

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2019.12.003

南川大树茶红茶初制过程中品质特征分析^①

李小恋¹, 李伟², 李久炎², 童华荣^{1,3}

1. 西南大学食品科学学院, 重庆 400715; 2. 重庆市南川区农委经作中心, 重庆 南川 408400;

3. 重庆市古树茶研究院, 重庆 400013

摘要:以南川大树茶春季1芽2叶为原料,加工传统工夫红茶,研究感官风味及主要品质成分在加工中的变化规律,并以云南大叶种红茶为对照,评价大树茶红茶的适制性及品种特色。结果表明:在南川大树茶红茶加工过程中,水浸出物和茶多酚总量逐渐减少;儿茶素总量大幅减少,除没食子儿茶素没食子酸酯(GCG)在加工中有所增加外,其余7种儿茶素质量分数在加工中均大幅减少。没食子酸(GA)在加工过程中质量分数显著增加。揉捻后,茶黄素总量及茶黄素(TF)、茶黄素-3-没食子酸酯(TF-3-G)、茶黄素-3'-没食子酸酯(TF-3'-G)、茶黄素双没食子酸酯(TFDG)4个组分质量分数都急剧增加,之后的工序中有增有减,只有TFDG持续积累,且是质量分数最高的组分。茶红素质量分数先增多后减少,而茶褐素在整个加工过程中持续累积。游离氨基酸总量在加工中有所增加,鲜叶含24.11 mg/g,毛茶中达到最大值36.34 mg/g。茶氨酸、天冬氨酸、谷氨酸等质量分数较高,茶氨酸、谷氨酸等随着加工的进行质量分数减少,而天冬氨酸、天冬酰胺、谷氨酰胺等质量分数增加;绝大多数氨基酸经萎凋后质量分数都大幅上升;从发酵结束到烘干的过程中,所有的氨基酸质量分数都有所增加。感官审评表明,整个加工中,发酵80 min时滋味最好,甜醇爽口;综合得分最高的是大树茶红茶,条索紧结,橙黄明亮,甜醇鲜爽,有甜香。相较之下,大树茶汤色不如云南大叶种,但香气更优,整体品质更佳。

关键词:南川大树茶;传统红茶加工;特征成分;感官审评

中图分类号:TS272;S375

文献标志码:A

文章编号:1673-9868(2019)12-0015-09

南川大树茶是重庆地区的一种独特的地方品种资源,具有明显的原始特征^[1],叶片大,节间长,角质层较厚,芽叶肥壮,且比当地多数中小叶种发芽早^[2],有较高的开发利用价值。2012年,“南川大树茶”获得了地理标志认证和地理标志证明商标,目前在南川区德隆乡茶树村已经形成了“南川大树茶扦插繁育、生产技术”等技术规范,大树茶仿原生态栽培技术初获成功^[3]。有关研究表明^[4],南川大树茶属大叶种,儿茶素质量分数丰富,咖啡碱质量分数较高,推测南川大树茶适制红碎茶,滋味较好。

工夫红茶是中国特有的茶类,也是世界最早的红茶花色,是重要的出口茶类^[5]。近年来,红茶的消费量逐渐增长,传统工夫红茶的生产得以恢复,生产规模逐年扩大,引起茶叶界的重视。目前,关于工夫红茶适制品种以及加工过程的研究报道很多,但南川大树茶作为特殊的地方资源,关于其加工的研究却鲜有报道。因此本实验以南川大树茶1芽2叶为原料,加工工夫红茶,研究分析加工过程中感官品质、主要品质成分的变化规律,与当地栽培品种云南大叶种比较,分析两种茶的差异,挖掘南川大树茶的品质特色,并为确定大树红茶的最佳工艺参数提供一定的理论依据,促进大树红茶的生产加工利用。

① 收稿日期:2018-12-18

基金项目:国家科技部支撑计划项目(2012BAF07B05-4);重庆市茶叶产业技术体系项目(2017-6,2018-6)。

作者简介:李小恋(1993-),女,硕士研究生,主要从事茶叶的加工及生物化学分析的研究。

1 材料与amp;方法

1.1 实验材料

2018年4月18日,大树茶采于南川市德隆乡南川大树茶示范基地,云南大叶种采于南川香炉寺山庄茶园,均为1芽2叶.

1.2 实验方法

1.2.1 加工工艺

加工工艺流程按照鲜叶—萎凋—揉捻—发酵—干燥—毛茶,具体如下:

1) 萎凋温度: 20℃~25℃, 湿度: 65%~75%, 时长 16 h, 萎凋至含水量 60%. 采用型揉捻机, 总揉 70 min; 发酵温度: 26℃~28℃, 湿度: 85%以上, 发酵 200 min. 将发酵叶投入热风杀青机 2 min, 至含水量 30%左右.

2) 烘干机中 100℃烘至足干.

1.2.2 取样固样

采用微波杀青固样方式: 微波高火 1 min+1 min 固定, 然后 80℃烘至足干. 南川大树茶在每个工序分别取样, 即鲜叶(dsc-1), 萎凋叶(dsc-2), 揉捻叶(dsc-3), 发酵 40 min(dsc-4), 发酵 80 min(dsc-5), 发酵 120 min(dsc-6), 发酵 160 min(dsc-7), 发酵 200 min(dsc-8), 毛茶(dsc-9); 云南大叶种毛茶样(CK).

1.2.3 感官审评

按照 GB/T 23776-2009《茶叶感官审评方法》^[6].

1.2.4 水分、水浸出物、茶多酚、茶色素的测定

按照 GB/T 8303-2013《茶磨碎试样的制备及其干物质含量测定》^[7], GB/T 8305-2013《茶水浸出物测定》^[8], GB/T 8305-2008《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》^[9]进行测定, 茶红素、茶褐素的测定采用系统分析方法^[10].

1.2.5 儿茶素、没食子酸、咖啡碱、茶黄素组分的测定

1) 标准曲线绘制: 分别准确称取 8 种儿茶素组分、没食子酸、咖啡碱、茶黄素等标品各 20 mg, 用 50%甲醇溶解, 定容至 25 mL 容量瓶, 得标准母液. 吸取一定量的单标配制成混标, 并稀释至不同梯度, 分别进样分析, 以峰面积为纵坐标, 样品浓度为横坐标, 绘制标准曲线.

2) 样品制备: 参照 GB/T 8305-2008《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》^[9].

液相色谱仪: 赛默飞 UltiMate3000, 色谱条件: Ascentis © RP-Amide 柱(5 μm, 25 cm×4.6 mm), 流动相 A: 体积分数为 2%的冰乙酸; 流动相 B: 纯乙腈; 检测波长: 278 nm; 温度: 35℃; 进样量: 5 μL; 流速: 1 mL/min(表 1).

表 1 儿茶素组分等洗脱程序

时间/min	B相/%	时间/min	B相/%
0	15	40	45
15	18	45	15
25	35	48	15

1.2.6 氨基酸组分的测定

1) 标准曲线绘制: 分别准确称取 21 种氨基酸标品各 50 mg, 用 0.1 mol/L 盐酸溶液溶解, 定容至 25 mL 容量瓶, 得标准母液. 分别取 100 μL 配制成混标, 稀释至不同梯度, 取 40 μL 进行衍生, 进样分析, 以峰面积为纵坐标, 样品浓度为横坐标, 绘制标准曲线.

2) 样品制备: 参照 GB/T 8314-2013《茶游离氨基酸总量的测定》.

3) 氨基酸的衍生^[11]: 取 200 μL 茶汤, 200 μL 2, 4-二硝基氟苯溶液, 200 μL $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3$ 缓冲液 (pH 值为 9.16), 200 μL 超纯水于 2 mL 离心管中, 60 $^\circ\text{C}$ 暗水浴 1 h, 冷却至室温后加入 800 μL $\text{KH}_2\text{PO}_4\text{-NaOH}$ 缓冲液 (pH 值为 7.0), 涡旋 1 min, 暗条件放置 15 min, 过 0.22 μm 水系膜, 进样分析。

液相色谱仪: 赛默飞 UltiMate3000; 检测条件: 色谱柱 AQ12S05-1546WT YMC-Pack ODS-AQ (5 μm , 150 \times 4.6 mm), 流动相 A: 4 mmol/L 乙酸钠溶液与四氢呋喃比例为 96:4; 流动相 B: 体积分数为 80% 的乙腈; 检测波长: 360 nm; 温度: 35 $^\circ\text{C}$; 进样量: 10 μL ; 流速: 0.9 mL/min (表 2)。

表 2 氨基酸组分离脱程序

时间/min	B相/%	时间/min	B相/%
0	2	30	27
5	3	40	50
10	7	45	2
15	10	50	2
25	12		

1.2.7 统计分析

利用 Excel, SPSS 18.0 软件等进行单因素方差等分析。

2 结果与分析

2.1 南川大树茶红茶加工过程感官品质变化

将揉捻叶及之后各个工序的在制品进行感官审评, 研究其品质变化。从表 3 可知, 随着加工的进行, 青气逐渐减退, 至发酵 80 min (dsc-5) 时开始透露出甜香、花果香, 其中发酵结束时香气最好; 汤色逐渐加深变为橙黄; 各种内含物质转化, 滋味慢慢变得甜醇, 发酵 80 min 时滋味最佳, 随着发酵时间的延长, 茶汤逐渐带酸。相较之下, 云南大叶种 (CK) 汤色更优, 但香气不如大树茶, 大树茶整体品质更优。

表 3 南川大树茶红茶加工过程样感官审评

样品	外形(25%)		汤色(10%)		香气(25%)		滋味(30%)		叶底(10%)		总分
	评语	分数	评语	分数	评语	分数	评语	分数	评语	分数	
dsc-3	乌褐紧结	85	浅黄尚亮	78	青气	83	青臭味	75	多青条	75	80.6
dsc-4	乌褐尚润	88	黄尚亮	84	青气微甜	85	较醇和, 酸	78	有青条	78	82.0
dsc-5	乌润紧结	88	橙黄明亮	87	甜香, 花果香	88	醇和、甜	88	红匀较亮	87	87.8
dsc-6	乌润紧结	89	橙黄明亮	89	甜香、花果香	87	甜, 微收敛	86	较匀齐	85	87.2
dsc-7	乌润紧结	89	橙黄较亮	87	清香、花果香	85	甜微酸, 爽口	87	红匀尚亮	87	87.0
dsc-8	乌润紧结	89	橙黄尚亮	87	甜香、果香	89	甜微酸, 鲜爽	85	红匀尚亮	86	87.3
dsc-9	乌润紧结	90	橙黄带红	89	甜香、果香	87	甜微酸, 鲜爽	87	红匀较亮	87	88.0
CK	乌褐尚紧	88	橘红明亮	92	有甜香	85	甜爽稍薄	86	较红尚软	85	86.8

2.2 主要品质成分在红茶加工中的变化

鲜叶 (dsc-1) 中水浸出物质量分数高达 50.80%, 发酵后降至最低值, 烘干后又显著增加。鲜叶中茶多酚质量分数为 22.50%, 在加工中持续减少, 毛茶 (dsc-9) 中保留量为 14.18%, 较鲜叶减少了 36.98%。咖啡碱对大树茶红茶汤的鲜爽味有重要影响, 从鲜叶到发酵初阶段, 咖啡碱质量分数减少, 发酵 120 min (dsc-6) 时降至最低, 发酵结束 (dsc-8) 时达最大值 5.16%, 毛茶对比发酵叶和鲜叶质量分数差异有统计学意义 ($p < 0.05$)。相较于云南大叶种, 大树茶红茶水浸出物、茶多酚及咖啡碱质量分数更丰富。

萎凋叶经过揉捻, 儿茶素即开始氧化, 茶黄素、茶红素开始形成, 在揉捻结束时, 茶黄素质量分数已达到 0.71%, 在发酵初期继续增加, 在后续发酵和干燥过程中变化幅度较小。茶红素在揉捻、发酵初期持续增加, 发酵 40 min (dsc-4) 达到最大值 5.15%, 随后降低; 而茶褐素质量分数在整个加工中持续增加, 但

是,总质量分数并不太高(表 4)。相较之下,云南大叶种茶色素质量分数更高,但南川大树茶的茶黄素也明显高于国内川红、祁红等品种^[12],甚至高于某些国外的红茶^[13]。

表 4 主要品质成分在红茶加工中的变化

/%

样品	茶多酚	咖啡碱	水浸出物	茶黄素	茶红素	茶褐素
dsc-1	22.50±0.69a	4.82±0.05cd	50.80±0.56a	0	0	0
dsc-2	20.75±0.64b	4.70±0.01e	49.71±0.32a	0.07±0.01e	3.62±0.01g	1.52±0.01h
dsc-3	18.49±0.67c	4.68±0.01e	48.42±0.87b	0.71±0.06d	4.82±0.08c	1.96±0.02g
dsc-4	17.17±0.25cd	4.70±0.01e	46.59±0.38bc	0.88±0.03bc	5.15±0.03b	2.41±0.02f
dsc-5	15.83±0.16d	4.84±0.015c	46.50±0.01bc	0.83±0.00c	4.47±0.06d	2.81±0.02e
dsc-6	15.76±0.17d	4.60±0.02f	45.83±0.43bc	0.82±0.02c	4.29±0.05e	2.92±0.12d
dsc-7	15.01±0.37de	4.79±0.02d	45.05±0.09c	0.83±0.03c	4.03±0.08f	3.08±0.09c
dsc-8	14.44±0.40de	5.16±0.01a	44.92±0.01cd	0.91±0.01b	4.39±0.06de	3.42±0.04b
dsc-9	14.18±0.34e	4.92±0.01b	47.16±0.17b	0.90±0.03b	4.31±0.10e	3.47±0.15b
CK	12.76±0.15f	2.35±0.02g	44.98±0.28cd	1.41±0.03a	5.08±0.09a	5.32±0.09a

注:小写字母不同表示差异有统计学意义, $p < 0.05$ 。

2.3 儿茶素组分及没食子酸(GA)在加工中的变化

鲜叶中 GA 质量分数只有 0.43 mg/g,萎凋过程中由于酯型儿茶素降解生成 GA^[14],因此质量分数显著增多,揉捻后达最大值 4.00 mg/g,而后的工序中,由于 GA 氧化形成邻醌,与儿茶素类反应生成茶黄鞣灵(theagallin)或茶黄酸^[15]等,质量分数又逐步减少。

大树茶鲜叶中儿茶素总量为 207.2 mg/g,其中酯型儿茶素比例高达 88.44%,显著高于大多数云南大叶种,包括群体种和无性系良种^[16]。儿茶素总量随着加工的进行,质量分数持续减少,毛茶中保留量仅为 30.8 mg/g。除 GCG 外,其余儿茶素组分质量分数在加工中逐步减少。EGCG 在鲜叶中质量分数高达 152.51 mg/g,占儿茶素总量的 72.80%,加工后毛茶中保留量为 12.50 mg/g,是云南大叶种的 3.87 倍。EGC 和 ECG 两者变化趋势相同,加工中持续减少,最后烘干过程中略有上升。GCG 在加工中质量分数明显增多($p < 0.05$),主要由 EGCG 差向异构化而来^[17-18],发酵 40 min(dsc-4)后达到最大值 10.71 mg/g,毛茶中仍有 8.04 mg/g,显著高于云南大叶种(表 5)。日本学者坂本彬等^[19]曾分析了来自 4 个国家的 12 个不同品种的红茶成分,发现大多数品种的 EGCG 保留量不足 5.00 mg/g,而 GCG 均不足 0.50 mg/g。相比之下,南川大树茶红茶中两者质量分数都很高,尤其是 GCG,高于多数品种。

表 5 儿茶素类及 GA 在红茶加工中的变化

/(mg·g⁻¹)

样品	EGCG	EGC	EC	ECG	CG	C	GC	GCG	GA	儿茶素总量
dsc-1	152.51±1.32a	15.48±0.14a	5.30±0.03a	28.28±0.57a	0.63±0.00a	2.17±0.04a	3.25±0.02a	1.82±0.09d	0.43±0.01e	207.2±1.75a
dsc-2	130.64±0.92b	14.17±0.06b	4.24±0.02b	25.22±0.28b	0.53±0.01b	1.49±0.07b	2.71±0.01b	2.05±0.07d	0.73±0.01d	181.1±1.10b
dsc-3	39.30±0.21c	2.77±0.13c	2.45±0.16c	15.67±0.17c	0.48±0.01bc	0.93±0.01c	0.97±0.12d	10.60±0.65a	4.00±0.11a	72.4±0.23c
dsc-4	26.67±0.90d	1.79±0.23d	1.41±0.07d	11.56±0.33d	0.46±0.04c	0.63±0.01d	0.87±0.05de	10.71±0.30a	3.81±0.10a	53.8±1.71d
dsc-5	17.72±0.24e	1.31±0.05de	0.80±0.03e	8.55±0.23e	0.35±0.03d	0.39±0.01e	0.74±0.02e	9.97±0.25ab	3.47±0.09b	39.8±0.74e
dsc-6	17.34±0.30ef	1.17±0.02e	0.77±0.05e	7.89±0.21f	0.31±0.01d	0.38±0.02e	0.73±0.07e	9.96±0.08ab	3.62±0.05ab	38.6±0.42e
dsc-7	16.19±0.38f	0.91±0.13e	0.58±0.06f	7.20±0.05g	0.27±0.04de	0.30±0.00f	0.75±0.04e	9.69±0.10b	3.44±0.01b	35.9±0.23f
dsc-8	13.70±0.06g	0.83±0.01e	0.57±0.05f	6.27±0.01h	0.24±0.06e	0.22±0.02g	0.83±0.07e	9.44±0.11b	3.42±0.16b	32.1±0.95g
dsc-9	12.50±0.46g	0.95±0.08e	0.26±0.01g	8.31±0.05e	0.22±0.01e	0.11±0.02h	0.51±0.01f	8.04±0.37c	2.59±0.06c	30.8±0.72g
CK	3.23±0.15h	1.00±0.02e	2.59±0.05c	6.80±0.19g	0.23±0.01e	0.82±0.00c	1.30±0.05c	1.92±0.03d	0.66±0.02d	18.55±0.42h

注:EGCG 为表没食子儿茶素没食子酸酯, ECG 为表儿茶素没食子酸酯, EC 为表儿茶素, EGC 为表没食子儿茶素, CG 为儿茶素没食子酸酯, C 为儿茶素, GC 为没食子儿茶素, GCG 为没食子儿茶素没食子酸酯, GA 为没食子酸。

2.4 茶黄素组分在红茶加工中的变化

总体来看, TFDG 是质量分数最高的组分, 其次为 TF-3-G, TF 质量分数最低. 由图 1 可知, 从萎凋到揉捻结束, 各组分质量分数都急剧增加. TF 在揉捻(dsc-3)时达到峰值 0.1%, 之后有所降低, 毛茶(dsc-9)中有 0.08%. TF-3-G, TF-3'-G 从萎凋到发酵 40 min(dsc-4)时质量分数显著增加, 此时 TF-3-G 达到峰值, 随后降低; TF-3'-G 在发酵结束(dsc-8)时达到最高值. TFDG 从萎凋到发酵结束, 质量分数持续积累, 发酵结束时达到最大值 0.49%. 大树茶 TFDG 质量分数明显高于云南大叶种, 其余 3 种质量分数均低于云南大叶种.

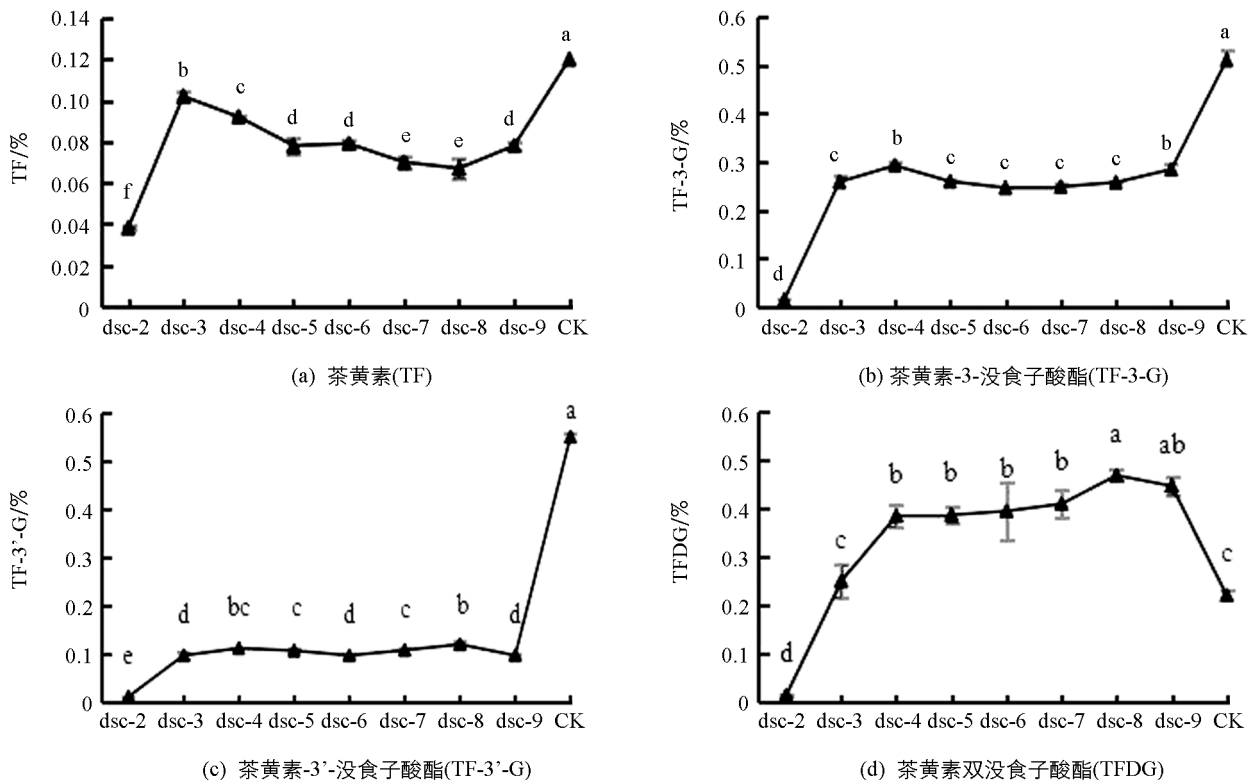


图 1 4 种茶黄素组分在红茶加工中的变化

Okinda 等^[20]证实 TFDG 与红茶品质呈极显著相关, 不同茶黄素对红茶汤收敛性的贡献值不同^[21]. 易晓芹等^[22]分析了来自印度、斯里兰卡、肯尼亚等不同产地的 15 种红茶样茶黄素组分, 发现 TF-3-G 质量分数均不足 0.1%, TFDG 质量分数也不高, 相比之下, 南川大树茶红茶中两者质量分数较为丰富, 造就了红茶汤收敛性较强, 滋味鲜爽的优良品质.

2.5 氨基酸组分在红茶加工中的变化

游离氨基酸在加工中的变化见表 6. 鲜叶经萎凋后, 由于各种水解酶的作用, 蛋白质、多肽等水解, 因此绝大多数氨基酸质量分数有所增加, 其中苯丙氨酸、天冬酰胺等升幅较大, 尤其苯丙氨酸相比鲜叶增加了 7.49 倍, 天冬酰胺增长了 3.44 倍; 游离氨基酸总量从 24.11 mg/g 上升到 35.03 mg/g, 增加了 45.29%, 之后的工序中呈现先降后升趋势, 毛茶中为 36.34 mg/g, 质量分数显著高于鲜叶. 鲜叶中质量分数较高的有茶氨酸、谷氨酸、丝氨酸等, 随着后续加工的进行, 茶氨酸在叶片中持续分解为谷氨酸和乙胺^[23-24], 因此质量分数降低; 谷氨酸作为氨的转运站, 可以进一步转化为重要的呈味氨基酸, 质量分数也降低. 脯氨酸、精氨酸等 7 种氨基酸在揉捻时质量分数有所增加, 其余 14 种氨基酸均减少, 此后的发酵过程有少量变化, 但趋势较缓. 发酵叶在烘干过程中, 所有氨基酸质量分数均有增加, 推测可能由于高温, 蛋白质大量热水解, 使得氨基酸质量分数增多^[25]. 谷氨酸、茶氨酸、精氨酸、蛋氨酸这 4 种氨基酸在毛茶中

的质量分数比鲜叶低, 其余 17 种氨基酸在毛茶中的质量分数均显著高于鲜叶 ($p < 0.05$).

氨基酸在红茶加工中的变化较复杂, 对红茶品质有重要影响^[26]. 各氨酸经脱羧、脱水等生成了吡嗪类^[27]、醛类^[28]、吡咯类^[29]等香气物质, 使南川大树茶红茶透发出甜香和花果香. 此外, 氨基酸与多酚类氧化缩合形成的黑褐色物质^[30], 造就干茶乌润的色泽. 大树茶红茶中茶氨酸^[31]、天冬氨酸、丝氨酸^[32]等质量分数较高, 这些呈味氨基酸造就了大树茶红茶汤鲜爽^[33]、甜醇^[34]的优良品质. 茶氨酸质量分数稍低于云南大叶种, 但游离氨基酸总量更丰富, 滋味更鲜爽醇厚.

表 6 氨基酸组分在红茶加工中的变化

/(mg · g⁻¹)

样品	dsc-1	dsc-2	dsc-3	dsc-4	dsc-5	dsc-6	dsc-7	dsc-8	dsc-9	CK
ASP	1.87±0.06e	3.48±0.19c	2.11±0.05de	2.12±0.09d	2.29±0.10d	2.28±0.15d	2.22±0.06d	4.02±0.10b	4.82±0.04a	1.91±0.02e
GLU	3.83±0.22a	2.51±0.10b	2.37±0.06bc	2.23±0.02bc	2.24±0.08bc	2.15±0.05c	2.09±0.07c	2.32±0.11bc	2.50±0.03b	4.08±0.34a
ASN	0.77±0.03e	3.42±0.10a	3.35±0.09a	3.16±0.03bc	3.22±0.10b	3.10±0.00c	3.23±0.03b	3.00±0.01c	3.33±0.01ab	1.07±0.02d
GLN	1.07±0.18c	2.33±0.10a	2.02±0.05b	1.99±0.00b	1.98±0.06b	1.93±0.01b	1.98±0.05b	2.03±0.05b	2.04±0.01b	2.20±0.00a
SER	2.91±0.15a	2.92±0.10a	2.52±0.07b	2.12±0.02c	2.28±0.09bc	2.29±0.15bc	2.39±0.09b	2.36±0.04bc	3.04±0.09a	1.79±0.03d
β-ALA	0.11±0.01c	0.14±0.01b	0.15±0.01b	0.15±0.00b	0.14±0.00b	0.14±0.01b	0.15±0.01b	0.15±0.01b	0.18±0.02a	0.10±0.01c
THR	0.50±0.02c	0.69±0.02a	0.66±0.02ab	0.63±0.01ab	0.64±0.02ab	0.60±0.04b	0.61±0.01b	0.65±0.01ab	0.67±0.01a	0.55±0.01c
PRO	0.24±0.01d	0.52±0.03c	0.66±0.01b	0.66±0.01b	0.69±0.05ab	0.71±0.04ab	0.62±0.06b	0.63±0.01b	0.74±0.01ab	0.75±0.01ab
γ-GABA	0.24±0.01d	0.74±0.02c	0.90±0.03b	0.88±0.06b	0.93±0.04b	0.91±0.07b	0.92±0.01b	0.99±0.00ab	1.08±0.00ab	0.3±0.06d
THEA	6.54±0.25a	6.17±0.40a	5.06±0.16bc	4.92±0.06bc	4.90±0.17bc	4.51±0.33c	4.55±0.10c	4.99±0.02bc	5.38±0.02bc	6.84±0.02a
ALA	0.45±0.01d	0.90±0.06b	0.47±0.02d	0.23±0.04e	0.41±0.21d	0.66±0.08c	0.68±0.09c	1.10±0.02a	1.12±0.02a	1.01±0.02ab
ARG	2.26±0.19ab	2.20±0.06b	2.46±0.13ab	2.54±0.07a	2.44±0.25ab	1.98±0.03b	1.96±0.40b	1.88±0.03b	2.01±0.01b	2.31±0.03ab
VAL	0.52±0.03d	1.52±0.05a	1.46±0.04ab	1.44±0.01ab	1.45±0.05ab	1.35±0.09b	1.34±0.01b	1.44±0.01ab	1.50±0.00a	0.84±0.01c
MET	0.05±0.00b	0.06±0.01ab	0.07±0.02ab	0.06±0.00ab	0.06±0.00ab	0.06±0.01ab	0.05±0.01b	0.01±0.00c	0.04±0.00b	0.04±0.00b
CYS	0.08±0.00e	0.11±0.01d	0.07±0.00e	0.08±0.00e	0.08±0.00e	0.07±0.00e	0.07±0.00e	0.12±0.00c	0.15±0.00b	0.55±0.02a
ILE	0.44±0.04g	1.19±0.05b	1.10±0.03c	1.06±0.03cd	1.03±0.01d	0.94±0.06e	0.99±0.00de	1.22±0.01ab	1.26±0.04ab	0.81±0.01f
LEU	0.88±0.06f	1.88±0.07c	1.79±0.07cd	1.73±0.02de	1.75±0.05de	1.65±0.11e	1.77±0.01d	1.69±0.02de	2.25±0.03a	2.01±0.06b
TRP	0.64±0.05d	1.29±0.10a	1.03±0.01b	0.98±0.07b	0.95±0.07bc	0.86±0.06c	0.94±0.05bc	1.27±0.03a	1.30±0.03a	0.88±0.07c
PHE	0.17±0.01e	1.43±0.04a	1.21±0.04b	1.14±0.01bc	1.13±0.02bc	1.06±0.08c	1.05±0.15c	1.09±0.01c	1.18±0.01bc	0.71±0.01d
LYS	0.27±0.02f	0.94±0.10d	1.12±0.05b	0.96±0.07cd	1.00±0.05cd	1.02±0.00cd	1.03±0.01d	0.86±0.01e	0.92±0.02de	1.75±0.03a
TYR	0.26±0.07d	0.59±0.05c	0.91±0.06a	0.86±0.01ab	0.88±0.03ab	0.77±0.06b	0.74±0.04b	0.88±0.01ab	0.93±0.03a	0.67±0.03bc
合计	24.11±0.07d	35.03±0.05a	31.49±0.01bc	29.94±0.03c	30.49±0.05c	29.04±0.03c	29.38±0.03c	32.70±0.07b	36.34±0.05a	31.17±0.06b

注: ASP 为天冬氨酸, GLU 为谷氨酸, ASN 为天冬酰胺, GLN 为谷氨酰胺, SER 为丝氨酸, β-ALA 为 β-丙氨酸, THR 为苏氨酸, PRO 为脯氨酸, γ-GABA 为 γ-氨基丁酸, THEA 为茶氨酸, ALA 为丙氨酸, ARG 为精氨酸, VAL 为缬氨酸, MET 为甲硫氨酸, CYS 为半胱氨酸, ILE 为异亮氨酸, LEU 为亮氨酸, TRP 为色氨酸, PHE 为苯丙氨酸, LYS 为赖氨酸, TYR 为酪氨酸.

3 讨论

实验表明, 南川大树茶鲜叶中儿茶素质量分数极丰富, 且酯型儿茶素比例大, 咖啡碱质量分数也较高, 酚氨比大于 8, 且毛茶中茶黄素质量分数较高, 氨基酸质量分数高, 表明此品种适制红茶. 在南川大树茶红茶加工中, 水浸出物质量分数逐步减少, 但毛茶中质量分数依然丰富, 明显高于云南大叶种, 符合优质红茶的标准. 茶多酚和儿茶素类在加工中质量分数大幅减少, GA, GCG 质量分数在加工中显著增加; TFDG

在加工中整体呈上升趋势, 是质量分数最高的组分, 其次为 TF-3-G; 茶黄素总量呈上升—下降—上升趋势, 茶红素质量分数先增多后减少, 茶褐素持续积累, 成茶中茶色素质量分数低于云南大叶种, 游离氨基酸在加工中质量分数显著增加, 质量分数较云南大叶种更高。云南大叶种汤色红亮, 但香气、滋味等欠佳, 大树茶红茶整体品质更优。

从南川大树茶鲜叶分析结果可看出, 南川大树茶具明显的品种特征, 鲜叶中 EGCG 质量分数极高, 明显高于云南大叶种^[35]、祁门种^[36]、福鼎大白茶^[4]、茗科一号^[37]、四川中小叶种^[38]等, 在红茶加工过程中, 高质量分数的 EGCG 分别与 EC, ECG 偶联氧化形成 TF-3-G 和 TFDG, 因此, 毛茶中 TF-3-G 和 TFDG 的质量分数虽低于云南大叶种, 但也较大多品种高。此外, EGCG 转化形成大量的 GCG, GCG 也是红茶中的一种功能性成分, 可减少血浆中的胆固醇, 对脂质过氧化抑制能力很强, 具有抗氧化活性, 在某一特定条件下, 清除自由基的能力甚至高于 EGCG^[39]。

在后续的工艺优化过程中, 可以通过对发酵叶的发酵温度、供氧状态、pH 等因素加以调控和优化, 抑制 EGCG 异构化为 GCG, 进一步促进茶黄素的形成, 充分发挥南川大树茶的品种特性, 提高产品品质。

参考文献:

- [1] 曾建明. 南川野生茶树 [J]. 中国茶叶, 1999, 21(1): 37.
- [2] 张承春, 廖代钧, 陈令先, 等. 南川大叶茶野生植被调查 [J]. 茶叶, 1981(1): 25-29.
- [3] 何思佳. 南川区大树茶繁育及栽培技术项目初见成效 [J]. 植物医生, 2017, 30(11): 5.
- [4] 王 鵬. 南川野生大茶树特征成分分析研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [5] 冯 林, 沈 强, 何 萍, 等. 中国功夫红茶研究进展 [J]. 贵州茶叶, 2012, 40(3): 11-16.
- [6] 国家茶叶质量监督检验检疫中心. 茶叶感官审评方法: GB/T 23776-2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [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. 茶磨碎试样的制备及其干物质含量测定: GB/T 8303-2013 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [8] 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. 茶水浸出物测定: GB/T 8305-2013 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [9] 中国国家标准化管理委员会. 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法: GB/T 8313-2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [10] 程启坤. 红茶色素的系统分析法 [J]. 中国茶叶, 1981, 3(1): 17.
- [11] LI N N, LIU Y, ZHAO Y, et al. Simultaneous HPLC Determination of Amino Acids in Tea Infusion Coupled to Pre-Column Derivatization with 2, 4-Dinitrofluorobenzene [J]. Food Analytical Methods, 2016, 9(5): 1307-1314.
- [12] OZDEMIR F, GOKALP H Y, NAS S. Effects of Shooting Period, Times within Shooting Periods and Processing Systems on the Extract, Caffeine and Crude Fiber Contents of Black Tea [J]. Z Lebensm Unters Forsch, 1993, 197(4): 358-362.
- [13] LEE L S, KIM Y C, PARK J D, et al. Changes in Major Polyphenolic Compounds of Tea (Camellia Sinensis) Leaves during the Production of Black Tea [J]. Food Science and Biotechnology, 2016, 25(6): 1523-1527.
- [14] ÖLMEZ H, YILMAZ A. Changes in Chemical Constituents and Polyphenol Oxidase Activity of Tea Leaves with Shoot Maturity and Cold Storage [J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2009, 34: 653-665.
- [15] DAVIES A P, GOODSALL C, CAI Y, et al. Black Tea Dimeric and Oligomeric Pigments—Structures and Formation [M] // Plant Polyphenols 2. Boston, MA: Springer US, 1999: 697-724.
- [16] 胡艳萍, 姜东华, 姚学坤, 等. 云南大叶种茶无性系良种加工不同产品儿茶素的差异分析 [J]. 茶叶通讯, 2016, 43(2): 30-33.

- [17] 徐 懿,屠幼英,钟小玉. 茶儿茶素异构化研究现状 [J]. 中草药, 2008, 39(7): 1106-1109.
- [18] KOMATSU Y, SUEMATSU S, HISANOBU Y, et al. Effects of pH and Temperature on Reaction Kinetics of Catechins in Green Tea Infusion [J]. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 1993, 57(6): 907-910.
- [19] 坂本彬,井上博之,中川致之. 12 種類の紅茶の化学成分 [J]. 日本食品科学工学会誌, 2012, 59(7): 326-330.
- [20] OKINDA OWUOR P, OBANDA M. The Changes in Black Tea Quality Due to Variations of Plucking Standard and Fermentation Time [J]. *Food Chemistry*, 1998, 61(4): 435-441.
- [21] OWUOR P. Clonal Variation in the Individual Theaflavin Levels and Their Impact on Astringency and Sensory Evaluations [J]. *Food Chemistry*, 1995, 54(3): 273-277.
- [22] 易晓芹,周原也,贺 麟,等. 不同产地红茶主要品质成分分析 [J]. 茶叶通讯, 2017, 44(2): 30-33.
- [23] YE Y L, YAN J N, CUI J L, et al. Dynamic Changes in Amino Acids, Catechins, Caffeine and Gallic Acid in Green Tea during Withering [J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2018, 66: 98-108.
- [24] VUONG Q V, BOWYER M C, ROACH P D. L-Theanine: Properties, Synthesis and Isolation from Tea [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2011, 91(11): 1931-1939.
- [25] ROBERTS G R, SANDERSON G W. Changes Undergone by Free Amino-Acids During the Manufacture of Black Tea [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1966, 17(4): 182-188.
- [26] SCHARBERT S, HOLZMANN N, HOFMANN T. Identification of the Astringent Taste Compounds in Black Tea Infusions by Combining Instrumental Analysis and Human Bioresponse [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, 52(11): 3498-3508.
- [27] MARTINS S I F S, JONGEN W M F, VAN BOEKEL M A J S. A Review of Maillard Reaction in Food and Implications to Kinetic Modelling [J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2000, 11(9-10): 364-373.
- [28] TAKEO T, MAHANTA P K. Comparison of Black Tea Aromas of Orthodox and CTC Tea and of Black Teas Made from Different Varieties [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1983, 34(3): 307-310.
- [29] TUAN H Q, THINH N D, MINH TU N T. Amino Acid Composition as Precursor Flavors Changes in Tea Leaves (*Camellia Sinensis*) during Orthodox Black Tea Manufacturing [J]. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 2017, 55(1): 1.
- [30] 俞露婷,袁海波,王伟伟,等. 红茶发酵过程生理生化变化及调控技术研究进展 [J]. 中国农学通报, 2015, 31(22): 263-269.
- [31] SHU K, KUMAZAWA K, MASUDA H, et al. Sensory and Structural Characterisation of an Umami Enhancing Compound in Green Tea (mat-cha) [J]. *Developments in Food Science*, 2006, 43(43): 181-184.
- [32] 帅玉英,张 涛,江 波,等. 茶氨酸的研究进展 [J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(11): 117-123.
- [33] 王秀梅. 祁门红茶加工过程中代谢谱分析及其品质形成机理研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2012.
- [34] KIRIMURA J, SHIMIZU A, KIMIZUKA A, et al. Contribution of Peptides and Amino Acids to the Taste of Foods [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1969, 17(4): 689-695.
- [35] 谢志英,黄立文,王秀华,等. 云南大叶种茶不同品种儿茶素组分含量分析 [J]. 中国农学通报, 2014, 30(19): 146-150.
- [36] 方骏婷. 祁门红茶加工过程中主要化学成分分析 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2016.
- [37] 王自琴. 四川引进茶树品种茗科 1 号、铁观音和黄桷加工红茶与绿茶的品质比较 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2015.
- [38] 罗理勇,曾 亮,李洪军. 川红工夫加工过程多酚类物质及其相关酶的变化规律 [J]. 食品科学, 2015, 36(3): 57-62.
- [39] 王川丕,诸 力,周苏娟,等. 儿茶素 EGCG 与其空间异构体 GCG 的抗氧化活性和反应活性的密度泛函理论研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(4): 645-650.

Analysis of Quality Characteristics of *Camellia nanchuanica* During Primary Processing of Black Tea

LI Xiao-lian¹, LI Wei², LI Jiu-yan², TONG Hua-rong^{1,3}

1. School of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Economic Crops Center of Agricultural Commission of Nanchuan District, Nanchuan Chongqing 408400, China;

3. Ancient Tree Tea Research Institute, Chongqing 400013, China

Abstract: In this experiment, *Camellia nanchuanica* with a bud and two leaves, was used as the material to process orthodox black tea. The changes of each major quality component during processing were studied. With *C. sinensis* var. *assamica* in Yunnan as the CK, the adaptability of processing and variety characteristics of *C. nanchuanica* were evaluated. The results showed that during the processing of black tea, the total amount of water extracts and tea polyphenols decreased gradually; the total amount of catechins was greatly reduced; of the 8 catechins studied, the contents of 7 decreased significantly, with the exception of gallic acid gallate (GCG), and the content of gallic acid (GA) increased significantly. The total amount of theaflavins and the four monomers: theaflavin (TF), theaflavin-3-gallate (TF-3-G), theaflavin-3'-gallate (TF-3'-G) and theaflavin digallate (TFDG) increased sharply after rolling, only TFDG continued to increase in the subsequent processes, and it was always the component with the highest content. The content of thearubigin increased first and then decreased, while the tea brown pigment was steadily accumulated throughout processing. The total amount of free amino acids increased during processing, reaching a maximum of 36.34 mg/g in raw black tea. Theanine, aspartic acid and glutamic acid had higher content. The content of theanine and glutamic were decreased with the processing, Aspartic acid, asparagine, and glutamine increased. Most amino acids increased significantly after withering, and all amino acids increased from the end of fermentation to drying. The sensory evaluation showed that after 80 minutes' fermentation the taste of the product was the best, sweet and mellow and refreshing. The primary tea of *C. nanchuanica* had the highest comprehensive score, its knot being tight and the soup being orange and bright in color, sweet and refreshing in taste, and sweet and fragrant in smell. Compared with the black tea, the fermentation time is shorter in 80 minutes, which is beneficial to processing. Comparatively, the soup color of CK was better, but its aroma was not as good as *C. nanchuanica* black tea, which was better in overall quality.

Key words: *Camellia nanchuanica*; orthodox processing; characteristic component; sensory evaluation

责任编辑 周仁惠