712型紫外分光光度仪、FZ-102型微型植物式样粉碎机。

1.3 方法

1.3.1 乌龙茶制作工艺

鲜叶→室内摊晾→晒青→凉青→做青→杀青→揉捻→干燥

鲜叶采回后,将其均分成两份并均匀平铺在圆形竹筛上,A为黄橙光晒青,B为全光晒青;放在室内摊晾,每隔10min翻叶一次;30min后将A、B搬到室外,A放在黄橙光膜搭建的晒青架内晒青,B则直接放在全光下晒青,每隔10min左右翻叶一次,晒青时间视当时气温情况而定,控制在20~40min;接下来的凉青、做青、杀青、揉捻、干燥步骤,A、B力求在同等条件下相同操作完成。

黄橙光晒青实验组所使用的黄橙光过滤材料为王登良等^[6-7]研究不同光波晒青对单丛茶品质的影响时所用的滤光膜,全光晒青则以全日光晒青完成。

1.3.2 固样方法及条件

实验分别取A、B的鲜叶100g,晒青后叶片100g,毛茶50g用于实验检测分析的样品;实验采用四分法进行取样,将样本均匀平铺成圆形,十字分割,分成四等分,取相对的两份混合,然后再平分,直到达到要求质量、写标签注明样品名称。固样方法按照国标GB 8302—87《茶取样》和GB 8302—87《茶磨碎试验的制备及其干物质含量测定》的规定进行,过40目筛,进行实验。

1.3.3 成分测定方法

茶多酚:按照GB 8313—87《茶多酚测定》中的酒石酸铁比色法;儿茶素:香荚兰素比色法^[8];氨基酸:按照GB-8314—87《茶游离氨基酸总量测定》中的茚三酮比色法;咖啡碱:按照GB 8312—87《茶咖啡碱测定》中的紫外分光光度法。

1.3.4 香气成分的GC-MS分析及定量方法

采用DB-5色谱柱(30m×0.25mm,0.1μm);载气He(99.99%);流速1.0mL/min;进样口温度230℃;固相微萃取进样脱附5min;程序升温:70℃保持1min,以3℃/min升至120℃,保持2min,以5℃/min升至180℃,保持20min;EI离子源温度170℃;电子能量70eV;光电倍增管电压350V;质量扫描范围35~335u。

香气成分定性、定量方法根据以上条件得到的各色谱峰,通过计算机谱库检索(美国Wiley 1317 K),并根据标准样品保留时间与相对保留值及参考有关文献定性根据各组峰面积与内标癸酸乙酯峰面积之比定量。

2 结果与分析

2.1 黄橙光晒青与全光晒青对比内含物质变化

表1 不同光质晒青对晒青叶内含物的影响

Table 1 Effect of light of different wavelengths on aromatic components in Dancong tea

项目	mg/100g				水溶性糖
	茶多酚	儿茶素	咖啡碱	氨基酸	
茶鲜叶	396.964	95.607	29.31	1910.9807	138.765
黄橙光晒青叶	447.095	89.841	28.85	1965.3792	156.145
全光晒青叶	419.876	88.441	27.12	1611.7728	142.509

通过表1各项对比,得出多酚类物质含量黄橙光的保留量大于全光,黄橙光的儿茶素保留量大于全光,氨

表2 鲜叶与黄光晒青均含有香气成分比较

Table 2 Comparison of aroma composition of fresh leaves and yellow-light-withered tea

序号	化合物	化学式	相对含量/%		
			黄橙光晒青叶	鲜叶	二者之差
1	6-甲基-5-庚炔-2-酮 6-methyl-5-hepten-2-one	C ₈ H ₁₄ O	5.67	2.43	3.24
2	2,4-二烯醛,(顺式,顺式) 2,4-heptadienal,(E,E)	C ₇ H ₁₀ O	5.25	3.34	1.91
3	2,4-二烯醛 2,4-heptadienal	C ₇ H ₁₀ O	5.25	3.34	1.91
4	环氧芳樟醇 epoxy linalol	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	3.39	2.97	0.42
5	反芳樟醇氧化物 linalool oxide trans	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	3.39	2.97	0.42
6	芳樟醇氧化物 linalool oxide	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	3.39	2.97	0.42
7	芳樟醇反-氧化吡喃 linalool Z-pyranic oxide	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	3.39	2.97	0.42
8	十二碳烷 dodecane	C ₁₂ H ₂₆	6.38	2.97	3.41
9	十四烷 tetradecane	C ₁₄ H ₃₀	1.6	1.16	0.44
10	十六烷 hexadecane	C ₁₆ H ₃₄	1.6	1.16	0.44
11	5,9-十一双烯-2-酮,6,10-二甲基(E) 5,9-undecadien-2-one,6,10-dimethyl-(E)	C ₁₃ H ₂₂ O	2.07	2.03	0.04
12	橙花丙酮 neryl acetone	C ₁₃ H ₂₂ O	2.07	2.03	0.04
13	5,9-十一双烯-2-酮,6,10-二甲基(Z) 5,9-undecadien-2-one,6,10-dimethyl-(Z)	C ₁₃ H ₂₂ O	2.07	2.03	0.04

基酸的含量黄橙光远大于全光晒青, 水溶性糖含量黄光晒青的含量也比全光的高。茶多酚是茶叶浓度的重要指标, 而氨基酸是茶叶鲜爽度的重要指标, 所以得出初步结论, 黄橙光对白叶单枞茶的品质改变有着积极的作用。

2.2 黄橙光晒青与全光晒青对照香气变化

2.2.1 鲜叶与黄橙光晒青香气比较

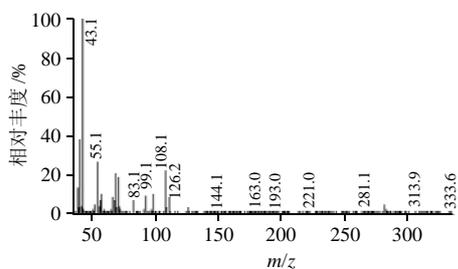
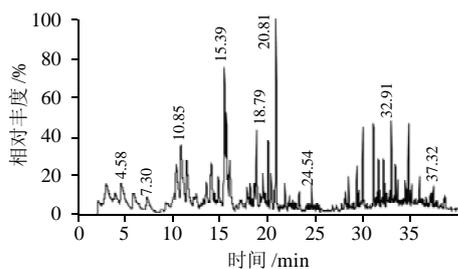


图1 白叶单丛鲜叶香气成分气相色谱-质谱图

Fig.1 GC-MS profile of aroma components in fresh leaves of white leaf Dancong tea

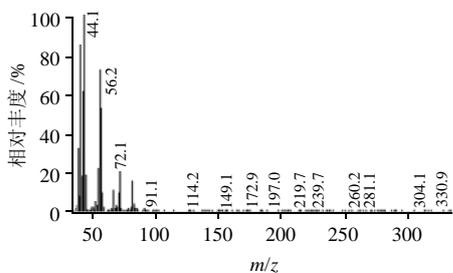
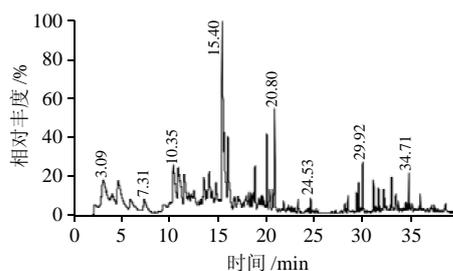


图2 白叶单丛黄橙光晒青叶样品香气成分气相色谱-质谱图

Fig.2 GC-MS profile of aroma components in white leaf Dancong tea withered by yellow-orange light

实验分析对比鲜叶和黄橙光晒青叶气相色谱图, 得出黄橙光晒青叶中有 42 种新增物质, 其中含量较高的物质为正十四碳烷、正十一碳烷、正十五烷、正十六碳烷, 含量约占总样的 26.48%; 环丁烯-3,4- 二醇- 四甲基环丁烯、2- 甲基- 甲酯戊酸、2- 乙基, 1,2,3- 丙三基酯丁酸、2- 甲基戊酸- 甲基戊酯、2- 甲基戊酸- 甲基戊酯, 含量约占总样的 9.38%; 3-4- 甲基-3- 戊烯基咪喃、反式柠檬醛、顺式- 麝子油醇、桃金娘醛, 含量约占总样的 8.36%; 鲜叶和黄光晒青叶共同含有的香气成分有 13 种, 且含量均为黄橙光晒青叶 > 鲜叶, 如表 2 所示, 其中含量差别较大的有: 6- 甲基-5- 庚炔-2- 酮, 3.24%; 十二碳烷, 3.41%; (顺式, 顺式)-2,4- 二烯醛、2,4- 二烯醛, 均为 1.91%。鲜叶气相色谱图见图 1, 黄橙光晒青叶气相色谱图见图 2。

2.2.2 黄橙光晒青与全光晒青比较

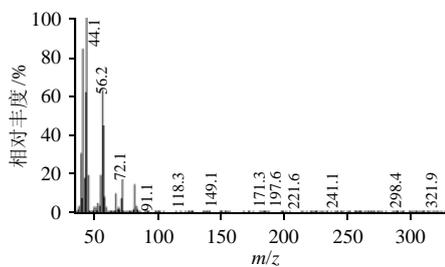
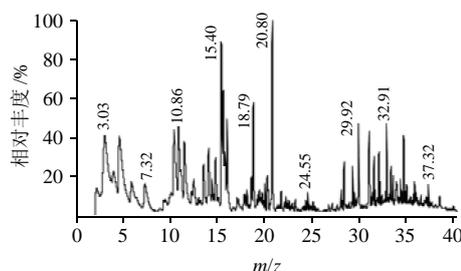


图3 白叶单丛全光晒青叶样品香气成分气相色谱-质谱图

Fig.3 GC-MS profile of aroma components in white leaf Dancong tea withered by white light

分析全光晒青气相色谱图(图 3)和黄橙光晒青叶气相色谱图(图 2)发现黄橙光晒青后检出 50 种香气物质, 其中有 30 种与全光晒青叶中成分相同。由表 3 可见, 两组晒青叶所共同含有的 30 种成分中, 除 α - 紫罗兰酮以外的 29 种成分黄橙光晒青的含量均远超出全光晒青含量的 50%, 由此得出黄橙光是单丛茶晒青过程香气成分变化的主要影响因素。

在 30 种相同香气成分中黄橙光晒青叶含量 / 全光晒青叶含量 > 85% 的香气成分如下: 橙花叔醇、橙花叔醇 Z 和 E、

表3 黄橙光晒青叶与全光晒青叶香气成分比较
Table 3 Comparison of aroma composition of Dancong tea withered by yellow-orange light and white light

序号	化合物	化学式	相对含量/%		黄橙/全光/%
			全光晒青叶	黄橙光晒青叶	
1	2,4-戊二酮 2,4-pentadienal	C ₅ H ₆ O	6.29	4.17	66.30
2	乙醛 hexanal	C ₆ H ₁₂ O	6.29	5.67	90.14
3	6-甲基-5-庚烯-2-酮 6-methyl-5-hepten-2-on	C ₈ H ₁₄ O	5.42	5.18	95.57
4	2,4-二烯醛 2,4-heptadienal	C ₇ H ₁₀ O	6.2	3.45	55.65
5	(顺式,顺式)-2,4-二烯醛 2,4-heptadienal,(E,E)	C ₇ H ₁₀ O	4.74	3.45	72.78
6	3,5,5-三甲基-2-环己烯-1-酮 2-cyclohexen-1-one,3,5,5-trimethyl	C ₇ H ₁₀ O	4.74	3.42	72.15
7	反-2-(2-丙炔氧基)-环己醇 cyclohexanol,(2-propynyloxy)-,trans	C ₉ H ₁₄ O	2.67	3.42	128.09
8	(顺式)-2-癸烯-1-醇 2-decen-1-ol,(E)	C ₁₀ H ₂₀ O	2.67	3.42	128.09
9	(反式)-3-癸烯-1-醇 3-decen-1-ol,(Z)	C ₁₀ H ₂₀ O	2.67	3.42	128.09
10	2-十五烷基-1-醇 2-pentadecyn-1-ol	C ₁₅ H ₂₈ O	6.36	4.85	76.26
11	1-十二碳炔 1-dodecyne	C ₁₂ H ₂₂	6.36	4.85	76.26
12	1-十二碳烯-3-炔 1,3-(4-methyl-3-pentenyl)	C ₁₀ H ₁₄ O	7.81	8.36	107.04
13	反芳樟醇氧化物 trans-linalool oxide	C ₁₀ H ₁₈ O	6.05	3.39	56.03
14	四甲基-环丁烯-3,4-二醇 cyclobutene-3,4-diol, tetramethyl	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	6.05	3.39	56.03
15	2-乙基-1,2,3-三丙酯-丁酸 butanoic acid,2-ethyl-,1,2,3-propanetriyl	C ₈ H ₁₄ O ₂	10.95	9.38	85.66
16	α -环柠檬醛 α -cyclocitral	C ₁₀ H ₁₆ O	10.95	9.38	85.66
17	E-3-己烯己酸 E-3-hexenyl hexanoate	C ₂₁ H ₃₈ O ₆	10.95	9.38	85.66
18	十四烷 tetradecane	C ₁₄ H ₃₀	1.82	1.6	87.91
19	十五烷 pentadecane	C ₁₅ H ₃₂	1.82	1.6	87.91
20	反式石竹烯 trans-caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	3.9	3.96	101.54
21	橙花丙酮 neryl acetone	C ₁₃ H ₂₂ O	2.97	2.07	69.70
22	α -紫罗兰酮 α -ionone	C ₁₃ H ₂₀ O	1.79	0.33	18.44
23	橙花叔醇 nerolidol	C ₁₅ H ₂₆ O	2.1	2.08	99.05
24	橙花叔醇 Z and E nerolidol Z and E	C ₁₅ H ₂₆ O	2.1	2.08	99.05
25	橙花叔醇 b(cis or trans) nerolidol b(cis or trans)	C ₁₅ H ₂₆ O	2.1	2.08	99.05
26	橙花叔醇 a(cis or trans) nerolidol a(cis or trans)	C ₁₅ H ₂₆ O	2.1	2.08	99.05
27	2,6,10,15-甲基-十七烷 heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl	C ₂₁ H ₄₄	1.66	1.44	86.75
28	十七烷 hexadecane	C ₁₆ H ₃₄	1.66	1.44	86.75
29	环氧芳樟醇 epoxylinolol	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	6.05	3.39	56.03
30	反芳樟醇氧化物 alool oxide trans	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	6.05	3.39	56.03
31	3-辛烯-2-醇(Z) 3-octen-2-ol (Z)	C ₈ H ₁₆ O	—	2.46	—
32	1-(1,3-丁二烯-2-基)-环戊醇 1-(1,3-butadiene-2-yl)-cyclopentanol	C ₉ H ₁₄ O	—	2.46	—
33	(顺式,顺式)-2,4-二烯醛 2,4-heptadienal (E,E)	C ₇ H ₁₀ O	—	2.46	—
34	3,7,11,15-四甲基-2-十六碳烯-1-醇 2-hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl	C ₂₀ H ₄₀ O	—	4.85	—
35	2-十五烷基-1-醇 2-pentadecyn-1-ol	C ₁₅ H ₂₈ O	—	4.85	—
36	1-十二碳炔 1-dodecyne	C ₁₂ H ₂₂	—	4.85	—
37	正十四碳醛 tetradecanal	C ₁₄ H ₂₈ O	—	4.85	—
38	十一醛 undecanal	C ₁₁ H ₂₂ O	—	4.85	—
39	反式柠檬醛 Z-citral	C ₁₀ H ₁₆ O	—	8.36	—
40	顺式-麝子油醇 cis-farnesol	C ₁₅ H ₂₆ O	—	8.36	—
41	桃金娘醛 myrtanal	C ₁₀ H ₁₆ O	—	3.39	—
42	芳樟醇反-氧化吡喃 linalool Z-pyranic oxide	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	—	8.36	—
43	2-甲基戊酸-甲基酯 pentanoic acid,2-methyl-methyl ester	C ₇ H ₁₄ O ₂	—	9.38	—
44	刺柏烯 junipene	C ₁₅ H ₂₄	—	2.28	—
45	异长叶烯 isolongifolene	C ₁₅ H ₂₄	—	2.28	—
46	n',p-二异丙-n-t-丁膦酸二酰胺 n',p-di-isopropyl-n-t-butylphosphonic diamide	C ₁₀ H ₂₅ N ₂ OP	—	1.93	—
47	甲氧基-2-叔丁基-4-丙基-6-甲苯 1-methoxy-2-tert-butyl-4-propyl-6-methylbenzene	C ₁₅ H ₂₄ O	—	1.93	—
48	4a,5,8,8a δ -四氢-2-甲氧基-4a δ ,8 δ -二甲基-1,4-萘醌 4a,5,8,8a δ -tetrahydro-2-methoxy-4a δ ,8 δ -dimethyl-1,4-naphthalindione	C ₁₃ H ₁₆ O ₃	—	1.93	—
49	2,6双(叔)-4-甲基-苯酚 phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol	C ₁₅ H ₂₄ O	—	1.93	—
50	6-羟基-4,4,5,7-甲基-3,4-二氢-2H-吡喃-2-酮 6-hydroxy-4,4,5,7-tetramethyl-3,4-dihydro-2H-benzopyran-2-one	C ₁₃ H ₁₆ O ₃	—	1.93	—

注：—，未检出。

橙花叔醇 B(*cis* 或 *trans*)、橙花叔醇 A(*cis* 或 *trans*)占 99.05%；6-甲基-5-庚炔-2-酮 95.57%；乙醛 90.14%；十四烷、十五烷 87.91%；2,6,10,15-甲基-十七烷、十七烷 86.75%；2-乙基-1,2,3-三丙酯-丁酸、 α -环柠檬醛、*E*-3-己烯己酸 85.66%。这些成分大多具有顺反异构体，其中橙花叔醇等萜烯类等芳香成分是形成乌龙茶特征香气的重要成分^[9]。

在分析中还发现反-2-(2-丙炔氧基)-环己醇、(顺式)-2-癸烯-1-醇、(反式)-3-癸烯-1-醇、1-十二碳烯-3-炔、反式石竹烯等香气成分表现为黄橙光晒青叶含量大于全光晒青叶。

表 3 最后 20 种新增物质为仅黄橙光晒青叶中含有，这些物质中含量较高的是：2-甲基戊酸-甲基戊酯占 9.38%；反式柠檬醛、顺式-麝子油醇、芳樟醇反-氧化吡喃占 8.36%；3,7,11,15-四甲基-2-十六碳烯-1-醇、2-十五烷基-1-醇、1-十二碳炔、正十四碳醛、十一醛占 4.85%。

3 讨论

通过 3 次黄橙光与全光晒青的重复制茶实验，可知两种茶叶主要内含物成分比较得出：儿茶素黄保留量、多酚类、氨基酸、水溶性糖的含量均表现为黄橙光 > 全光。由于多酚类物质是茶叶浓度的重要指标，氨基酸是茶叶鲜爽度的重要指标，所以得出结论黄橙光晒青比全光晒青对茶叶品质改变作用更积极。

根据两组光处理所取 5 组样品的气相色谱图，对比得出黄橙光晒青叶比鲜叶多出了 42 种新增物质，与鲜叶经过全光晒青后测得的新增物质的一倍左右。黄橙光晒青叶与全光晒青叶对比有 20 种香气物质是全光所不含有的，其中相同的 30 种成分黄橙光晒青叶含量均远超出全光晒青叶含量的 50%，其中除乌龙茶主要特征香气成分橙花叔醇的顺反异构体占比高达 99.05% 外，反-2-(2-丙炔氧基)-环己醇、(顺式)-2-癸烯-1-醇、(反式)-3-癸烯-1-

醇、1-十二碳烯-3-炔、反式石竹烯的含量黄橙光晒青还超出了全光晒青的 100%，这两种光晒青均含有的成分中大多具有顺反异构体，很多研究也表明顺式体一般具清香型香气，反式体则具较浓重的脂肪味^[1]。

为进一步完善研究结果，本实验还将黄橙光晒青毛茶与全光晒青毛茶气相色谱图比较，发现黄橙光晒青毛茶中所检出香气成分比全光晒青毛茶多。此外两种光处理后均含有的物质中黄橙光晒青毛茶含有量高于全光。黄橙光晒青毛茶香气成分中的环氧芳樟醇、橙花叔醇、 α -紫罗兰酮和反式- α -紫罗兰酮等对茶叶香气有重要积极影响^[10]。

综上所述，黄橙光晒青的茶叶主要内含物质含量高于全光晒青，黄橙光晒青叶的香气成分种类和含量也均高于全光晒青叶，这对毛茶香气的形成提供了更丰富的前质基础，而在两种光毛茶香气成分对比也进一步得出，黄橙光晒青的毛茶香气成分种类和含量也优于全光。

参考文献：

- [1] 伍锡岳, 刘福益. 岭头单枞茶的特点及在全省推广[J]. 广东茶叶, 1995(2): 1-5.
- [2] 宛晓春, 黄继轸, 沈生荣. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 451.
- [3] 吴秋儿, 揭家源. 不同光质萎凋对乌龙茶品质的影响[J]. 中国茶叶, 1997(5): 30-32.
- [4] 危赛明. 不同光质萎凋对乌龙茶品质形成的影响[J]. 福建茶叶, 1992(3): 6-10.
- [5] 王登良, 张灵枝, 毛明辉, 等. 不同光波晒青对单枞茶品质的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2006(2): 56-59.
- [6] 张灵枝, 王登良, 毛明辉. 不同光照强度晒青对单枞茶品质的影响[J]. 食品科学, 2005, 26(6): 185-188.
- [7] 王登良, 张灵枝, 毛明辉. 不同光照强度晒青对单枞茶香气成分的影响[J]. 园艺学报, 2005(4): 669-672.
- [8] 王汉生. 茶叶生物化学实验[M]. 广东: 华南农业大学, 1998: 17-18.
- [9] 竹尾忠一. 不同产地乌龙茶香气的特征[J]. 福建茶叶, 1985(2): 44-47.
- [10] 戴素贤, 谢赤军, 陈栋, 等. 岭头单枞乌龙茶香气及化学组成特征[J]. 茶叶科学, 1997(2): 213-218.