

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20241007001

掌叶覆盆子甜茶的茶类适制性研究

李传恺¹, 陈盛虎², 朱雯³, 李晓梅¹, 黄友谊^{4*}

(1. 湖北工业职业技术学院生态环境学院, 十堰 442000; 2. 湖北省果茶办公室, 武汉 430070;
3. 武汉音乐学院作曲系, 武汉 430060; 4. 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070)

摘要: **目的** 探究掌叶覆盆子甜茶(*Rubus chingii* var. *suavissimus*)的茶类适制性。**方法** 采用4种茶类制作工艺加工甜茶叶片, 通过感官审评和理化检测评价不同加工工艺对甜茶品质的影响。**结果** 采用不同茶类加工方法制得的甜茶均能形成对应茶类的品质特征, 以绿茶和白茶加工方法更有利于甜茶感官品质的形成。不同茶类加工方法对甜茶的多酚、游离氨基酸和可溶性糖含量的影响达到极显著水平($P<0.01$), 对水浸出物和黄酮含量的影响不显著($P>0.05$)。水浸出物含量(449.02~490.51 g/kg)、多酚含量(58.83~104.24 g/kg)、游离氨基酸含量(6.91~11.60 g/kg)、可溶性糖含量(175.41~201.20 g/kg)和黄酮含量(22.69~24.51 g/kg)均以绿茶型和白茶型甜茶高于红茶型和青茶型甜茶。**结论** 掌叶覆盆子甜茶适宜加工绿茶型和白茶型产品。

关键词: 掌叶覆盆子甜茶; 茶类; 适制性; 品质

Study on processing suitability of sweet tea of *Rubus chingii* var. *suavissimus*

LI Chuan-Kai¹, CHEN Sheng-Hu², ZHU Wen³, LI Xiao-Mei¹, HUANG You-Yi^{4*}

(1. College of Ecology and Environment, Hubei Industrial Polytechnic, Shiyan 442000, China; 2. Administration Office for Fruit & Tea Industry in Hubei Province, Wuhan 430070, China; 3. Composition Department, Wuhan Conservatory of Music, Wuhan 430060, China; 4. Horticulture and Forestry Science College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the processing suitability of sweet tea of *Rubus chingii* var. *suavissimus*. **Methods** Sweet tea leaves were processed with 4 kinds of tea processing methods in the experiment. Effects on the quality of sweet tea samples were identified through sensory evaluation and chemical components detection. **Results** The results showed that the sweet tea prepared by different tea processing methods exhibited the quality characteristics of the corresponding tea type. Green tea and white tea processing methods were more conducive to the formation of the sensory quality of sweet tea. Different tea processing methods had extremely significant effects on the polyphenols, free amino acids and soluble sugar contents in sweet tea ($P<0.01$), but had no significant effects on the content of water extract and flavonoids ($P>0.05$). The content of water extract (449.02–490.51 g/kg), polyphenol (58.83–104.24 g/kg), free amino acid (6.91–11.60 g/kg), soluble sugar (175.41–201.20 g/kg), and flavonoid (22.69–24.51 g/kg) in green-tea-type and white-tea-type samples were higher than those in black-tea-type and oolong-tea-type samples. **Conclusion** Sweet tea is more suitable to process green-tea-type

基金项目: 十堰市引导性科研项目(24Y212)、湖北工业职业技术学院科研项目(XJ2023000801)

Fund: Supported by the Guiding Scientific Research Project of Shiyan (24Y212), and the Scientific Research Project of Hubei Industrial Polytechnic (XJ2023000801)

*通信作者: 黄友谊, 博士, 教授, 主要研究方向为茶叶生物技术与加工研究。E-mail: youyi@mail.hzau.edu.cn

*Corresponding author: HUANG You-Yi, Ph.D, Professor, Horticulture and Forestry Science College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China. E-mail: youyi@mail.hzau.edu.cn

and white-tea-type products.

KEY WORDS: sweet tea of *Rubus chingii* var. *suavissimus*; tea type; processing suitability; quality

0 引言

甜茶是一种保健功效突出且安全无毒的甜味植物。国内有记录的甜茶植物共涉及 7 科 8 属 9 种 11 个亚种^[1], 其中广西甜茶, 又被称作掌叶悬钩子, 是蔷薇科悬钩子属的一种多年生有刺灌木^[2], 具有抗炎、抗氧化、抗过敏、抗肿瘤、防龋齿、降血糖等功效^[3]。该植物为广西 3 大甜味植物之一, 与罗汉果和甜叶菊齐名, 主要产区包括柳州、桂林、梧州等地。近年来, 湖北省通山县境内也有发现与之类的掌叶覆盆子植物(*Rubus chingii* var. *suavissimus*), 主要形态学特征为: 藤状灌木, 嫩枝绿色, 有皮刺。单叶, 近圆形, 基部心形, 边缘掌状 5 深裂, 具重锯齿, 托叶线形。单花腋生, 白色。成熟果实近球形, 砖红色。经中国科学院武汉植物园进行形态学与组织学鉴定, 结果表明: 湖北甜茶植株和广西甜茶植株均为蔷薇科悬钩子属植物掌叶覆盆子, 该植物为湖北新分布种。《中华本草》中有关于覆盆子叶的使用记载, 当地居民将其做茶饮用的情况较为普遍, 用于消渴清凉且未发现毒副作用, 并模仿野生环境开展人工栽培, 通过移栽方式扩大繁殖面积^[4]。目前, 国内针对甜茶的开发利用主要围绕在种质资源鉴定^[5-6]、栽培技术改良^[7-8]、物质含量检测^[9-10]、活性成分提取^[11-12]、药理功能验证^[13-14]、食品配料添加^[15-16]等内容, 但对其茶类适制性研究较少, 产品多采用直接晒干的传统方式制成, 在外观和口感等方面有待进一步提升。鉴于此, 本研究按照不同茶类加工方法, 采用现代化机械试制甜茶, 分析比较其感官和理化品质, 筛选出适合加工的茶类, 提升产品质量和作业效率, 为合理利用甜茶资源提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

掌叶覆盆子甜茶成熟叶于 2016 年 7 月份采摘于湖北省通山县九宫山, 去掉叶柄, 保留叶片。

95%乙醇、甲醇、福林酚、茛三酮、蒽酮、三氯化铝(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司)。

6CST-30 型滚筒杀青机、6CR-45 型茶叶揉捻机、6CSP-60 型瓶式炒干机(浙江绿峰机械有限公司); JY-6CHZ-TB 型茶叶烘干机(福建佳友机械有限公司); 722N 型可见分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司)。

1.2 制样方法

分别采用绿茶、红茶、青茶、白茶 4 种茶类加工方法对同一批甜茶鲜叶进行加工, 以四分法进行分样。

绿茶型甜茶: 鲜叶摊放 4 h→滚筒杀青机 200 °C 杀青 1 min→揉捻 20 min→复干机 190 °C 干燥约 30 min。

红茶型甜茶: 鲜叶萎凋 7 h→揉捻 30 min→室温发酵 6 h→复干机 190 °C 干燥约 40 min。

青茶型甜茶: 鲜叶摊放 4 h→第一次摇青 30 s, 静置 2 h→第二次摇青 1 min, 静置 5 h→滚筒杀青机 200 °C 炒青 1 min→揉捻 20 min→复干机 190 °C 干燥约 40 min。

白茶型甜茶: 鲜叶萎凋 25 h→烘干机 80 °C 干燥约 1 h。制得的样品密封, 低温储存备用。

1.3 分析方法

1.3.1 茶样感官审评方法

参照 GB/T 23776—2009《茶叶感官审评方法》和 NY/T 2140—2012《绿色食品 代用茶》整理感官评分标准(表 1), 由华中农业大学茶学系 7 名经过训练的专业人员进行密码审评, 各项因子权重为: 外形 5%、汤色 10%、香气 20%、滋味 20%、甜度 40%、叶底 5%。

表 1 不同茶类甜茶感官审评标准
Table 1 Sensory evaluation criteria for different kinds of sweet tea

| 因子 | 级别 | 品质特征 | 给分 | 系数 /% |
|----|----|---------------|-------|-------|
| 外形 | 甲 | 匹配对应茶类色泽、紧实 | 90±10 | 5 |
| | 乙 | 较匹配对应茶类色泽、较紧实 | 70±10 | |
| | 丙 | 未匹配对应茶类色泽、粗松 | 50±10 | |
| 汤色 | 甲 | 匹配对应茶类色泽、明亮 | 90±10 | 10 |
| | 乙 | 较匹配对应茶类色泽、欠亮 | 70±10 | |
| | 丙 | 未匹配对应茶类色泽、浑浊 | 50±10 | |
| 香气 | 甲 | 甜香、花香、果香 | 90±10 | 20 |
| | 乙 | 带甜香、火工香 | 70±10 | |
| | 丙 | 青气、熟闷、老火 | 50±10 | |
| 滋味 | 甲 | 甜醇 | 90±10 | 20 |
| | 乙 | 尚甜醇、微涩 | 70±10 | |
| | 丙 | 浓涩、青涩 | 50±10 | |
| 甜度 | 甲 | 非常甜 | 90±10 | 40 |
| | 乙 | 较甜 | 70±10 | |
| | 丙 | 不甜 | 50±10 | |
| 叶底 | 甲 | 匹配对应茶类色泽、匀齐 | 90±10 | 5 |
| | 乙 | 较匹配对应茶类色泽、尚匀齐 | 70±10 | |
| | 丙 | 未匹配对应茶类色泽、欠匀齐 | 50±10 | |

1.3.2 茶样理化成分检测方法

水分参照快速法^[17]进行检测;水浸出物参照全量法^[17]进行检测;多酚参照福林酚法^[17]进行检测;黄酮参照三氯化铝比色法^[18]进行检测;游离氨基酸参照茚三酮比色法^[17]进行检测;可溶性糖参照蒽酮比色法^[17]进行检测。

1.4 数据处理

采用 Excel 2007 软件进行数据整理,采用 SPSS 18.0 软件进行统计分析。单因素试验的方差分析采用单向方差分析法^[19],多重比较采用 Duncan 法。 $P<0.05$,表示有显著性差异, $P<0.01$,表示有极显著性差异。

2 结果与分析

2.1 不同茶类加工方法对甜茶感官品质的影响

采用 4 种茶类加工方法试制甜茶,对甜茶样品进行了感官审评。由表 2 可知,采用 4 种茶类加工方法制得的甜茶,均基本能形成对应茶类的品质特征。在不同的感官指标中,外形以绿茶型和白茶型甜茶得分较高,分别为 89.5 分和 73.3 分,红茶型和青茶型的甜茶得分较低。香气以白茶型甜茶得分最高,为 87.3 分,带有浓郁果香,青茶型和绿茶型的甜茶得分次之,前者带有高火香,后者带有甘草香,红茶型甜茶香气得分最低,带有青气。在滋味和甜度方面,4 种甜茶样品均具有明显的甜味,并略带涩感,但以绿茶型甜茶的滋味和甜度得分最高。在汤色和叶底方面,得分排序均为白茶型甜茶>绿茶型甜茶>青茶型甜茶>红茶型甜茶。感官品质总分以绿茶型甜茶最高,为 77.9 分,白茶型次之,青茶型和红茶型略低。李宏娅等^[20]采用 5 种

不同加工方式试制多穗柯甜茶(*Lithocarpus polystachyus* Rehder),以锅炒杀青制得的甜茶得分最高,汤色碧绿且香气鲜浓;以红碎茶方式制得的甜茶得分最低,汤色较暗、香气较弱且滋味浓涩。这表明不同茶类加工方法对甜茶不同的感官品质有着不同的影响,整体以绿茶和白茶加工方法更有利于甜茶感官品质的形成。

2.2 不同茶类加工方法对甜茶理化品质的影响

对 4 种茶类加工方法试制的甜茶理化成分进行了检测分析,结果见表 3 和图 1。由表 3 可知,茶类加工方法对甜茶的多酚、游离氨基酸和可溶性糖含量的影响达到极显著水平($P<0.01$),对水浸出物和黄酮含量的影响不显著($P>0.05$)。

2.2.1 不同茶类加工方法对甜茶水浸出物的影响

水浸出物是可溶性物质的总和,在一定程度上反映了茶汤滋味成分的多寡。由图 1 可知,在 4 种茶类加工方法试制的甜茶中,水浸出物含量以白茶型甜茶(490.51 g/kg)最高,绿茶型甜茶(482.94 g/kg)次之,二者之间无显著性差异($P>0.05$);红茶型甜茶(449.02 g/kg)最低,与白茶型和绿茶型甜茶存在显著性差异($P<0.05$);青茶型甜茶(473.47 g/kg)略高于红茶型,与其他类型甜茶均无显著性差异($P>0.05$)。可见,采用白茶加工方法试制更有利于甜茶水浸出物含量的保留。本研究中测得的甜茶水浸出物含量高于伍淑文等^[21]对甜茶晾干叶的水浸出物测定值(384.80 g/kg),以及邓绍林^[22]对甜茶风干叶的水浸出物测定值(380.00 g/kg),可能是因为摊放、发酵等工序促使叶片中部分物质转化为可溶性物质,同时揉捻造成的叶片细胞破碎更有利于成分浸出。

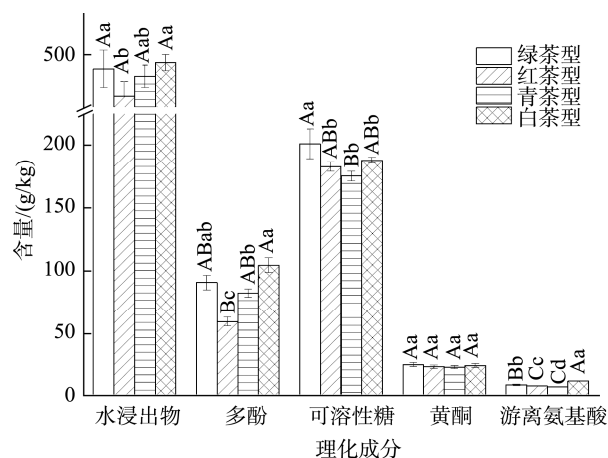
表 2 不同茶类加工方法制得的甜茶感官品质
Table 2 Sensory quality of sweet teas processed by different tea processing methods

| 样品 | 外形 | | 汤色 | | 香气 | | 滋味 | | 甜度 | | 叶底 | | 总分 |
|-------|------------|------|-------|------|------------|------|-------|------|----|------|-------|------|------|
| | 评语 | 评分 | 评语 | 评分 | 评语 | 评分 | 评语 | 评分 | 评语 | 评分 | 评语 | 评分 | |
| 绿茶型甜茶 | 翠绿,卷曲,尚紧实 | 89.5 | 绿黄,亮 | 68.0 | 甜香,甘草香,带青气 | 71.3 | 甜,略涩 | 81.8 | 高 | 80.0 | 暗绿,匀整 | 80.3 | 77.9 |
| 红茶型甜茶 | 乌褐,略卷曲,尚紧实 | 65.5 | 红褐,暗 | 58.8 | 甜香,带青气 | 63.8 | 较甜,微涩 | 73.5 | 较高 | 75.8 | 暗褐,匀整 | 68.3 | 70.3 |
| 青茶型甜茶 | 青褐,略粗松 | 61.3 | 浅红褐,亮 | 60.5 | 甜香,高火 | 71.5 | 较甜,微涩 | 76.5 | 较高 | 75.0 | 褐,匀整 | 70.3 | 72.2 |
| 白茶型甜茶 | 翠绿,片状 | 73.3 | 黄绿,亮 | 80.8 | 甜香,果香 | 87.3 | 较甜,略涩 | 79.0 | 较高 | 68.8 | 绿,匀整 | 82.5 | 76.6 |

表 3 不同茶类加工方法制得甜茶理化成分的方差分析
Table 3 Variance analysis of physicochemical components of sweet tea obtained by different tea processing methods

| 因素 | df | 水浸出物 | 多酚 | 游离氨基酸 | 可溶性糖 | 黄酮 |
|--------|----|-------|---------|-----------|---------|-------|
| 茶类加工方法 | 3 | 3.313 | 47.74** | 151.658** | 7.838** | 1.043 |

注: *表示差异达到 $F_{0.05}$ 显著水平, **表示差异达到 $F_{0.01}$ 极显著水平。



注: 不同小写字母表示经Duncan法检验在0.05水平上差异显著 ($P<0.05$), 不同大写字母表示在0.01水平上差异极显著 ($P<0.01$)。

图1 不同茶类加工方法制得的甜茶理化成分

Fig.1 Physicochemical components of sweet tea obtained by different tea processing methods

2.2.2 不同茶类加工方法对甜茶多酚的影响

多酚是甜茶的重要活性物质之一, 主要有鞣花酸、没食子酸、云实酸等, 具有抗过敏等药理功效^[23]。但多酚含量过高, 易产生苦涩味^[24]。由图 1 可知, 多酚含量为白茶型甜茶(104.24 g/kg)>绿茶型甜茶(90.22 g/kg)>青茶型甜茶(81.89 g/kg)>红茶型甜茶(58.83 g/kg), 白茶型与绿茶型甜茶无显著性差异 ($P>0.05$), 但与其他两种甜茶存在显著性差异 ($P<0.05$), 可见采用白茶和绿茶加工方法试制更有利于甜茶多酚含量的保留。白茶型和绿茶型甜茶的多酚含量高于青茶型和红茶型甜茶, 这与白茶型和绿茶型甜茶的滋味中涩味强于红茶型和青茶型甜茶一致(表 2), 可能是由于后两者经过做青和发酵工序使酚类物质发生不同程度的氧化而减少。该结果与邓绍林^[22]测得的甜茶风干叶多酚含量(89.40 g/kg)较为接近, 但低于伍淑文等^[21]对甜茶晾干叶的多酚测定值(143.40 g/kg), 除了受到加工方法的影响外, 还可能与多酚检测方法不同有关, 本研究是采用福林酚反应检测, 后者是采用酒石酸亚铁反应检测。

2.2.3 不同茶类加工方法对甜茶游离氨基酸的影响

甜茶中含有多种氨基酸^[25], 游离氨基酸多为香气前体成分, 且与滋味品质呈显著正相关^[26]。由图 1 可知, 4 种类型甜茶的游离氨基酸含量之间存在显著性差异 ($P<0.05$), 依次为白茶型甜茶(11.60 g/kg)>绿茶型甜茶(8.59 g/kg)>红茶型(7.51 g/kg)>青茶型甜茶(6.91 g/kg), 可见采用白茶加工方法更有利于甜茶游离氨基酸含量的保留。游离氨基酸在白茶型甜茶中含量最高, 可能是萎凋过程中蛋白质部分水解所致。该结果高于朱雯等^[27]测得的金花甜茶游离氨基酸含量(2.85 g/kg), 可能是金花菌在甜茶中生长时消耗了游离氨基酸。

2.2.4 不同茶类加工方法对甜茶可溶性糖的影响

甜茶含有一定量的糖类物质, 其中单糖有木糖、果糖、葡萄糖, 易溶于水^[28]。可溶性糖多带有甜味, 可以减弱苦涩味, 提高滋味的甜醇度, 对滋味品质的形成具有积极作用^[29]。由图 1 可知, 可溶性糖含量以绿茶型甜茶最高(201.20 g/kg), 白茶型甜茶(188.07 g/kg)次之, 二者之间存在显著性差异 ($P<0.05$), 但白茶型甜茶与红茶型(183.10 g/kg)和青茶型甜茶(175.41 g/kg)无显著性差异 ($P>0.05$), 可见采用绿茶加工方法试制更有利于甜茶可溶性糖含量的保留。该结果与邹青松等^[28]测得的甜茶干叶可溶性糖含量(152.00 g/kg)较为接近。与绿茶型甜茶加工不同, 白茶型、红茶型和青茶型甜茶在加工过程中存在较长时间的萎凋与发酵, 可溶性糖的呼吸消耗较多, 故保留量相对较少^[30]。

2.2.5 不同茶类加工方法对甜茶黄酮的影响

甜茶富含黄酮类物质, 主要有槲皮素、山奈酚、芦丁、金丝桃甙等成分^[31]。由图 1 可知, 不同类型甜茶的黄酮含量之间无显著性差异 ($P>0.05$), 依次为绿茶型甜茶(24.51 g/kg)>白茶型甜茶(23.88 g/kg)>红茶型甜茶(23.03 g/kg)>青茶型甜茶(22.69 g/kg), 可见采用绿茶加工方法更有利于黄酮含量的保留。绿茶型甜茶经高温杀青钝化了酶活性, 因而黄酮留存较多; 而白茶型、红茶型和青茶型甜茶加工过程中存在不同程度的发酵, 不断进行的酶促反应导致黄酮含量减少。该结果低于邓绍林^[22]测得的甜茶风干叶黄酮含量(32.00 g/kg), 可能是甜茶中的黄酮类物质易受发酵、干燥等工序的影响而降低。

3 讨论与结论

3.1 适宜的茶类加工方法有利于甜茶感官品质的形成

不同茶类加工方法制得甜茶的感官审评结果显示, 4 种甜茶均较好保留了甜茶自身特有的甜味, 略涩, 带有甜香, 为甜茶产品的代表性感官品质特征。在生产加工实践中, 应保留甜味特性, 同时尽可能减少涩味, 以利于甜茶优良品质的形成。绿茶型和白茶型甜茶的感官审评得分高于红茶型和青茶型甜茶。绿茶型甜茶外形翠绿卷曲, 汤色绿黄明亮, 香气甜香明显、带甘草香, 滋味甜、略涩, 叶底暗绿匀整; 白茶型甜茶外形翠绿片状, 汤色黄绿明亮, 香气甜香明显、果香浓, 滋味较甜、略涩, 叶底绿色匀整。综合感官品质总分和单项指标得分可知, 以绿茶和白茶两种茶类加工方法制得甜茶的感官品质较优, 说明甜茶鲜叶试制绿茶型和白茶型产品, 尤以绿茶型产品感官品质更佳。陈佳等^[32]提出, 广西甜茶生产企业采用蒸青工艺制作的甜茶成品, 外形色泽翠绿, 口感滋味好, 内含有效功能物质易浸出, 表明采用绿茶制作工艺加工甜茶产品是合理的。

3.2 适宜的茶类加工方法有利于甜茶理化品质的形成

采用不同茶类加工方法制得的甜茶中,水浸出物含量为 449.02~490.51 g/kg,多酚含量为 58.83~104.24 g/kg,可溶性糖含量为 175.41~201.20 g/kg,黄酮含量为 22.69~24.51 g/kg,游离氨基酸含量为 6.91~11.60 g/kg(图 1),表明甜茶内含成分丰富。通常认为多酚、黄酮和甜茶苷是甜茶最主要的功能活性成分,检测结果显示甜茶中多酚和黄酮含量均较高,近年来国内外医药界对其药理功效的研究极为活跃,这是开发利用甜茶的有利基础。本研究中虽然未对甜茶苷含量进行检测,但可溶性糖含量可以反映出绿茶型甜茶中甜味物质最多,而且与感官审评结果相吻合。吴金娇等^[33]的研究表明甜茶苷含量过高时会导致滋味呈现涩感,在 4 种类型样品中以绿茶型甜茶的涩感最强,由此可见,尽管甜茶苷是甜茶的主要功能活性成分之一,但甜茶作为一种日常饮品需要有良好的感官品质,因此在初加工实践中不能将追求甜茶苷含量作为唯一的生产目标。由不同茶类工艺制得甜茶的理化品质可知,各理化成分的保留量均以绿茶型和白茶型甜茶高于红茶型和青茶型甜茶,说明甜茶鲜叶适制绿茶型和白茶型产品。

3.3 以适宜茶类加工方法进行甜茶的开发利用

甜茶作为一种茶、糖、药三位一体的甜味植物,已获得美国食品及药物管理局认证,具有很高的开发价值^[34]。近年来,由于糖的高摄入而导致的人类疾病备受瞩目,全球肥胖症、糖尿病及心血管病的患者比例日益上升,人们越来越希望食品中所使用的蔗糖被无热值或低热值的甜味剂代替。甜茶作为一种高甜度、低热量、口味纯正的非蔗糖天然甜味剂,逐渐受到相关科研人员的重视,是发达国家大力开发的一种糖类替代品^[35]。采用适宜的茶类制作工艺进行甜茶加工可对其有效成分加以充分利用,为科学开发甜茶资源提供新的有效途径,提高综合经济与社会效益。采用绿茶和白茶加工方法所制甜茶品质较优,可根据其产品特点应用于不同类型的加工企业。绿茶型甜茶甜度最高,带有甘草香,可针对其工艺作进一步优化,以获得品质更佳的绿茶型甜茶产品,且目前我国绿茶加工设备普及程度高,其工艺易于在广大茶叶初加工企业中推广。白茶型甜茶虽外形呈不规则片状,但内质良好,带有浓郁果香,其工艺简易且无需考虑做形,可用于速溶茶加工,饮料加工企业可对此进行深度开发利用。随着人们生活水平的逐步提高和保健意识的进一步增强,甜茶作为新一代保健饮品,其增值增效能力必将显著提升,在国内外开拓更为广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 戴宝合. 野生植物资源学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
DAI BH. Wild plant resources [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003.
- [2] 黄友谊. 代用茶加工学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2019.

HUANG YY. Herbal tea processing [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2019.

- [3] 向锋. 甜茶中甜茶苷和甜茶多酚的提取纯化工艺研究及甜茶化学成分的定性分析[D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2019.
XIANG F. Study on the extraction and purification process of sweet tea glycosides and polyphenols and qualitative analysis of the chemical components of sweet tea [D]. Changsha: Hunan University of Chinese Medicine, 2019.
- [4] 樊柏林, 许四元, 李新兰, 等. 湖北新分布种掌叶覆盆子(湖北甜茶)资源初步调查[J]. 公共卫生与预防医学, 2006(4): 87.
FAN BL, XU SY, LI XL, et al. Preliminary investigation on resources of a new species *Rubus chingii* Hu (Hubei Sweet Tea) distributed in Hubei [J]. J Pub H Prev Med, 2006(4): 87.
- [5] 陈宗游, 黄夕洋, 唐辉, 等. 广西甜茶种质资源遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 园艺学报, 2017, 44(1): 161-169.
CHEN ZY, HUANG XY, TANG H, et al. ISSR analysis on genetic diversity for germplasm resources of *Rubus suavissimus* [J]. Acta Hort Sin, 2017, 44(1): 161-169.
- [6] 乔萍, 覃明, 孟婉姮, 等. 掌叶覆盆子及其变种甜茶的质体基因组比较研究[J]. 中国中药杂志, 2024, 49(6): 1506-1516.
QIAO P, QIN M, MENG WH, et al. Comparative analysis of plastomes of *Rubus chingii* and *R.chingii* var.*suavissimus* [J]. China J Chin Mater Med, 2024, 49(6): 1506-1516.
- [7] 邓成华, 王满莲, 梁惠凌, 等. 施氮对广西甜茶幼苗生物量及其分配的影响[J]. 中药材, 2021(3): 538-541.
DENG CH, WANG ML, LIANG HL, et al. Effects of nitrogen application on the biomass and distribution of *Rubus Suavissimus* S. Lee seedlings [J]. J Chin Med Mater, 2021(3): 538-541.
- [8] 苏玉卿, 庞秋凌, 邓光宙, 等. 甜茶优良单株的组培快繁技术研究[J]. 南方园艺, 2023, 34(3): 18-23.
SU YQ, PANG QL, DENG GZ, et al. Study on tissue culture and rapid propagation technology of excellent individual plants of sweet tea [J]. Sout Hort, 2023, 34(3): 18-23.
- [9] 谭冬明, 石相莉, 罗星晔, 等. 甜茶中齐墩果酸及熊果酸的检测方法的建立[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(14): 155-160.
TAN DM, SHI XL, LUO XY, et al. Establishment for the determination of oleanolic acid and ursolic acid from *Rubus Suavissimus* S. Lee [J]. Food Res Dev, 2017, 38(14): 155-160.
- [10] 姚佳, 杨益欢. 基于 SPME-GC-MS 法分析甜茶香气成分[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(20): 163-167.
YAO J, YANG YH. Analysis of aromatic components of sweet tea by SPME couple with GC-MS [J]. Food Res Dev, 2019, 40(20): 163-167.
- [11] 刘英, 郭洋洋, 徐永莉, 等. 响应面法优化甜茶苷的超声提取工艺[J]. 化学与生物工程, 2023, 40(10): 34-38, 63.
LIU Y, GUO YY, XU YL, et al. Optimization in ultrasonic extraction process of Rubusoside by response surface methodology [J]. Chem Bioeng, 2023, 40(10): 34-38, 63.
- [12] 姚佳, 陈开琴, 何志云. 正交设计法优化甜茶多糖的提取工艺[J]. 广东化工, 2021, 48(14): 54-55, 83.
YAO J, CHEN KQ, HE ZY. Optimization of extraction technology of polysaccharide from sweet tea by orthogonal method [J]. Guangdong Chem Ind, 2021, 48(14): 54-55, 83.
- [13] MINE Y, MAJUMDER K, JIN Y, et al. Chinese sweet tea (*Rubus suavissimus*) polyphenols attenuate the allergic responses in a balb/c mouse model of egg allergy [J]. J Funct Foods, 2020, 67(C). DOI: 10.1016/j.jff.2020.103827

- [14] HUA Z, RUILI Q, YUHAN Z, *et al.* Chinese sweet leaf tea (*Rubus suavissimus*) mitigates LPS-induced low-grade chronic inflammation and reduces the risk of metabolic disorders in a C57BL/6J mouse model [J]. *J Agric Food Chem*, 2020, 68(1). DOI: 10.1021/acs.jafc.9b05975
- [15] 陈碧, 李炉娟, 郭松, 等. 甜香型甘蔗甜茶酒发酵工艺优化及品质分析[J]. *中国酿造*, 2023, 42(12): 212–218.
CHEN B, LI LJ, GUO S, *et al.* Optimization of fermentation process and quality analysis for sweet sugarcane tea wine [J]. *China Brew*, 2023, 42(12): 212–218.
- [16] 陈碧, 欧小春, 陆雅思, 等. D-最优混料与响应面法优化甜茶无糖抗氧化活性蛋糕配方[J]. *食品工业科技*, 2021, 42(14): 153–160.
CHEN B, OU XC, LU YS, *et al.* D-optimal mixture and response surface method for optimization of formulation of sweet tea sugar-free antioxidant activity cake [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2021, 42(14): 153–160.
- [17] 陆松侯, 施兆鹏. 茶叶审评与检验[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
LU SH, SHI ZP. Tea evaluation and inspection [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2008.
- [18] 何书美, 刘敬兰. 茶叶中总黄酮含量测定方法的研究[J]. *分析化学*, 2007(9): 1365–1368.
HE SM, LIU JL. Study on the determination method of flavone content in tea [J]. *Chin J Anal Chem*, 2007(9): 1365–1368.
- [19] SHINE LC. A one-way analysis of variance for single-subject designs [J]. *Educ Psychol Meas*, 1971, 31(1). DOI: 10.1177/001316447103100108
- [20] 李宏娅, 杨军成, 汪艳霞, 等. 不同加工方式对甜茶有效成分影响研究[J]. *特产研究*, 2021, 43(3): 75–82.
LI HY, YANG JC, WANG YX, *et al.* Effects of different processing methods on active ingredients in the sweet tea [J]. *Special Wild Econ Plant Res*, 2021, 43(3): 75–82.
- [21] 伍淑文, 樊柏林, 刘晓燕, 等. 湖北掌叶覆盆子叶营养和植物化学物成分分析[J]. *公共卫生与预防医学*, 2012, 23(2): 108–109.
WU SW, FAN BL, LIU XY, *et al.* Analysis of nutrient and phytochemical components in leaves of *Rubus chingii* Hu [J]. *J Pub Health Prev Med*, 2012, 23(2): 108–109.
- [22] 邓绍林. 广西甜茶叶片的营养成分及开发利用价值研究[J]. *中国林副特产*, 2000(3): 18–19.
DENG SL. Study on the nutrient components and development and utilization value of *Rubus Suavissimus* S. Lee leaves [J]. *Forest By-P Spec China*, 2000(3): 18–19.
- [23] 谭冬明. 广西甜茶叶的化学成分研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2008.
TAN DM. Studies on chemical constituents in leaves of *Rubusoside Suavissimus* S. Lee [D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2008.
- [24] 王芳, 蔡烈伟, 陈百文, 等. 3 种萎凋环境对白茶含水量与生化成分含量的影响[J]. *食品安全质量检测学报*, 2024, 15(12): 321–327.
WANG F, CAI LW, CHEN BW, *et al.* Effects of 3 kinds of withering environments on water content and biochemical components content of white tea [J]. *J Food Saf Qual*, 2024, 15(12): 321–327.
- [25] 邓绍林. 甜茶的开发利用[J]. *广西林业科学*, 1997(2): 91–92.
DENG SL. Development and utilization of *Rubus Suavissimus* S. Lee [J]. *Guangxi Forest Sci*, 1997(2): 91–92.
- [26] 张致玮, 李梁, 杨小俊, 等. 茶叶中游离氨基酸的检测与其生物活性研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2024, 15(10): 82–89.
ZHANG ZW, LI L, YANG XJ, *et al.* Research progress on detection and biological activity of free amino acids in tea [J]. *J Food Saf Qual*, 2024, 15(10): 82–89.
- [27] 朱雯, 马煜明, 曾莉, 等. 金花菌发酵甜茶生化品质及抗氧化活性分析[J]. *茶叶通讯*, 2019, 46(3): 318–322.
ZHU W, MA YM, ZENG L, *et al.* Analysis of biochemical quality and antioxidant activity of sweet tea fermented by *Eurotium cristatum* [J]. *J Tea Comm*, 2019, 46(3): 318–322.
- [28] 邹青松, 陈山, 王晓, 等. 瑶山甜茶可溶性糖的测定[J]. *食品工业科技*, 2011, 32(1): 296–299.
ZOU QS, CHEN S, WANG X, *et al.* Determination of the soluble sugar in *Rubus Suavissimus* S. Lee [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2011, 32(1): 296–299.
- [29] 王淑腾, 朱奥婕, 张又月, 等. 不同冲泡条件对青砖茶茶汤品质的影响[J]. *食品安全质量检测学报*, 2024, 15(14): 170–177.
WANG ST, ZHU AOJ, ZHANG YY, *et al.* Effects of different brewing conditions on quality of Qingzhuana tea soup [J]. *J Food Saf Qual*, 2024, 15(14): 170–177.
- [30] 杨伟丽, 肖文军, 邓克尼. 加工工艺对不同茶类主要生化成分的影响[J]. *湖南农业大学学报(自然科学版)*, 2001(5): 384–386.
YANG WL, XIAO WJ, DENG KN. Effects of processing technology of different teas on the main biochemistry components [J]. *J Hunan Agric Univ*, 2001(5): 384–386.
- [31] 陈全斌, 沈钟苏, 张巧云, 等. 甜茶中黄酮甙元的分离提纯及其表征[J]. *林业科技*, 2005(1): 46–48.
CHEN QB, SHEN ZS, ZHANG QY, *et al.* Separation, purification and determination of flavone aglycones from *Rubus suavissimus* [J]. *Scie Silva Sin*, 2005(1): 46–48.
- [32] 陈佳, 何建栋. 广西野生甜茶的保健功效及开发利用价值[J]. *中国农村小康科技*, 2008(12): 62–64.
CHEN J, HE JD. The health function and development value of wild *Rubus Suavissimus* S. Lee [J]. *Sci Technol China Rural Pmhl*, 2008(12): 62–64.
- [33] 吴金娇, 陈全斌. 甜茶甙甜味特性的研究[J]. *饮料工业*, 2008(9): 14–15.
WU JQ, CHEN QB. Studies on sweetness characteristics of rubusoside in leaf of *Rubus suavissimus* S. Lee [J]. *Bev Ind*, 2008(9): 14–15.
- [34] 吴家超, 李水萍, 张永怡, 等. 民族药甜茶化学成分与药理作用研究进展[J]. *中华中医药杂志*, 2021, 36(6): 3504–3508.
WU JC, LI SP, ZHANG YY, *et al.* Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of *Rubus suavissimus* [J]. *China J Tradit Chin Med Pharm*, 2021, 36(6): 3504–3508.
- [35] 闫志刚, 蒙淑洁, 韦荣昌, 等. 广西甜茶研究与应用现状[J]. *中草药*, 2017, 48(12): 2572–2578.
YAN ZG, MENG SJ, WEI RC, *et al.* Current situation and application of *Rubus suavissimus* [J]. *Chin Tradit Herb Drug*, 2017, 48(12): 2572–2578.

(责任编辑: 蔡世佳 韩晓红)

作者简介



李传恺, 硕士, 农艺师, 主要研究方向为茶用植物加工与利用研究。
E-mail: ellipsis2010@163.com



黄友谊, 博士, 教授, 主要研究方向为茶叶生物技术与加工研究。
E-mail: youyi@mail.hzau.edu.cn