

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.09.037

不同茶树品种茶鲜叶加工黄茶的适制性研究

Study on the suitability of fresh tea leaves from different tea varieties for yellow tea processing

宋玉欣^{1,2} 朱静静^{1,2} 张拓^{1,2} 龚志华^{1,2} 肖文军^{1,2,3}

SONG Yu-xin^{1,2} ZHU Jing-jing^{1,2} ZHANG Tuo^{1,2} GONG Zhi-hua^{1,2} XIAO Wen-jun^{1,2,3}

(1. 湖南农业大学茶学教育部重点实验室, 湖南长沙 410128;

2. 湖南农业大学国家植物功能成分利用工程技术研究中心, 湖南长沙 410128;

3. 湖南省植物功能成分利用协同创新中心, 湖南长沙 410128)

(1. Key Lab of Tea Science of Ministry of Education, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2. National Research Center of Engineering Technology for Utilization of Botanical Functional Ingredients, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 3. Hunan Collaborative Innovation Center for Utilization of Botanical Functional Ingredients, Changsha, Hunan 410128, China)

摘要:以茶树品种碧香早、尖波黄和桃源大叶的夏季一芽一叶茶鲜叶为原料,将其分别加工成黄茶,通过感官品质、滋味品质和香气品质分析,探讨3个茶树品种的黄茶适制性。结果表明,与桃源大叶和碧香早相比,尖波黄茶鲜叶更适合于加工黄茶,由其加工而成的黄茶外形色泽金黄、香气清香带甜、滋味醇和较爽、汤色及叶底金黄较亮;水浸出物、氨基酸、茶多酚、黄酮、可溶性糖、茶黄素含量相对较高,分别为43.80%, 2.27%, 23.09%, 1.06%, 4.13%, 0.24%,且酚氨比值最小,为10.17;儿茶素总量为14.21%,简单儿茶素总量为5.49%,酯型儿茶素含量为8.72%,酯型儿茶素/总儿茶素比值为0.61;同时香气物质种类最多、品质最好,其中大马士酮、十七烷、 α -松油醇、邻苯二甲酸二丁酯、4-[2,2,6-三甲基-7-氧杂二环[4.1.0]庚-1-基]-3-丁烯-2-酮、 β -蒎烷、葑烯、3,6-壬二烯-1-醇乙酸酯、3,7,11-三甲基-1,3,6,10-十二碳-四烯、1-甲基-4-(2-甲基环氧乙烷基)-7-氧杂双环[4.1.0]庚烷10种香气物质为尖波黄特征性香气成分。研究结果表明,茶树品种尖波黄为加工黄茶的优异品种资源。

关键词:茶叶加工;茶树品种;茶鲜叶;适制性;黄茶

Abstract: Taking the tea varieties of Bixiangzao, Jianbohuang and

Taoyuandaye in summer with a bud and one leaf as raw materials, which were processed into yellow tea, respectively. The yellow tea suitability of three tea varieties was discussed via analyzing sensory quality, taste quality and aroma quality. The results showed that compared with Taoyuandaye and Bixiangzao, the fresh leaves of Jianbohuang were more suitable for processing yellow tea, and the yellow tea made from Jianbohuang had golden color in dried tea, delightfully fresh with sweetness, mellow and refreshing in taste, golden with light brightness in the color of tea soup and leaf bottom. The contents of water extract, amino acids, tea polyphenols, flavones, soluble sugar and the flavins were relatively higher, and were 43.80%, 2.27%, 23.09%, 1.06%, 4.13%, 0.24%, respectively. Besides, the ratio of phenol to ammonia of yellow tea made from the fresh leaves of Jianbohuang was the smallest, which was 10.17. The contents of total catechin, simple catechin and ester catechin were 14.21%, 5.49% and 8.72%, respectively, and the ratio was 0.61. At the same time, yellow tea made from Jianbohuang has the most aromatic substances and the best quality. Ten characteristic aroma components of Jianbohuang were damascone, heptadecane, α -terpineol, dibutylphthalate, 4-[2,2,6-trimethyl-7-oxadicyclic [4.1.0] heptane-1-yl]-3-butene-2-one, beta-pinane, alkene, 3,6-nona-dienyl-1-alcoholacetate, 3,7,11-trimethyl-1,3,6,10-dodecane-4-methyl, 1-methyl-4-(2-methylethylene oxide)-7-oxaheterocyclic [4.1.0] heptane, which indicates that tea variety Jianbohuang is an excellent variety resource for processing yellow tea.

Keywords: tea processing; tea varieties; tea fresh leaves; suitability; yellow tea

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFD0400803);湖南省科技重点研发计划(编号:2018NK2032)

作者简介:宋玉欣,女,湖南农业大学在读硕士研究生。

通信作者:肖文军(1969—),男,湖南农业大学教授,博士生导师。

E-mail: xiaowenjun88@sina.com

收稿日期:2019-01-09

黄茶是中国历史悠久的六大茶类之一,具有干茶金黄、汤色亮黄、叶底嫩黄的独特“三黄”感官品质特征。近年来,随着对黄茶保健功效的科学诠释和黄茶文化的发掘创新,黄茶消费热潮渐显。研究^[1-2]与实践表明,影响黄茶品质的因素主要包括茶树品种及其生长的生态环境条件、肥水管理水平、茶鲜叶原料采摘季节及采摘部位、加工工艺技术等,其中选择适制性良好的茶树品种茶鲜叶是加工优质黄茶的前提^[3-4]。夏秋茶因受季节的影响,茶芽分化期短,叶片老化,持嫩度不高,且叶片中多酚类物质含量较高,氨基酸、芳香类物质等含量相对较低,导致其口感苦涩味重、香气不足、市场价格低^[5]。因此,茶农多弃采夏秋茶,造成资源浪费,每年大约有 40%~50%的夏秋茶鲜叶被浪费,也增加了茶园管理负担^[6]。

前人研究主要集中在对黄茶适制品种的选择^[7]、闷黄过程的控制^[8]以及闷黄过程中主要化学物质变化^[9]等方面,且大多选择春季茶鲜叶^[10-11]。研究拟以夏季碧香早、尖波黄和桃源大叶的一芽一叶为原料,将其分别加工成黄茶,通过感官、滋味和香气品质分析,探讨 3 个茶树品种的黄茶适制性,为夏秋茶资源的充分利用、黄茶品质的改善提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料

碧香早、尖波黄、桃源大叶:采自湖南农业大学长安茶场实践教学基地,采摘标准为夏季一芽一叶。

1.1.2 主要试剂

碳酸氢二钠、碳酸二氢钾、茛三酮、福林酚、甲醇、碳酸钠、乙醚、萘酮等:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;

浓硫酸:80%,株洲市星空化玻有限责任公司;

没食子酸标样、谷氨酸、儿茶素类标准品:美国 Sigma 公司。

1.1.3 仪器与设备

龙井锅:6CDC-65 型,宁波北仑电器开关厂;

高效液相色谱仪:LC-20A 型,日本岛津公司;

低速台式自动平衡离心机:LDZ5-2 型,北京雷勃尔离心机有限公司;

电热恒温水浴锅:HH-W21-600 型,金坛市金城国胜实验仪器厂;

分光光度计:722E 型,上海光谱仪器有限公司;

气质联用色谱仪:GCMS-QP2010 型,日本岛津公司。

1.2 方法

1.2.1 茶样加工制备 将同等嫩度的碧香早、尖波黄与桃源大叶茶鲜叶原料根据文献^[12]参照黄茶加工工艺进行加工,根据叶象、叶质判断加工适度的标准,微调各品种茶鲜叶加工黄茶的工艺参数,如表 1 所示。

1.2.2 感官审评 参照 GB/T 23776—2009,由专业教师进行密码审评,分别对茶样的外形、香气、汤色、滋味和叶底 5 项因子进行感官评价,5 项审评因子各占总分的 25%,25%,10%,30%,10%,每个茶样审评 3 次。

1.2.3 品质成分分析

(1) 水分含量测定:参照 GB 5009.3—2016。

(2) 水浸出物测定:参照 GB/T 8305—2013。

(3) 游离氨基酸总量测定:参照 GB/T 8314—2013。

(4) 茶多酚含量测定:参照 GB/T 8313—2008。

(5) 可溶性糖含量测定:参照文献^[13]。

(6) 黄酮类化合物测定:参照文献^[14]。

(7) 茶黄素含量测定:参照 GB/T 30483—2013。

(8) 儿茶素组分测定:参照文献^[15]。

(9) 香气品质成分分析:根据文献^[16],采用气相色谱—质谱联用(GC-MS)技术对茶样香气品质成分进行分析。

气相色谱分析条件:色谱柱为 DB-5 石英毛细管质谱柱;进样口温度 250 ℃;进样方式不分流。程序升温:50 ℃维持 1 min,以 1 ℃/min 升至 70 ℃,维持 2 min,以 5 ℃/min 升至 160 ℃,维持 3 min,以 10 ℃/min 升至 250 ℃,维持 5 min,总时间 58 min。质谱条件:离子源为 EI 源;离子源温度 200 ℃;连接口温度 250 ℃。

1.3 数据处理

采用 Excel 对试验数据进行处理。

表 1 茶样加工工艺参数

Table 1 Parameters of tea sample processing

工艺	参数
摊放	500 g 一盘摊放,室温 25~28 ℃;时间:碧香早 260 min,尖波黄 240 min,桃源大叶 250 min
杀青	锅温 335 ℃;时间:碧香早 220 s,尖波黄 210 s,桃源大叶 240 s
揉捻	趁热揉捻 3 min
闷黄	湿坯闷黄,湿布包裹置于提香机 42 ℃,15.5 h
干燥	毛火 110 ℃,20 min,摊凉 40 min,足火 80 ℃至足干

2 结果与分析

2.1 茶样感官品质比较

由表2可知,不同茶树品种在同一加工工艺条件下,尖波黄品种持嫩性较强,芽叶色泽整体较黄,制成的黄茶感官品质最好,其干茶较匀整,色泽金黄。由桃源大叶茶鲜叶加工而成的黄茶干茶色泽黄而带褐,由碧香早茶鲜叶加工而成的黄茶干茶色泽黄而欠润。从品质上来看,由碧香早加工而成的黄茶清香较低、汤色浅黄、滋味醇和;桃源大叶芽叶粗壮,叶质硬脆,因此制成的黄茶滋味醇和带涩,刺激性较强;而由尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶清香带甜、汤色金黄较亮、滋味醇和较爽、叶底金黄较亮。结果表明,尖波黄更适于加工优质黄茶。

2.2 茶样滋味品质成分分析

2.2.1 滋味物质含量 由表3可知,3个茶样,黄酮含量差异不明显,由尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶中黄酮含量最低,为1.06%;可溶性糖含量差异较大,由尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶可溶性糖含量为4.13%,明显高于其他两个茶样;茶多酚含量差异大,由桃源大叶茶鲜叶加工而成的黄茶中茶多酚含量最高,为27.69%;氨基酸含量与茶黄素含量差异不明显;酚氨比有一定差异,其中尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶酚氨比值最低;3个茶样水浸出物丰富,含量为39.5%~43.8%,均表现出良好的耐泡性。茶多酚含量与氨基酸含量的比值即酚氨比,能较好地反映

表2 不同茶树品种茶鲜叶加工黄茶的茶样感官品质比较

Table 2 Comparison of sensory quality of yellow tea processed from fresh leaves of different tea varieties

指标	碧香早		尖波黄		桃源大叶	
	特征描述	评分	特征描述	评分	特征描述	评分
干茶外形	较匀整、黄而欠润	89.5	较匀整、色泽金黄	94.0	尚匀整、黄而带褐	86.0
香气	清香较低	80.5	清香带甜	92.5	清香较低	87.0
汤色	浅黄	86.0	金黄较亮	93.0	浅黄	80.5
滋味	醇和	86.0	醇和较爽	93.5	醇和较涩	83.0
叶底	浅黄稍暗	80.5	金黄较亮	92.0	浅黄较暗	87.0
总分	84.50		93.10		85.70	

滋味品质^[2],两者含量都高且比值低的茶树品种较适合于加工黄茶,其滋味具有浓而鲜爽的特点^[7];同时,可溶性糖可以增加茶汤的甘甜味,对茶汤滋味品质具有重要影响^[17];而茶叶水浸出物含量的高低则直接影响茶叶滋味的浓醇度和茶叶的耐泡性^[6]。综上可知,尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶,其茶汤的滋味较为甜醇鲜爽。

表3 不同茶树品种茶鲜叶加工黄茶的茶样中主要滋味物质含量分析

Table 3 Analysis of main flavor compounds of yellow tea processed from different tea varieties

品种	水浸出物/%	氨基酸/%	茶多酚/%	黄酮/%	可溶性糖/%	茶黄素/%	酚氨比
碧香早	39.50	2.20	23.05	1.32	2.45	0.23	10.48
尖波黄	43.80	2.27	23.09	1.06	4.13	0.24	10.17
桃源大叶茶	42.29	2.32	27.69	1.40	3.51	0.24	11.94

2.2.2 儿茶素含量 由表4可知,3个黄茶茶样中儿茶素总量分别为14.57%,12.01%,14.21%;由桃源大叶茶鲜叶加工而成的黄茶中简单儿茶素与酯型儿茶素的含量均为最低,但酯型儿茶素与总儿茶素的比值最高,为0.71;由碧香早茶鲜叶加工而成的黄茶中酯型儿茶素的含量最高,酯型儿茶素与总儿茶素的比值次之,为0.65;由尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶中简单儿茶素含量最高,酯

型儿茶素与总量儿茶素的比值最小,为0.61;与感官评审结果相符。而简单儿茶素收敛性弱、不苦涩、回味爽口;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^[18-19];儿茶素含量适中及组成比例适当是茶汤滋味具有“浓厚”品质的必备条件。因此,桃源大叶茶鲜叶加工而成的黄茶茶汤苦涩味最重,尖波黄茶鲜叶制成的黄茶苦涩滋味最轻。

表4 不同茶树品种茶鲜叶加工黄茶的茶样儿茶素含量分析

Table 4 Comparison of catechin contents of yellow tea processed from different tea varieties

品种	EGC/%	DL-C/%	EC/%	EGCG/%	GCG/%	EC/%	总儿茶素/%	简单儿茶素/%	酯型儿茶素/%	酯型儿茶素/总儿茶素
碧香早	3.77	0.47	0.88	6.42	1.58	1.45	14.57	5.12	9.45	0.65
尖波黄	3.66	0.63	1.20	5.86	1.17	1.70	14.21	5.49	8.72	0.61
桃源大叶	2.39	0.43	0.70	5.74	1.33	1.43	12.01	3.52	8.49	0.71

茶叶中的水浸出物、氨基酸、茶多酚与可溶性糖对黄茶的品质影响最大,其含量是反映茶树品种、原料内含成分的重要指标,并在一定程度上决定了茶类的适制性^[20]。综合分析,由尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶各内含品质成分的含量较高,滋味品质最佳。

2.3 茶样香气品质成分分析

采用同时蒸馏萃取法萃取由碧香早、尖波黄、桃源大叶 3 个茶树拼装茶鲜叶加工而成的黄茶茶样香气,经 GC-MS 分离鉴定后,筛选出其共有的香气物质(见图 1),结果如表 5 所示。由表 5 可知,3 个黄茶茶样检测出的香气成分分别为 22,30,29 种,且均以醇类、醛类为主。碧香早茶鲜叶加工而成的黄茶中香气物质含量最高的为庚醛,占总香气物质的 30.94%,具有青草气和果子香味;其次为芳樟醇及其氧化物,占总香气物质的 21.50%,芳樟醇呈铃兰的鲜爽型花香,其氧化产物呈木香和花果香;此外,含量超过 3% 的香气物质还有正戊醇、异戊醇、 α -杜松醇、壬醛、正己醛、2,6-二叔丁基苯酚。由尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶中香气成分含量最高的为芳樟醇,占总香气物质的 12.21%;其次为 3,7-二甲基-1,5,7-辛三烷-3-醇,占总香气物质的 9.34%,具有甜花香;此外,含量超过 3% 的香气物质还有植物醇、正戊醇、氧化芳樟醇 II、1-戊烯-3-醇、壬醛、正己醛、大马士酮、 β -蒎烯、2,6-二叔丁基苯酚。由桃源大叶茶鲜叶加工而成的黄茶香气成分以芳樟醇为主,占总香气物质的 33.52%。其次为正戊醇,占总香气物质的 13.20%,具有青草气;此外,含量超过 3% 的香气物质还有植物醇、氧化芳樟醇 II、反式-橙花叔醇、正己醛、2,6-二叔丁基苯酚。由此可见,由尖波黄茶鲜叶加

工而成的黄茶香气物质比其他两个茶树品种茶鲜叶加工而成的黄茶香气物质丰富,可能是由于茶树种质资源、生长区域环境、加工品质转化等不同而促成尖波黄具有清香带甜的优异香气品质特征。

3 个茶树品种夏季茶鲜叶加工而成的黄茶所共有的主要香气品质成分包括芳樟醇、氧化芳樟醇 II、杜松醇 T、反式-橙花叔醇、正戊醇、1-戊烯-3-醇、3,7-二甲基-1,5,7-辛三烷-3-醇、2,2,6-三甲基-6-乙炔基四氢-2H-咪喃-3-醇、 α -杜松醇、2,3-辛二酮、植酮、正己醛、庚醛、壬醛、2,6-二叔丁基苯酚 15 种物质。此外,橙花醇、 β -杜松烯与萜澄茄油醇 3 种香气品质成分为由碧香早茶鲜叶加工而成的黄茶所特有;大马士酮、十七烷、 α -松油醇、邻苯二甲酸二丁酯、4-[2,2,6-三甲基-7-氧杂二环[4.1.0]庚-1-基]-3-丁烯-2-酮、 β -蒎烯、葑烯、3,6-壬二烯-1-醇乙酸酯、3,7,11-三甲基-1,3,6,10-十二碳-四烯、1-甲基-4-(2-甲基环氧乙烷基)-7-氧杂双环[4.1.0]庚烷 10 种香气品质成分则由尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶茶样所特有; α -蒎烯、1-辛烯-3-醇、2-(4-甲基苯基)-2-丙醇、2-乙基己醇、月桂酸、亚麻酸与罗勒烯 7 种香气物质则由桃源大叶茶鲜叶加工而成的黄茶茶样所特有。

对比表 5 中 3 个茶样香气成分的相对含量,每个品种特有的香气品质成分相对含量均在 1%~3%,含量较低。由于不同芳香物质以不同的浓度相组合,可对嗅觉神经产生不同的综合香型效果,种类和含量都影响茶叶的香型^[21]。因此,3 个茶样中不同的香气品质成分及含量特点,可使不同茶树品种茶鲜叶加工成的黄茶具有其独特的香气品质特色。

表 5 不同茶树品种茶鲜叶加工黄茶的茶样主要香气品质成分分析⁺

Table 5 Analysis of main aroma components of yellow tea processed from fresh leaves of different tea varieties

化合物 种类	代号	化合物 名称	碧香早		尖波黄		桃源大叶	
			出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%
醇类	1	植物醇	/	/	35.50	3.31	35.47	3.88
	2	正戊醇	7.55/8.63	3.90	7.53/8.63	5.09	7.53/8.62	13.20
	3	异戊醇	7.55	5.31	7.53	1.17	/	/
	4	香叶醇	/	/	21.34	1.81	21.32	1.06
	5	芳樟醇	15.50	10.75	15.50	12.21	15.50	33.52
	6	氧化芳樟醇 II	13.18	10.75	13.18/13.80	7.45	13.18/13.80	7.98
	7	1-辛烯-3-醇	/	/	/	/	13.40	0.08
	8	1-戊烯-3-醇	6.35	2.19	6.34	3.09	6.34	1.96
	9	顺-3-己烯醇	11.81	1.25	/	/	11.80	1.92
	10	反式-橙花叔醇	24.64	0.88	24.65	1.69	24.64	3.16
	11	杜松醇 T	26.60	1.91	26.61	1.73	26.60	0.52
	12	橙花醇	21.34/24.64	0.92	/	/	/	/
	13	萜澄茄油醇	24.97	2.28	/	/	/	/
	14	α -蒎品醇	18.44	0.86	/	/	18.44	2.14

续表 5

化合物种类	代号	化合物名称	碧香早		尖波黄		桃源大叶	
			出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%
醇类	15	α -松油醇	/	/	18.42	1.59	/	/
	16	α -杜松醇	26.85/27.52	3.54	26.86	2.46	26.85	1.05
	17	2-乙基己醇	/	/	/	/	6.34	0.46
	18	3,7-二甲基-1,5,7-辛三烷-3-醇	16.76	1.19	16.75	9.34	16.73	1.94
	19	2-(4-甲基苯基)-2-丙醇	/	/	/	/	22.41	0.58
	20	2,2,6-三甲基-6-乙炔基四氢-2H-咪喃-3-醇	19.17/19.66	1.03	19.65	1.82	19.18/19.65	2.72
醛类	21	壬醛	12.14	3.15	12.15	4.38	12.15	1.28
	22	正己醛	4.57	8.30	4.52	7.25	4.57	8.19
	23	庚醛	6.97	30.94	6.96	2.76	6.96	1.03
	24	苯甲醛	/	/	14.71	1.10	14.70	0.42
	25	2,3-辛二酮	10.46	1.23	10.47	1.38	10.48	0.72
	26	β -紫罗酮	22.82	0.94	/	/	22.82	0.72
	27	植酮	10.46	2.07	5.49	2.00	5.45	0.97
酮类	28	大马士酮	/	/	20.71	3.13	/	/
	29	1-羟基-2-丁酮	/	/	9.23	0.65	9.25	1.32
	30	4-[2,2,6-三甲基-7-氧杂二环[4.1.0]庚-1-基]-3-丁烯-2-酮	/	/	19.35	0.67	/	/
碳氢化合物	31	β -杜松烯	26.60	2.56	/	/	/	/
	32	β -蒎烷	/	/	22.78	5.89	/	/
	33	α -蒎烯	/	/	/	/	29.02/29.68	0.16
	34	葑烯	/	/	14.97	1.98	/	/
	35	十七烷	/	/	29.32	2.05	/	/
	36	罗勒烯	/	/	/	/	8.72	2.23
	37	3,7,11-三甲基-1,3,6,10-十二碳-四烯	/	/	24.65	1.22	/	/
	38	1-甲基-4-(2-甲基环氧乙烷基)-7-氧杂双环[4.1.0]庚烷	/	/	19.97	2.48	/	/
酚类	39	2,6-二叔丁基苯酚	22.41	4.06	22.41	8.42	22.41	3.03
酯类	40	3,6-壬二烯-1-醇乙酸酯	/	/	18.39	0.97	/	/
	41	邻苯二甲酸二丁酯	/	/	37.37	0.62	/	/
酸类	42	月桂酸	/	/	/	/	32.82	2.84

+“/”为未检测出。

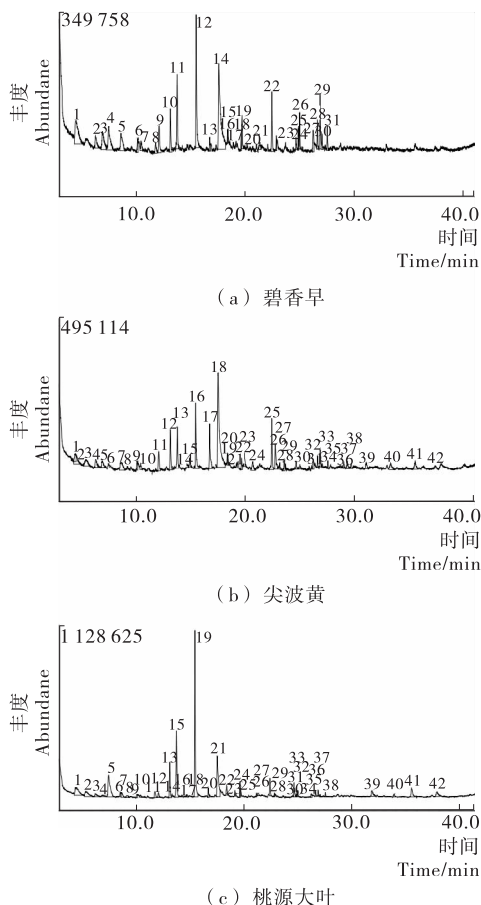


图 1 3 个黄茶茶样中香气成分总离子流色谱图

Figure 1 Total ion flow chromatography of aroma components in three yellow tea sample

3 结论

以湖南省区域内的碧香早、桃源大叶、尖波黄 3 个主栽茶树品种的夏季茶鲜叶为原料加工成黄茶,进行感官品质、滋味品质和香气品质分析。结果表明,由尖波黄茶鲜叶加工而成的黄茶感官品质最好,其干茶呈金黄色且较匀整、汤色金黄较亮;水浸出物、氨基酸、茶多酚、可溶性糖、茶黄素、儿茶素等滋味品质成分含量相对较高,酚氨比值、酯型儿茶素与总儿茶素比值均为最小,且香气物质较碧香早和桃源大叶茶鲜叶制成的黄茶丰富,更适合于加工黄茶。由于试验的区域、样品数量、茶树品种具有一定的局限性,后续可进一步扩大研究范围。

参考文献

[1] 周煜. 生态条件对茶叶品质的影响[J]. 农业与技术, 2016, 36(8): 119.
 [2] 滑金杰, 江用文, 袁海波, 等. 闷黄过程中黄茶生化成分及其影响因子研究进展[J]. 茶叶科学, 2015, 35(3): 203-208.
 [3] 杨涵雨, 周跃斌. 黄茶品质影响因素及加工技术研究进展[J]. 茶叶通讯, 2013, 40(2): 20-23.

[4] 郑红发, 粟本文, 王准, 等. 高档黄茶适制品种筛选研究[J]. 茶叶通讯, 2011, 38(4): 26-28.
 [5] 何小庆. 夏秋茶资源开发利用现状、问题及对策[J]. 贵州茶叶, 2011, 39(2): 16-18.
 [6] 姜兴旭, 李玉娇, 王晓, 等. 夏秋茶萎凋新技术研究进展[J]. 现代食品, 2018(7): 184-187.
 [7] 刘小芳, 刘刚, 成红云. 不同茶树品种黄茶的适制性研究[J]. 现代农业科技, 2015(13): 331-333.
 [8] 张明露, 彭珂舒, 尹杰. 不同闷黄时间和温度对黄茶品质的影响[J]. 耕作与栽培, 2018(3): 12-14.
 [9] 王治会, 童华荣, 岳翠男, 等. 黄茶闷黄过程中主要化学成分变化的动力学模型[J]. 现代食品科技, 2017, 33(2): 107-114.
 [10] 郭雅婷, 汪婷, 曾艳, 等. 早生优质茶树新品种“川农黄芽早”黄茶适制性研究[J]. 西南农业学报, 2013, 26(2): 446-450.
 [11] 陈昌辉, 邓小丽, 张跃华, 等. 蒙顶黄芽新工艺条件下品种适制性研究[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(18): 4403-4406, 4426.
 [12] 朱小元, 宁井铭. 黄茶加工技术研究进展[J]. 茶业通报, 2016, 38(2): 74-79.
 [13] 唐春风, 邵济波. 夏季适制黄茶的茶树品种及采摘标准研究[J]. 福建茶叶, 2013(4): 16-20.
 [14] 陈玲, 周跃斌, 王淮. 闷黄对黄茶品质形成的影响研究[J]. 茶叶通讯, 2012, 39(2): 8-11.
 [15] 江滢, 沈思婷, 夏如枫, 等. 茶多酚的化学组成及其含量测定与结构鉴定[J]. 机电与信息, 2018(20): 1-9.
 [16] 刘晓. 蒙顶黄芽加工及品质成分变化的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2011: 11.
 [17] 孙世利, 刘雅琼, 刘瑾, 等. 不同年份普洱茶体外降糖降脂作用及其物质基础[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(9): 152-158.
 [18] XU Jing-yi, WANG Mei, ZHAO Jian-ping, et al. Yellow tea (*Camellia sinensis* L.), a promising Chinese tea: Processing, chemical constituents and health benefits[J]. Food Research International, 2018, 107: 567-577.
 [19] 龚永新, 蔡烈伟, 蔡世文, 等. 闷堆对黄茶滋味影响的研究[J]. 茶叶科学, 2000, 20(2): 110-113.
 [20] 陈岱卉, 叶乃兴, 邹长如. 茶树品种的适制性与茶叶品质[J]. 福建茶叶, 2008, 30(1): 2-5.
 [21] 宛小春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 39.