

· 综述 ·

黄连木茶的应用历史与现代研究进展[△]李月^{1,2}, 刘青^{1,2}, 毕武³, 何春年^{1,2*}, 肖培根^{1,2}

1. 中国医学科学院 北京协和医学院 药用植物研究所, 北京 100193;

2. 教育部中草药物质基础与资源利用重点实验室, 北京 100193;

3. 湖南省药品检验研究院, 湖南 长沙 410001

〔摘要〕 黄连木茶是黄连木的嫩叶芽经加工制成, 具有清热解毒、祛暑止渴等功效。黄连木茶在我国资源丰富、应用历史悠久, 在两湖、两广、江西等地区广为流传, 是一种具有广阔应用前景的保健茶饮。现代研究表明, 黄连木茶含有丰富的挥发油、黄酮、鞣质等多种成分, 具有抗氧化、抑菌、调血脂、抗癌等多种药理活性。通过检索国内外文献和报道, 整理了黄连木茶的植物来源、应用历史、应用现状、化学成分和药理活性等, 为进一步开发和利用黄连木茶资源提供参考。

〔关键词〕 黄连木茶; 别样茶; 应用历史; 化学成分; 药理活性

〔中图分类号〕 R282.71 〔文献标识码〕 A 〔文章编号〕 1673-4890(2021)05-0909-09

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20200416002

Application History and Modern Research Progress of *Pistacia chinensis* TeaLI Yue^{1,2}, LIU Qing^{1,2}, BI Wu³, HE Chun-nian^{1,2*}, XIAO Pei-gen^{1,2}

1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medicinal Sciences,

Peking Union Medicinal College, Beijing 100193, China;

2. Key Laboratory of Bioactive Substances and Resources Utilization of Chinese Herbal Medicine,

Ministry of Education, Beijing 100193, China;

3. Hunan Institute for Drug Control, Changsha 410001, China

〔Abstract〕 *Pistacia chinensis* tea (*Huanglianmu* tea) is made from the leaf-bud of *P. chinensis*, and it has the functions of clearing heat and detoxifying, dispelling summer-heat and quenching thirst. *Huanglianmu* tea is rich in resources and has a long history of application in China. It is widely spread in Hunan, Hubei, Guangdong, Guangxi, Jiangxi and other regions. It is a kind of healthy tea with broad application prospect. Modern studies have shown that *Huanglianmu* tea is rich in volatile oils, flavonoids, tannins and other components, and has a variety of pharmacological activities such as antioxidant, antibacterial, lipid-lowering and anti-cancer. The authors sorted out the plant origin, application history, application status, chemical constituents and pharmacological activities of *Huanglianmu* tea by searching the domestic and foreign literature and reports, so as to provide a basis for the further development and utilization of *huanglianmu* tea.

〔Keywords〕 *Pistacia chinensis* tea; non-camellia tea; applied history; chemical constituents; pharmacological activities

中国人饮茶历史悠久。茶因其气味清香、口感美妙, 且具有降血糖、调血脂、抗氧化、抗癌、保护心血管等保健作用^[1-2], 一直受到人们的喜爱。我国的茶文化多样, 除了传统意义上的来源于山茶科山茶属的茶, 如普洱茶、乌龙茶等, 还有多种被长

期应用并且具有一定保健功能的其他植物来源的茶, 被称为“别样茶”^[3]。

黄连木茶被认为是别样茶的一种, 又被称为黄鹌芽茶(湖南、江西)、黄练芽茶(湖南)、黄连芽茶(湖南)等。其为黄连木 *Pistacia chinensis* Bunge 的嫩

[△] 〔基金项目〕 中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(2016-I2M-1-012); 国家“重大新药创制”科技重大专项(2018ZX09711001-008)

* 〔通信作者〕 何春年, 研究员, 研究方向: 药用植物亲缘学; Tel: (010) 57833165, E-mail: cnhe@implad.ac.cn

叶芽经加工而成, 味苦, 性寒, 有清热解毒、祛暑止渴的药效, 可以治疗咽喉疼痛、口舌糜烂等。近年来, 具有防治慢性病等作用的保健茶饮受到广泛的关注, 历史悠久且资源丰富的黄连木茶的研究也在不断深入, 笔者对黄连木茶的原植物、应用历史、应用现状、现代药学研究进行整理和总结, 为其今后的开发和应用提供参考。

1 原植物来源及其资源

民间应用的黄连木茶的植物来源为漆树科(Anacardiaceae)黄连木属(*Pistacia*)黄连木*P. chinensis* Bunge。黄连木属植物全世界约有10种, 多具有食用、药用和观赏价值。其中, 中国境内有2种原生种, 分别是中国黄连木、清香木*P. weinmannifolia*, 另外, 阿月浑子*P. vera*在我国新疆有栽培, 其果实可食, 被称为开心果^[4-6]。黄连木是雌雄异株的落叶乔木, 高达20余米, 其耐干旱、耐寒冷、耐瘠薄、耐酸性或碱性土壤、抗二氧化硫污染能力较强^[7-10], 生存能力和适应性很强, 广泛分布在我国23个省份, 河北、河南、陕西等地较多^[6], 资源丰富。研究表明, 我国有广阔的不适合种植粮食的边际土地, 如荒山、荒地等, 其中可以用于种植黄连木的边际土地总量可达1 989.76万hm², 资源潜力巨大^[11]。

黄连木用途广泛, 价值很高, 其种子和果实含油量丰富, 提炼出的油可以作为液体生物能源, 有减少二氧化碳排放以减缓温室效应的潜力, 这使得黄连木近年来广受关注。2019年, 科学技术部发布的科技基础资源调查专项项目中, 将黄连木列为主要工业用油树种之一。此外, 黄连木树冠开阔、香气四溢, 春秋季叶片呈靓丽的红色, 是广受欢迎的观赏植物。黄连木木质细密, 还可以雕刻成家具等。黄连木树皮和叶子可入药, 叶、芽和花序可食用^[11-13]。

2 应用历史

宋代范成大撰写的《桂海虞衡志》(1175年)中就有记载, 江东人(今皖南、苏南等地)取黄连木树脂制成香料, 香气与橄榄香相似, 不过书中还没有出现关于黄连木茶的记载。

黄连木做茶饮的应用历史至少有600年, 明代早期, 朱橚编写的《救荒本草》(1406年)卷五, 黄楸树项下就有记载: “救饥采嫩芽叶炸熟, 换水浸去

苦味, 油盐调食, 蒸芽曝干亦可作茶煮饮。”

黄仲昭的《八闽通志》(1490年)是现存最早的福建省志, 卷二十五中写道: “黄连茶木高二三丈, 叶似槐而尖长。春初芽始生, 可治以代茗饮, 亦可为茹, 味香美, 俗又呼凉茶树。”明代晚期, 方以智的《物理小识》(1643年)卷九, 黄楸头中也记载: “春采其叶, 味苦而甘, 一名回味, 可治痢, 而治霍乱尤效, 皮可合香。”黄仲昭和方以智2人的说法基本一致, 都介绍了黄连木茶的采收季节是春季, 采收部位是嫩芽或叶, 可见, 黄连木茶在明朝已有一定范围的应用。

清代的古籍更加详细地记载了黄连木茶的性、味、名字由来、生长地点、功效、采收加工等。清代赵学敏的《本草纲目拾遗》(1765年)卷七, 藤部黄连芽项下记载, 嫩芽味道像黄连般苦涩, 嫩叶可揉干制成茶, 味苦带甘, 性寒, 可以清热解暑、生津止渴、解毒、利便、明目, 用于治疗喉痛咽哽, 消热醒酒等。吴其浚也在《植物名实图考》(1848年)卷三十七黄连木项下记载了黄连木的主要产区在江西、湖广一带, 这些地方至今仍是黄连木茶流传较多的地方; 书中还写道: “春时新芽微红黄色, 人竞采其腌食, 曝以为饮, 味苦回甘如橄榄, 暑天可清热生津”, 也介绍了茶饮清暑热、解渴的功效。

3 应用现状

随着对慢性病的重视, 具有抗氧化、清热解毒等保健作用的茶饮深受人们喜爱, 黄连木茶从自采自用慢慢发展为商品进入市场流通, 成为了湖南省涟源市荷塘镇、江西省九江市修水县和湖北省赤壁市随阳区等地方的特产之一, 在两湖、两广、江西等地广受欢迎。

目前, 市场上流通的产品还是以茶叶为主, 茶包、饮料等几乎没有。黄连木茶的加工各不相同、有繁有简。其中一种方法是在春季采摘10cm左右、呈嫩黄色的嫩叶芽, 然后摘成3cm左右, 洗净, 开水烫1遍, 取出, 晾凉, 晒1~2d至半干, 然后用烟熏干即可。制好的黄鹌芽茶呈黑色, 泡水后颜色呈黄绿色、气味清香独特、口感爽脆。黄连木茶还被分别用于与可食用植物花、红茶、黑茶混合配制, 开发出了黄连木芽复合保健花茶、黄连木红茶、黄连木黑茶, 克服了黄连木叶芽不易单独制茶的难点, 改善了口感和气味, 综合了不同茶的

药效^[14-16]。

4 化学成分

黄连木叶含有丰富的挥发油、黄酮、酚酸等成分,还含有矿质元素、维生素 C 和氨基酸等成分,这些是黄连木叶发挥作用的主要物质基础。叶片中典型化合物结构见图 1。

4.1 挥发油

挥发油是一类在常温下可挥发的不溶于水的脂溶性化合物。目前,关于黄连木叶中挥发油的研究较多,因其低沸点、不溶于水等特性,多采用水蒸气蒸馏法进行提取,然后用气相色谱-质谱法(GC-MS)来分析、鉴定挥发油的组成。袁冬梅等^[17]最早通过 GC-MS 从黄连木叶挥发油中鉴定出 99 个成分,其中长链脂肪酸含量最多(64.26%),萜类化合物种类最丰富(37 个)。陈利军等^[18]从黄连木叶挥发油中鉴定了 28 个化合物,倍半萜类化合物质量分数为 58.57%,主要成分为石竹烯、(E)-3,7-二

甲基-1,3,6-辛三烯等。余倩等^[19]采用顶空固相微萃取法从叶片中提取到的挥发性成分中,倍半萜质量分数为 65.42%,主要成分为 β -月桂烯、石竹烯等。

黄连木的产地、采收期、提取方法等不同是导致分析结果有所不同的主要原因。中药自古有“道地产区”的说法,Zhu 等^[20]比较了中国 5 个不同地方的黄连木叶的挥发油成分,发现共有成分的含量差异很大。王荣等^[21]通过对不同季节和每日不同时间采摘的黄连木叶片进行比较分析,发现黄连木叶释放的主要挥发性成分——萜烯类在夏季的含量高于秋季和春季,每日释放量最高的是下午 3 点。李云耀等^[22]比较了超临界二氧化碳萃取和水蒸气蒸馏法,发现 2 种提取方法提取出的成分有明显差别,前者提取到更多的长链脂肪酸和芳烃类,后者提取的萜类更多,一些共同成分如 β -月桂烯、3-十五烷基-苯酚,后者的提取效率普遍高于前者。

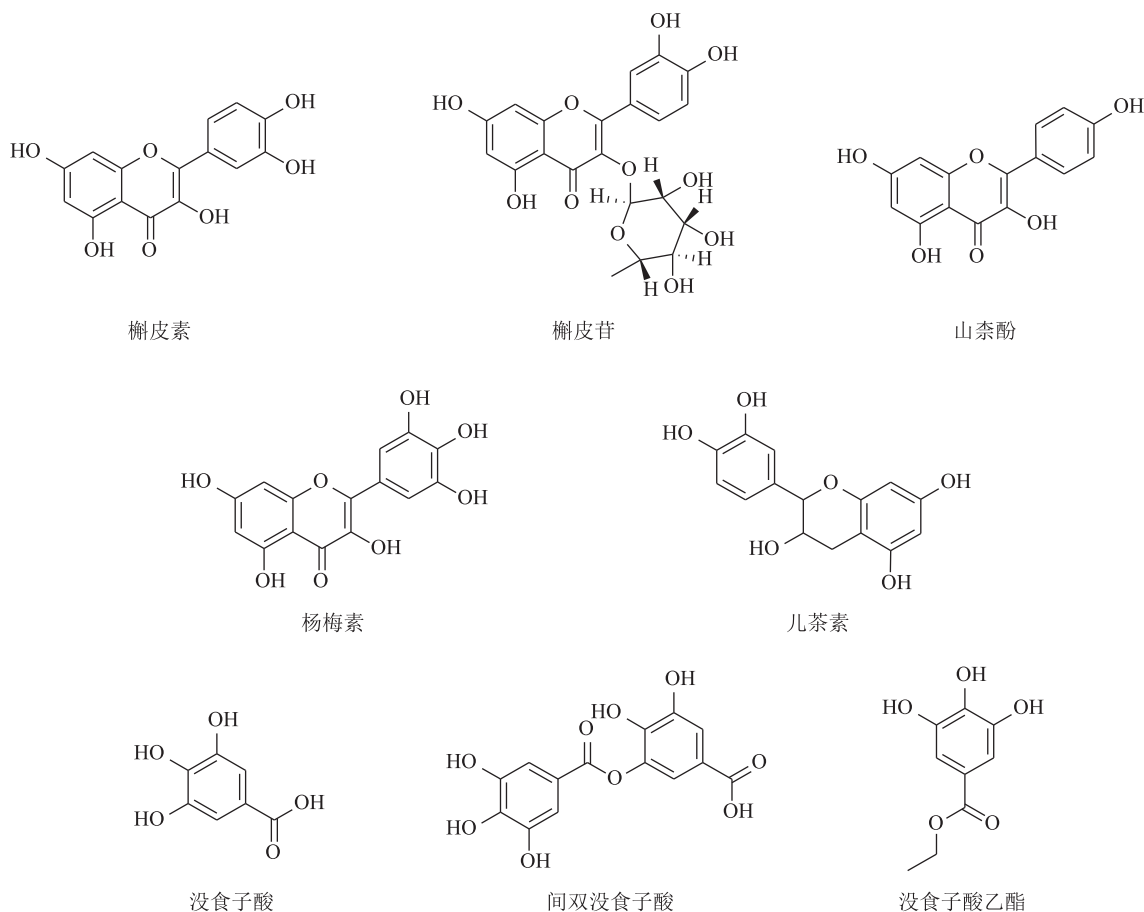


图 1 黄连木叶中典型化合物的化学结构

4.2 黄酮类

据文献报道, 黄连木叶中黄酮含量一般用氯化铝法测定, 以芦丁计算, 叶中总黄酮质量分数为 $137.5 \sim 145.3 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ [23-24]。研究表明, 黄连木花序和叶中总黄酮、水合儿茶素、芦丁、槲皮素和山柰酚的含量随季节的变化而变化, 在春季初生的叶片中基本达到峰值, 这与古籍中记载在春季采收嫩叶是一致的 [25]。张乐乐 [26] 研究也表明, 黄连木叶中黄酮和多酚含量在 4 月份最高, 且雌树叶片的儿茶素、芦丁、总多酚始终高于雄树叶片。

目前, 从黄连木叶、花序、地上部分中鉴定出 31 个黄酮类化合物, 见表 1。其中, 黄酮醇及其苷类有 16 个(化合物 1~16), 黄酮及其苷类 7 个(化合物 17~23), 黄烷醇 4 个(化合物 24~27), 二氢黄酮(28)、花色苷(29)、原花青素(30)、双黄酮(31)各 1 个, 苷类化合物中连接的糖多为葡萄糖和鼠李糖。

4.3 酚酸

黄连木中含有丰富的酚酸类化合物, 其通常具有酚羟基和羧基的特性, 有较好的生物活性。目前已从黄连木叶片等中鉴定出 16 个酚酸类化合物, 其中, 羟基苯甲酸衍生物 7 个(化合物 32~38), 羟基环己羧酸衍生物有 4 个(化合物 39~42), 肉桂酸衍生物 4 个(化合物 43~46), 其他酚酸化合物 1 个, 见表 1。

没食子酸类和奎宁酸类衍生物是黄连木叶中 2 类重要的酚酸类化合物, 其在叶片中种类最丰富, 且多具有良好的药理活性, 如没食子酸具有抑菌活性, 绿原酸具有抗氧化、抗病毒活性等 [36]。没食子酸及其衍生物还是生成鞣质的重要前体。

4.4 鞣质

鞣质又称单宁, 是一种由没食子酸及其衍生物

与 *D*-葡萄糖通过酯键形成的可水解鞣质。目前, 仅从黄连木叶中分离出 1 个鞣质类化合物。黄连木叶中的鞣质质量分数为 14.52%, 黄连木树皮中低于 5%, 且随着树龄的增长含量减少, 五倍子(黄连木叶片上的蚜虫引起的瘿瘤)中为 20%~30% [13,37-38]。鞣质在五倍子中含量丰富, 研究相对较多, 是其重要的活性成分。

鞣质一般采用丙酮等有机溶剂进行提取。张旋 [39] 优化了黄连木叶片中多酚的提取条件: 样品与 50% 乙醇以 1:20 混合、超声 20 min、提取温度 70 ℃ 时, 多酚得率为 7.86%。邓冠军等 [23] 用硅胶色谱柱进行粗多酚的纯化, 结果鞣质含量增加超过 10%。鞣质的含量测定一般采用皮粉法或福林酚-丹尼斯法, 后者以单宁酸为对照品, 通过上述提取或纯化方法处理后每克样品中鞣质含量相当于 728.9~860.0 mg 单宁酸 [23,39]。

黄连木叶中的鞣质含有多个酚羟基, 除了有抗氧化活性, 还具有潜在的药用价值, 可以代替单宁酸合成其他产物, 在工业应用上发挥作用 [38]。

4.5 其他

黄连木叶片中还富含铁、锌、锰等微量元素和氮、钙、钾等元素, 并且随季节的变化有所波动 [40]。嫩叶含有丰富的维生素 C ($0.62 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), 高于橙子、猕猴桃等新鲜果中的含量 [41-42]。嫩叶中还含有 17 种氨基酸, 其中必需氨基酸有 7 种, 占所有氨基酸的 33.07%, 分别为亮氨酸(8.32%)、苯丙氨酸(5.44%)、缬氨酸(5.25%)、异亮氨酸(4.22%)、苏氨酸(4.15%)、赖氨酸(3.85%)和甲硫氨酸(1.84%) [42]。黄连木叶中还含 β -谷甾醇、羽扇豆醇等其他成分(表 1)。

表 1 黄连木中主要化学成分

成分	编号	化合物名称	部位	文献出处
黄酮类	1	槲皮素(quercetin)	叶	[27-30]
	2	山柰酚(kaempferol)	叶	[25]
	3	杨梅素(myricetin)	叶	[30-31]
	4	槲皮苷(quercitrin)	叶	[27, 30]
	5	芦丁(rutin)	叶	[26]
	6	槲皮素-3- <i>O</i> - β -D-木糖苷(quercetin-3- <i>O</i> - β -D-xylopyranoside)	芽叶或花序	[28]
	7	槲皮素-3- <i>O</i> - β -D-葡萄糖苷(quercetin-3- <i>O</i> - β -D-glucoside)	叶	[28, 30-31]
	8	槲皮素-3- <i>O</i> - β -D-葡萄糖苷酸(quercetin-3- <i>O</i> - β -D-glucuronide)	叶	[32]
	9	槲皮素-3- <i>O</i> -(6"-没食子酰)- β -D-葡萄糖苷[quercetin-3- <i>O</i> -(6"-galloyl)- β -D-glucoside]	叶	[27]
	10	槲皮素-3- <i>O</i> - β -葡萄糖苷-7- <i>O</i> - α -鼠李糖苷(quercetin-3- <i>O</i> - β -glucoside-7- <i>O</i> - α -rhamnoside)	地上部分	[31]
	11	山柰素-3- <i>O</i> -芸香糖苷(icotiflorin/kaempferol-3- <i>O</i> -rutinoside)	叶	[32]

续表 1

成分	编号	化合物名称	部位	文献出处
酚酸类	12	山柰素-3-葡萄糖苷酸(kaempferol-3-glucuronide)	叶	[32]
	13	山柰素-3, 7- <i>O</i> - α -L-二鼠李糖苷(kaempferol-3, 7- <i>O</i> - α -L-dirhamnoside)	叶	[27]
	14	杨梅素-3- <i>O</i> - α -鼠李糖苷(myricetin-3- <i>O</i> - α -rhamnoside)	叶	[30-31]
	15	杨梅素-3- <i>O</i> - β -葡萄糖苷酸(myricetin-3- <i>O</i> - β -glucuronide)	叶	[30-31]
	16	杨梅素-3-半乳糖苷(myricetin 3-galactoside)	叶	[33]
	17	芹菜素(apigenin)	地上部分	[31]
	18	香叶木素(diosmetin)	地上部分	[31]
	19	柚皮素(naringenin)	芽叶或花序	[28]
	20	白杨黄素(chrysin/5, 7-dihydroxyflavone)	叶	[33]
	21	芹菜素-7- <i>O</i> - β -葡萄糖苷(apigenin-7- <i>O</i> - β -glucoside)	地上部分	[31]
	22	木犀草素-7- <i>O</i> -葡萄糖苷酸(luteolin-7- <i>O</i> -glucuronide)	叶	[33]
	23	木犀草素-3- <i>O</i> -芸香糖苷(luteolin-3- <i>O</i> -rutinoside)	叶	[33]
	24	儿茶素(catechin)	叶	[25-26]
	25	表没食子儿茶素(epigallocatechin)	叶	[32]
	26	没食子儿茶素没食子酸酯(gallocatechin gallate)	叶	[32]
	27	表儿茶素没食子酸酯(epicatechin-3-gallate)	叶	[33]
	28	光甘草酚(glabrol)	叶	[32]
	29	锦葵色素-3, 5- <i>O</i> -二葡萄糖苷(malvidin-3, 5- <i>O</i> -diglucoside)	叶	[33]
	30	原花青素 B1(procyanidin B1)	叶	[33]
	31	穗花杉双黄酮(amentoflavone)	芽叶或花序	[28]
	32	原儿茶酸(3, 4-dihydroxybenzoic acid)	芽叶或花序	[28]
	33	对羟基苯甲酸(<i>p</i> -hydroxybenzoic acid)	芽叶或花序	[28]
	34	没食子酸(gallic acid)	叶	[27-28]
	35	间双没食子酸(digallic acid)	叶	[27]
	36	没食子酸乙酯(ethyl gallate)	叶	[28-29]
	37	间双没食子酸乙酯	叶	[29]
	38	6- <i>O</i> -没食子酰熊果苷(6- <i>O</i> -galloyl-arbutin)	叶	[27]
	39	5- <i>O</i> -没食子酰基奎宁酸(5- <i>O</i> -galloylquinic acid)	叶	[32]
	40	3, 5- <i>O</i> -二没食子酰基奎宁酸(3, 5- <i>O</i> -digalloylquinic acid)	叶	[32]
	41	3, 4, 5- <i>O</i> -三没食子酰基奎宁酸(3, 4, 5- <i>O</i> -trigalloyl quinic acid)	叶	[33]
	42	2, 2, 3, 4- <i>O</i> -四没食子酰基奎宁酸(tetragalloylquinic acid)	叶	[32]
	43	4-羟基肉桂酸(4-hydroxycinnamic acid)	芽叶或花序	[28]
	44	绿原酸(chlorogenic acid/3- <i>O</i> -caffeoylquinic acid)	叶	[32]
	45	洋蓟素(cynarin/1, 3- <i>O</i> -dicafeoylquinic acid)	叶	[32]
	46	3, 4, 5- <i>O</i> -三咖啡酰奎宁酸(3, 4, 5- <i>O</i> -tricafeoylquinic acid)	叶	[33]
	47	对羟基苯乙酸(4-hydroxyphenylacetic acid)	芽叶或花序	[28]
鞣质类	48	pistafolin A	叶	[32]
其他类	49	β -谷甾醇(β -sitosterol)	芽叶或花序	[28]
	50	胡萝卜苷(daucosterol)	芽叶或花序	[28]
	51	羽扇豆醇(luepol)	叶	[30]
	52	赤杨二醇(alnusdiol)	芽叶或花序	[28]
	53	莽草酸(shikimic acid)	叶	[32]
	54	黄连木酰胺(pistaciamide)	芽叶或花序	[34-35]
	55	亚麻酸乙酯(ethyl linolenate)	芽叶或花序	[34]

注：表中“部位”一列只列出确定含有的最小部位，例如文献报道分别从叶、芽叶和花序、地上部分分离得到槲皮素-3-*O*- β -D-葡萄糖苷，此栏只列出叶。

5 药理作用

黄连木茶被认为具有消暑热、解毒、止渴等作用。现代药理研究表明,黄连木叶有良好的抗氧化、抑菌、调血脂、抗癌和抗阿尔茨海默病(AD)作用。此外,黄连木的其他部位还被报道具有抗乙肝病毒、抗炎、雌激素样和抗血小板活性。

5.1 抗氧化活性

目前研究表明,体内氧自由基过多会引起细胞和机体的损伤、衰老;抗氧化剂可以清除多余的自由基,延缓机体衰老,还可以减轻缺血缺氧组织的损伤,辅助心血管疾病的治疗等^[43-45]。

黄连木叶片中含有丰富的多酚、黄酮、维生素 C 等成分,这些成分被认为具有良好的抗氧化活性。黄连木叶抗氧化活性的研究较多,结果表明,黄连木叶粗提取物具有良好的抗氧化活性,清除自由基的能力强于维生素 C^[23-24,46]。毕武^[47]采用 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基清除法测得黄连木茶抗氧化活性的半数有效浓度(EC₅₀)为 41.83 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,显著低于普洱茶和红茶,说明黄连木茶的活性更好。黄连木叶中纯化后的多酚清除自由基的半数抑制浓度(IC₅₀)为 3.02 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,低于粗提取物的 3.57 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,提示多酚类化合物是黄连木叶抗氧化的有效成分^[23]。除了体外实验,100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 黄连木叶多酚能显著降低秀丽隐杆线虫体内被胡桃醌诱导产生的强氧化性有害物质活性氧(ROS),从而提高其生存率^[23]。

Noureen 等^[44]采用 DPPH 自由基清除法、过氧化氢清除法等 8 种体外抗氧化方法测定了黄连木叶甲醇、乙醇提取物、树皮甲醇、乙醇提取物的抗氧化活性,有 5 种方法显示树皮甲醇提取物的抗氧化活性最好。体内研究发现,200 ~ 400 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 黄连木树皮乙醇提取物能通过抑制硫代巴比妥酸反应物、过氧化氢、亚硝酸盐的升高,恢复抗氧化酶的水平等,有效地抑制四氯化碳(CCl_4)诱导的 SD 大鼠的氧化应激,对 CCl_4 诱导的睾丸毒性和肾毒性有保护作用^[44,48];改善 CCl_4 诱导的 SD 雄性大鼠的肺和甲状腺损伤,从树皮提取物中分离出的生物活性成分芦丁、鞣质、没食子酸,在叶片中也有^[49]。

5.2 抑菌活性

Rashed 等^[30]采用琼脂扩散法测定黄连木叶片甲

醇提取物的抑菌活性,质量浓度为 30 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,对试验的 3 种革兰阳性菌、7 种革兰阴性菌和 2 种真菌的生长都有明显的抑制作用,尤其是粘质沙雷菌(抑菌圈直径为 28 mm)、粪肠球菌(25 mm)等。将这些具有抑菌活性的提取物进行纯化,分离到羽扇豆醇、 β -谷甾醇和 6 个黄酮(表 1),并认为这些化合物可能是黄连木叶产生抗菌作用的物质基础。

陈利军等^[18]将黄连木叶挥发油加在滤纸片上,分别与小麦赤霉病菌、番茄灰霉病菌和梨黑斑病菌一起培养,发现挥发油对这 3 种真菌都有一定的抑制作用,且抑制率与剂量呈正相关,抑制率为 50% 的挥发油剂量分别为 12.99、62.72、66.37 μL 。

5.3 调血脂作用

肥胖正成为全球日益严重的健康问题,它会增加高血压、糖尿病、冠心病等的患病概率。张乐乐^[26]发现,100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的黄连木叶提取物、芦丁和槲皮素能显著下调小鼠脂肪细胞 3T3-L1 中脂肪生成相关基因的表达,显著降低细胞内三酰甘油的含量,减小脂肪细胞大小;并且通过进一步的生物信息分析发现,黄连木叶提取物发挥主要作用的主要通路是细胞外基质-受体相互作用(ECM-receptor)和核糖体通路,提示黄连木叶有望开发成预防、减轻肥胖的天然茶饮。

5.4 抗癌活性

Kirollos 等^[32]分别检测了黄连木叶片乙醇提取物对前列腺癌细胞 PC3、肺癌细胞 A549、乳腺癌细胞 MCF7 和肝癌细胞 HepG2 的细胞毒性,发现提取物对前 3 种癌细胞均有一定的细胞毒性,IC₅₀分别为 30.29、85.53、27.64 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,说明黄连木叶提取物对前列腺癌、肺癌和乳腺癌具有一定的抗癌活性。

5.5 抗 AD 作用

AD 是最常见的神经退行性疾病,目前没有有效的治疗手段。El Bishbishy 等^[33]发现,黄连木叶甲醇提取物对体外乙酰胆碱酯酶(AChE)活性表现出显著的抑制作用,且抑制作用随着剂量的增加而增强,IC₅₀为 13.83 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。而且,0.1 ~ 1.0 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 黄连木叶提取物对热诱导的蛋白质变性、热诱导的溶血、低渗诱导的红细胞溶血均表现出显著剂量相关的抑制作用,质量浓度为 1 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,提取物对热诱导的蛋白质变性和溶血的抑制率分别为 75.2% 和

75.5%，与 $0.1 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 阿司匹林的抑制率相当。黄连木叶提取物在体外表现出明显的抗胆碱酯酶和抗炎活性，是体内研究潜在的双靶点候选物，有防治 AD 的潜力。

5.6 抗乙肝病毒活性

Rashed 等^[31]通过丙型肝炎病毒(HCV)培养系统实验发现， $25 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 黄连木地上部分的甲醇提取物对 HCV 有抑制作用，并且从提取物中分离得到了 8 个有生物活性的黄酮，其中 4 个成分在黄连木叶中有过报道(表 1)，提示黄连木叶可能也具有抗 HCV 活性；研究还表明，香木叶素和芹菜素均具有较好的抗 HCV 活性， IC_{50} 分别为 42.5 、 $39.9 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，目前这 2 种化合物在黄连木叶中未见报道。

5.7 抗炎活性

Yayeh 等^[50]研究发现，黄连木树干皮的甲醇提取物含有间苯二酚类酚酯， $2.5 \sim 10.0 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 树皮提取物能抑制脂多糖刺激的小鼠巨噬细胞 RAW264.7 中诱导性一氧化氮合酶的 mRNA 的转录和蛋白质表达，从而减少 NO 释放；还能诱导 I 型血红素氧化酶的上调等，从而产生抗炎作用。黄连木叶和树皮都可入药，功效是清热解毒，这与黄连木叶中含有的槲皮素等具有抗炎作用的成分有关^[51]。

5.8 抗血小板活性

$2.5 \sim 20.0 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 黄连木树干皮的甲醇提取物可抑制体外二磷酸腺苷(ADP)诱导的大鼠血小板聚集，增加静止状态血小板中环磷酸腺苷(cAMP)的产生，抑制纤维蛋白原 $\alpha\text{IIb}\beta_3$ 的结合，下调 c-Jun 氨基末端激酶(JNK)、细胞外调节蛋白激酶(ERK)和蛋白激酶 B(Akt)磷酸化，因此，其是一种潜在的抗血小板药物，可用于治疗心血管病；从提取物中分离得到 4 种主要化合物间苯二酚、白藜芦醇、槲皮素和儿茶素，叶中含有后两者^[52]。

5.9 雌激素样活性

从黄连木新鲜嫩枝的乙酸乙酯部位分离得到了 2 个 4-芳基香豆素(新黄酮)二聚体，它们仅 3 位上氢键的绝对构型不同。研究表明，其中 1 种构型在体外能和雌二醇竞争，与牛子宫雌激素受体的结合($\text{IC}_{50} = 50 \text{ nmol} \cdot \text{L}^{-1}$)；还能刺激雌激素依赖的 T47D 细胞的生长($\text{EC}_{50} = 800 \text{ nmol} \cdot \text{L}^{-1}$)，具有强雌激素

受体激动剂活性^[53]。

6 讨论

黄连木原植物的用途很多，有很高的生态、观赏、药用、工业价值，近年来因为有望成为新兴的液体生物能源而备受关注，但作为药用或保健茶饮的应用还不够。作为历史悠久、深受人们喜爱的特色茶饮，黄连木茶还有很大的开发潜力。对黄连木茶进行充分的开发利用，一是能继承和发展传统茶饮，提高人民健康水平；二是黄连木在我国分布广泛、资源丰富、价值高、生存能力和适应性较强，适合在荒山、荒草地等地推广种植，开发其叶芽可以充分利用黄连木资源，产生巨大的经济效益。

目前，对黄连木的研究集中在植物的资源分布、栽培技术、作为新液体生物能源的开发等方面，黄连木茶的化学成分、药理活性及安全性研究还处于初步阶段。黄连木叶的化学成分研究现在主要集中在挥发油上，不同采收期、不同地点、不同提取方法得到的挥发性成分差别较大；叶片中黄酮和鞣质的研究主要在提取、纯化的条件优化和含量测定上，结构鉴定较少；对甾醇、生物碱等其他成分的认识还不够深入。黄连木叶的药理研究主要集中在抗氧化活性，近年来，有抑菌、调血脂、抗癌和抗 AD 作用等新的认识，但目前的研究还远远不够，如调血脂、抗癌和抗 AD 作用还缺少动物实验。黄连木其他部位分别具有抗 HCV 活性、抗炎活性、雌激素样活性和抗血小板活性等，叶片与这些部位有一些共有成分可能也具有这些活性，还需要更多的药理实验来验证。为了进一步开发和应用黄连木茶，需要更全面更深入的研究，明确其活性成分和药理作用，同时还要进行安全性研究，以便安全应用和进行质量控制等。

目前的研究表明，黄连木叶富含多种多酚类成分，具有抗氧化、抑制脂肪生成、抗癌等作用，有开发成抗衰老、防治肥胖的保健食品的潜力。市场上的黄连木茶都为茶叶，产品形式较为单一，可以考虑开发各种不同形式的产品，如饮料、口服液等，也可以考虑通过新的加工方法生产出不同的茶叶类型等。随着人们生活水平的提高和对慢性病的重视，开发出疗效好、物质基础明确、作用机制清楚的保健食品是黄连木茶的重要发展方向。

参考文献

- [1] 顾小盼,潘勃,吴臻,等.普洱茶药理作用研究进展[J]. 中国中药杂志,2017,42(11):2038-2041.
- [2] 雷蕾.绿茶药理研究进展[J]. 海峡药学,2007,19(6):15-17.
- [3] 韩碧群,彭勇,肖培根.中国别样茶的整理研究[J]. 中国现代中药,2013,15(4):259-269.
- [4] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会.中国植物志:第45卷[M].北京:科学出版社,1980:92,95.
- [5] RAUF A, PATEL S, UDDIN G, et al. Phytochemical, ethnomedicinal uses and pharmacological profile of genus *Pistacia*[J]. Biomed Pharmacother, 2017, 86:393-404.
- [6] 沈植国,宋宏伟,韩健,等.世界黄连木属种质资源种类与分布综述[J]. 世界林业研究,2012,25(5):29-34.
- [7] 符瑜,潘学标,高浩.中国黄连木的地理分布与生境气候特征分析[J]. 中国农业气象,2009,30(3):318-322.
- [8] LI H, ZHANG Z, LIN S, et al. Research advances in the study of *Pistacia chinensis* Bunge, a superior tree species for biomass energy[J]. For Stud China, 2007, 9(2):164-168.
- [9] 潘浩.不同种源黄连木水分生理特性及抗旱性研究[D]. 南京:南京林业大学,2010.
- [10] 任广炼,石佳,郑文娟,等.黄连木抗二氧化硫能力研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2012,37(2):97-101.
- [11] 路璐,傅新宇,江东,等.基于GIS-LCA的能源植物黄连木开发环境潜力评估[J]. 地球信息科学学报,2014,16(2):328-334.
- [12] 秦飞,郭同斌,刘忠刚,等.中国黄连木研究综述[J]. 经济林研究,2007,25(4):90-96.
- [13] TANG M, ZHANG P, ZHANG L, et al. A potential bioenergy tree: *Pistacia chinensis* Bunge[J]. Energy Procedia, 2012, 16:737-746.
- [14] 吴丽芳,汤明礼,吴正岩,等.一种黄连木黑茶的加工方法:CN 103976067A[P]. 2014-08-13.
- [15] 吴丽芳,汤明礼,吴正岩,等.一种黄连木红茶的加工方法:CN 103960422A[P]. 2014-08-06.
- [16] 吴丽芳,汤明礼,吴正岩,等.一种黄连木芽复合保健花茶的制备方法:CN 103947809A[P]. 2014-07-30.
- [17] 袁冬梅,杨玲娟,闫世才.黄连木叶挥发油化学成分研究[J]. 西北植物学报,2005,25(12):2539-2542.
- [18] 陈利军,夏新奎,陈月华,等.黄连木叶挥发油的抑菌活性及其成分分析[J]. 河南农业科学,2010,39(5):63-65,68.
- [19] 余倩,宋双红,李翠芹. SPME-GC-MS 结合保留指数分析黄连木挥发性成分[J]. 中药材,2014,37(11):2022-2025.
- [20] ZHU B, WANG Q, ROGE E F, et al. Chemical variation in leaf oils of *Pistacia chinensis* from five locations in China[J]. Chem Nat Compd, 2006, 42(4):422-425.
- [21] 王荣,胡静静,王超,等.黄连木叶片挥发性物质动态变化分析[J]. 林业科学,2015,51(1):150-156.
- [22] 李云耀,陈林,孟英才,等.超临界CO₂萃取法与水蒸气蒸馏法提取黄连木嫩叶挥发油及GC-MS分析[J]. 湖南中医药大学学报,2016,36(3):24-26,46.
- [23] 邓冠军,汤明礼,张旋,等.黄连木叶粗多酚的纯化及其抗氧化研究[J]. 生物学杂志,2014,31(2):51-54.
- [24] 张旋,汤明礼,邓冠军,等.黄连木叶提取物抗氧化活性及相关毒性、抗毒性研究[J]. 天然产物研究与开发,2013,25(8):1107-1111,1106.
- [25] ZHANG L, YANG M, GAO J, et al. Seasonal variation and gender pattern of phenolic and flavonoid contents in *Pistacia chinensis* Bunge inflorescences and leaves[J]. J Plant Physiol, 2016, 191:36-44.
- [26] 张乐乐.黄连木叶片提取物对小鼠3T3-L1脂肪细胞的作用研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2016.
- [27] 史清文,左春旭.黄连木叶化学成分研究[J]. 中国中药杂志,1992,17(7):422-423,446.
- [28] 柳建军,刘锡葵.黄连木食用部位化学成分研究[J]. 中草药,2009,40(2):186-189.
- [29] 史清文,左春旭.黄连木叶醚提物的化学成分研究[J]. 中国现代应用药学,1992,9(4):161-162.
- [30] RASHED K, SAID A, ABDO A, et al. Antimicrobial activity and chemical composition of *Pistacia chinensis* Bunge leaves[J]. Int Food Res J, 2016, 23(1):316-321.
- [31] RASHED K, CALLAND N, DELOISON G, et al. *In-vitro* antiviral activity of *Pistacia chinensis* flavonoids against hepatitis C virus (HCV)[J]. J Appl Pharm, 2014, 6(1):8-18.
- [32] KIROLLOS F N, ELHAWARY S S, SALAMA O M, et al. LC-ESI-MS/MS and cytotoxic activity of three *Pistacia* species[J]. Nat Prod Res, 2019, 33(12):1747-1750.
- [33] EL BISHBISHY M H, GAD H A, ABOREHAB N M. Chemometric discrimination of three *Pistacia* species via their metabolic profiling and their possible *in vitro* effects on memory functions[J]. J Pharm Biomed Anal, 2020, 177:112840.
- [34] 柳建军.野生食用蔬菜甜菜树和黄连木化学成分及抗氧化活性[D]. 昆明:中国科学院昆明植物研究所,2008.
- [35] LIU J J, GENG C A, LIU X K. A new pyrrolidone derivative from *Pistacia chinensis*[J]. Chin Chem Lett, 2008, 19(1):65-67.
- [36] 林鹏飞,贾小舟,祁燕,等.酚酸类化合物研究进展[J].

- 广东化工,2017,44(1):50-52.
- [37] 舒常庆,杨广东,董晓明. 倍子树单宁含量的分析研究[J]. 经济林研究,1999,17(2):5-6,17-19.
- [38] 罗庆云. 黄连木叶单宁化学组成及其利用研究[J]. 林产化学与工业,1996,16(4):61-63.
- [39] 张旋. 黄连木叶酚类物质的提取与生物效应研究[D]. 合肥:安徽大学,2013.
- [40] 王丹. 黄连木叶片矿质元素季节性变化规律研究[D]. 重庆:西南大学,2012.
- [41] 杨淑文. 不同果蔬Vc含量的比较研究[J]. 安徽农学通报(下半月刊),2011,17(4):34-35.
- [42] 祁建华. 黄连木嫩叶基本成分分析[J]. 山东林业科技,2015,45(5):71-73.
- [43] 谢丽平. 具有抗氧化、抗衰老活性的多肽筛选、分离纯化及结构鉴定[D]. 广州:华南理工大学,2019.
- [44] NOUREEN F, KHAN M R, SHAH N A, et al. *Pistacia chinensis*: Strong antioxidant and potent testicular toxicity amelioration agent [J]. Asian Pac J Trop Med, 2017, 10(4):380-389.
- [45] 陈建. 自由基清除剂在心肌梗死及脑血栓疾病中的应用[J]. 临床医药文献电子杂志,2016,3(40):8073.
- [46] 柳建军,许立松,王菁菁,等. 黄连木嫩叶抗氧化活性研究[J]. 食品科学,2008,29(9):45-47.
- [47] 毕武. 苦津茶抗肿瘤活性成分及槭属植物药用亲缘学研究[D]. 北京:北京协和医学院,2016.
- [48] SATTAR S, KHAN M R, SHAH N A, et al. Nephroprotective potential of *Pistacia chinensis* bark extract against induced toxicity in rats [J]. Nusantara Biosci, 2016, 8(2):192-200.
- [49] NAZ K, KHAN M R, SHAH N A, et al. *Pistacia chinensis*: A potent ameliorator of CCl₄ induced lung and thyroid toxicity in rat model [J]. Biomed Res Int, 2014, 2014:192906.
- [50] YAYEH T, HONG M, JIA Q, et al. *Pistacia chinensis* inhibits NO production and upregulates HO-1 induction via PI-3K/Akt pathway in LPS stimulated macrophage cells[J]. Am J Chin Med, 2012, 40(5):1085-1097.
- [51] 刘明月. 槲皮素抑制脂多糖诱导的RAW264.7细胞炎症反应机制及其与AMPK的关系[D]. 大连:辽宁师范大学,2018.
- [52] PARK J Y, HONG M, JIA Q, et al. *Pistacia chinensis* methanolic extract attenuated MAPK and Akt phosphorylations in ADP stimulated rat platelets *In vitro* [J]. Evid Based Complement Altern Med, 2012, 2012:8995729.
- [53] NISHIMUTA S, TAKI M, TAKAISHI S, et al. Structures of 4-aryl-coumarin (neoflavone) dimers isolated from *Pistacia chinensis* Bunge and their estrogen-like activity [J]. Chem Pharm Bull, 2000, 48(4):505-508.

(收稿日期: 2020-04-16 编辑: 王笑辉)