

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20230829012

茶树花的功能成分及相关产品研究进展

李红蝶^{1,2}, 肖田^{1,2}, 李亦龙^{1,2}, 尚铂昊^{1,2}, 刘仲华^{1,2}, 黄建安^{1,2}, 王坤波^{1,2}, 朱沼志^{1,2*}

(1. 湖南农业大学茶学教育部重点实验室, 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, 长沙 410128)

摘要: 茶树花作为茶树生长发育过程中的副产物, 具有丰富的保健功能成分和研究利用价值。中国是茶叶大国, 茶树花资源丰富且开发潜力巨大。茶树花中存在丰富的保健功能成分, 且与茶叶相似, 对茶树花进行系统开发利用有助于增加茶农和茶企业的经济收益, 实现“变废为宝”进一步提高茶产业的附加值, 为茶农创造更多的经济价值。本文主要是通过文献综述的方式, 收集、整理并分析近几年茶树花的研究和开发利用现状。从茶树花资源角度出发, 对其生化成分的提取及近年茶树花产品开发利用现状进行综述, 以期茶树花资源的开发提供新的思路和参考, 对茶产业的可持续发展具有一定的实践和经济价值。

关键词: 茶树花; 功能成分; 茶树花产品; 综合利用

Research progress on functional components of *Camellia sinensis* and related products

LI Hong-Die^{1,2}, XIAO Tian^{1,2}, LI Yi-Long^{1,2}, SHANG Bo-Hao^{1,2}, LIU Zhong-Hua^{1,2}, HUANG Jian-An^{1,2}, WANG Kun-Bo^{1,2}, ZHU Ming-Zhi^{1,2*}

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

ABSTRACT: Tea plant flowers, as by-products of tea plant growth and development, have rich health functional components and research and utilization value. China is a tea producing country with abundant tea tree flower resources and enormous development potential. There are rich health functional components in tea flowers, which are similar to tea. Systematic development and utilization of tea flowers will help to increase the economic benefits of tea farmers and tea enterprises, realize “turning waste into treasure”, further improve the added value of tea industry and create more economic value for tea farmers. This article mainly collected, organized, and analyzed the research and development status of tea tree flowers in recent years through literature review. From the perspective of tea plant flower resources, this article reviewed the extraction of its biochemical components and the current status of tea plant flower product development and utilization in recent years, in order to provide new ideas and references for the development of tea plant flower resources, which has certain practical and economic value for the sustainable development of the tea industry.

KEY WORDS: tea flower; functional ingredients; tea tree flower products; comprehensive utilization

基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFD2101103)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Program of China (2022YFD2101103)

*通信作者: 朱沼志, 博士, 教授, 主要研究方向为茶叶品质化学成分研究。E-mail: mzzhucn@hotmail.com

*Corresponding author: ZHU Ming-Zhi, Ph.D, Professor, National Research Center of Engineering and Technology for Utilization of Botanical Functional Ingredients, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China. E-mail: mzzhucn@hotmail.com

0 引言

人们对茶树关注最多的是茶树的叶,却忽视了茶树所开的花。茶树花属于茶树的生殖器官,着生于茶树新梢叶腋间,茶树花会与茶叶争夺生长所需的各种养分、水分,为了保证茶叶的产量,茶农每年会进行掐花,将茶树花直接丢弃。我国的茶树种植面积大,茶树花资源也十分丰富,大量茶树花没有得到充分利用,造成了很大的资源浪费。研究者对茶树花进行了测定分析,发现茶树花的生化成分与茶树相似,主要包括:茶皂素、茶多酚、黄酮类物质、茶多糖、咖啡碱、超氧化物歧化酶、氨基酸、蛋白质、维生素等天然活性成分^[1]。茶树花中的这些活性物质在调节体脂代谢、降低血糖等方面有发挥着重要的作用,因茶树花具有一定的保健功效,可制作的食品种类多样,目前已成为潜在食物资源^[2]。茶树花在 2013 年被卫生部公告作为新资源食品,允许直接开发和利用,2014 年中国国际茶树花研究中心在浙江大学成立^[3]。由此可见开发茶树花资源具有重要意义,本文主要综述茶树花生化成分及茶树花产品的开发利用现状,为推进茶树花的资源利用提供进一步的依据。

1 茶树花的保健功能成分提取

1.1 茶多酚

茶多酚是一类多羟基酚类化合物的复合物,从茶叶、茶梗、茶树花中均可提取茶多酚,不同原料提取出的茶多酚含量会有所差异,茶叶茶多酚的含量一般为 18%~36%^[4],茶树花中茶多酚含量为 7.8%~14.4%^[5],茶树花相比于茶叶多酚类物质含量较低。茶多酚主要是由儿茶素类物质、黄酮类物质、花青素类物质、酚酸类物质所构成,其中儿茶素在茶多酚中的占比最大,活性也最强^[6]。黄阿根等^[7]对茶树花活性成分进行分析鉴定,结果表明:茶树花多酚是由表没食子儿茶素(epigallocatechin, EGC)、表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin gallate, EGCG)、表儿茶素(epicatechin, EC)、没食子儿茶素没食子酸酯(gallocatechingallate, GCG)、表儿茶素没食子酸酯(epicatechin gallate, ECG)儿茶素类化合物组成。茶多酚具有清除氧自由基、抗氧化、抗辐射等作用,对人体能够起到延缓衰老、抑制心脑血管疾病、预防冠心病等保健功效^[8]。目前提取茶多酚的方法主要有以溶液浸提为主的化学提取法和借助物理仪器的物理提取法^[9]。欧淑琼等^[10]通过单因素试验与正交试验研究出茶树花中多酚浸提的最佳条件,当浸提时间 30 min、温度 80℃、乙醇浓度 40%、料液比 1:30 时,茶树花中多酚的浸提率可达 15.03%。这一工艺对茶树花中多酚的浸提进行了优化,提高了茶树花中茶多酚的利用率。董瑞建等^[11]进行实验比较得出,采用超声波辅助浸提比使用有机溶

剂直接浸提更适用于易氧化的茶多酚。目前,国内外对茶多酚的需求量极大,茶多酚被广泛应用于日化、医疗、食品保健中,在环境方面也有潜在治理应用价值,且茶多酚能有效抑制真核和原核藻类引起的水华^[12]。茶树花是一种难得的天然复合型原料,具有很高的利用价值,其中多酚含量丰富,色素杂质较少、稳定性好,对其进行综合开发利用,代替茶叶提取天然茶多酚具有极好前景。更加高效地从茶树花中提取茶多酚,对拓展天然茶多酚的提取途径进行深入研究变得十分必要,但目前还未开展绿色溶剂法浸提茶树花的系统研究,这一工艺还有待进一步研究和开发。

1.2 茶多糖

茶多糖是一类与蛋白质结合的酸性多糖或酸性糖蛋白,是茶叶中极具开发价值的一种生理活性物质。茶多糖的单糖组成主要是半乳糖、葡萄糖和阿拉伯糖,还有木糖和甘露糖等^[13]。多项研究表明,茶树花中茶多糖成分与茶叶中多糖成分基本相同,但含量却比茶叶高,茶树花中多糖质量分数为 1.04%~1.84%,高于新茶叶中多糖的含量^[14]。茶多糖具有防辐射、抗凝血、降血糖、增强免疫功能、降血压、耐缺氧和增加冠状动脉血流量等多种作用^[15]。从茶树花中提取茶多糖越来越受到科研人员和食品开发人员的重视,目前主要的提取方法包括溶剂提取、酶法提取、微波辅助提取和超声辅助提取法^[16]。用溶剂提取法提取茶多糖一般是选择水、醇或极性较强的酸碱溶剂,是根据化合物和溶剂相似相溶的原理。杨玉明等^[17]采用水浴浸提法来提取茶树花中的多糖,通过正交试验确定最佳提取参数条件下多糖提取得率为 2.126%。韩铨^[18]确定了热水提取茶树花多糖最佳提取条件,但热水浸提法耗时且提取出来的组分复杂,还需要进行后续的提纯工作,提取效率低。许金伟等^[19]利用乙醇回流提取茶树花中的茶多糖,经过初步纯化茶多糖的得率为 1.60%~1.65%。相对于水和乙醇,采用酸碱提取茶多糖速度更快且提取率更高,但酸碱提取容易破坏多糖的活性及空间结构,一般不采用酸碱提取。酶法提取是通过酶的作用分解原料组织,加快有效成分溶出细胞。俞兰^[20]研究结果表明提取茶树花多糖一般选择戊聚糖复合酶,因为茶多糖中的酸性糖含量较高。张玲等^[21]以正交实验确定了超声波辅助提取茶树花多糖的最佳工艺条件,提取率为 1.324%。韩艳丽等^[22]采用微波辅助法从茶树花中提取茶多糖,通过单因素试验、正交试验,得到了茶树花微波辅助提取的最佳工艺参数,提取率为 2.61%,显著地缩短了提取时间,提高了茶多糖的提取率。我国茶树花资源丰富,茶树花内含有丰富的茶多糖,可作为研究茶多糖的良好原料。目前,对茶多糖的研究还处于初步探索阶段,茶多糖的制备方法、理化性质和生物活性之间的联系还没有得到很好的探索和建立,这将是未来茶多糖研

究的一个重要方向^[23]。探索茶多糖的理化性质和生物活性,开发茶多糖相关产品推进茶产业经济发展的重要前进方向。

1.3 黄酮类化合物

黄酮类化合物指具有两个酚羟基的苯环通过中央三碳原子连结成的化合物,其基本母核结构为C6-C3-C6,C3位易发生羟基化形成非酚性羟基,即黄酮醇^[24]。黄酮、黄酮醇发生糖基化反应后生成黄酮苷。研究表明,茶树花中的黄酮类化合物主要就是以黄酮苷的形式存在,少量以苷元的形式存在。经检测,茶树花中黄酮含量为0.141%~0.162%^[21],而茶叶中黄酮醇及黄酮苷类的含量为3%~4%^[25],这一含量低于茶叶。茶树花中丰富的黄酮类物质主要影响茶的颜色和滋味^[26]。李金^[27]利用超高效液相色谱-串联质谱法(ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry, UPLC-MS/MS)检测出5个茶树花品种中12种黄酮苷,结果表明,不同品种茶树花中黄酮苷含量组分有所差异,但所有品种茶树花均表现为山奈酚苷>槲皮素苷>杨梅素苷,且主要以三糖基黄酮苷的形式存在。研究表明,不同花色花内部和外部花瓣中的代谢物在类黄酮物质上表现出较大的变化,与外部花瓣相比,内部花瓣中的大多数类黄酮和单宁含量较高^[28]。黄酮类化合物具有抗氧化、降血糖、抗病毒、消炎等功效,可添加在保健食品和药品中,茶树花中黄酮生理功能的研究集中在其抗氧化、降血脂方面。黄酮类化合物在茶树花不同部位含量有所不同^[29],主要集中在茶树花的花粉中,茶树花花粉中含有的黄酮类化合物比其他种类花粉中的含量更多^[30]。目前从茶树花中提取黄酮物质的常用方法有热回流提取法、有机溶剂萃取法、超声和微波辅助萃取法等^[16]。李金^[27]研究了茶树花黄酮类化合物乙醇热回流提取法的最优提取参数,当提取时间为112 min,乙醇浓度为78%,液料比为54 (mL/g),提取温度为75°C时,茶树花总黄酮的提取量可达到7.09 mg/g。陈小萍等^[31]研究热回流法超声波振荡提取最佳工艺为:体积分数95%的乙醇、料液比1:30、提取温度45°C、批次提取80 min,通过对比不同提取方法发现,超声波结合热提法获得的茶树花黄酮提取物对·OH的清除效果最好。目前通过实验提取出的高抗氧化活性的黄酮类物质也开始应用于食品、药品、化妆品等行业。探索出茶树花黄酮类化合物的分离提取最佳工艺,使分离出的黄酮类化合物纯度更高,为今后茶树花黄酮的开发利用提供指导,还需对茶树花黄酮类物质做更为深入的分子生物学方面研究,使理论基础更为全面。

1.4 茶皂素

茶皂素是一种天然活性剂,茶树花中的茶皂素属于五环三萜类皂苷混合物,由皂苷元、糖苷和有机酸这3部分组成。茶皂素在茶叶、花茎及根系中均有分布,在茶籽

中的含量最多,茶树花中茶皂素的含量约为2.01%^[32],茶籽中茶皂素的含量为10%~15%^[33]。研究表明茶树花中的茶皂素含量略高于茶叶,可被视为茶皂素生产的新资源,提取出的茶皂素被广泛运用于食品、化工、医疗、建材等多种领域,目前茶皂素的主要提取方法包括水提法、有机溶剂法、微波辅助提取法和超声辅助提取法等。水提法具有处理量大、提取产品纯度低和浸提时间长等特点;有机溶剂提取法一般采用乙醇浸提,乙醇可回收利用,操作安全可靠,提取的产物纯度高且应用领域广泛;微波法简便、快速、高效,但存在成本高等缺点^[26]。李小然等^[34]采用微波辅助碱性乙醇溶液从茶叶籽饼粕中提取茶叶籽皂素得到最佳提取工艺条件为:温度60°C、时间8 min、pH=9、料液比1:12、乙醇浓度70%、微波功率630 W时,茶叶籽皂素得率为21.64%。卢雯静^[35]通过正交实验对茶皂素的提取工艺进行了优化,以乙醇为提取液,并采用超声辅助浸提的方法进行提取,最佳浸提条件:乙醇浓度70%、超声波功率350 W、浸提温度60°C、浸提时间10 min、料液比1:30 (g/mL)时,茶皂素得率为23.69%,此工艺不仅节省了资源,还提高了茶树花的浸提效果。通过提取分离茶树花中的茶皂素,研究其生理活性发现茶皂苷具有保护肠道、降血压、抗过敏、溶血等功效。茶皂素的研究利用已引起人们的广泛关注,从茶树花中提取茶皂素能减少茶树花资源浪费现象,且提取出的茶皂素可作为表面活性剂在食品应用中表现出巨大的潜力,具有重要应用价值以及经济价值。

2 茶树花粉的开发和利用

目前研究显示茶树花粉是单花粉类型^[36],花粉含有生命所需的各种营养成分,被称为“完全营养品”^[37]。茶树花粉富含多种有效活性成分,例如蛋白质、氨基酸、脂肪酸、维生素和活性酶等。其中,茶树花粉特有的成分包括茶多糖和茶多酚,这使其在花粉中独具特色,因此,茶树花粉被誉为花粉界的佼佼者。茶树花粉具有高蛋白、低脂肪的优点,茶树花粉中必需氨基酸配比均接近或超出联合国粮农组织与世界卫生组织颁发的标准模式值^[38]。茶树花在饮食领域的开发具有重要的价值,天然蜂花粉是蜜蜂从茶树花朵中采集的雄性细胞制成,含有丰富的营养物质,口感极佳且营养成分丰富。茶树花粉富含氨基酸、脯氨酸、果糖和蔗糖,并且儿茶素含量相对较低,因此可用作食品原料。茶树花的花期较长,且我国的茶树花栽培面积广泛,使其成为了一种极有价值的蜂花粉来源植物,深入研究和利用茶树花粉有助于提高茶树的附加价值。目前,国内外市场上也出现了一些开发的茶树花粉产品,如花粉蜜、蜂宝素、花粉胶囊等^[39]。茶树花粉容易受到污染物的影响,使花粉的活力和形态遭到破坏,因此,茶树花粉可作为环境监测材料,还可用来鉴定有机肥的腐熟程度^[40]。另外,

茶树花粉还具有很强的保守性和遗传稳定性,可为品种鉴定提供重要依据^[41]。茶树花粉作为极佳的营养来源,然而其面临着灭菌难的挑战,需要进一步研究茶树花粉外壁的破壁技术^[42]。同时,茶树花粉作为环境污染检测材料的应用方式也需要进一步研究。

3 茶树花食品的开发利用现状

3.1 茶树花茶

茶树花茶不仅在外型上保留了茶树鲜花原有的形状和色泽,且泡出的花茶芳香持久、汤色明亮、滋味清甜爽口。茶树花经过一系列工艺加工制成的饮用茶花茶兼有鲜花和茶叶的风味。茶树花中水溶性成分较茶叶高 20%左右,水溶性多糖是茶叶的近 10 倍^[37]。刘敏^[43]通过研究发现采摘不同开放程度、不同品种的茶树鲜花所制成茶花的品质及内含物质差异较大。对不同茶树花茶进行感官审评和内含物测定,结果表明,茶树花茶品质的直接影响因素是茶树品种,其次影响因素是茶树鲜花的成熟期,采摘露白期的茶树鲜花制作出的茶树花茶品质最佳。石兴云等^[44]采用高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)测出茶树花茶含有具备降血压、缓解抑郁症等功能的茶氨酸和 γ -氨基丁酸(γ -aminobutyric acid, GABA),以及 8 种人体必需氨基酸,具有保健功效。凌彩金等^[45]探究出了茶花制作花茶的最佳加工方法,茶树鲜花经过萎凋—蒸汽蒸花—干燥的工艺可制作出色、香、味、形品质较全面的茶花茶。赵振军等^[46]通过正交试验研究冲泡条件对茶树花茶汤内主要滋味成分的影响,选用福鼎大白茶茶树花茶进行研究,结果表明:茶树花中对水浸出物、咖啡碱、儿茶素和游离氨基酸浸出量影响最大的是茶水比,其次是冲泡水温,影响最小的是冲泡时间,当冲泡条件为:冲泡水温 90℃、冲泡时间 4 min、茶水比 4:150 时,茶多酚和游离氨基酸浸出率较高,得到的茶汤滋味较佳。通过对不同茶树花茶内含物质分析发现,茶多酚、咖啡碱和 L-茶氨酸等滋味成分的差异可能是导致茶树花茶品质口感不同的主要因素^[47]。茶树花茶作为一类独特的茶叶衍生品,目前已被越来越多的人所关注,市场前景也十分广阔。

3.2 茶花酒

茶花酒根据生产工艺的不同可分为两种,一种是泡制茶花酒,一种是酿制茶花酒。姚敏等^[48]对泡制茶树花酒的营养和功能成分进行了相关的测定与分析,结果表明:茶树花中的多酚、多糖、黄酮等物质在浸泡的过程中溶进酒体,增进了茶花酒的功能性,且测得该酒的自由基清除率为(89.70±0.81)%,说明茶花酒有一定的抗氧化作用。茶树花具有多种保健成分,且原料来源充足,用茶树花酿制的茶花保健酒具有茶香、味醇、爽口、甜酸适度等品质风味,进一步拓宽了茶树花资源的利用市场。茶花保

健酒的酿制工艺为:茶花干制—基酒调制—酿制—过滤—装瓶^[49]。庞式等^[50]对茶花酒的酿造工艺进行了研究,结果表明,当茶花配比为 6%、酵母繁殖旺盛时加入茶花、冷浸提 7 d 以上时得到的产品品质较高。通过此工艺酿造的茶花酒口感和滋味更适合大众饮用,本工艺酿造的茶花酒具有酒度数低、色泽透亮、口感较温和的独特风格。茶树花制作茶花保健酒简单方便,可以直接用茶树鲜花泡制,也可以用干茶花泡制,喻云春等^[51]通过对茶树花保健酒内含物和感官效果综合评述,发现干茶花泡制保健酒比鲜茶花泡制保健酒效果要好,但鲜茶花没有干燥工艺流程,因此成本相对较低,操作方便。通过泡制试材对比发现:陶瓷土酒罐泡制的茶树花酒从色泽和口感上均要优于玻璃瓶罐泡制的茶树花酒。窖藏的泡制酒要优于一般室内泡制酒,低度白酒泡制的茶花保健酒品质更好。杨宇华等^[52]研制出茶树花黄酒较优发酵工艺为:茶树花量 6%、酒曲量 0.5%、温度 28℃,在此条件下酿制出的茶树花酒色泽浅黄透明、口感清爽醇和。茶树花酒既有茶树花的清香和保健功能又有白酒的醇厚、甘爽,受到大部分人群喜爱,充分利用茶树花果资源发展茶树花保健酒对人类健康和提高企业经济效益具有重要意义^[53]。我国茶树花不仅原料来源充足,而且生产工艺成本低,市场前景十分广阔。

3.3 茶树花糖

茶树花糖是以茶树花浸提液为原料,在软糖加工工艺的基础上开发的一种新型软糖,使生产出的茶树花软糖既有传统软糖的风味,又具有茶树花的清香和保健功能。张文杰等^[54]探索出加工茶树花软糖的最佳工艺,得到的茶树花软糖呈橙黄色,糖体清澈透明,无气泡,滋味清甜可口,花香幽雅,富有弹性和咀嚼性,受到广大群众好评。这不仅为茶树花的开发利用又提供了一条新途径,还满足了人民群众对健康食品的需求,更是能够提高茶农经济收益。

3.4 茶树花酸奶

酸奶是一种以牛奶为原料,经过灭菌后,加入发酵剂发酵而成的牛奶制品。酸奶正逐渐被全球消费者视为一种有益健康、营养丰富的膳食补充品,已成为世界各地人们喜爱的食物,与牛奶相比,酸奶中的乳糖含量相对较低,在市场上也具有很大的消费潜力^[55]。随着人们对新型食品的追求日益增加,开发风味酸奶具有一定的市场应用前景。张智芳等^[56]以 6 大茶类为原料研制出茶叶酸奶的最佳配方,增加了酸奶产品的多样性。茶树花与茶叶的生化成分极其相似,这些活性物质在降低血糖、降低血脂、抗衰老、杀菌、抗癌、抗病毒等方面具有明显的功效。将新鲜的茶树花制备成茶树花汁添加到牛奶中,再进行灭菌、发酵制成茶树花酸奶,茶树花汁的添加不仅增加了酸奶的风味,还提高了酸奶的营养价值,制成的茶树花酸奶酸乳风

味十足,还具有茶树花的清香^[57]。茶树花酸奶同时兼具茶树花和酸奶的双重保健功效。茶树花在食品领域的应用还可继续探索创新,让茶树花发挥更大的价值。

4 结束语

茶树花的采摘与利用不仅有助于提高茶树的营养生长,还能增加茶树的附加价值。茶树花富含丰富的活性成分和内含物质,具有显著的保健功效。目前,茶树花的利用受到一些限制,但在实现茶树花的综合开发利用时,可以重点关注以下几个方面:(1)深入研究功能成分的分离纯化方法:通过进一步研究茶树花中各种功能成分的分离纯化方法,可以减少活性成分在生产过程中的损失,提高产品的纯度和质量。(2)开发茶树花产业的新途径:茶树花可以直接加工成茶花茶、茶花饮料、茶花酒等产品进行销售。此外,还可以提取茶树花中的茶多酚、茶多糖等活性成分,应用于食品、医药、化妆品等领域。研发出符合消费者喜好的茶树花产品,以多种形式出现在市场上,创造更多的商机。(3)推进茶树花生产工艺的规模化和产业化:将茶树花生产工艺推向规模化和产业化,可以提高生产效率和产品质量,降低生产成本。目前,拓宽茶树花的利用途径,将茶树花价值最大化发挥,致力于生产具有高附加值的深加工产品,通过增加产品附加价值来提高经济效益,提高茶树花产业及整个茶产业的发展水平。

参考文献

- [1] 张欣欣,奚迪,张华琳,等. 茶树花的生化成分及生理活性研究进展[J]. 农业技术与装备, 2022, (1): 18-20.
ZHANG XX, XI D, ZHANG HL, *et al.* Research progress on biochemical components and physiological activity of *Camellia sinensis* [J]. Agric Technol Equip, 2022, (1): 18-20.
- [2] 任治兴. 啤酒花黄酮的纯化及其抗辐射作用的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2014.
REN ZX. Purification of hops flavonoids and their anti-radiation effects [D]. Changchun: Jilin University, 2014.
- [3] 李利欢,赖榕辉,黄秀鑫,等. 茶树花的生化特征与综合利用研究进展[J]. 广东茶业, 2018, (4): 2-7.
LI LH, LAI RH, HUANG XX, *et al.* Research progress on biochemical characteristics and comprehensive utilization of *Camellia sinensis* [J]. Guangdong Tea Ind, 2018, (4): 2-7.
- [4] 束鲁燕,汤一. 茶多酚提取和纯化技术研究进展[J]. 茶叶, 2009, 35(2): 74-79.
SHU LY, TANG Y. Research progress on tea polyphenol extraction and purification technology [J]. Tea, 2009, 35(2): 74-79.
- [5] 叶乃兴,杨江帆,邬龄盛,等. 茶树花主要形态性状和生化成分的多样性分析[J]. 亚热带农业研究, 2005, (4): 32-35.
YE NX, YANG JF, WU LS, *et al.* Diversity analysis of main morphological traits and biochemical components of *Camellia sinensis* [J]. Subtropical Agric Res, 2005, (4): 32-35.
- [6] 王伟伟,陈琳,张建勇,等. 茶多酚的特性及其在食品中的应用[J]. 中国茶叶, 2020, 42(11): 1-7.
WANG WW, CHEN L, ZHANG JY, *et al.* Characteristics of tea polyphenols and their application in food [J]. China Tea, 2020, 42(11): 1-7.
- [7] 黄阿根,董瑞建,韦红. 茶树花活性成分的分析与鉴定[J]. 食品科学, 2007, (7): 400-403.
HUANG AG, DONG RJ, WEI H. Analysis and identification of active components of tea tree flower [J]. Food Sci, 2007, (7): 400-403.
- [8] 王璐,邢东辉. 茶叶中的功能性成分及其保健功效[J]. 福建茶叶, 2023, 45(3): 20-22.
WANG L, XING DH. Functional components in tea and their health benefits [J]. Fujian Tea, 2023, 45(3): 20-22.
- [9] 杨广,张唐伟,李颖,等. 茶叶茶多酚的提取检测及生物活性研究现状[J]. 西藏农业科技, 2022, 44(4): 65-70.
YANG G, ZHANG TW, LI Y, *et al.* Research status of extraction, detection and biological activity of tea polyphenols in tea leaves [J]. Tibet J Agric Sci, 2022, 44(4): 65-70.
- [10] 欧淑琼,唐倩,李媛,等. 茶树花中多酚浸提工艺的优化研究[J]. 茶叶通讯, 2020, 47(3): 467-471.
OU SQ, TANG Q, LI Y, *et al.* Optimization of polyphenol extraction technology from tea flower [J]. Tea Commun, 2020, 47(3): 467-471.
- [11] 董瑞建,黄阿根,梁文娟. 茶树花多酚提取工艺的研究[J]. 食品与机械, 2007, (1): 83-86.
DONG RJ, HUANG AG, LIANG WJ. Study on extraction technology of polyphenols from tea flower [J]. Food Mach, 2007, (1): 83-86.
- [12] ZHENG N, LIN X, HUANG P, *et al.* Tea polyphenols inhibit blooms caused by eukaryotic and prokaryotic algae [J]. Ecotox Environ Saf, 2023, 265: 115531.
- [13] 徐仲溪,王坤波. 茶多糖化学及生物活性的研究[J]. 茶叶科学, 2004, (2): 75-81.
XU ZX, WANG KB. Study on chemical and biological activities of tea polysaccharides [J]. Tea Sci, 2004, (2): 75-81.
- [14] 生吉萍,宿文凡. 茶树花多糖研究进展[J]. 食品科学技术学报, 2021, 39(3): 22-29.
SHENG JP, SU WF. Research progress of tea flower polysaccharides [J]. J Food Sci Technol, 2021, 39(3): 22-29.
- [15] 李邦玉,张丽. 茶多糖的组成结构提取生理活性及其应用研究[J]. 农产品加工, 2020, (1): 60-64.
LI BY, ZHANG L. Study on physiological activity and application of composition and structure extraction of tea polysaccharide [J]. Farm Prod Process, 2020, (1): 60-64.
- [16] 生吉萍,宿文凡,石家豪,等. 茶树花黄酮类化合物研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13 (4): 1019-1026.
SHENG JP, SU WF, SHI JH, *et al.* Research progress of flavonoids in tea tree flower [J]. J Food Saf Qual, 2022, 13(4): 1019-1026.
- [17] 杨玉明,马娟娟,黄阿根. 茶树花多糖提取工艺研究[J]. 中国酿造, 2009, 212(11): 109-112.
YANG YM, MA JJ, HUANG AG. Study on extraction technology of polysaccharide from tea tree flower [J]. China Brew, 2009, 212(11): 109-112.
- [18] 韩铨. 茶树花多糖的提取、纯化、结构鉴定及生物活性的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
HAN Q. Extraction, purification, structure identification and biological

- activity of tea tree flower polysaccharides [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2011.
- [19] 许金伟, 张星海, 赵胤, 等. 茶树花中功能性成分的提取与分析研究[J]. 广州化工, 2014, 42(3): 65-67.
XU JW, ZHANG XH, ZHAO L, *et al.* Study on extraction and analysis of functional components from tea flower [J]. Guangzhou Chem Ind, 2014, 42(3): 65-67.
- [20] 俞兰. 茶花多糖的分离、纯化及其结构初步探讨[D]. 上海: 上海师范大学, 2010.
YU L. Preliminary discussion on the separation, purification and structure of camellia polysaccharides [D]. Shanghai: Shanghai Normal University, 2010.
- [21] 张玲, 于健, 李继光. 茶树花多糖的提取研究[J]. 食品工业, 2011, 32(6): 78-79.
ZHANG L, YU J, LI JG. Extraction of polysaccharides from *Camellia sinensis* [J]. Food Ind, 2011, 32(6): 78-79.
- [22] 韩艳丽, 凡军民, 李静, 等. 果胶酶-微波法提取茶树花多糖的工艺[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(2): 166-168.
HAN YL, FAN JM, LI J, *et al.* Pectinase-microwave extraction of polysaccharides from tea flowers [J]. Jiangsu Agric Sci, 2017, 45(2): 166-168.
- [23] ZHANG Z, SUN L, CHEN R, *et al.* Recent insights into the physicochemical properties, bioactivities and their relationship of tea polysaccharides [J]. Food Chem, 2023, 432: 137223.
- [24] 宛晓春. 茶叶生物化学(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
WAN XC. Biochemistry of tea (3rd edition) [M]. Beijing: China Agric Press, 2003.
- [25] 龙飘飘, 苏胜晓, 张梁. 茶叶颜色成分研究进展[J]. 茶叶科学, 2023, 43(5): 593-606.
LONG PP, SU SX, ZHANG L. Research progress on color composition of tea [J]. Tea Sci, 2023, 43(5): 593-606.
- [26] 王伟伟, 张铁, 张维, 等. 茶树花活性成分的提取、分离及生理功效研究进展[J]. 食品工业, 2015, 36(1): 218-222.
WANG WW, ZHANG T, ZHANG W, *et al.* Research progress on extraction, separation and physiological efficacy of active ingredients of *Camellia sinensis* [J]. Food Ind, 2015, 36(1): 218-222.
- [27] 李金. 茶树花黄酮提取分离的参数优化与品种间的差异性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2019.
LI J. Parameter optimization and differences between varieties of flavonoids extraction and separation from *Camellia sinensis* [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2019.
- [28] TAO Z, XUE M, YUANYUAN Z, *et al.* Metabolite profiling of external and internal petals in three different colors of tea flowers (*Camellia sinensis*) using widely targeted metabolomics [J]. Metabolites, 2023, 13(7): 784.
- [29] 陈冬梅, 李铭, 陈明星. 五指山茶树花功能性成分分析[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(7): 119-121.
CHEN DM, LI M, CHEN MX. Analysis of functional components of camellia five-fingered flowers [J]. Food Res Dev, 2017, 38(7): 119-121.
- [30] 李英华, 胡福良, 宋威, 等. 我国花粉化学成分的研究进展[J]. 养蜂科技, 2005, (4): 7-16.
LI YH, HU FL, ZHU W, *et al.* Research progress on chemical components of pollen in China [J]. Beekeep Sci Technol, 2005, (4): 7-16.
- [31] 陈小萍, 张卫明, 史劲松, 等. 茶树花黄酮的提取及对羟自由基的清除效果[J]. 南京师大学报(自然科学版), 2007, (2): 93-97.
CHEN XP, ZHANG WM, SHI JS, *et al.* Extraction of flavonoids from *Camellia sinensis* and scavenging effect on hydroxyl radicals [J]. J Nanjing Normal Univ (Nat Sci Ed), 2007, (2): 93-97.
- [32] 张丹. 茶树花洗手液的研发[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
ZHANG D. Research and development of tea tree flower hand sanitizer [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2017.
- [33] 王贤波, 李锋, 邹礼根. 茶叶副产物的开发利用[J]. 中国茶叶, 2012, 34(12): 4-6.
WANG XB, LI F, ZOU LG. Development and utilization of tea by-products [J]. China Tea, 2012, 34(12): 4-6.
- [34] 李小然, 毛桃嫣, 郑成, 等. 茶叶籽皂素的微波辅助提取及其表面性能[J]. 精细化工, 2018, 35(8): 1299-1305, 1354.
LI XR, MAO TY, ZHENG C, *et al.* Microwave-assisted extraction of tea seed saponins and its surface properties [J]. Fine Chem, 2018, 35(8): 1299-1305, 1354.
- [35] 卢雯静. 茶树花中茶皂素和茶多酚的综合提取、分离纯化及抑菌性研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2012.
LU WJ. Comprehensive extraction, separation and purification of tea saponins and tea polyphenols from tea tree flowers, and study on bacteriostatic properties [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2012.
- [36] 李纪艳, 许杰. 茶树花粉研究现状[J]. 江西农业, 2019, (10): 106, 108.
LI JY, XU J. Research status of tea tree pollen [J]. Jiangxi Agric, 2019, (10): 106, 108.
- [37] 李长青. 茶树花粉的营养与开发前景[J]. 茶叶科学技术, 2006, (4): 6-9.
LI CQ. Nutrition and development prospect of tea tree pollen [J]. Tea Sci Technol, 2006, (4): 6-9.
- [38] 谢微微, 于文涛, 杨国一, 等. 14个茶树品种的花粉微形态观察[J]. 南方农业学报, 2018, 49(9): 1698-1704.
XIE WW, YU WT, YANG GY, *et al.* Observation of pollen micromorphology of 14 tea cultivars [J]. J Southern Agric, 2018, 49(9): 1698-1704.
- [39] 苏松坤, 陈盛禄, 林雪珍, 等. 茶(*Camellia sinensis*)花粉营养成分的测定[J]. 中国养蜂, 2000, (2): 3-5.
SU SK, CHEN SL, LIN XZ, *et al.* Determination of pollen nutrients in *Camellia sinensis* [J]. China Beekeep, 2000, (2): 3-5.
- [40] 刁梦瑶, 申琳, 生吉萍. 茶树花资源研究利用现状与展望[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(12): 24-28.
DIAO MY, SHEN L, SHENG JP. Research and utilization status and prospect of *Camellia sinensis* resources [J]. Food Nutr China, 2017, 23(12): 24-28.
- [41] 钟蓉. 谈谈茶树花粉的多种应用[J]. 茶叶, 1991, (3): 46-47.
ZHONG R. Talking about the various applications of tea tree pollen [J]. Tea, 1991, (3): 46-47.
- [42] 杨普香. “茶树鲜花资源加工利用与茶花茶的开发”项目通过验收[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2010, (1): 31.
YANG PX. “Tea tree flower resources processing and utilization and camellia tea development” project passed the acceptance [J]. Ser Tea Newsl, 2010, (1): 31.
- [43] 刘敏. 不同茶树花茶内含物质分析[J]. 保鲜与加工, 2023, 23(5): 55-60.
LIU M. Analysis of the contents of tea from different tea trees [J]. Storage Process, 2023, 23(5): 55-60.

- [44] 石兴云, 刘伊琦, 念波, 等. 云南茶树花茶加工工艺与化学成分研究[J]. 保鲜与加工, 2019, 19(3): 70–77, 83.
SHI XY, LIU YQ, NIAN B, *et al.* Study on processing technology and chemical composition of *Camellia sinensis* in Yunnan Province [J]. Storage Process, 2019, 19(3): 70–77, 83.
- [45] 凌彩金, 庞式. 茶花制茶工艺技术研究报告[J]. 广东茶业, 2003, (1): 12–15, 32.
LING CJ, PANG S. Research report on camellia tea making technology [J]. Guangdong Tea Ind, 2003, (1): 12–15, 32.
- [46] 赵振军, 包彬, 邹万志. 冲泡条件对茶树花茶茶汤内主要滋味成分的影响[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(5): 1096–1098.
ZHAO ZJ, BAO B, ZOU WZ. Effect of brewing conditions on main taste components in tea soup of *Camellia sinensis* [J]. Hubei Agric Sci, 2014, 53(5): 1096–1098.
- [47] 蔡翔, 李延升, 杨普香, 等. 茶氨酸呈味特征及应用前景[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2017, (6): 31–33.
CAI X, LI YS, YANG PX, *et al.* Flavor characteristics and application prospect of theanine [J]. Ser Tea Newsl, 2017, (6): 31–33.
- [48] 姚敏, 谭书明, 徐素云, 等. 茶树花酒的氨基酸与风味物测定[J]. 食品科技, 2014, 39(12): 303–307.
YAO M, TAN SM, XU SY, *et al.* Determination of amino acids and flavors of tea tree flower wine [J]. Food Sci Technol, 2014, 39(12): 303–307.
- [49] 杨清平, 胡楠. 茶花保健酒的研制[J]. 武汉工程大学学报, 2014, 36(1): 22–25.
YANG QP, HU N. Development of *Camellia* health wine [J]. J Wuhan Inst Technol, 2014, 36(1): 22–25.
- [50] 庞式, 赵超艺, 苗爱清, 等. 茶花酒酿造工艺研究[J]. 广东农业科学, 2011, 38(5): 119–120, 133.
PANG S, ZHAO CY, MIAO AIQ, *et al.* Study on brewing technology of camellia wine [J]. Guangdong Agric Sci, 2011, 38(5): 119–120, 133.
- [51] 喻云春, 罗显扬, 周国兰, 等. 茶树花泡制保健酒研究初报[J]. 农技服务, 2009, 26(11): 132, 151.
YU YC, LUO XY, ZHOU GL, *et al.* Study on health wine made from tea tree flower [J]. Agric Technol Ser, 2009, 26(11): 132, 151.
- [52] 杨宇华, 张静, 郑宝东, 等. 武夷岩茶茶树花黄酒酿制工艺研究[J]. 武夷学院学报, 2018, 37(3): 18–22.
YANG YH, ZHANG J, ZHENG BD, *et al.* Research on brewing process of Wuyi rock tea tree flower yellow wine [J]. J Wuyi Univ, 2018, 37(3): 18–22.
- [53] 王晓婧, 翁蔚, 杨子银, 等. 茶花研究利用现状及展望[J]. 中国茶叶, 2004, (4): 8–10.
WANG XJ, WENG W, YANG ZY, *et al.* Research and utilization status and prospect of *Camellia sinensis* [J]. China Tea, 2004, (4): 8–10.
- [54] 张文杰, 刘聪, 林珊, 等. 茶树花软糖的制作工艺[C]. 云南省科学技术协会, 中共普洱市委, 普洱市人民政府. 第七届云南省科协学术年会论文集——专题一: 科普助力精准扶贫. 普洱市普洱茶研究院, 2017.
ZHANG WJ, LIU C, LIN S, *et al.* The production process of tea tree flower gummies [C]. Yunnan Provincial Association for Science and Technology, Pu'er Municipal Committee of the Communist Party of China, Pu'er Municipal People's Government. Proceedings of the 7th Annual Conference of Yunnan Provincial Association for Science and Technology-Topic 1: Popular Science Helps Targeted Poverty Alleviation. Pu'er Pu'er Tea Research Institute, 2017.
- [55] 乳业洞察分析: 易消化性成为释放中国酸奶市场庞大潜力的关键[J]. 食品工业科技, 2015, 36(2): 42–44.
Dairy industry insight analysis: Easy digestibility has become the key to unleashing the huge potential of China's yogurt market [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 36(2): 42–44.
- [56] 张智芳, 朱婷婷, 肖蓉, 等. 不同茶类酸奶的研制[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(13): 4340–4345.
ZHANG ZF, ZHU TT, XIAO R, *et al.* Development of different tea yogurts [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(13): 4340–4345.
- [57] 于健, 张玲, 麻汉林. 茶树花酸奶的研制[J]. 食品工业, 2008, (4): 42–44.
YU J, ZHANG L, MA HL. Development of *Camellia sinensis* yogurt [J]. Food Ind, 2008, (4): 42–44.

(责任编辑: 张晓寒 于梦娇)

作者简介



李红蝶, 硕士研究生, 主要研究方向为茶叶品质化学。
E-mail: 2827125863@qq.com



朱洛志, 博士, 教授, 主要研究方向为茶叶品质化学成分研究。
E-mail: mzzhucn@hotmail.com