

◆特邀专稿◆

大叶苦丁茶抗氧化活性研究进展*

李亚婕^{1,2,3,4}, 许秀松^{1,2,3,4}, 王巧贞⁴, 杨玲⁴, 李仁松^{4,5}, 陶站华⁴, 刘灵^{1,2,3**}, 黄庶识^{4**}

(1. 珍稀濒危动植物生态与环境保护教育部重点实验室(广西师范大学), 广西桂林 541006; 2. 广西漓江流域景观资源保育与可持续利用重点实验室(广西师范大学), 广西桂林 541006; 3. 广西师范大学生命科学学院, 广西桂林 541006; 4. 广西科学院, 广西海洋天然产物与组合生物合成化学重点实验室, 广西南宁 530007; 5. 广西大学生命科学与技术学院, 广西南宁 530004)

摘要:大叶苦丁茶是我国南方一种药食两用的传统饮品与药材,也是市场上广泛流通、被普遍当作“苦丁茶正品”的别样茶(non-Camellia teas),具有清热解毒、抗氧化、抗炎、止血凉血、抗菌等多种功效,其次生代谢物质化学成分复杂,主要包括多酚、多糖、黄酮、三萜等多种活性成分。大叶苦丁茶活性成分是天然的抗氧化剂,具有绿色、无毒、高效等特点,在食用油脂储藏、食品保鲜、化妆品、保健品以及抗氧化药物等方面具有良好的应用前景。本文以大叶苦丁茶化学成分的抗氧化作用为主线,综述大叶苦丁茶中具有代表性的多酚、多糖、黄酮、三萜等化学成分的含量、组成及其抗氧化作用,探讨大叶苦丁茶的应用并对其进行展望,拟为大叶苦丁茶的开发与利用提供参考。

关键词:大叶苦丁茶;大叶冬青;苦丁茶冬青;枸骨;化学成分;抗氧化活性

中图分类号:R931.71 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2024)01-0021-10

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyb.20240319.003

苦丁茶是一类具有相同或相似感官风味及营养特性的植物的总称。苦丁茶的品种比较多,文献记载苦丁茶有31种之多^[1],分别属于冬青科 Aquifoliaceae 冬青属 *Ilex* L., 木樨科 Oleaceae 女贞属 *Ligustrum* L., 木樨属 *Osmanthus* Lour., 藤黄科 Guttiferae 金丝桃亚科 Hypericaceae 黄牛木属 *Cratoxy-*

lum Blume, 小檗科 Berberidaceae 十大功劳属 *Mahonia* Nutt., 紫草科 Boraginaceae 厚壳树属 *Ehretia* L., 马鞭草科 Verbenaceae 赧桐属 *Clerodendrum* Linn., 菊科 Compositae 莴苣属 *Lactuca* L., 蔷薇科 Rosaceae 石楠属 *Photinia* Lindl. 和虎耳草科 Saxifragaceae 鼠刺属 *Itea* L. 等。其中冬青科冬青属的

收稿日期:2023-05-16

修回日期:2023-11-13

* 广西创新驱动发展专项(桂科 AA20161002-2), 广西自然科学基金项目(联合资助培育项目 2018GXNSFAA138001), 中央引领地方科技发展专项(桂科 ZY19049001) 和广西重点研发计划项目(桂科 AB21220057)资助。

【第一作者简介】

李亚婕(1998—),女,在读硕士研究生,主要从事经济林培育与经营研究,E-mail:1132655451@qq.com。

【**通信作者简介】

刘灵(1968—),女,副教授,主要从事植物生理生态研究,E-mail:liuling@mailbox.gxnu.edu.cn。

黄庶识(1964—),男,研究员,主要从事中药活性成分研究,E-mail:hshushi@gxas.cn。

【引用本文】

李亚婕,许秀松,王巧贞,等.大叶苦丁茶抗氧化活性研究进展[J].广西科学院学报,2024,40(1):21-30.

LI Y J, XU X S, WANG Q Z, et al. Research Progress on Antioxidant Activity of Large-leaved Kudingcha [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2024, 40(1): 21-30.

大叶冬青 *Ilex latifolia* Thunb. 与苦丁茶冬青 *Ilex kudmcha* C. J. Tseng 被普遍当为苦丁茶的“正品”, 枸骨 *Ilex cornuta* Lindl. & Paxton 在一些地区也被归为饮用的苦丁茶; 木樨科女贞属的粗壮女贞 *Ligustrum robustum* (Roxb.) Blume、紫茎女贞 *Ligustrum purpurascens* Y. C. Yang 和总梗女贞 *Ligustrum pricei* Hayata 等, 也是常见报道并在市场上广泛流通的苦丁茶植物品种。

依据民间习惯, 结合古代文献记载与本草考证, 将市场上流通的大叶冬青、苦丁茶冬青和枸骨称为大叶苦丁茶, 而将木樨科女贞属的粗壮女贞、丽叶女贞 *Ligustrum henryi* Hemsley、紫茎女贞、总梗女贞及其近缘种称为小叶苦丁茶^[2,3]。大叶苦丁茶多分布于我国西南、中南与华南地区, 有 2 000 多年的饮用历史。大叶苦丁茶不仅具有清热解毒、利尿强心、润喉止咳等功效^[4], 而且还有抗氧化^[5]、抗菌^[6]、降血糖^[7]、抗炎^[8]等活性, 同时还有降血压^[9]、护肝^[10]和保护心脏^[11]的功效。

人类的许多疾病与体内氧化代谢的自由基含量有关。自由基结构中有着未配对的电子, 性质活跃^[12]。人体内自由基产生过多或清除过慢, 自由基会与细胞膜上的不饱和脂肪酸发生反应, 破坏膜的流动性, 导致细胞破裂、受损; 还能与核酸、蛋白质发生反应, 造成细胞的生理功能下降与结构完整性遭到破坏的氧化损伤^[13]。氧化损伤会加速细胞乃至器官衰老, 造成人体免疫力低下, 最终导致癌症、阿尔茨海默症、动脉硬化、糖尿病、肝损伤等疾病的发生^[14]。人类依靠体内自由基清除系统中的抗氧化剂或抗氧化酶等抗自由基物质来清除自由基, 当体内抗自由基物质浓度下降时, 需要从体外补充抗氧化剂来提高机体对自由基的清除作用, 保护机体不受氧化损伤。总体而言, 内源性和膳食来源的抗氧化剂共同构成了人体的抗氧化防御系统。大叶苦丁茶作为性价比极高的中草药及传统饮品, 含有多糖、多酚、黄酮、三萜、环烯醚萜等多种活性成分^[15,16], 这些组分里面包含多种抗氧化成分^[17,18]。因此, 本文以大叶苦丁茶活性成分的抗氧化作用为主线, 综述了大叶冬青、苦丁茶冬青和枸骨等几种大叶苦丁茶中的主要活性成分的含量、化学组成、抗氧化效果及其抗氧化机理, 探讨大叶苦丁茶的应用并对其进行展望, 拟为大叶苦丁茶的开发与利用提供参考。

1 大叶苦丁茶多糖化学组成及其抗氧化作用

1.1 大叶苦丁茶多糖化合物

大叶苦丁茶中含有较高的可溶性糖, 但不同种类的大叶苦丁茶可溶性糖含量不同。大叶冬青和华中枸骨 *Ilex centrochinensis* S. Y. H 可溶性糖含量分别为 8.20% 和 7.60%, 均明显高于普通茶叶 (2%—4%)^[19]。

大叶苦丁茶可溶性总糖主要含大叶苦丁茶多糖、低聚糖, 以及葡萄糖、果糖等单糖。通过样品烘干、粉碎、过筛、热水浸提、醇沉、透析、干燥等工艺流程, 去除样品中的蛋白质、色素、酯类、无机盐等非多糖组分, 可获得大叶苦丁茶粗多糖 (提取率为 0.65%—8.14%)。大叶苦丁茶粗多糖中除了含有大叶苦丁茶多糖以外, 还含有一定比例的蛋白质、糖醛酸和氨基酸^[20,21], 这些非多糖成分与抗氧化活性有一定的关系。采用阴离子交换层析配合乙醇分级沉淀和凝胶层析的方法, 对大叶苦丁茶粗多糖进行分级分离纯化, 可以得到 2—4 个结构与分子量不同的多糖纯化组分^[22], 包括中性多糖和酸性多糖, 而且每一个多糖纯化组分的抗氧化活性强弱不一^[20]。大叶苦丁茶多糖的纯化组分由不同单糖缩合而成, 经水解后其主要单糖组分有阿拉伯糖、半乳糖、葡萄糖、半乳糖醛酸、鼠李糖、甘露糖、葡萄糖醛酸、果糖、木糖、岩藻糖以及核糖等^[20,23], 阿拉伯糖与半乳糖占比较大; 大叶苦丁茶的物种、品种、产地不同, 其多糖的单糖组成存在差异^[20,23]。另外, 经傅里叶变换红外光谱 (FT-IR) 测定, 大叶苦丁茶多糖分子结构中含有丰富的官能团, 比如 O—H、C—H、C—OH、C—O—C、—COOH 基团和 S=O 基团^[24], 推测为硫酸多糖^[20]。Shi 等^[21]通过 GC-MS 分析发现, 大叶苦丁茶多糖包含 11 种不同糖苷键连接的残基。多糖的单糖组成、结构中的官能团以及残基与大叶苦丁茶的抗氧化活性有关。

1.2 大叶苦丁茶多糖的抗氧化作用

大叶苦丁茶多糖有良好的体内外抗氧化活性, 其浓度与抗氧化活性呈正相关^[24-26]。大叶苦丁茶抗氧化作用主要表现在以下两个方面。第一, 具有清除二苯基苦基苯肼 (DPPH) 自由基、羟基自由基 ($\cdot\text{OH}$) 和超氧阴离子自由基 ($\text{O}_2^{\cdot-}$) 的作用, 以及与金属离子螯合的能力^[20,24]。孙怡^[24]的研究结果显示, 在 4 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时大叶苦丁茶粗多糖对 $\cdot\text{OH}$ 的清除率与维生素 C (Vc) 接近; 在 10—2 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时, 大叶苦丁茶多糖可螯合 Fe^{2+} , 从而阻止脂质过氧化的

发生。朱科学等^[22]发现浓度为 2 mg/mL 的大叶苦丁茶粗多糖体外清除 DPPH 自由基的能力与维生素 (Vc) 相当; 当浓度为 0.5 mg/mL 时, 其清除 $\cdot\text{OH}$ 的能力与多糖浓度呈量效关系; 在 0.25—1.00 mg/mL 时, 其还原能力与多糖浓度呈正相关。Hu 等^[27]也发现 0.2 mg/mL 的大叶苦丁茶粗多糖有较强的清除 DPPH 自由基的能力, 0.8 mg/mL 时清除 DPPH 自由基能力以及铁还原/抗氧化 (Ferric Reducing/Antioxidant Power, FRAP) 活性接近 Vc; 于淑池等^[28]测定大叶苦丁茶多糖对红细胞的保护作用结果显示, H_2O_2 对红细胞溶血的作用在大叶苦丁茶多糖浓度为 0.6 mg/mL 时被抑制, 此浓度的大叶苦丁茶多糖的抑制作用与 0.2 mg/mL Vc 相近。第二, 大叶苦丁茶多糖能够降低小鼠血清中谷丙转氨酶 (ALT)、谷草转氨酶 (AST) 的活性, 提高肝脏中超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 等抗氧化酶的活性及总抗氧化能力 (T-AOC), 并降低肝脏丙二醛 (MDA) 的含量。高脂肪或高果糖饮食干预, 可导致小鼠肝脏脂质过氧化的增强并引起更高的氧化应激, 用大叶苦丁茶多糖喂食小鼠, 可减轻小鼠肝脏中的氧化应激, 同时增加内源性 SOD、GSH-Px 等抗氧化酶的活性^[22]。Zhai 等^[29]给小鼠连续饲喂 8 周大叶苦丁茶多糖, 结果显示该饲养方式显著降低了小鼠血清中 ALT 和 AST 的活性, 同时显著提高了小鼠肝脏中的 SOD 和 GSH-Px 活性, 降低了肝脏 MDA 的含量。

大叶苦丁茶粗多糖的抗氧化活性要大于分级后的纯化多糖组分的活性。Fan 等^[20]的研究结果显示大叶冬青多糖的体外抗氧化活性依次为粗多糖 (ILPS) > 纯化组分 4 (ILPS-4) > 纯化组分 3 (ILPS-3) > 纯化组分 2 (EPS-2) > 纯化组分 1 (ILPS-1)。吴晓鹏等^[30]对苦丁茶冬青粗多糖以及分级纯化的多糖组分进行抗氧化测试, 结果显示苦丁茶冬青多糖对 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 、DPPH 自由基都具有一定的清除作用; 对 H_2O_2 诱导的红细胞氧化溶血反应、红细胞自氧化溶血反应都有显著的抑制作用; 特别是对 DPPH 自由基的抑制试验, 粗多糖的抑制率可达 76.6%, 而分级后 2 个多糖纯化组分的抑制率分别只有 19.1%、3.6%。王新等^[31]通过芬顿 (Fenton) 反应, 用紫外分光光度法分析大叶苦丁茶粗多糖以及多糖纯化组分对羟基自由基的清除作用, 结果同样表明大叶苦丁茶粗多糖的抗氧化能力比 4 个多糖纯化组分更强, 可能是因为粗多糖中多糖与其他成分之间存在

协同作用。因此, 大叶苦丁茶多糖的抗氧化活性与其结构中的各种基团、不同糖苷键连接形成的残基有关, 更与多糖中糖醛酸、硫酸多糖含量有关。He 等^[32]研究发现, 多糖纯化组分清除活性氧自由基的能力与多糖中糖醛酸含量呈正相关关系。Fan 等^[20]发现在 4 个多糖纯化组分中, ILPS-3、ILPS-4 的硫酸根和糖醛酸含量相对较高, 其体外抗氧化活性明显高于 ILPS-1 和 ILPS-2 这 2 个组分。

大叶苦丁茶粗多糖的抗氧化活性 (包括清除自由基能力) 要大于分级后的纯化多糖组分, 推测可能是粗多糖纯化以后糖醛酸和硫酸基等成分的流失, 而这些成分对于多糖抗氧化生理活性是不可缺少或者是影响的; 粗多糖中的几个组分之间可能有协同作用或者各个组分有不同的靶点, 其单独抗氧化活性不如多个靶点的作用效果; 连接单糖之间的糖蛋白对抗氧化活性也具有一定的贡献, 当粗多糖纯化为几个组分后, 不同组分之间的糖蛋白丢失, 使得纯化组分的抗氧化活性降低; 另外, 多糖纯化组分空间结构以及羟基数量可能也是影响抗氧化活性的因素之一。

分离纯化后的大叶苦丁茶多糖, 是由阿拉伯糖、半乳糖、葡萄糖、半乳糖醛酸、鼠李糖、甘露糖等 10 多种单糖以糖苷键线性或者分支链接而成的多糖, 其一级结构非常复杂, 再加上糖残基上可以链接硫酸基、甲基化基团等多种化学基团, 增加了其一级结构的复杂性; 同时, 多糖具有多羟基、羧基结构, 可通过氢键作用形成二级、三级甚至四级结构; 另外, 主链之间或者主链与支链之间还嵌合有糖蛋白、糖醛酸、硫酸基等成分, 使其结构更加多样。目前对于大叶苦丁茶抗氧化活性研究, 不管是细胞体外或者体内, 都只是在发现“抗氧化现象”层面上的研究, 其单糖种类、单糖含量、空间结构、糖蛋白、糖醛酸等在抗氧化活性中各起什么作用还有待于进一步深入研究, 对其在体内抗氧化作用靶点及作用机制研究也是未来重点的发展方向。

2 大叶苦丁茶多酚类化合物及其抗氧化作用

2.1 大叶苦丁茶多酚类化合物

不同产地的大叶苦丁茶, 以及采用不同制茶条件和方法所得的大叶苦丁茶多酚类含量明显不同, 而且采用不同检测方法测定得到的多酚含量也有明显差异。

郁建平^[19]用酒石酸铁比色法测定贵州的大叶冬青和华中枸骨中的多酚, 含量分别为 9.31%、

13.74%。而冯琳琳^[33]用70%乙醇提取苦丁茶的多酚类化合物,并以绿原酸为标准品,采用福林酚比色法测得浙江、江西、安徽大叶冬青中多酚含量分别为0.85%、0.87%和0.82%;海南、广西、贵州苦丁茶冬青中多酚含量分别为1.38%、1.57%和1.26%。孙怡^[24]以绿原酸为标准品,采用福林酚比色法测出海南苦丁茶冬青、浙江大叶冬青苦丁茶提取液的多酚含量分别为13.19%和12.09%。总体上来说,所有产地的苦丁茶冬青多酚含量均高于大叶冬青。

大叶冬青主要的多酚类物质是单咖啡酰奎宁酸(MCQAs)和二咖啡酰奎宁酸(DCQAs)(表1),这两者都是绿原酸类物质(Caffeoylquinic Acids, CQAs)。苦丁茶冬青和枸骨中的主要多酚类化合物为绿原酸及其衍生物^[24,34],即绿原酸(5-咖啡酰奎尼酸,5-CQA)、新绿原酸(3-咖啡酰基奎尼酸,3-CQA),隐绿原酸(4-咖啡酰基奎尼酸,4-CQA)、异绿原酸A(3,5-

表1 大叶苦丁茶6种主要多酚类物质绿原酸及其衍生物

Table 1 Six main polyphenols chlorogenic acid and its derivatives in large-leaved Kudingcha

多酚类 Polyphenols	异名 Synonyms	缩写 Abbreviation	参考文献 References
Chlorogenic acid	5-caffeoylquinic acid	5-CQA	[24,34]
Neochlorogenic acid	3-caffeoylquinic	acid 3-CQA	[24,34]
Cryptochlorogenic	4-caffeoylquinic acid	acid 4-CQA	[24,34]
Isochlorogenic acid A	3,5-di-caffeoylquinic acid	3,5-diCQA	[24,34,35]
Isochlorogenic acid B	3,4-di-caffeoylquinic acid	3,4-diCQA	[24,34,35]
Isochlorogenic acid C	4,5-di-caffeoylquinic acid	4,5-diCQA	[24,34,35]

2.2 大叶苦丁茶多酚类化合物的抗氧化作用

大叶苦丁茶多酚对各种氧化反应均有一定的抑制作用,具有良好的抗氧化活性。大叶苦丁茶多酚具有抗氧化作用的主要原因是含有绿原酸及二咖啡酰奎宁酸,其抗氧化性主要表现在以下4个方面。第一,体外清除ABTS自由基、DPPH自由基、·OH能力。大叶苦丁茶多酚被认为是大叶苦丁茶提取液中具有抗氧化作用的主要物质^[35,39-44],苦丁茶多酚含量与其抗氧化能力(ABTS自由基、DPPH自由基、FRAP自由基清除活性)之间存在高度的相关性^[18,24,34,41]。尹国利等^[45]利用铁氰化钾还原法评价大叶冬青多酚抗氧化活性,结果显示大叶苦丁茶多酚的抗氧化能力接近Vc。大叶冬青总酚对DPPH自由基、ABTS自由基、FRAP自由基的清除率、总抗氧化能力、总还原力与阳性对照绿原酸、Vc没有差异^[34],其中二咖啡酰奎宁酸比单咖啡酰奎宁酸表现

出更高的自由基清除能力^[46]。第二,通过调节编码抗氧化酶基因的表达,上调大鼠血清、肝组织中SOD、CAT、谷胱甘肽(GSH)、GSH-PX和总抗氧化能力水平,下调一氧化氮(NO)和MDA水平,从而较好地调控体内的氧化应激^[47-50]。第三,抑制黄嘌呤氧化酶(Xanthine Oxidase, XOD)活性。苦丁茶冬青多酚提取物在体外抑制XOD活性效果良好,能显著抑制高尿酸血症小鼠XOD活性并降低尿酸水平;大叶苦丁茶绿原酸、异绿原酸A可以通过氢键与XOD相互作用,从而改变XOD的空间结构,阻碍XOD形成活性中心并阻止底物进入活性中心,进而抑制其催化活性^[51]。第四,抑制紫外线B(UVB)引起的皮肤损伤,对小鼠皮肤具有良好的保护作用。Yi等^[52]采用离子沉淀法从苦丁茶冬青中提取多酚(KTP),并研究其对UVB诱导的SKH1无毛小鼠皮肤损伤的保护作用,结果显示KTP强烈增加了UVB诱导的皮

肤损伤小鼠的血清 SOD 和 CAT 水平, 并降低 MAD、白介素-6 (IL-6)、白介素-1 β (IL-1 β) 和肿瘤坏死因子 α (TNF- α) 的水平; 同时还增加了小鼠受损皮肤组织中 I 型胶原 (Col I)、羟脯氨酸和透明质酸的水平, 并降低了 III 型胶原 (Col III) 和 H₂O₂ 的水平。此外, 相同浓度的 KTP 比 Vc 具有更强的保护作用^[52]。

多酚类物质的功能性羟基通过清除自由基和/或螯合金属离子介导其抗氧化作用, 其抗氧化活性、清除自由基能力取决于核结构上羟基的构型、羟基化程度、羟基总数和官能团的取代。多酚物质的羟基有较低的氧化还原电位, 在热力学上能够还原高度氧化的自由基, 羟基的个数和位置不同, 抗氧化活性各异, 羟基个数越多, 抗氧化活性越强。尽管从大叶苦丁茶中分离出了多种多酚类物质, 但是未见文献报道大叶苦丁茶多酚抗氧化活性与其结构关系的研究, 随着大叶苦丁茶多酚类物质不断地被分离与鉴定, 需要深入研究其抗氧化活性与其结构的关系, 阐明其抗氧化活性机理, 使其在抗氧化剂应用及抗氧化药物利用方面得到充分的挖掘。

3 大叶苦丁茶黄酮类化合物及其抗氧化作用

黄酮类化合物 (Flavonoid) 是指两个具有酚羟基的苯环通过中央三碳原子相互连接 (C₆-C₃-C₆ 为基本碳链骨架) 的一系列化合物, 主要来自于水果、蔬菜、茶、种子或是植物根, 具有心血管系统损伤保护、抗肿瘤、抗氧化、抗菌等多种生物活性。黄酮类化合物在植物体中通常与糖连接成苷类, 小部分以苷元游离态的形式存在; 连接的糖有葡萄糖、半乳糖、鼠李糖等单糖, 芸香糖、槐糖等双糖, 槐三糖、龙胆三糖等三糖, 以及 2-乙酰葡萄糖、吗啡酰葡萄糖等酰化糖。

3.1 大叶苦丁茶黄酮类化合物

大叶苦丁茶含有丰富的黄酮类物质。不同品种大叶苦丁茶的总黄酮含量不一样, 黄酮种类也不同。从苦丁茶冬青中分离的黄酮有山奈酚、槲皮素、尼古素、异槲皮苷等。从大叶冬青分离的黄酮有表儿茶素 (Epicatechin, EC)、表儿茶素没食子酸酯 (Epicatechin gallate, ECG)、表没食子儿茶素没食子酸酯 (Epigallocatechin gallate, EGCG) 等。从枸骨分离的黄酮有槲皮素、异鼠李素、金丝桃苷、山奈酚-3-O- β -D-葡萄糖苷等。相同品种、不同地区的大叶苦丁茶总黄酮含量也不同。海南苦丁茶冬青总黄酮含量为 2.18%, 大叶冬青为 1.86%, 枸骨为 0.21%; 浙江大

叶冬青为 1.67%, 河南大叶冬青为 2.34%^[53]。

3.2 大叶苦丁茶黄酮类化合物的抗氧化作用

大叶苦丁茶黄酮抗氧化作用主要表现在以下 3 个方面。第一, 具有对 DPPH 自由基、ABTS 自由基、O₂⁻· 和 ·OH 的清除活性。苦丁茶冬青、大叶冬青、枸骨 3 种大叶苦丁茶黄酮提取液对 DPPH 自由基、ABTS 自由基和 ·OH 均有显著的清除能力^[53,54]; 张枝等^[55] 发现大叶冬青苦丁茶中的黄酮对 O₂⁻·、·OH 的清除率高于同浓度下的 Vc; 吕雨晴等^[56] 分别用 5 种方法提取苦丁茶冬青的黄酮, 对 DPPH 自由基、ABTS 自由基清除能力皆强于 Vc。第二, 具有很好的预防衰老作用。赵欣等^[57] 研究苦丁茶冬青的黄酮提取物对 D-半乳糖致小鼠衰老的改善作用, 发现大叶苦丁茶黄酮提取物可以降低衰老小鼠血清和肝组织中 MDA、NO 水平, 提高 SOD 和 GSH-Px 的酶活力及其 T-AOC; 同时, 还可以显著上调衰老小鼠肝组织中神经型 Mn-SOD、Gu/Zn-SOD、CAT 的 mRNA 表达 ($P < 0.05$), 下调诱导型一氧化氮合酶 (iNOS) 的表达, 效果优于同浓度的 Vc。第三, 具有抑制 XOD 活性的能力。谭颂严等^[58] 用纯化后的苦丁茶冬青总黄酮进行 XOD 体外抑制实验 (XOD 是人体嘌呤代谢过程中的关键酶, 主要功能是将次黄嘌呤催化氧化为黄嘌呤, 再进一步氧化生成尿酸), 发现其体外抑制 XOD 活性效果良好, 抑制活性随着样品中总黄酮纯度的升高而升高。该结果提示大叶苦丁茶黄酮有抑制人体内 XOD 活性和降低尿酸水平的潜力。有研究表明槲皮素、表儿茶素具有明显的抗氧化活性^[59,60], 而大叶苦丁茶黄酮中含有丰富的槲皮素、表儿茶素; 另外, 黄酮类化合物苯环上的酚羟基与过氧自由基结合生成黄酮自由基, 与其他自由基反应, 可终止自由基链式反应, 从而达到清除自由基的目的。

4 大叶苦丁茶三萜化合物及其抗氧化作用

4.1 大叶苦丁茶的三萜化合物

三萜 (Triterpenes) 是数个异戊二烯去掉羟基后首尾相连, 基本母核由 30 个碳原子组成的萜类化合物, 其结构依据异戊二烯定则表达式可视为 6 个异戊二烯单位聚合而成。三萜类化合物在冬青属苦丁茶中大多以游离三萜成分和三萜皂苷形式存在, 多年来从冬青苦丁茶、大叶苦丁茶、枸骨中分离并鉴定出 200 多种三萜类化合物, 包括 Kudinosides A-P、Ile-kudinosides A-T、Latifoliosides A-Q 和 Ilelic acid

A—D等,其中3/4是三萜皂苷类成分^[35,61-66]。从大叶苦丁茶中分离鉴定的三萜及其苷类成分大部分均为五环三萜,结构类型主要分为苦丁内酯型、齐墩果烷型、乌苏烷型和羽扇豆烷型。三萜类化合物是大叶苦丁茶主要的活性成分,具有广泛的抗氧化药理活性。

4.2 大叶苦丁茶三萜化合物的抗氧化作用

Wang等^[61]从枸骨冬青根部分离出5个新的和5个已知的三萜皂苷,其中有7个三萜皂苷显示出对H₂O₂诱导的H9c2心肌细胞损伤的保护作用。Li等^[62]从枸骨的地上部分分离到5个新的和10个已知的三萜皂苷,根据实验得出其中有4个具有显著的细胞保护作用。Li等^[63]从枸骨的地上部分分离到3个新的和1个已知的三萜化合物,且新的三萜化合物对H9c2心肌细胞损伤显示出显著的保护活性。用作阳性对照的维生素E可以结合到内皮细胞的膜脂质中,通过淬灭细胞毒性活性氧(Reactive Oxygen Species,ROS)来避免膜脂质过氧化,推测三萜化合物在预防过氧化损伤方面可能起到类似的作用。Yuan等^[64]从枸骨根部提取物(ICR)中分离并鉴定出8种化合物,它们具有DPPH自由基清除活性,可抑制H₂O₂或Na₂S₂O₄诱导的形态学变化,并通过增加SOD活性来降低MDA和ROS水平,同时通过增加H9c2心肌细胞的细胞活力来抑制心肌细胞的凋亡。在大鼠心肌缺血模型中,ICR减轻了心脏组织的病变和MDA水平,同时增加了血清中的SOD活性。Yu等^[65]发现分离自枸骨根中的几种新的三萜皂苷(TSIC)对H₂O₂诱导的心肌细胞损伤具有保护作用,TSIC降低了ROS水平,并通过Akt-pEzh2S21-ROS网络保护H9c2心肌细胞免受H₂O₂诱导而凋亡。Cao等^[66]从大叶冬青分离出1个新的三萜皂苷和6个已知的三萜化合物,新分离出的三萜化合物在最佳浓度下对H₂O₂损伤的PC12细胞表现出神经元保护作用。胡婷^[48]对苦丁茶冬青乙酸乙酯活性部位分离得到的单体化合物进行了鉴定,确定其中一种五环三萜类化合物为熊果酸,且其总还原力活性和对DPPH自由基的清除作用均较佳,与阳性对照Vc作用相当。

5 展望

大叶苦丁茶作为食药两用的传统饮品,在我国有悠久的饮用历史。长期毒性实验研究显示,大叶苦丁茶是一种安全性好、无毒副作用的保健茶^[67]。原国

家卫生和计划生育委员会批复明确苦丁茶冬青作为具有保健功能的中药,可与普通食品一样食用^[68]。因此,大叶苦丁茶作为清热解暑的中药与保健饮品在民间得到广泛应用。

大叶苦丁茶富含的多酚、多糖、黄酮、三萜等活性化合物均表现出显著的抗氧化能力,有清除体外与大鼠体内DPPH自由基、ABTS自由基、O₂⁻·和·OH等的的能力,可以提高大鼠肝SOD、GSH-Px、CAT等抗氧化酶的活性,降低MDA的含量。多酚类物质还可以在大鼠体内通过抑制参与ROS产生的酶来抑制ROS的形成,或通过螯合参与自由基生成的金属离子来抑制自由基产生,减少氧化反应的产生,从而保护细胞免受氧化损伤;同时,多酚类物质对猪油、花生油等食用油脂均具有明显的抗氧化性能。因此,大叶苦丁茶提取的多糖、多酚、黄酮以及三萜等活性化合物具有开发作为油脂、食品、保健品及日化产品的抗氧化剂或者抗氧化药物的潜力。

大叶苦丁茶多酚通过上调金属蛋白酶组织抑制剂1(TIMP-1)、TIMP-2、Cu/Zn-SOD、Mn-SOD、CAT和GSH-Px的mRNA和蛋白表达,提高SOD、GSH-Px和CAT等抗氧化酶含量,增加小鼠受损皮肤组织中I型胶原、羟脯氨酸和透明质酸的水平,降低MDA和H₂O₂水平来抑制UVB引起的大鼠皮肤损伤,具有保护皮肤细胞、胶原蛋白和弹性蛋白的功效。综上,大叶苦丁茶多酚可以应用于抗紫外线、防晒护肤品的开发。

大叶苦丁茶黄酮和多酚均具有体外抑制XOD活性的能力,大叶苦丁茶黄酮能显著抑制高尿酸血症小鼠XOD活性并降低尿酸水平,因此大叶苦丁茶黄酮和多酚具有开发为降低尿酸水平药物的潜力。大叶苦丁茶多酚和多个三萜化合物对大鼠皮层神经元细胞具有一定的保护作用;大叶苦丁茶多个三萜化合物通过清除自由基、增加SOD等抗氧化酶浓度、降低MDA和ROS水平等途径来抑制大鼠心肌细胞的氧化损伤,增加心肌细胞活力。因此,大叶苦丁茶多酚和三萜物质可以用于与人类皮层神经元细胞、心肌细胞损伤保护药物的开发。

大叶苦丁茶活性成分是纯天然的抗氧化物质,与合成抗氧化剂相比具有绿色、无毒、高效等特点,同时具有长效、耐高温等抗氧化特性,在食用油脂储藏、食品保鲜、化妆品以及抗氧化药物等方面具有良好应用前景。尽管大叶苦丁茶水提取物在一定剂量范围内长期使用的安全性高^[69],但是其多糖、多酚、黄酮、三萜的

抗氧化活性结果均是在体外或者是在动物模型水平上做的研究,如需将其正式投入市场应用,则应将用于食品、保健品的抗氧化剂做相应的毒理实验;抗氧化药物在完成动物模型研究之后,也须做临床研究。

广西大叶苦丁茶被誉为“最正宗的苦丁茶”。2004年1月,广西大新县被授予“中国苦丁茶之乡”的称号,2006年原国家质量监督检验检疫总局批准“大新苦丁茶”地理标志,由此奠定了大叶苦丁茶产业在大新乃至广西的产业地位,并成为广西极具特色的产业。目前为止,广西大叶苦丁茶产业已具规模,生产区主要在大新、天等、武鸣、大化、上林等地,但近年来由于大叶苦丁茶早期发展扩张太快、产品单一、产品深加工不足等原因,其种植规模逐渐萎缩。依据大叶苦丁茶不同活性成分的抗氧化活性及其功效,需要加大大叶苦丁茶的深度开发,研发符合市场要求、功效成分与作用机制明确的抗氧化剂、保健食品、药品等产品,而不仅仅是单一代茶品茶叶的生产与销售,这对于延长大叶苦丁茶产业链、稳定以及发展苦丁茶种植规模、提高产区经济收入有重要意义。

参考文献

- [1] 徐小静,郭志永,刘越. 苦丁茶植物资源及分子鉴定研究进展[J]. 中央民族大学学报(自然科学版), 2012, 21(3):22-28.
- [2] 易帆,彭勇,许利嘉,等. 大叶苦丁茶的研究进展[J]. 中国现代中药, 2013, 15(8):710-717.
- [3] 易帆,彭勇,许利嘉,等. 小叶苦丁茶的研究进展[J]. 中国现代中药, 2013, 15(10):906-912.
- [4] 黄雪梅,蒙大平. 苦丁茶的研究进展及开发利用[J]. 广西医学, 2008, 30(7):1022-1025.
- [5] 陈薇,王恒山,黄世稳,等. 大叶苦丁茶抗氧化成分及抗氧化性能研究(I)[J]. 广西植物, 2002, 22(5):463-466, 443.
- [6] 黄敏桃,吴尤娇,蔡鹏,等. 苦丁茶不同产地及采收部位抗菌活性成分研究[J]. 广西科学, 2016, 23(1):72-78, 85.
- [7] 于淑池,陈文,杭瑜瑜,等. 海南苦丁茶多糖的降血糖功效评价[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(4):161-164.
- [8] 路玫,荣延平,蒙大平,等. 广西苦丁茶老叶提取物抗炎作用实验[J]. 中国药师, 2008, 11(8):889-890.
- [9] SHI Q, JIN S, XIANG X, et al. The metabolic change in serum lysoglycerophospholipids intervened by triterpenoid saponins from Kuding tea on hyperlipidemic mice [J]. Food & Function, 2019, 10(12):7782-7792.
- [10] 潘妍霓,赵欣,龙兴瑶,等. 大叶苦丁茶多酚对四氯化碳致小鼠肝损伤的预防作用[J]. 食品工业科技, 2019, 40(9):287-294.
- [11] YUAN Y, PAN S, YANG S L, et al. Antioxidant and cardioprotective effects of *Ilex cornuta* on myocardial ischemia injury [J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2017, 15(2):94-104.
- [12] HALLIWELL B. The wanderings of a free radical [J]. Free Radical Biology & Medicine, 2009, 46(5):531-542.
- [13] GIL DEL VALLE L. Oxidative stress in aging: theoretical outcomes and clinical evidences in humans [J]. Biomedicine & Aging Pathology, 2011, 1(1):1-7.
- [14] HAN Q, YU Q Y, SHI J, et al. Structural characterization and antioxidant activities of 2 water-soluble polysaccharide fractions purified from tea (*Camellia sinensis*) flower [J]. Journal of Food Science, 2011, 76(3):C462-C471.
- [15] 沈强,司辉清,于洋. 苦丁茶化学成分研究进展[J]. 茶业通报, 2010, 32(1):21-24.
- [16] 梅丽,牛瑞娟,蒋玲,等. 毛冬青化学成分及药理活性研究进展[J]. 生物化工, 2018, 4(2):129-131.
- [17] 王瑶,刘银,左浩江,等. 粗壮女贞苦丁茶的保健功效研究进展[J]. 现代预防医学, 2017, 44(3):424-427, 443.
- [18] LIU L X, SUN Y, LAURA T, et al. Determination of polyphenolic content and antioxidant activity of Kudingcha made from *Ilex kudingcha* C. J. Tseng [J]. Food Chemistry, 2009, 112(1):35-41.
- [19] 郁建平. 贵州苦丁茶植物资源及化学成分分析[J]. 植物资源与环境, 1997, 6(2):22-25.
- [20] FAN J L, WU Z W, ZHAO T H, et al. Characterization, antioxidant and hepatoprotective activities of polysaccharides from *Ilex latifolia* Thunb [J]. Carbohydrate Polymers, 2014, 101:990-997.
- [21] SHI Z Y, AN L J, ZHANG S J, et al. A heteropolysaccharide purified from leaves of *Ilex latifolia* displaying immunomodulatory activity *in vitro* and *in vivo* [J]. Carbohydrate Polymers, 2020, 245:116469.
- [22] 朱科学,朱红英,贺书珍,等. 苦丁茶冬青粗多糖的分离表征及其抗氧化活性研究[J]. 热带作物学报, 2016, 37(10):2014-2019.
- [23] 张现珠,王潇潇,陈贵杰,等. 大叶苦丁茶多糖的研究进展[J]. 中国茶叶加工, 2022(1):49-57.
- [24] 孙怡. 冬青苦丁茶多酚和多糖的提取、分离纯化、结构与抗氧化活性研究[D]. 南京:南京农业大学, 2010:27-136.
- [25] 舒翔,程明,王辉,等. 苦丁茶冬青多糖对小鼠脾脏淋巴细胞的免疫调节和抗氧化作用[J]. 食品工业科技,

- 2022,43(17):387-393.
- [26] KUNGEL P T A N, CORRÊA V G, CORRÊA R C G, et al. Antioxidant and antimicrobial activities of a purified polysaccharide from yerba mate (*Ilex paraguayensis*) [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 114:1161-1167.
- [27] HU T, HE X W, JIANG J G, et al. Efficacy evaluation of a Chinese bitter tea (*Ilex latifolia* Thunb.) via analyses of its main components [J]. Food & Function, 2014, 5(5):876-881.
- [28] 于淑池, 王珮, 许琳琅, 等. 海南苦丁茶多糖的提取及对红细胞溶血的保护作用研究[J]. 琼州学院学报, 2015, 22(5):50-55.
- [29] ZHAI X C, REN D Y, LUO Y Y, et al. Chemical characteristics of an *Ilex Kuding* tea polysaccharide and its protective effects against high fructose-induced liver injury and vascular endothelial dysfunction in mice [J]. Food & Function, 2017, 8(7):2536-2547.
- [30] 吴晓鹏, 王一飞, 刘秋英, 等. 苦丁茶多糖抗氧化活性研究[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(2):34-36.
- [31] 王新, 何玲玲, 刘彬. 苦丁茶冬青叶多糖的分离纯化及其对羟自由基的清除作用[J]. 食品科学, 2008, 29(6):37-40.
- [32] HE P F, ZHANG A Q, ZHANG F M, et al. Structure and bioactivity of a polysaccharide containing uronic acid from *Polyporus umbellatus sclerotia* [J]. Carbohydrate Polymers, 2016, 152:222-230.
- [33] 冯琳琳. 苦丁茶冬青及大叶冬青的质量控制研究[D]. 长春: 吉林大学, 2017.
- [34] ZHU F, CAI Y Z, SUN M, et al. Comparison of major phenolic constituents and in vitro antioxidant activity of diverse Kudingcha genotypes from *Ilex kudingcha*, *Ilex cornuta*, and *Ligustrum robustum* [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57(14):6082-6089.
- [35] CHEN Y, SUN X Q, FANG L T, et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenols from *Ilex latifolia* using response surface methodology and evaluation of their antioxidant activity [J]. Molecules, 2022, 27(13):3999.
- [36] CHE Y Y, WANG Z B, ZHU Z Y, et al. Simultaneous qualification and quantitation of chlorogenic acids in Kuding Tea using ultra-high-performance liquid chromatography-diode array detection coupled with linear ion trap-orbitrap mass spectrometer [J]. Molecules, 2016, 21(12):1728.
- [37] ALCÁZAR MAGAÑA A, KAMIMURA N, SOUMY-ANATH A, et al. Caffeoylquinic acids: chemistry, biosynthesis, occurrence, analytical challenges, and bioactivity [J]. The Plant Journal, 2021, 107(5):1299-1319.
- [38] ROJAS-GONZÁLEZ A, FIGUEROA-HERNÁNDEZ C Y, GONZÁLEZ-RIOS O, et al. Coffee chlorogenic acids incorporation for bioactivity enhancement of foods: a review [J]. Molecules, 2022, 27(11):3400.
- [39] ZHANG T T, HU T, JIANG J G, et al. Antioxidant and anti-inflammatory effects of polyphenols extracted from *Ilex latifolia* Thunb [J]. RSC Advances, 2018, 8(13):7134-7141.
- [40] GAO H X, CHEN N, HE Q, et al. Effects of *Ligustrum robustum* (Rxob.) Blume extract on the quality of peanut and palm oils during storage and frying process [J]. Journal of Food Science, 2022, 87(10):4504-4521.
- [41] HU T, HE X W, JIANG J G. Functional analyses on antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferative effects of extracts and compounds from *Ilex latifolia* Thunb., a Chinese bitter tea [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(34):8608-8615.
- [42] 张文芹, 许文清, 孙怡, 等. 苦丁茶冬青与大叶冬青苦丁茶提取物体外抗氧化活性比较研究[J]. 食品科学, 2010, 31(23):22-26.
- [43] 李花, 陈国德, 李培征, 等. 海南4种茶水提物的抗氧化及抑菌活性比较[J]. 食品工业科技, 2018, 39(23):56-63.
- [44] 刘丽香, 梁兴飞, 孙怡, 等. 苦丁茶提取物多酚含量与抗氧化活性的测定[J]. 茶叶科学, 2008, 28(4):289-293.
- [45] 尹国利, 赵露, 邹成梅, 等. 超声波辅助提取苦丁茶多酚及其抗氧化与降糖活性研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(17):48-55.
- [46] THUONG P T, SU N D, NGOC T M, et al. Antioxidant activity and principles of Vietnam bitter tea *Ilex kudingcha* [J]. Food Chemistry, 2009, 113(1):139-145.
- [47] ZHAO X, SONG J L, YI R, et al. Comparison of antioxidative effects of insect tea and its raw tea (Kuding Tea) polyphenols in Kunming mice [J]. Molecules, 2018, 23(1):204.
- [48] 胡婷. 苦丁茶中有效成分的分离纯化、鉴定及其活性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2013:25-125.
- [49] MU J F, YANG F P, TAN F, et al. Determination of polyphenols in *Ilex kudingcha* and insect tea (leaves altered by animals) by Ultra-High-Performance Liquid Chromatography-Triple Quadrupole Mass Spectrometry (UHPLC-QqQ-MS) and comparison of their anti-

- aging effects [J]. *Frontiers in Pharmacology*, 2020, 11: 600219.
- [50] LONG X, PAN Y, ZHAO X. Prophylactic effect of Kudingcha polyphenols on oxazolone induced colitis through its antioxidant capacities [J]. *Food Science and Human Wellness*, 2018, 7(3): 209-214.
- [51] 李美娟. 苦丁茶冬青化学成分及生物活性研究[D]. 长春: 吉林大学, 2018.
- [52] YI R K, ZHANG J, SUN P, et al. Protective effects of Kuding Tea (*Ilex kudingcha* C. J. Tseng) polyphenols on UVB-induced skin aging in SKH1 hairless mice [J]. *Molecules*, 2019, 24(6): 1016.
- [53] 苟贇. 橡胶籽β-葡萄糖苷酶水解苦丁茶叶黄酮糖苷的工艺探究[D]. 海口: 海南大学, 2020.
- [54] 延永, 李玉萌, 张亦琳, 等. 苦丁茶中总黄酮的提取工艺优化及其性质研究[J]. *陕西农业科学*, 2018, 64(11): 55-59.
- [55] 张枝, 张帆, 吴长景, 等. 苦丁茶黄酮提取工艺及抗氧化活性研究[J]. *周口师范学院学报*, 2017, 34(5): 104-108.
- [56] 吕雨晴, 许海丹, 鲍洁. 不同方法提取苦丁茶黄酮及其抗氧化活性研究[J]. *食品与发酵科技*, 2016, 52(4): 37-40, 64.
- [57] 赵欣, 易若琨, 孙鹏, 等. 苦丁茶黄酮提取物对D-半乳糖致小鼠衰老的改善作用[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(16): 303-308.
- [58] 谭颂严, 杨志伟. 苦丁茶总黄酮纯化工艺及其黄嘌呤氧化酶抑制活性研究[J]. *食品研究与开发*, 2022, 43(9): 124-131.
- [59] XU Y Q, GAO Y, GRANATO D. Effects of epigallocatechin gallate, epigallocatechin and epicatechin gallate on the chemical and cell-based antioxidant activity, sensory properties, and cytotoxicity of a catechin-free model beverage [J]. *Food Chemistry*, 2021, 339: 128060.
- [60] CHERRAK S A, MOKHTARI-SOULIMANE N, BERROUKECHE F, et al. *In vitro* antioxidant versus metal ion chelating properties of flavonoids: a structure-activity investigation [J]. *PLoS One*, 2017, 11(10): e0165575.
- [61] WANG W, ZHAO J, LI S, et al. Five new triterpenoidal saponins from the roots of *Ilex cornuta* and their protective effects against H₂O₂-induced cardiomyocytes injury [J]. *Fitoterapia*, 2014, 99: 40-47.
- [62] LI S, ZHAO J, LIU Y, et al. New triterpenoid saponins from *Ilex cornuta* and their protective effects against H₂O₂-induced myocardial cell injury [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2014, 62(2): 488-496.
- [63] LI S S, LIU Y L, XU Q M, et al. Three new triterpenoids isolated from the aerial parts of *Ilex cornuta* and protective effects against H₂O₂-induced myocardial cell injury [J]. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 2017, 15(2): 115-120.
- [64] YUAN Y, PAN S, YANG S L, et al. Antioxidant and cardioprotective effects of *Ilex cornuta* on myocardial ischemia injury [J]. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 2017, 15(2): 94-104.
- [65] YU D H, ZHU Z Y, WANG M, et al. Triterpenoid saponins from *Ilex cornuta* protect H9c2 cardiomyocytes against H₂O₂-induced apoptosis by modulating Ezh2 phosphorylation [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2021, 269: 113691.
- [66] CAO X L, LIU Y, LI J, et al. Bioactivity-guided isolation of neuritogenic triterpenoids from the leaves of *Ilex latifolia* Thunb [J]. *Food & Function*, 2017, 8(10): 3688-3695.
- [67] 符翠莉, 蒙大平, 荣延平, 等. 苦丁茶老叶水提取物的长期毒性实验研究[J]. *时珍国医国药*, 2010, 21(12): 3168-3170.
- [68] 国家卫生和计划生育委员会. 关于同意将冬青科苦丁茶作为普通食品管理的批复[J]. *中国食品卫生杂志*, 2013, 25(3): 197.
- [69] 吴晓鹏. 苦丁茶 (*Ilex kudingcha* C. J. Tseng) 多糖提取、分离、纯化及部分生物活性研究[D]. 广州: 暨南大学, 2008.

Research Progress on Antioxidant Activity of Large-leaved Kudingcha

LI Yajie^{1,2,3,4}, XU Xiusong^{1,2,3,4}, WANG Qiaozhen⁴, YANG Ling⁴, LI Rensong^{4,5},
TAO Zhanhua⁴, LIU Ling^{1,2,3**}, HUANG Shushi^{4**}

(1. Key Laboratory of Rare and Endangered Species and Environmental Protection (Guangxi Normal University), Ministry of Education, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. Guangxi Key Laboratory of Landscape Resources Conservation and Sustainable Utilization in Lijiang River Basin (Guangxi Normal University), Guilin, Guangxi, 541006, China; 3. College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541006, China; 4. Guangxi Key Laboratory of Marine Natural Products and Combinatorial Biosynthetic Chemistry, Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China; 5. College of Life Sciences, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

Abstract: Large-leaved Kudingcha is a traditional drink and medicinal material for both medicine and food in southern China. It is also a kind of non-Camellia tea which is widely circulated in the market and is generally regarded as the ‘authentic Kudingcha’. It has multiple effects such as heat-clearing and detoxifying, anti-oxidation, anti-inflammatory, hemostasis and blood-cooling, antibacterial and so on. The chemical composition of the secondary metabolites is complex, mainly including polyphenols, polysaccharides, flavonoids, triterpenes and other active ingredients. The active ingredients of large-leaved Kudingcha are natural antioxidants, which have the characteristics of green, non-toxic and high efficiency. They have good application prospects in edible oil storage, food preservation, cosmetics, health products, and antioxidant drugs. This article focuses on the antioxidant properties of chemical composition in large-leaved Kudingcha. The content, composition and antioxidant effect of representative polyphenols, polysaccharides, flavonoids, triterpenes and other chemical components in large-leaved Kudingcha were reviewed, and the application of large-leaved Kudingcha was discussed and prospected. It is intended to provide reference for the development and utilization of large-leaved Kudingcha.

Key words: large-leaved Kudingcha; *Ilex latifolia* Thunb.; *Ilex kudmcha* C. J. Tseng; *Ilex cornuta* Lindl. & Paxton; chemical composition; antioxidant activity

责任编辑:米慧芝



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址:http://gxxk.ijournal.cn/gxxkxyxb/ch