

## 防城金花茶叶化学成分与药理活性研究进展及潜在质量标志物预测

杜正彩<sup>1,2,3,4</sup>, 覃湘凌<sup>1,2,3,4</sup>, 张帆<sup>1,2,3,4</sup>, 黄婧<sup>1,2,3,4</sup>, 郝二伟<sup>1,2,3,4</sup>, 邓家刚<sup>1,2,3,4</sup>, 侯小涛<sup>1,3,4,5\*</sup>

1. 广西中医药大学 广西中药药效研究重点实验室, 广西 南宁 530200
2. 广西中医药大学中医药壮瑶医药研究院, 广西 南宁 530200
3. 中药资源循环利用广西高校工程研究中心, 广西 南宁 530200
4. 广西中医湿病方药理论与转化重点实验室, 广西 南宁 530200
5. 广西中医药大学药学院, 广西 南宁 530200

**摘要:** 防城金花茶叶 *Camellia petelotii* 为广西特色药用资源, 并具有一定食品开发基础。综述其相关叶部材料的化学成分、药理活性和质量控制研究, 并基于质量标志物 (quality markers, Q-Marker) 理论预测潜在质量控制成分。经多库检索、全文核对及证据筛选, 系统梳理了相关研究。相关研究报道的成分主要包括黄酮、黄烷-3-醇及原花青素、酚酸及鞣花酸衍生物、三萜皂苷和多糖等。前临床研究提示其可能具有抗氧化、抗炎、调糖脂代谢、心血管相关、肝和神经保护及潜在抗肿瘤活性, 但证据主要来自体外实验、动物研究或复杂提取物, 且药理样品多缺少凭证标本, 尚无临床证据。冲山茶苷可作为优先验证候选质量控制成分; 儿茶素、表儿茶素及待明确具体测定对象的槲皮素、山柰酚类成分可作为基础质量候选; 人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、人参皂苷 F1、人参皂苷 F5 和 A1-barrigenol 22 $\alpha$ -angelate 可作为储备候选; 多糖宜采用综合质量属性评价。

**关键词:** 防城金花茶; 儿茶素; 表儿茶素; 人参皂苷 Rg<sub>1</sub>; 人参皂苷 F1; 人参皂苷 F5; 抗氧化; 抗炎; 质量评价; 质量标志物

中图分类号: R282 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2026)20-8129-14

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2026.20.016

## Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of *Camellia petelotii* leaves and prediction of potential quality markers

DU Zhengcai<sup>1,2,3,4</sup>, QIN Xiangling<sup>1,2,3,4</sup>, ZHANG Fan<sup>1,2,3,4</sup>, HUANG Jing<sup>1,2,3,4</sup>, HAO Erwei<sup>1,2,3,4</sup>, DENG Jiagang<sup>1,2,3,4</sup>, HOU Xiaotao<sup>1,3,4,5</sup>

1. Guangxi Key Laboratory of Efficacy Study on Chinese Materia Medica, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China
2. Research Institute of Traditional Chinese Medicine and Zhuang & Yao Medicine, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China
3. University Engineering Research Center of Reutilization of Traditional Chinese Medicine Resources, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China
4. Guangxi Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Formulas Theory and Transformation for Damp Diseases, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China
5. School of Pharmacy, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China

**Abstract:** The leaves of *Camellia petelotii* are a characteristic medicinal resource with a basis for food utilization in Guangxi, China. This review summarizes the chemical constituents, pharmacological activities, and quality-control studies of the related leaf materials and predicts potential quality-control constituents based on the quality marker (Q-Marker) theory. Relevant studies were systematically retrieved through database searching, full-text verification, and evidence screening. The reported constituents mainly include flavonoids, flavan-3-ols and proanthocyanidins, phenolic acids and ellagic acid derivatives, triterpenoid saponins, and polysaccharides.

收稿日期: 2026-05-05

基金项目: 国家自然科学基金青年项目 (82204756); 广西自然科学基金面上项目 (2025GXNSFAA069904)

作者简介: 杜正彩, 研究员, 硕士生导师, 从事神经药理及中药新产品开发研究。E-mail: 771528928@qq.com

\*通信作者: 侯小涛, 教授, 博士生导师, 从事中药药效物质基础及其质量控制研究。E-mail: xthou@126.com

Preclinical studies suggest antioxidant and anti-inflammatory activities, effects on glucose and lipid metabolism, and potential protective effects on the cardiovascular, hepatic, and nervous systems, as well as potential antitumor activity. However, most evidence derives from *in vitro* assays, animal studies, or complex extracts; voucher specimens were unavailable for most pharmacological samples, and no clinical evidence has been reported. Okicamelliaside may serve as a priority candidate quality-control constituent for further verification; catechin, epicatechin, and quercetin- and kaempferol-related constituents whose exact analyte forms remain to be defined may serve as basic quality candidates; ginsenosides Rg<sub>1</sub>, F<sub>1</sub>, and F<sub>5</sub> and A1-barrigenol 22 $\alpha$ -angelate may serve as reserve candidates; and polysaccharides should be evaluated by integrated quality attributes. These candidates require further validation using botanically authenticated samples through multi-batch quantification, spectrum-effect relationship studies, *in vivo* exposure assessment, and studies on transfer during processing.

**Key words:** *Camellia petelotii* (Merr.) Sealy; catechin; epicatechin; ginsenoside Rg<sub>1</sub>; ginsenoside F<sub>1</sub>; ginsenoside F<sub>5</sub>; antioxidant; anti-inflammatory; quality evaluation; quality markers

防城金花茶为山茶科 (Theaceae) 山茶属 *Camellia* L. 金花茶组 *Camellia sect. Chrysanth* 植物, 主要分布于广西防城港等地区, 其叶在当地具有药用和茶饮应用基础<sup>[1]</sup>。地方药材标准所载金花茶具有清热解毒、利尿消肿之功, 但因标准和历史文献存在多基原及名称差异, 相关功效对防城金花茶单一基原的专属性仍需进一步考证<sup>[2-3]</sup>。现代研究从其叶中发现黄酮、黄烷-3-醇及原花青素、酚酸、三萜皂苷和多糖等成分, 并报道了抗氧化、抗炎、调糖脂代谢和心血管相关、肝和神经保护及潜在抗肿瘤等前临床活性<sup>[4-5]</sup>。本文以防城金花茶叶 *Camellia petelotii* (Merr.) Sealy 为目标对象<sup>[3]</sup>。鉴于历史标准和相关文献还使用 *C. nitidissima* Chi<sup>[2]</sup>、*C. chrysanth* (Hu) Tuyama<sup>[6-7]</sup> 及“普通金花茶”等名称<sup>[8]</sup>, 本文将其作关联检索, 仅条件纳入植物来源和取材部位可复核的叶部研究; 关联名称样品不代表均已完成现代分类学确认, 其他金花茶组植物仅作必要的间接背景。

检索中国知网、万方、维普、SinoMed、Cochrane、PubMed 和 Web of Science 等数据库, 检索截至 2026 年 8 月 4 日; 初步检索文献经去重、题名摘要初筛和全文核对后形成候选证据集, 在此基础上进一步删除重复、非目标物种、取材部位不明及与综述主线重复的研究, 最终引用 102 篇。基原证据分为 O-A 级和 O-B 级, 化学结构证据分为 A、B 和 C 级。本文综述防城金花茶叶的化学成分、药理活性及质量控制研究, 并预测潜在质量标志物 (quality marker, Q-Marker)<sup>[9-10]</sup>, 为其质量评价和资源利用提供参考。

## 1 化学成分

防城金花茶叶化学成分类型丰富, 研究较多的为黄酮类、黄烷-3-醇及原花青素类、酚酸及鞣花酸

类、三萜皂苷类和多糖类<sup>[11-13]</sup>。防城金花茶叶中经分离确证或对照品确认的成分 (A、B 级) 和经质谱推定的成分 (C 级) 见表 1、2。

### 1.1 黄酮、黄烷-3-醇及原花青素

黄酮和黄烷-3-醇类是防城金花茶叶中研究最充分的成分类型, 以槲皮素、山柰酚及其糖苷和儿茶素、表儿茶素、原花青素为代表<sup>[11-16, 28]</sup>; 部分酰化或复杂糖基化黄酮苷具有一定化学分类学价值<sup>[13-14, 20]</sup>。Zhao 等<sup>[33]</sup>自叶及嫩枝混合材料分离的苯丙素取代黄烷-3-醇 campetelol A~C 等新骨架成分, 不能证明其存在于叶部, 故不纳入叶部直接成分清单和 Q-Marker 候选, 仅作为相关器官混合材料的背景线索。槲皮素、山柰酚、儿茶素和表儿茶素在相关叶样品中检出较为普遍, 具有较好的检测和初步定量基础, 可作为基础质量指标筛选对象<sup>[13, 17, 34]</sup>。

叶龄、光照及遗传因素可影响叶中黄酮类成分积累, 新叶与老叶的黄酮组成存在差异<sup>[12, 35-36]</sup>。现有研究已建立叶中槲皮素、木犀草素、山柰酚 3 种黄酮苷元的高效液相色谱 (high performance liquid chromatography, HPLC) 同时测定方法及壮药金花茶叶中山柰酚的 HPLC 测定方法<sup>[37-38]</sup>, 但不同研究在样品水解、提取及定量口径不一致, 原型糖苷测定与水解后总苷元测定各自的质量意义尚需明确。

### 1.2 酚酸及鞣花酸衍生物

酚酸及鞣花酸类成分包括没食子酸、原儿茶酸、绿原酸、鞣花酸及其衍生物等<sup>[11, 13]</sup>, 多个鞣花酸衍生物 (含原文报道的新鞣花酸苷 camellia A) 经分离确证, 为叶中颇具特色的成分类型<sup>[22]</sup>。冲山茶苷 (okicamelliaside) 是其中较具特色的鞣花酸糖苷, 已在防城金花茶相关叶样品中经分离确证<sup>[22]</sup>, 为多

表 1 防城金花茶叶中经分离确证或对照品确认的成分

Table 1 Constituents confirmed by isolation or reference standards in leaves of *Camellia petelotii* and conditionally included name-related materials

| 编号 | 化合物名称                                                                                     | 类型                 | 分子式                                                 | 来源                      | 基原证据 | 鉴定证据分级  | 文献                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|------|---------|----------------------|
| 1  | 槲皮素                                                                                       | 黄酮醇                | C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A, B, C | 14-17, 11, 13, 18    |
| 2  | 山柰酚                                                                                       | 黄酮醇                | C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 14-15, 17, 13, 18-19 |
| 3  | 芹菜素                                                                                       | 黄酮                 | C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>      | 金花茶-多物种                 | O-B  | B, C    | 11, 13, 19           |
| 4  | 芦丁(槲皮素-3-O-芸香糖苷)                                                                          | 黄酮醇苷               | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub>     | 金花茶-多物种                 | O-B  | B, C    | 11, 13               |
| 5  | 异槲皮苷(槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖苷)                                                                    | 黄酮醇苷               | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub>     | 金花茶                     | O-B  | B, C    | 11, 13               |
| 6  | 牡荆素(芹菜素-8-C-葡萄糖苷)                                                                         | 黄酮苷                | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub>     | 金花茶                     | O-B  | B, C    | 11, 13, 20           |
| 7  | 根皮苷-4'-O-β-D-葡萄糖苷                                                                         | 二氢查耳酮苷             | C <sub>27</sub> H <sub>34</sub> O <sub>15</sub>     | 普通金花茶                   | O-B  | A       | 14                   |
| 8  | 二氢山柰酚                                                                                     | 二氢黄酮醇              | C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 14, 13               |
| 9  | 山柰酚-3-O-[2-O-(反式-对香豆酰基)-3-O-α-D-葡萄糖基]-α-D-葡萄糖苷                                            | 黄酮醇苷               | C <sub>36</sub> H <sub>36</sub> O <sub>18</sub>     | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 14, 13               |
| 10 | 儿茶素                                                                                       | 黄烷-3-醇             | C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>      | 金花茶-多物种                 | O-B  | B, C    | 11, 13, 18, 20       |
| 11 | 表儿茶素                                                                                      | 黄烷-3-醇             | C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>      | 金花茶-多物种                 | O-B  | A, B, C | 17, 11, 13, 20       |
| 12 | 表没食子儿茶素没食子酸酯                                                                              | 黄烷-3-醇             | C <sub>22</sub> H <sub>18</sub> O <sub>11</sub>     | 金花茶-多物种                 | O-B  | B       | 11                   |
| 13 | 没食子儿茶素没食子酸酯                                                                               | 黄烷-3-醇             | C <sub>22</sub> H <sub>18</sub> O <sub>11</sub>     | 金花茶-多物种                 | O-B  | B, C    | 11, 20               |
| 14 | 阿福豆素                                                                                      | 黄烷-3-醇             | C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>5</sub>      | 金花茶-多物种                 | O-B  | B, C    | 11, 13               |
| 15 | 表阿福豆素                                                                                     | 黄烷-3-醇             | C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>5</sub>      | 金花茶-多物种                 | O-B  | B, C    | 11, 18               |
| 16 | 没食子酸                                                                                      | 酚酸类                | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>        | 金花茶-多物种                 | O-B  | B, C    | 11, 13, 20           |
| 17 | 原儿茶酸                                                                                      | 酚酸类                | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>        | 金花茶-多物种                 | O-B  | B, C    | 11, 13               |
| 18 | 绿原酸                                                                                       | 酚酸类(奎宁酸酯)          | C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>      | 金花茶                     | O-B  | A, C    | 17, 13               |
| 19 | 新绿原酸                                                                                      | 酚酸类(奎宁酸酯)          | C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>      | 金花茶                     | O-B  | A       | 21                   |
| 20 | 隐绿原酸                                                                                      | 酚酸类(奎宁酸酯)          | C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>      | 金花茶                     | O-B  | A       | 21                   |
| 21 | 对香豆酰奎宁酸                                                                                   | 酚酸类(奎宁酸酯)          | C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>8</sub>      | 金花茶-多物种                 | O-B  | B       | 11                   |
| 22 | 鞣花酸                                                                                       | 鞣花酸及其衍生物           | C <sub>14</sub> H <sub>6</sub> O <sub>8</sub>       | 金花茶-多物种                 | O-B  | B       | 11                   |
| 23 | 3,4-O, O-亚甲基鞣花酸                                                                           | 鞣花酸及其衍生物           | C <sub>15</sub> H <sub>6</sub> O <sub>8</sub>       | 金花茶                     | O-B  | A, C    | 22, 13               |
| 24 | 冲山茶苷                                                                                      | 鞣花酸及其衍生物           | C <sub>21</sub> H <sub>16</sub> O <sub>13</sub>     | 防城金花茶                   | O-B  | A, B, C | 22-26                |
| 25 | 人参皂苷 Rg <sub>1</sub>                                                                      | 达玛烷型三萜皂苷           | C <sub>42</sub> H <sub>72</sub> O <sub>14</sub>     | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 27, 13               |
| 26 | 人参皂苷 F <sub>1</sub>                                                                       | 达玛烷型三萜皂苷           | C <sub>36</sub> H <sub>62</sub> O <sub>9</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A       | 27                   |
| 27 | 人参皂苷 F <sub>3</sub>                                                                       | 达玛烷型三萜皂苷           | C <sub>41</sub> H <sub>70</sub> O <sub>13</sub>     | 普通金花茶                   | O-B  | A       | 27                   |
| 28 | 人参皂苷 Rd                                                                                   | 达玛烷型三萜皂苷           | C <sub>48</sub> H <sub>82</sub> O <sub>18</sub>     | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 27, 13               |
| 29 | (3β,6α,12β)-3,6,12-三羟基达玛-24-烯-20-基-2-O-β-D-葡萄糖吡喃糖基-(2→1)-O-β-D-葡萄糖吡喃糖基-(2→1)-O-α-L-鼠李吡喃糖苷 | 达玛烷型三萜皂苷           | C <sub>48</sub> H <sub>82</sub> O <sub>18</sub>     | 普通金花茶                   | O-B  | A       | 27                   |
| 30 | 齐墩果酸                                                                                      | 齐墩果烷型三萜            | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>3</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 22, 27-28, 13        |
| 31 | β-香树脂醇                                                                                    | 齐墩果烷型三萜            | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O                   | 金花茶                     | O-B  | A, C    | 16, 13               |
| 32 | 羽扇豆醇                                                                                      | 羽扇豆烷型三萜            | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O                   | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 27, 19               |
| 33 | 3β-乙酰氧基-20-羽扇豆醇                                                                           | 羽扇豆烷型三萜            | C <sub>32</sub> H <sub>54</sub> O <sub>3</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 14, 27, 13           |
| 34 | 3β,6α,13β-三羟基齐墩果-7-酮                                                                      | 齐墩果烷型三萜            | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>4</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 14, 27, 13           |
| 35 | A1-barrigenol-22α-当归酸酯                                                                    | 酰化齐墩果烷型三萜          | C <sub>35</sub> H <sub>56</sub> O <sub>6</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A       | 14                   |
| 36 | 齐墩果酸-3-乙酸酯                                                                                | 齐墩果烷型三萜            | C <sub>32</sub> H <sub>50</sub> O <sub>4</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A, C    | 27, 19               |
| 37 | 21β,22α-二-O-当归酰基-15α,16α,28-三羟基齐墩果-12-烯-3β-O-α-L-鼠李吡喃糖基(1→3)-α-D-木吡喃糖基(1→3)-β-D-葡萄糖吡喃糖苷   | 齐墩果烷型三萜皂苷          | C <sub>46</sub> H <sub>72</sub> O <sub>18</sub>     | 金花茶                     | O-B  | A       | 21                   |
| 38 | campeteloside A                                                                           | 含硫酸酯基齐墩果烷型三萜皂苷(钠盐) | C <sub>43</sub> H <sub>65</sub> O <sub>16</sub> SNa | <i>C. petelotii</i> (越) | O-A  | A       | 29                   |
| 39 | campeteloside B                                                                           | 含硫酸酯基齐墩果烷型三萜皂苷(钠盐) | C <sub>43</sub> H <sub>65</sub> O <sub>16</sub> SNa | <i>C. petelotii</i> (越) | O-A  | A       | 29                   |
| 40 | campeteloside C                                                                           | 齐墩果烷型三萜皂苷          | C <sub>43</sub> H <sub>66</sub> O <sub>14</sub>     | <i>C. petelotii</i> (越) | O-A  | A       | 29                   |
| 41 | campeteloside D                                                                           | 齐墩果烷型三萜皂苷          | C <sub>47</sub> H <sub>70</sub> O <sub>17</sub>     | <i>C. petelotii</i> (越) | O-A  | A       | 29                   |
| 42 | campeteloside E                                                                           | 含硫酸酯基齐墩果烷型三萜皂苷(钠盐) | C <sub>42</sub> H <sub>65</sub> O <sub>17</sub> SNa | <i>C. petelotii</i> (越) | O-A  | A       | 29                   |
| 43 | 月桂酸                                                                                       | 脂肪酸                | C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>      | 普通金花茶                   | O-B  | A       | 14                   |

表 1 (续)

| 编号 | 化合物名称                                                     | 类型      | 分子式                                             | 来源                      | 基原证据 | 鉴定证据分级 | 文献         |
|----|-----------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------|-------------------------|------|--------|------------|
| 44 | (3R,6R,7E)-3-羟基-4,7-巨豆二烯-9-酮                              | 降倍半萜/酮类 | C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>  | 普通金花茶                   | O-B  | A      | 14         |
| 45 | β-谷甾醇                                                     | 甾醇      | C <sub>29</sub> H <sub>50</sub> O               | 普通金花茶                   | O-B  | A, C   | 17, 19     |
| 46 | α-菠菜甾醇-β-D-葡萄糖苷                                           | 甾醇糖苷    | C <sub>35</sub> H <sub>58</sub> O <sub>6</sub>  | 普通金花茶                   | O-B  | A      | 14, 22, 27 |
| 47 | 胡萝卜苷                                                      | 甾醇糖苷    | C <sub>35</sub> H <sub>60</sub> O <sub>6</sub>  | 普通金花茶                   | O-B  | A, C   | 27, 19     |
| 48 | 豆甾-7,22-二烯-3-O-[α-L-阿拉伯吡喃糖基(1→2)]-β-醇糖苷<br>β-D-半乳糖苷       |         | C <sub>40</sub> H <sub>66</sub> O <sub>10</sub> | 普通金花茶                   | O-B  | A      | 14         |
| 49 | 新鞣花酸苷 (camellia A)                                        | 鞣花酸苷    |                                                 | <i>C. chrysantha</i>    | O-B  | A      | 22         |
| 50 | 鞣花酸-4-O-β-D-吡喃葡萄糖苷                                        | 鞣花酸苷    | C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> O <sub>13</sub> | <i>C. chrysantha</i>    | O-B  | A      | 22         |
| 51 | 3,4-亚甲二氧基-3'-O-甲基-4'-O-葡萄糖苷鞣花酸                            | 鞣花酸苷    |                                                 | <i>C. chrysantha</i>    | O-B  | A      | 22         |
| 52 | 6-羟基山柰酚-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷                                    | 黄酮苷     | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub> | <i>C. chrysantha</i>    | O-B  | A      | 22         |
| 53 | 正三十二烷醇                                                    | 脂肪醇     | C <sub>32</sub> H <sub>66</sub> O               | <i>C. chrysantha</i>    | O-B  | A      | 22         |
| 54 | 对(羟甲基)苯酚-5-O-β-D-吡喃葡萄糖基(1→2)]-β-酚苷<br>D-(4-O-对香豆酰基)吡喃葡萄糖苷 |         |                                                 | <i>C. chrysantha</i>    | O-B  | A      | 22         |
| 55 | 伞形花内酯 (umbelliferone)                                     | 香豆素     | C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>    | <i>C. petelotii</i> (桂) | O-B  | A      | 17         |
| 56 | 山柰酚-3,7-O-α-L-二鼠李糖苷                                       | 黄酮苷     |                                                 | <i>C. chrysantha</i>    | O-B  | A      | 28         |
| 57 | 泽兰酸                                                       | 三萜      |                                                 | <i>C. nitidissima</i>   | O-B  | A      | 16         |
| 58 | 正三十三烷                                                     | 脂肪烃     | C <sub>33</sub> H <sub>68</sub>                 | <i>C. nitidissima</i>   | O-B  | A      | 16         |
| 59 | 芦丁                                                        | 黄酮苷     | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub> | <i>C. nitidissima</i>   | O-B  | A      | 16         |

基原证据: O-A 表示有植物鉴定、凭证标本或权威种质来源, O-B 表示关联名称样品部位明确但缺少凭证标本; A 表示分离后经核磁共振(nuclear magnetic resonance, NMR)结合质谱(mass spectrometry, MS)确证, B 表示与对照品的色谱及光谱/质谱特征比对确认, C 表示质谱暂定注释, 表 2 同。

Botanical-origin evidence: O-A, botanical authentication, voucher specimen, or authoritative germplasm source; O-B, clearly identified plant part but no voucher specimen. Chemical identification evidence: A, isolated and confirmed by NMR and MS; B, confirmed against a reference standard by chromatography and spectroscopy/MS; C, tentatively annotated by MS, same as below table 2.

表 2 防城金花茶叶中经质谱推定的成分

Table 2 Constituents tentatively annotated by MS in leaves of *C. petelotii* and conditionally included name-related materials

| 编号 | 化合物                 | 类型    | 分子式                                             | 来源    | 基原证据 | 文献     |
|----|---------------------|-------|-------------------------------------------------|-------|------|--------|
| 1  | 木犀草素                | 黄酮    | C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>  | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 2  | 桑色素                 | 黄酮醇   | C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>  | 金花茶   | O-B  | 20     |
| 3  | 白杨素                 | 黄酮    | C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>  | 金花茶   | O-B  | 30     |
| 4  | 异鼠李素                | 黄酮醇   | C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>  | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 5  | 柚皮素                 | 二氢黄酮  | C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>  | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 6  | 根皮素                 | 二氢查耳酮 | C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>5</sub>  | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 7  | 香叶木素                | 黄酮    | C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>  | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 8  | 槲皮素-O-己糖苷(异构体 1)    | 黄酮醇苷  | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 9  | 槲皮苷(槲皮素-O-脱氧己糖苷)    | 黄酮醇苷  | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub> | 金花茶   | O-B  | 13, 20 |
| 10 | 槲皮素-O-己糖苷(异构体 2)    | 黄酮醇苷  | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub> | 金花茶   | O-B  | 20     |
| 11 | 金丝桃苷                | 黄酮醇苷  | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 12 | 槲皮素-O-戊糖苷           | 黄酮醇苷  | C <sub>20</sub> H <sub>18</sub> O <sub>11</sub> | 金花茶   | O-B  | 13, 20 |
| 13 | 槲皮素-二-O-己糖苷         | 黄酮醇苷  | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>17</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 14 | 槲皮素-O-三糖苷(异构体 1)    | 黄酮醇苷  | C <sub>33</sub> H <sub>40</sub> O <sub>21</sub> | 金花茶   | O-B  | 20     |
| 15 | 槲皮素-二-O-糖苷(己糖与脱氧己糖) | 黄酮醇苷  | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub> | 金花茶   | O-B  | 20     |
| 16 | 槲皮素-O-三糖苷(异构体 2)    | 黄酮醇苷  | C <sub>33</sub> H <sub>40</sub> O <sub>21</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 17 | 紫云英苷(山柰酚-O-己糖苷)     | 黄酮醇苷  | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub> | 普通金花茶 | O-B  | 13     |
| 18 | 山柰酚-O-己糖苷           | 黄酮醇苷  | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 19 | 山柰酚-O-二糖苷           | 黄酮醇苷  | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>15</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 20 | 山柰酚-二-O-己糖苷         | 黄酮醇苷  | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 21 | 山柰酚-O-三糖苷           | 黄酮醇苷  | C <sub>33</sub> H <sub>40</sub> O <sub>20</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 22 | 山茶苷 A(山柰酚-O-三糖苷)    | 黄酮醇苷  | C <sub>33</sub> H <sub>40</sub> O <sub>20</sub> | 金花茶   | O-B  | 20     |
| 23 | 木犀草苷                | 黄酮苷   | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub> | 金花茶   | O-A  | 13, 31 |
| 24 | 异鼠李素-O-己糖苷          | 黄酮醇苷  | C <sub>22</sub> H <sub>22</sub> O <sub>12</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 25 | 异鼠李素-O-三糖苷          | 黄酮醇苷  | C <sub>34</sub> H <sub>42</sub> O <sub>21</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 26 | 杨梅素-O-己糖苷           | 黄酮醇苷  | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>13</sub> | 金花茶   | O-B  | 13, 20 |
| 27 | 异牡荆素                | 黄酮    | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |
| 28 | 牡荆素-O-己糖苷           | 黄酮苷   | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>15</sub> | 金花茶   | O-B  | 13     |

表 2 (续)

| 编号 | 化合物                                      | 类型        | 分子式                                             | 来源      | 基原证据 | 文献     |
|----|------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------|---------|------|--------|
| 29 | 大波斯菊苷 (芹菜素- <i>O</i> -己糖苷)               | 黄酮苷       | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub> | 金花茶     | O-B  | 13, 20 |
| 30 | 芹菜素- <i>O</i> -(对香豆酰基)己糖苷                | 黄酮苷       | C <sub>30</sub> H <sub>26</sub> O <sub>12</sub> | 金花茶     | O-B  | 20     |
| 31 | 维采宁-2 (芹菜素二- <i>C</i> -己糖苷)              | 黄酮苷       | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>15</sub> | 金花茶     | O-B  | 13, 20 |
| 32 | 芹菜素二- <i>C</i> -戊糖苷                      | 黄酮苷       | C <sub>25</sub> H <sub>26</sub> O <sub>13</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 33 | 芹菜素-8- <i>C</i> -己糖苷-4'- <i>O</i> -脱氧己糖苷 | 黄酮苷       | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>14</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 34 | 芹菜素二- <i>C</i> -糖苷 (异构体 1)               | 黄酮苷       | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>14</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 35 | 芹菜素- <i>C</i> -三糖苷                       | 黄酮苷       | C <sub>33</sub> H <sub>40</sub> O <sub>19</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 36 | 夏佛塔苷                                     | 黄酮苷       | C <sub>26</sub> H <sub>28</sub> O <sub>14</sub> | 金花茶     | O-B  | 13, 20 |
| 37 | 异夏佛塔苷                                    | 黄酮苷       | C <sub>26</sub> H <sub>28</sub> O <sub>14</sub> | 金花茶     | O-B  | 20     |
| 38 | 柚皮苷                                      | 二氢黄酮苷     | C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> O <sub>14</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 39 | 柚皮素- <i>O</i> -己糖苷                       | 二氢黄酮苷     | C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>10</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 40 | 根皮苷                                      | 二氢查耳酮苷    | C <sub>21</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 41 | 根皮素二- <i>C</i> -己糖苷                      | 二氢查耳酮苷    | C <sub>27</sub> H <sub>34</sub> O <sub>15</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 42 | 花旗松素 (二氢槲皮素)                             | 二氢黄酮醇     | C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>  | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 43 | 二氢山柰酚- <i>O</i> -己糖苷 (异构体 1)             | 黄酮醇苷      | C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 44 | 二氢山柰酚- <i>O</i> -己糖苷 (异构体 2)             | 黄酮醇苷      | C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 45 | 二氢槲皮素- <i>O</i> -己糖苷 (异构体 1)             | 黄酮醇苷      | C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>12</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 46 | 二氢槲皮素- <i>O</i> -己糖苷 (异构体 2)             | 黄酮醇苷      | C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>12</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 47 | 黄杞苷 (二氢山柰酚- <i>O</i> -脱氧己糖苷)             | 黄酮醇苷      | C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>10</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 48 | 落新妇苷                                     | 二氢黄酮醇苷    | C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 49 | 花旗松素- <i>O</i> -戊糖苷                      | 二氢黄酮醇苷    | C <sub>20</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 50 | 3',4',5,7-四甲氧基黄酮                         | 黄酮        | C <sub>19</sub> H <sub>18</sub> O <sub>6</sub>  | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 51 | 5-羟基-7,3',4'-三甲氧基黄酮                      | 黄酮        | C <sub>18</sub> H <sub>16</sub> O <sub>6</sub>  | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 52 | 山柰酚- <i>O</i> -(二-对香豆酰基)-己糖苷             | 黄酮醇苷      | C <sub>39</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 53 | 槲皮素- <i>O</i> -(对香豆酰基)二糖苷                | 黄酮醇苷      | C <sub>36</sub> H <sub>36</sub> O <sub>18</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 54 | 山茶槲皮苷 B                                  | 黄酮醇苷      | C <sub>39</sub> H <sub>50</sub> O <sub>25</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 55 | 山柰酚- <i>O</i> -四糖苷                       | 黄酮醇苷      | C <sub>39</sub> H <sub>50</sub> O <sub>24</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 56 | 山柰酚-3-对香豆酸酯                              | 黄酮醇       | C <sub>24</sub> H <sub>16</sub> O <sub>8</sub>  | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 57 | 野漆树苷 (芹菜素-7- <i>O</i> -新橙皮糖苷)            | 黄酮苷       | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>14</sub> | 金花茶     | O-A  | 31     |
| 58 | 表儿茶素没食子酸酯                                | 黄烷-3-醇    | C <sub>22</sub> H <sub>18</sub> O <sub>10</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 59 | 推定的原花青素三聚体                               | 原花青素/缩合鞣质 | C <sub>45</sub> H <sub>38</sub> O <sub>18</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 60 | 原花青素没食子酸酯                                | 原花青素/缩合鞣质 | C <sub>37</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub> | 金花茶-多物种 | O-B  | 11     |
| 61 | 表儿茶素二聚体                                  | 原花青素/缩合鞣质 | C <sub>30</sub> H <sub>26</sub> O <sub>12</sub> | 金花茶-多物种 | O-B  | 11     |
| 62 | 原花青素二聚体 (阿福豆素-儿茶素)                       | 原花青素/缩合鞣质 | C <sub>30</sub> H <sub>26</sub> O <sub>11</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 63 | 原花青素三聚体 (阿福豆素型)                          | 原花青素/缩合鞣质 | C <sub>45</sub> H <sub>38</sub> O <sub>17</sub> | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 64 | 原儿茶醛                                     | 酚酸类       | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>    | 金花茶     | O-B  | 20     |
| 65 | 水杨酸                                      | 酚酸类       | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>    | 金花茶     | O-B  | 20     |
| 66 | 莽草酸                                      | 有机酸       | C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>   | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 67 | 对香豆酸乙酯                                   | 酚酸类       | C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>  | 金花茶     | O-B  | 20     |
| 68 | 紫丁香苷                                     | 苯丙素苷      | C <sub>17</sub> H <sub>24</sub> O <sub>9</sub>  | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 69 | 3'- <i>O</i> -甲基鞣花酸                      | 鞣花酸及其衍生物  | C <sub>15</sub> H <sub>8</sub> O <sub>8</sub>   | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 70 | 商陆皂苷元                                    | 齐墩果烷型三萜   | C <sub>31</sub> H <sub>48</sub> O <sub>7</sub>  | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 71 | 卡马尔杜烯酸                                   | 齐墩果烷型三萜   | C <sub>30</sub> H <sub>46</sub> O <sub>4</sub>  | 金花茶     | O-B  | 20     |
| 72 | 积雪草酸                                     | 齐墩果烷型三萜   | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>  | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 73 | eupatoric acid                           | 齐墩果烷型三萜   | C <sub>31</sub> H <sub>50</sub> O <sub>3</sub>  | 金花茶     | O-B  | 13     |
| 74 | 芳樟醇                                      | 萜类        | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O               | 普通金花茶   | O-B  | 19, 32 |
| 75 | 叶绿醇                                      | 萜类        | C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O               | 普通金花茶   | O-B  | 19, 32 |
| 76 | 顺式香叶基丙酮                                  | 萜类        | C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> O               | 金花茶     | O-B  | 32     |
| 77 | 水杨酸甲酯                                    | 酚酸酯       | C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>    | 普通金花茶   | O-B  | 19, 32 |
| 78 | 苯甲醛                                      | 醛类        | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O                 | 普通金花茶   | O-B  | 19     |
| 79 | β-大马烯酮                                   | 降倍半萜/酮类   | C <sub>13</sub> H <sub>18</sub> O               | 普通金花茶   | O-B  | 19     |
| 80 | α-紫罗兰酮                                   | 降倍半萜/酮类   | C <sub>13</sub> H <sub>20</sub> O               | 普通金花茶   | O-B  | 19     |
| 81 | 反-橙花叔醇                                   | 萜类        | C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O               | 普通金花茶   | O-B  | 19     |
| 82 | 癸醛                                       | 醛类        | C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O               | 普通金花茶   | O-B  | 19     |
| 83 | 十六烷                                      | 烷烃        | C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>                 | 普通金花茶   | O-B  | 19     |
| 84 | 5-羟甲基糠醛                                  | 加工相关化学成分  | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>    | 普通金花茶   | O-B  | 19     |
| 85 | 棕榈酸                                      | 脂肪酸       | C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>  | 普通金花茶   | O-B  | 19     |
| 86 | 对香豆醇                                     | 苯丙素类      | C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>   | 金花茶     | O-B  | 20     |

产地样品共有且响应较强的特征峰<sup>[25]</sup>, 其筛查制备与富集工艺亦已建立<sup>[24, 26]</sup>; 但冲山茶苷并非山茶属或防城金花茶绝对特有成分<sup>[23, 39]</sup>, 属于“属内相对特征”成分, 其单体抗肿瘤、抗脱颗粒活性研究并非均以本种材料完成<sup>[24, 40]</sup>, 单体活性与叶整体药效的贡献度尚待阐明。

### 1.3 三萜、皂苷及其他萜类

三萜皂苷类以达玛烷型和酰化齐墩果烷型成分较具特色: 人参皂苷  $R_g$ 、F1、F5 及新达玛烷三萜皂苷自叶中分离得到<sup>[27]</sup>, 叶总皂苷纯化部位中亦初步鉴定出人参皂苷  $R_g$  等<sup>[41]</sup>; 同属显脉金花茶 *C. euphlebia* 叶中亦含人参皂苷  $R_g$ 、F1、F5, 提示该类成分并非防城金花茶特有<sup>[42]</sup>。A1-barrigenol 22 $\alpha$ -angelate 等当归酰化齐墩果烷型三萜自叶中分离并显示单体体外活性<sup>[44]</sup>; 新齐墩果烷型三萜皂苷及越南产 *C. petelotii* 叶中的 campeteloside A~E 均报道有  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性<sup>[21, 29]</sup>, 后者尚未在广西原料中验证。需要指出, 国内文献所称显脉金花茶来源“金花茶皂苷 A”与越南产 *C. petelotii* 来源 campeteloside A 结构不同, 中文简称易造成混淆, 二者不应等同<sup>[29, 43]</sup>。总量层面, 叶醇提物中总皂苷含量在各测定成分类别中较高<sup>[44]</sup>, 香草醛显色法测定叶总皂苷的方法已建立<sup>[45]</sup>; 叶皂苷部位对胰脂肪酶和  $\alpha$ -淀粉酶具有抑制作用<sup>[41, 46]</sup>。由于皂苷类成分结构复杂、对照品有限, 总皂苷部位的活性不能等同于推定单体的活性, 尚需加强系统分离与定量验证。

### 1.4 多糖、挥发性及其他成分

防城金花茶叶多糖主要由葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、鼠李糖和半乳糖醛酸等组成, 部分呈酸性果胶样特征<sup>[47-48]</sup>, 其分离纯化与单糖组成分析已有报道<sup>[49]</sup>。粗多糖显示抗氧化、抗炎、肝保护和体外抑制肝癌细胞等前临床线索<sup>[50-52]</sup>; 体外消化与酵解研究显示, 叶多糖在模拟消化液中基本不被降解, 可被人肠道菌群酵解利用并产生短链脂肪酸, 提示潜在益生元样作用<sup>[53]</sup>。鉴于其结构异质性, 多糖更适合作为“总量+相对分子质量分布+单糖组成+糖醛酸含量”的辅助质量属性, 后续研究还应报告纯度、蛋白及多酚残留并排除内毒素等干扰<sup>[47-48]</sup>。

挥发性和脂溶性成分以醇、醛、酮类及脂肪酸、甾醇类为主, 代表性成分包括芳樟醇、叶绿醇、苯甲醛等<sup>[32, 54-55]</sup>, 不同提取方法所得精油组成差异较大<sup>[54]</sup>。挥发性成分谱具有香气评价和基原鉴别潜力, 但气相色谱-质谱联用(gas chromatography-mass

spectrometry, GC-MS) 数据库匹配结果仍需对照品或分离鉴定验证; 5-羟甲基糠醛可能为加工生成物, 宜作为工艺相关指标而非植物特征成分<sup>[19]</sup>。

### 1.5 产地、采收及加工差异

防城金花茶叶的化学组成受产地、土壤气候、叶龄和采收期影响。不同产地样品活性成分含量差异显著, 土壤速效钾、交换性镁等因子与总黄酮、总皂苷含量相关<sup>[56]</sup>; 遗传背景一致的引种栽培样品亦因气候与土壤因子呈现可区分的化学差异<sup>[57]</sup>; 不同产地防城金花茶样品可通过指纹图谱区分<sup>[25]</sup>。新叶与老叶的黄酮组成及营养成分存在差异<sup>[12, 58]</sup>, 表型性状与化学成分间存在显著关联<sup>[59]</sup>; 多物种比较研究显示种间成分差异显著, 提示市场流通产品须先确认基原归属<sup>[60-61]</sup>。关于适宜采收期, 不同研究结论并不一致: 成分动态积累研究提示 9 月综合评分较高<sup>[62]</sup>, HPLC 多指标综合评价提示 8~10 月黄酮含量较高<sup>[63]</sup>, 总黄酮动态研究提示 10 月最高<sup>[64]</sup>, 上述结果多来自总量或少数指标测定, 尚不足以作为法定采收期依据。

加工方式显著影响叶中成分, 工艺处理后茶叶多糖含量升高而皂苷、咖啡碱、黄酮、茶多酚含量下降<sup>[65]</sup>; 以防城普通金花茶鲜叶为原料的白茶、青茶、绿茶、黄茶、黑茶、红茶 6 类茶加工系统比较, 为适制茶类选择提供了本种直接证据<sup>[66]</sup>; 金花茶叶配方颗粒制备工艺及质量标准研究已有报道<sup>[67]</sup>; 以防城金花茶为原料的康普茶饮料制备与功效成分研究亦有报道<sup>[68]</sup>。上述研究提示应建立鲜叶-干叶-加工制品的成分传递规律, 为全过程质量控制提供依据。

## 2 药理活性

现有防城金花茶叶药理研究主要涉及抗氧化、抗炎、潜在抗肿瘤、调糖脂代谢、心血管相关作用以及神经和肝保护等方面, 其中抗炎研究可为“清热解毒”相关传统应用提供一定实验线索<sup>[2]</sup>。多数研究采用提取物、有效部位或粗多糖, 证据以细胞和动物实验为主, 且样品基原证据多为 O-B 级, 尚无临床研究。代表性研究证据汇总见表 3。本文不以纳入研究数量表示药理证据强度; 多物种、多部位研究仅摘录防城金花茶叶相关结果。

### 2.1 抗氧化与抗炎

防城金花茶叶提取物、多糖及部分单体成分在化学、细胞和动物模型中表现出抗氧化、抗炎作用。动物研究显示, 叶醇提物可改善葡聚糖硫酸钠(dextran sulfate sodium, DSS) 诱导的小鼠溃疡性结

表 3 防城金花茶叶主要药理活性研究代表性证据

Table 3 Representative evidence of pharmacological studies on leaves of *C. petelotii* and conditionally included name-related materials

| 作用类别          | 主要材料                                            | 代表模型                                                              | 主要结果                                                                                                                    | 证据层级 | 文献             |
|---------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|
| 抗炎（动物）        | 叶醇提物、叶提取物                                       | DSS诱导小鼠溃疡性结肠炎；二甲苯致耳肿胀及角叉菜胶致足肿胀                                    | 结肠病理与疾病活动指数改善，炎症因子下降，肿胀受抑制                                                                                              | B    | 69-71          |
| 抗炎（细胞及多糖）     | 叶醇提物及萃取部位、叶多糖                                   | LPS诱导RAW264.7细胞；脑出血模型小胶质细胞                                        | NO及炎症因子释放下降，脑水肿与血脑屏障损伤减轻                                                                                                | B、C  | 16, 51, 72     |
| 抗氧化           | 叶多酚及提取部位                                        | 自由基清除体系；不同生长期样品比较；H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 损伤细胞              | 以成熟叶最强；氧化损伤细胞保护                                                                                                         | C、D  | 11, 18, 73     |
| 潜在抗肿瘤（化学诱发模型） | 叶制剂、叶正丁醇及二氯甲烷-醋酸乙酯提取物                           | DEN诱发大鼠肝癌前病变；AOM/ DSS结肠炎相关癌变；乌拉坦诱导肺癌；苯并芘诱发前胃肿瘤                    | 癌前病变或肿瘤发生减少                                                                                                             | B    | 74-77          |
| 潜在抗肿瘤（增敏及单体）  | 叶正丁醇提取物、A1-barrigenol 22α-angelate、新达玛烷型皂苷、冲山茶苷 | 胃癌细胞紫杉醇增敏；肿瘤细胞增殖抑制                                                | 增敏及细胞毒作用                                                                                                                | C    | 14, 27, 40, 78 |
| 潜在抗肿瘤（网络药理学）  | 叶提取物                                            | 网络药理学结合实验验证                                                       | 抗肿瘤作用可能涉及多靶点调节                                                                                                          | C、E  | 79             |
| 调血脂           | 叶水提物、叶提取物                                       | 高脂模型大鼠；胰脂肪酶体外实验                                                   | 血清总胆固醇（total cholesterol, TC）、三酰甘油（triglyceride, TG）、低密度脂蛋白胆固醇（low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C）下降；胰脂肪酶非竞争性抑制 | B、D  | 80-81          |
| 潜在降糖          | 叶提取物及正丁醇部位、叶多酚                                  | 2型糖尿病及四氧嘧啶诱导糖尿病模型                                                 | 空腹血糖改善，胰岛β细胞保护，肝糖原增加                                                                                                    | B    | 82-85          |
| 消化酶抑制         | 叶总皂苷、新齐墩果烷型皂苷、campeteloside A~E                 | α-淀粉酶、α-葡萄糖苷酶体外实验                                                 | 酶活性抑制（α-淀粉酶为可逆抑制）                                                                                                       | D    | 21, 29, 86     |
| 抗糖基化          | 叶酚类成分                                           | 甲基乙二醛诱导晚期糖基化终末产物形成体系                                              | 晚期糖基化终末产物形成受抑                                                                                                           | D    | 87             |
| 心血管相关         | 叶提取物及含药血清、叶热水提取物                                | ApoE基因敲除小鼠动脉粥样硬化；高血压模型大鼠；代谢综合征大鼠                                  | 粥样斑块减轻，血压升高减缓，氧化应激标志物下降                                                                                                 | B、C  | 88-90          |
| 神经保护          | 叶提取物                                            | 慢性皮质酮诱导抑郁样行为；H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 行为及细胞指标改善损伤 SH-SY5Y 细胞 |                                                                                                                         | B、C  | 18, 91         |
| 肝保护           | 叶乙醇提取物、叶多糖                                      | CCl <sub>4</sub> 及乙醇诱导肝损伤                                         | 肝损伤指标改善，Nrf2相关上调、NF-κB相关下降                                                                                              | B    | 17, 52, 92-93  |
| 肺保护           | 叶水提物                                            | 急性肺损伤小鼠                                                           | 肺损伤减轻                                                                                                                   | B    | 94             |
| 安全性           | 鲜叶热水提取液、叶提取物                                    | 急性经口毒性、遗传毒性、90 d 喂养试验                                             | 未见明显毒性                                                                                                                  | B    | 84, 95         |

证据层级：A 为临床研究，B 为动物体内研究，C 为细胞研究，D 为酶学或化学体系，E 为网络药理学、分子对接等预测研究。  
 Levels of evidence: A, clinical studies; B, *in vivo* animal studies; C, cell-based studies; D, enzymatic or chemical systems; and E, predictive studies such as network pharmacology and molecular docking.

肠炎、抑制二甲苯致耳肿胀和角叉菜胶致足肿胀，并降低血清炎症因子水平<sup>[69-71]</sup>；细胞研究提示，叶提取物及萃取部位可降低脂多糖（lipopolysaccharide, LPS）诱导的一氧化氮（nitric oxide, NO）及炎症因子释放<sup>[16, 72]</sup>，多糖还显示脑出血后抗炎和血脑屏障保护作用<sup>[51]</sup>。部分研究提示核因子-κB

(nuclear factor- $\kappa$ B, NF- $\kappa$ B)、丝裂原活化蛋白激酶(mitogen-activated protein kinase, MAPK)或 M1/M2 表型变化可能参与,但多数缺少靶点阻断验证,现阶段只能作为机制线索。抗氧化方面,叶多酚谱与自由基清除能力相关<sup>[11]</sup>,不同生长期样品以成熟叶活性最强<sup>[73]</sup>,叶提取部位对氧化损伤神经细胞有保护作用<sup>[18]</sup>;化学自由基清除结果不能等同于体内抗氧化药效。

## 2.2 抗肿瘤作用

防城金花茶叶提取物及有效部位在化学诱发肿瘤模型中显示一定预防作用,叶制剂可减少二乙基亚硝胺(diethylnitrosamine, DEN)诱发大鼠肝癌前病变<sup>[74]</sup>;经植物分类学家鉴定的叶样品正丁醇部位可降低氧化偶氮甲烷(azoxymethane, AOM)/DSS 诱导的小鼠结肠炎相关癌变发生率<sup>[75]</sup>;叶正丁醇提取物和二氯甲烷-醋酸乙酯提取物分别对乌拉坦诱导小鼠肺癌、苯并芘诱发小鼠前胃肿瘤显示抑制作用<sup>[76-77]</sup>。单体层面, A1-barrigenol 22 $\alpha$ -angelate、新达玛烷型皂苷和冲山茶苷等显示肿瘤细胞增殖抑制或相关分子作用<sup>[14, 27, 40]</sup>;叶正丁醇提取物可增强胃癌细胞对紫杉醇的敏感性<sup>[78]</sup>。一项网络药理学结合实验验证的研究提示,其抗肺癌作用可能涉及多靶点调节<sup>[79]</sup>,但此类预测性结论尚需直接实验确认。现有研究多缺少标准化提取物和基原凭证,不能外推为临床抗肿瘤或肿瘤预防作用。

## 2.3 调糖脂代谢及消化酶抑制

防城金花茶叶提取物、酚类和皂苷部位在高脂、糖尿病动物模型及胰脂肪酶、 $\alpha$ -淀粉酶、 $\alpha$ -葡萄糖苷酶体外体系中显示一定调糖脂代谢和消化酶抑制活性<sup>[46, 80-85]</sup>。现有研究涉及血脂、血糖、胰岛素分泌、肝糖原及晚期糖基化终末产物等指标<sup>[81, 83, 85, 87]</sup>,但多数使用复杂提取物,模型和剂量差异较大;单体层面,新齐墩果烷型皂苷及 campeteloside A~E 报道有  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性<sup>[21, 29]</sup>。需要指出,四氧嘧啶或链脲佐菌素模型主要反映胰岛  $\beta$  细胞损伤,体外酶抑制结果亦不能直接等同于整体调糖脂代谢疗效<sup>[80, 86]</sup>。

## 2.4 心血管相关作用

防城金花茶叶提取物含药血清可抑制氧化型低密度脂蛋白诱导的血管内皮细胞趋化单核细胞,ig 给药可减轻高脂饲喂载脂蛋白 E (apolipoprotein E, ApoE) 基因敲除小鼠主动脉粥样斑块形成,其机制与下调黏附分子及趋化因子过表达相关<sup>[88]</sup>;叶不同

极性提取物灌胃给药可降低高血压模型大鼠的血压和心率<sup>[89]</sup>;叶热水提取物长期给药可减缓代谢综合征模型大鼠的血压升高并降低氧化应激标志物水平,但对血糖、血脂无明显影响<sup>[90]</sup>。上述结果为其潜在心血管作用提供前临床线索;但证据主要来自含药血清、提取物或动物模型,且多为关联名称样品,不能概括为临床心血管保护作用。

## 2.5 神经和肝保护

防城金花茶叶提取物可保护过氧化氢(hydrogen peroxide, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)损伤的 SH-SY5Y 细胞,作用与增强内源性抗氧化防御及 cAMP 反应元件结合蛋白(cAMP response element binding protein, CREB)/脑源性神经营养因子(brain-derived neurotrophic factor, BDNF)相关信号变化有关<sup>[18]</sup>;金花茶提取物可改善慢性皮质酮诱导小鼠抑郁样行为,其作用可能涉及蛋白激酶 B (protein kinase B, Akt)/糖原合酶激酶 3 $\beta$ (glycogen synthase kinase 3 $\beta$ , GSK3 $\beta$ )/CREB 信号<sup>[91]</sup>。肝保护方面,叶 10%乙醇提取物可改善四氯化碳(carbon tetrachloride, CCl<sub>4</sub>)诱导大鼠急性肝损伤,伴随核因子 E2 相关因子 2(nuclear factor erythroid 2-related factor 2, Nrf2)相关蛋白上调及 NF- $\kappa$ B 相关炎症信号下降<sup>[17, 92]</sup>;叶提取物对乙醇诱导的小鼠急性酒精性肝损伤亦有保护作用<sup>[93]</sup>;叶多糖可减轻 CCl<sub>4</sub> 或卡介苗(bacillus Calmette-Guérin, BCG)/LPS 诱导的肝损伤<sup>[52]</sup>。

## 2.6 其他作用与安全性

防城金花茶叶水提物预防给药可减轻小鼠急性肺损伤<sup>[94]</sup>。安全性方面,相关名称(“普通金花茶”)鲜叶研究中,鲜叶热水提取液的小鼠急性经口、大鼠 90 d 喂养及遗传毒性试验未见明显异常,但研究材料的分类学确认、制品类型和剂量外推范围有限<sup>[95]</sup>;另一项叶提取物急性毒性研究报道半数致死量(median lethal dose, LD<sub>50</sub>)为 106.7 g/kg,仅能说明该特定提取物在单次 ig 条件下急性毒性较低<sup>[84]</sup>。防城金花茶叶长期食用和药用安全性仍需重复给药毒性、生殖发育毒性、肝肾毒性及特殊人群研究;质量标准还应关注重金属、农药残留、真菌毒素和加工污染物。防城金花茶野生资源有限,应通过规范人工栽培和可持续利用保障原料供给<sup>[1]</sup>。

## 3 防城金花茶叶 Q-Marker 预测

### 3.1 基原鉴别与预测依据

Q-Marker 应能体现中药或民族药的专属性、有

效性、安全性、可测性和质量传递规律<sup>[9-10]</sup>。防城金花茶叶质量评价首先应建立可靠的基原鉴别体系：市场流通的金花茶组植物种类较多，种间成分差异显著<sup>[60]</sup>，可将性状、显微或 DNA 鉴别与 HPLC/超高效液相色谱（ultra performance liquid chromatography, UPLC）、液相色谱-质谱联用（liquid chromatography-mass spectrometry, LC-MS）及傅里叶变换红外光谱（Fourier transform infrared spectroscopy, FT-IR）指纹图谱结合<sup>[31,55,96-100]</sup>。现有研究已显示部分特征峰和光谱变量具有样品区分能力，但多采用有限样本建立模型，外部验证和近缘种对照仍不足，尚不能直接替代规范基原鉴定；地方叶茶产品标准可作为产品评价参

考，但不能替代药材基原和内在质量控制<sup>[101]</sup>。在此基础上，Q-Marker 预测应综合考虑叶部相关性、基原特征性、批次稳定性、药效相关性、可测性、质量传递和安全性。

### 3.2 分层候选指标

按照证据强度、地域适用性和可测性，防城金花茶叶潜在质量控制指标可分为 4 类候选及 1 类辅助质量属性（图 1）。（1）基础质量候选：应落实到可测定的明确单体，如儿茶素、表儿茶素、芦丁、异槲皮苷或经多批次确认的槲皮素/山柰酚代表性糖苷，亦可经酸水解后测定总槲皮素、总山柰酚苷元，但须明确水解方法、换算方式及其质量意义<sup>[11,13,34]</sup>；叶

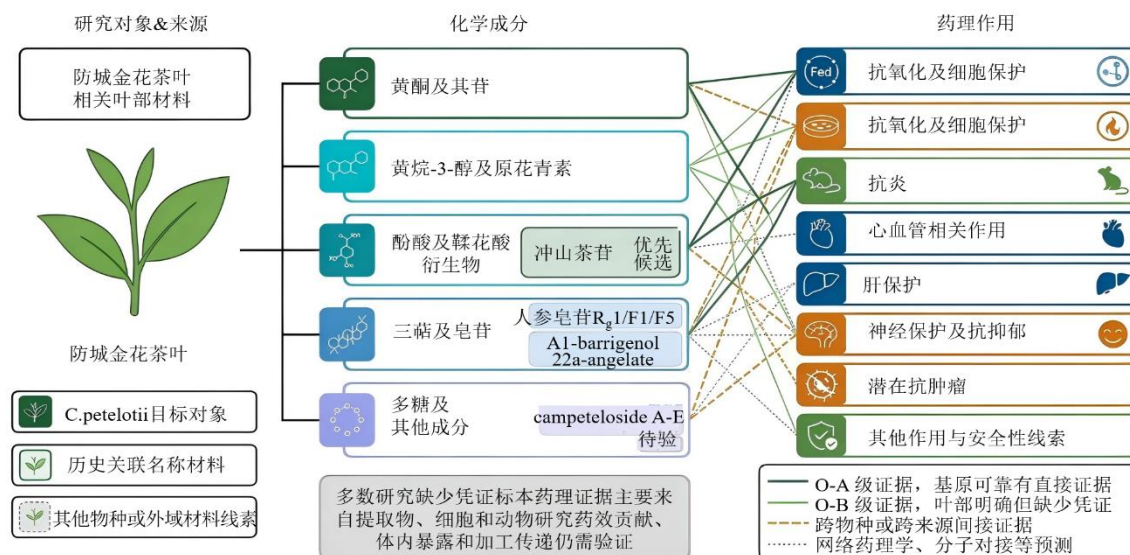


图 1 防城金花茶叶相关化学成分-药理作用及证据分层示意图

Fig. 1 Schematic diagram of chemical constituents-pharmacological activities and evidence stratification related to leaves of *C. petelotii*

中分离确证的槲皮素、山柰酚、表儿茶素等可作为上述指标测定的对照品来源<sup>[17]</sup>；《广西壮族自治区壮药质量标准》以山柰酚（标准原文用名“山柰素”，经核对所列分子式  $C_{15}H_{10}O_6$ ）为含量测定指标，其 HPLC 测定方法已建立<sup>[3,38]</sup>，但标准文本未明确供试品是否经水解前处理，测定对象的具体内涵及不同产地含量范围仍需明确。（2）优先验证候选：冲山茶苷在防城金花茶相关样品中有分离确证、多产地检出、制备和富集研究，单体另有抗肿瘤、抗脱颗粒活性证据，可列为优先验证候选质量控制成分<sup>[22,24-26,40]</sup>。（3）储备候选：人参皂苷  $R_g1$ 、 $F1$ 、 $F5$  在山茶属植物中报道较少，目前主要依据单篇分离研究，尚缺乏 O-A 级样品直接证据和多批次含量资料，其存在真实性和批次稳定性应优先验证<sup>[27,41]</sup>；同属显脉金

花茶叶亦含该类成分，说明其并非防城金花茶特有<sup>[42]</sup>； $A1\text{-barrigenol } 22\alpha\text{-angelate}$  具有单体体外活性，可作为药效相关储备候选<sup>[14]</sup>。（4）外源同名种线索：campeteloside A~E 为越南产 *C. petelotii* 叶中分离的结构特殊皂苷，仅可作为待在广西原料中验证的成分线索<sup>[29]</sup>；并需注意，campeteloside A 的中文简称易与显脉金花茶来源“金花茶皂苷 A”混淆，二者结构不同<sup>[43]</sup>。此外，多糖宜采用总量、相对分子质量分布、单糖组成和糖醛酸含量等综合质量属性进行辅助评价，不与单体候选混列<sup>[47-48]</sup>。主要候选成分的证据概览见表 4。

受限于体内暴露、谱效关系、质量传递和安全性资料不足，本文候选成分首先属于潜在质量控制指标；其能否上升为 Q-Marker 仍需药效贡献度和

全过程质量传递证据支持。同时，由于利尿、消肿等传统功效缺乏直接药理研究，现阶段候选成分更多反映现代研究关注的抗氧化、抗炎和代谢调节作用，尚不能认为已经覆盖地方药材的传统功效内涵。

3.3 验证路径

上述成分均为文献预测候选，不能直接等同于已确认的 Q-Marker。后续应采用经规范鉴定并留存凭证标本的广西防城金花茶样品，开展多产地、多

叶龄、多采收期和多加工阶段的指纹分析与候选成分定量，评价其检出率、含量范围、批间稳定性和近缘种专属性；在此基础上，通过谱效关系、单体贡献度、体内暴露和肠道代谢研究验证有效性关联，并跟踪鲜叶-干叶-叶茶-提取物-制剂/食品的成分转移、稳定性和安全性，最终确定可执行的质量指标和限度<sup>[25, 63, 66-67, 102]</sup>；利尿消肿等传统功效的现代药理研究亦应列入重点方向。防城金花茶叶分层质量评价框架与验证技术路线见图 2。

表 4 防城金花茶叶潜在质量控制指标、候选 Q-Marker 及辅助质量属性证据概览

| Table 4 Evidence overview of potential quality control indices, candidate Q-Markers, and auxiliary quality attributes for <i>C. petelotii</i> leaves |         |      |           |                                  |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|-----------|----------------------------------|---------------------|
| 候选成分或指标                                                                                                                                              | 建议定位    | 基原证据 | 样品地域来源    | 主要依据                             | 主要不足                |
| 冲山茶苷 <sup>[22, 24-26, 40]</sup>                                                                                                                      | 优先验证候选  | O-B  | 广西多产地     | 叶中分离确证；多产地检出；具检测、制备及单体活性线索       | 非物种特有；药效贡献与加工传递未明   |
| 儿茶素、表儿茶素 <sup>[11, 13, 17]</sup>                                                                                                                     | 基础质量候选  | O-B  | 关联名称来源    | 检出较普遍；检测及初步定量基础较好                | 专属性弱；批次稳定性待验证       |
| 槲皮素、山柰酚相关单体 <sup>[11, 13-14, 17, 34, 37-38]</sup>                                                                                                    | 基础质量候选  | O-B  | 关联名称来源    | 苷元经分离确证；已有标准及HPLC方法              | 具体测定物及水解口径待明确基础     |
| 人参皂苷Rg <sub>1</sub> 、F <sub>1</sub> 、F <sub>5</sub> <sup>[27, 41-42]</sup>                                                                           | 储备候选    | O-B  | 广西关联名称样品  | 叶中有分离报道；山茶属中报道较少                 | 存在真实性、多批次含量及药效关联待复核 |
| A1-barrigenol 22a-angelate <sup>[14]</sup>                                                                                                           | 储备候选    | O-B  | 关联名称来源    | 叶中分离确证；具有单体体外活性                  | 含量、批次稳定性及安全性资料缺乏    |
| campeteloside A~E <sup>[29]</sup>                                                                                                                    | 外源同名种线索 | O-A  | 越南        | 从 <i>C. petelotii</i> 叶中分离；结构较特殊 | 广西样品未验证；定量及质量传递资料不足 |
| 总多糖及结构参数 <sup>[47-48]</sup>                                                                                                                          | 辅助质量属性  | O-B  | 广西为主，部分未明 | 可表征大分子成分质量                       | 异质性强；纯度及结构参数评价待规范   |

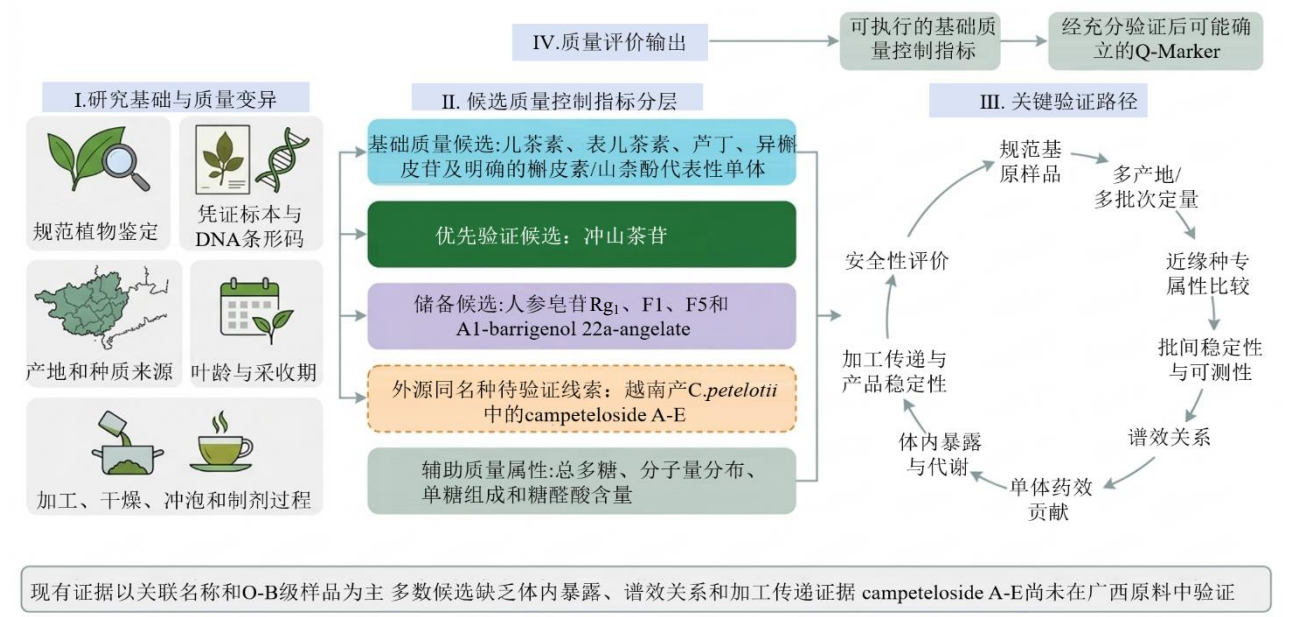


图 2 防城金花茶叶分层质量评价与 Q-Marker 验证框架示意图

Fig. 2 Framework for hierarchical quality evaluation and Q-Marker verification of *C. petelotii* leaves

4 结语与展望

防城金花茶相关叶样品中已报道黄酮、黄烷-3-

醇及原花青素、酚酸及鞣花酸衍生物、三萜皂苷和多糖等成分。现有药理研究提示其可能具有抗氧

化、抗炎、调糖脂代谢和心血管相关作用、肝和神经保护及潜在抗肿瘤活性,但多数研究采用复杂提取物,样品基原证据以 O-B 级为主,高质量、可重复的体内证据仍有限,且尚无临床证据;传统功效“利尿消肿”的现代药理验证亦不足。

现阶段宜先建立基原鉴别与多成分质量控制体系。冲山茶苷可作为优先验证候选质量控制成分;儿茶素、表儿茶素及经多批次筛选的槲皮素、山柰酚类具体单体可作为基础质量候选;人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、F<sub>1</sub>、F<sub>5</sub> 和 A<sub>1</sub>-barrigenol 22 $\alpha$ -angelate 可作为储备候选;越南产 *C. petelotii* 中的 campeteloside A~E 仅作为广西原料待验证的成分线索;多糖采用总量、相对分子质量分布、单糖组成和糖醛酸含量等综合质量属性评价。上述指标能否上升为 Q-Marker, 仍需规范基原样品、多批次定量、近缘种比较、谱效关系、体内暴露、加工传递和安全性研究验证。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 杜鸿志, 汤文敏, 刘青, 等. 金花茶本草考证和物种鉴定的研究进展 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2020, 22(9): 3136-3141.
- [2] 广西壮族自治区卫生厅. 广西中药材标准: 1990 年版 [M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1992.
- [3] 广西壮族自治区食品药品监督管理局. 广西壮族自治区壮药质量标准 (第二卷) 2011 年版 [M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2011: 187-188.
- [4] He D Y, Li X Y, Sai X, *et al.* *Camellia nitidissima* C.W. Chi: A review of botany, chemistry, and pharmacology [J]. *Phytochem Rev*, 2018, 17(2): 327-349.
- [5] Li D C, Li Y T, Liu Y N, *et al.* Chemical constituents and pharmacological effects of *Camellia petelotii* (Merr.) Sealy: A review [J]. *Int J Pharmacol*, 2026, 22(3): 47944.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 关于批准金花茶、显脉旋覆花 (小黑药) 等 5 种物品为新资源食品的公告 (2010 年第 9 号) [Z]. 北京: 中华人民共和国卫生部, 2010.
- [7] 国家卫生健康委员会. 关于金花茶培养物等 11 种“三新食品”的公告 (2024 年第 6 号) [Z]. 北京: 国家卫生健康委员会, 2024.
- [8] 李树刚, 梁畴芬. 金花茶拉丁名要更改 [J]. 广西植物, 1992, 12(1): 95-96.
- [9] 刘昌孝, 陈士林, 肖小河, 等. 中药质量标志物(Q-Marker): 中药产品质量控制的新概念 [J]. 中草药, 2016, 47(9): 1443-1457.
- [10] 中华中医药学会《中药质量标志物研究技术指南》编写组. 中药质量标志物研究技术指南 [J]. 中草药, 2025, 56(7): 2249-2252.
- [11] Song L X, Wang X S, Zheng X Q, *et al.* Polyphenolic antioxidant profiles of yellow *Camellia* [J]. *Food Chem*, 2011, 129(2): 351-357.
- [12] 李辛雷, 王佳童, 孙振元, 等. 金花茶花朵和叶片 UPLC-QTOF-MS 分析 [J]. 林业科学研究, 2018, 31(6): 83-88.
- [13] 韩小芳. 金花茶关键组分的 LC-MS 分析 [D]. 南宁: 广西大学, 2023.
- [14] Hou X Y, Du H Z, Yang R, *et al.* The antitumor activity screening of chemical constituents from *Camellia nitidissima* Chi [J]. *Int J Mol Med*, 2018, 41(5): 2793-2801.
- [15] 陈全斌, 湛志华, 张巧云, 等. 金花茶叶中黄酮甙元的分离提纯及其表征 [J]. 广西热带农业, 2005, 18(6): 10-11.
- [16] 温静, 梁伟, 王欣晨, 等. 金花茶化学成分及抗炎抗氧化活性研究 [J]. 中国药物化学杂志, 2020, 30(8): 487-492.
- [17] 张小曼. 金花茶叶对 CCl<sub>4</sub> 诱导急性肝损伤大鼠的保护作用及中等极性化学成分对照品研究 [D]. 南宁: 广西医科大学, 2020.
- [18] An L, Zhang W, Ma G W, *et al.* Neuroprotective effects of *Camellia nitidissima* Chi leaf extract in hydrogen peroxide-treated human neuroblastoma cells and its molecule mechanisms [J]. *Food Sci Nutr*, 2020, 8(9): 4782-4793.
- [19] 林炳慧. 三种金花茶叶挥发性成分及东兴金花茶叶化学成分研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2018.
- [20] Wang Z L, Hou X Y, Li M, *et al.* Active fractions of golden-flowered tea (*Camellia nitidissima* Chi) inhibit epidermal growth factor receptor mutated non-small cell lung cancer via multiple pathways and targets *in vitro* and *in vivo* [J]. *Front Nutr*, 2022, 9: 1014414.
- [21] Zhao M, Xian X Y, Yan M Q, *et al.* A new oleanane-type triterpenoid saponin with  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity from *Camellia nitidissima* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2023, 25(9): 890-898.
- [22] 莫建光, 陈秋虹, 黄艳, 等. 金花茶叶中 1 个新的鞣花酸类化合物 [J]. 中草药, 2018, 49(1): 75-79.
- [23] Onodera K I, Tsuha K, Yasumoto-Hirose M, *et al.* Okicamelliaside, an extraordinarily potent anti-degranulation glucoside isolated from leaves of *Camellia japonica* [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2010, 74(12): 2532-2534.
- [24] 程传景, 丛龙飞, 李振强, 等. 金花茶叶中冲山茶苷的筛查、制备及抗肿瘤活性考察 [J]. 天津中医药, 2020,

- 37(12): 1425-1430.
- [25] 苏梦雪. 不同产地防城金花茶品质差异及其影响因素研究 [D]. 南宁: 广西中医药大学, 2025.
- [26] Zheng H Y, Gao Y, Zhang J Y, *et al.* Adsorption/desorption on macroporous resins of okicamelliaside in the extract of *Camellia nitidissima* Chi leaves [J]. *Horticulturae*, 2023, 9(2): 166.
- [27] Xu Y N, Ma S Y, Han X F, *et al.* Triterpenes and saponins from leaves of *Camellia nitidissima*, and cytotoxic activities against bel-7402 and SMMC-7721 human liver cancer cells [J]. *Rec Nat Prod*, 2022, 16(6): 550-558.
- [28] 薛茗月, 义祥辉, 陈全斌, 等. 金花茶叶中 2 种新化学成分的分离与表征 [J]. 安徽农学通报, 2013, 19(1): 18-19.
- [29] Thi Cuc N, Anh Bang N, Huu Tai B, *et al.* Five new oleanane triterpene saponins from *Camellia petelotii* and their alpha-glucosidase inhibitory activity [J]. *Chem Biodivers*, 2023, 20(4): e202300093.
- [30] Zhang L Q, Zhang F, Liang H M, *et al.* Identification of HMOX-1-targeting natural compounds in *Camellia nitidissima* Chi for NSCLC therapy: Integrating bioassay and in silico screening approaches [J]. *Pharmaceuticals*, 2025, 18(6): 824.
- [31] 姚涵雅, 闫国跃, 高慧, 等. 超高效液相色谱-四极杆-静电场轨道离子阱高分辨质谱法检测 2 种金花茶叶化学成分 [J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(24): 8091-8100.
- [32] Wang B, Ge L, Mo J G, *et al.* Essential oils and ethanol extract from *Camellia nitidissima* and evaluation of their biological activity [J]. *J Food Sci Technol*, 2018, 55(12): 5075-5081.
- [33] Zhao Z Y, Wang C, Jiang Z L, *et al.* Phytochemical and biological studies on rare and endangered plants endemic to China. Part XLIX. Terpenoids and phenylpropanoid-substituted flavan-3-ols from the leaves of *Camellia petelotii* (golden-flower tea) and their bioactivities [J]. *Phytochemistry*, 2026, 246: 114808.
- [34] 阎新佳, 聂承冬, 王欣晨, 等. HPLC 法同时测定金花茶叶中 4 种成分的含量 [J]. 沈阳药科大学学报, 2020, 37(10): 913-917.
- [35] Yu S H, Li J Y, Peng T, *et al.* Identification of chalcone isomerase family genes and roles of CnCHI4 in flavonoid metabolism in *Camellia nitidissima* [J]. *Biomolecules*, 2023, 13(1): 41.
- [36] Huang X, Qin B, Qin L, *et al.* A comparative study on photosynthetic characteristics and flavonoid metabolism between *Camellia petelotii* (Merr.) Sealy and *Camellia impressinervis* Chang & Liang [J]. *Front Plant Sci*, 2022, 13: 1071458.
- [37] 张可锋, 陈旭. 金花茶叶中 3 种黄酮苷元的含量测定 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(23): 60-62.
- [38] 覃兰芳, 赖茂祥, 梁冰, 等. 高效液相色谱法测定广西壮药金花茶叶中的山奈素 [J]. 广西科学, 2012, 19(4): 345-347.
- [39] Kuba-Miyara M, Agaric K, Sakima R, *et al.* Inhibitory effects of an ellagic acid glucoside, okicamelliaside, on antigen-mediated degranulation in rat basophilic leukemia RBL-2H3 cells and passive cutaneous anaphylaxis reaction in mice [J]. *Int Immunopharmacol*, 2012, 12(4): 675-681.
- [40] Cheng C J, Liu K X, Zhang M, *et al.* Okicamelliaside targets the N-terminal chaperone pocket of HSP90 disrupts the chaperone protein interaction of HSP90-CDC37 and exerts antitumor activity [J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2022, 43(4): 1046-1058.
- [41] 陈嘉慧. 金花茶叶皂苷提取、纯化及生物活性研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 2021.
- [42] 苏琳, 莫建光, 韦英亮, 等. 金花茶叶皂苷类成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(5): 877-879.
- [43] 韦英亮, 陈秋虹, 盘杨桂, 等. 金花茶皂苷 A 对照品的制备 [J]. 食品科技, 2018, 43(1): 227-230.
- [44] 唐前, 罗燕英, 黄连冬, 等. 金花茶组植物化学成分的定量分析 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(4): 769-771.
- [45] 唐昭领, 莫建光, 黄艳. 响应面优化香草醛-冰醋酸-高氯酸法测定金花茶叶中总皂甙含量 [J]. 广东农业科学, 2014, 41(13): 99-103.
- [46] 陈嘉慧, 吴雪辉. 金花茶叶皂苷提取工艺优化及抑制脂肪酶活性研究 [J]. 食品与机械, 2020, 36(8): 159-165.
- [47] 龚雯, 唐婕, 韦雅渊, 等. 金花茶多糖分离纯化、结构表征及其体外抗氧化性 [J]. 食品与机械, 2021, 37(6): 184-190.
- [48] 牛广俊, 朱思, 陈清英, 等. 金花茶不同部位多糖的测定及体外抗氧化活性 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(20): 168-172.
- [49] 许子竞, 石谦, 罗树常. 金花茶叶多糖的分离纯化及组成分析 [J]. 天然产物研究与开发, 2017, 29(7): 1148-1153.
- [50] Zhou A L, Zhou C, Liu M J, *et al.* Anticancer effects of *Camellia nitidissima* Chi polysaccharide on hepatocellular carcinoma cells via apoptosis [J]. *J Herb Med*, 2023, 42: 100800.
- [51] 田宁, 向文静, 周紫贤, 等. 小胶质细胞在金花茶多糖保护脑出血中的作用 [J]. 中国药理学通报, 2020, 36(2): 231-237.
- [52] 黄思茂, 曹后康, 高雅, 等. 金花茶多糖对四氯化碳致

- 小鼠急性肝损伤的保护作用及其机制的研究 [J]. 中药药理与临床, 2016, 32(6): 117-120.
- [53] 龚雯, 唐婕, 韦雅渊, 等. 金花茶多糖的体外消化及降解特性研究 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(24): 31-39.
- [54] 郑亭亭. 金花茶叶中精油提取及化学组成的研究 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2016.
- [55] 程金生, 李舒雅, 万维宏, 等. 金花茶微观结构鉴别及活性成分分析 [J]. 江苏农业科学, 2020, 48(19): 221-224.
- [56] 杨一山, 江海都, 秦惠珍, 等. 不同产地金花茶叶主要活性成分含量的比较分析及其与土壤因子的关系 [J]. 中药材, 2022, 45(6): 1289-1295.
- [57] Zhao X X, Su M X, Li S S, *et al.* Influence of ecological factors on the accumulation of active substances in *Camellia nitidissima* [J]. *Plant Biosyst*, 2026, 160(3): 158.
- [58] 赵鸿杰, 罗昭润, 丁岳炼, 等. 金花茶老叶和嫩叶营养成分分析 [J]. 内蒙古农业大学学报: 自然科学版, 2016, 37(5): 52-56.
- [59] 何秋梅, 高慧, 李耀燕, 等. 防城金花茶叶片表型多样性及化学成分关联表型性状分析 [J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(10): 3311-3319.
- [60] 韦晓娟, 张幸, 王坤, 等. 35 种金花茶组植物花叶活性成分分析 [J]. 中国农学通报, 2025, 41(33): 59-66.
- [61] 高慧, 何秋梅, 闫国跃, 等. 金花茶不同部位化学成分差异分析 [J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(24): 9539-9548.
- [62] 彭健玲, 李美玲, 柴胜丰, 等. 两种金花茶叶片活性成分动态积累的分析与评价 [J]. 广西科学, 2020, 27(4): 394-399.
- [63] 刘保财, 陈菁瑛, 张武君, 等. 金花茶组叶片生化成分评价及其最佳采收期研究 [J]. 热带作物学报, 2021, 42(1): 159-167.
- [64] 黄永林, 文永新, 陈月圆, 等. 金花茶叶中总黄酮提取及动态变化研究 [J]. 食品科学, 2009, 30(6): 72-75.
- [65] 罗昭润, 赵鸿杰, 玄祖迎, 等. 工艺处理对金花茶叶营养成分的影响 [J]. 茶叶通讯, 2016, 43(4): 22-25.
- [66] 何秋梅. 防城普通金花茶鲜叶加工工艺及产品品质研究 [D]. 南宁: 广西中医药大学, 2022.
- [67] 南惠玲. 狗仔花、金花茶叶配方颗粒制备工艺及质量标准研究 [D]. 南宁: 广西中医药大学, 2024.
- [68] Wu S X, Xiong R G, Cheng J, *et al.* Preparation, antioxidant activities and bioactive components of kombucha beverages from golden-flower tea (*Camellia petelotii*) and honeysuckle-flower tea (*Lonicera japonica*) [J]. *Foods*, 2023, 12(16): 3010.
- [69] Li L R, Huang R, Li W W, *et al.* *Camellia nitidissima* Chi extract ameliorates dextran sulfate sodium-induced acute ulcerative colitis in mice by inhibiting TLR4/NF- $\kappa$ B-mediated inflammatory activation [J]. *Inflammopharmacology*, 2025, 33(6): 3427-3441.
- [70] 莫玉焕, 裴宇盛, 张赞, 等. 基于网络药理学、分子对接及动物实验探讨金花茶叶提取物治疗溃疡性结肠炎的作用 [J]. 中国药物警戒, 2026, 23(5): 527-532.
- [71] 曾英港, 陈辉华, 钟益宁, 等. 金花茶叶提取物体内祛痰、抗炎作用及其机制研究 [J]. 亚太传统医药, 2022, 18(7): 21-25.
- [72] 阎新佳. 金花茶叶醇提物对 LPS 导致 RAW 炎症的保护作用 [J]. 哈尔滨商业大学学报: 自然科学版, 2017, 33(4): 394-398.
- [73] 张武君, 黄颖桢, 陈菁瑛, 等. 综合评分法优化金花茶叶提取工艺及抗氧化活性分析 [J]. 中药材, 2020, 43(2): 408-414.
- [74] 唐小岚, 段小娴, 苏建家, 等. 金花茶和银杏叶对 2-乙基亚硝胺致大鼠肝癌前病变抑制作用的初步研究 [J]. 实用癌症杂志, 2007, 22(3): 224-227.
- [75] Li M H, Du H Z, Kong G J, *et al.* Nuclear magnetic resonance-based metabolomics approach to evaluate the prevention effect of *Camellia nitidissima* Chi on colitis-associated carcinogenesis [J]. *Front Pharmacol*, 2017, 8: 447.
- [76] 孔桂菊, 杜鸿志, 袁胜涛, 等. 金花茶正丁醇提取物对乌拉坦诱导小鼠肺癌作用研究 [J]. 亚太传统医药, 2015, 11(21): 4-7.
- [77] 邝新红, 李征征, 何进勇, 等. 金花茶二氯甲烷-乙酸乙酯提取物预防苯并芘诱发小鼠胃肿瘤的作用研究 [J]. 亚太传统医药, 2017, 13(17): 9-12.
- [78] He X, Li H, Zhan M X, *et al.* *Camellia nitidissima* Chi extract potentiates the sensitivity of gastric cancer cells to paclitaxel via the induction of autophagy and apoptosis [J]. *Onco Targets Ther*, 2019, 12: 10811-10825.
- [79] Zhou A L, Zhou C, Wang D H, *et al.* Network pharmacology integrated with experimental validation revealed potential molecular mechanisms of *Camellia nitidissima* C. W. Chi in the treatment of lung cancer [J]. *J Ethnopharmacol*, 2023, 314: 116576.
- [80] Chen J H, Wu X H, Zhou Y, *et al.* *Camellia nitidissima* Chi leaf as pancreatic lipase inhibitors: Inhibition potentials and mechanism [J]. *J Food Biochem*, 2021, 45(9): e13837.
- [81] 宁恩创, 秦小明, 杨宏. 金花茶叶水提物的降脂功能试验研究 [J]. 广西大学学报: 自然科学版, 2004, 29(4): 350-352.
- [82] 马硕, 蒲志军, 张小玲, 等. 金花茶多酚对 2 型糖尿病大鼠胰腺的保护作用 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(18): 89-93.
- [83] Wang L, Roy D, Lin S S, *et al.* Hypoglycemic effect of *Camellia chrysanthra* extract on type 2 diabetic mice model

- [J]. *Bangladesh J Pharmacol*, 2017, 12(4): 359.
- [84] 夏星, 黄嘉骏, 王志萍, 等. 金花茶叶的降血糖作用及急性毒性研究 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(5): 1281-1282.
- [85] 尹日凤, 李宇清, 王亚军, 等. 金花茶叶提取物对糖尿病小鼠肝脏糖代谢的调节作用 [J]. 中药材, 2017, 40(12): 2956-2959.
- [86] 蓝小河, 吴雪辉, 陈嘉慧, 等. 金花茶叶皂苷对  $\alpha$ -淀粉酶抑制机制及效果 [J]. 食品工业, 2022, 43(8): 188-191.
- [87] Wang W X, Liu H Y, Wang Z N, *et al.* Phytochemicals from *Camellia nitidissima* Chi inhibited the formation of advanced glycation end-products by scavenging methylglyoxal [J]. *Food Chem*, 2016, 205: 204-211.
- [88] 农微, 韦金锐, 陈柏承, 等. 金花茶叶提取物减轻动脉粥样硬化的作用机制 [J]. 中成药, 2022, 44(9): 2823-2829.
- [89] 李航, 李弘扬, 李瑶, 等. 金花茶提取物对高血压模型大鼠血压和心率的影响 [J]. 亚太传统医药, 2017, 13(20): 8-11.
- [90] Oku H, Ogawa Y, Iwaoka E, *et al.* Preventive effects of the extract of kinka-cha, a folk tea, on a rat model of metabolic syndrome [J]. *J Nat Med*, 2011, 65(3): 610-616.
- [91] Tsoi B, Gao C, Yan S Y, *et al.* *Camellia nitidissima* Chi extract promotes adult hippocampal neurogenesis and attenuates chronic corticosterone-induced depressive behaviours through regulating Akt/GSK3 $\beta$ /CREB signaling pathway [J]. *J Funct Foods*, 2022, 95: 105199.
- [92] Zhang X M, Feng J, Su S F, *et al.* Hepatoprotective effects of *Camellia nitidissima* aqueous ethanol extract against CCl<sub>4</sub>-induced acute liver injury in SD rats related to Nrf2 and NF- $\kappa$ B signalling [J]. *Pharm Biol*, 2020, 58(1): 239-246.
- [93] 莫玉焕, 田婧. 金花茶叶提取物对乙醇诱导的小鼠肝损伤的保护作用研究 [J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(2): 75-80.
- [94] 袁羽. 金花茶抗急性肺损伤及其多酚类成分抗氧化作用研究 [D]. 天津: 天津中医药大学, 2023.
- [95] 彭亮, 赵鹏, 李彬, 等. 金花茶鲜叶的毒理学安全性研究 [J]. 毒理学杂志, 2011, 25(1): 72-74.
- [96] 唐绍清, 钟扬, 施苏华, 等. *Camellia nitidissima* 与 *C. petelotii* 之间的关系研究—来自 nrDNA ITS 的证据 [J]. 武汉植物学研究, 2001, 19(6): 449-452.
- [97] Tew W Y, Chen Y, Zhang W J, *et al.* Application of FT-IR spectroscopy and chemometric technique for the identification of three different parts of *Camellia nitidissima* and discrimination of its authenticated product [J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13: 931203.
- [98] 姚涵雅, 盘涌, 高慧, 等. 防城金花茶叶片的生药学及 UPLC 指纹图谱 [J]. 湖北农业科学, 2024, 63(5): 91-97.
- [99] 高慧, 何秋梅, 白燕远, 等. 金花茶 UPLC 指纹图谱的建立及亲缘关系分析 [J]. 中草药, 2022, 53(13): 4119-4124.
- [100] 梁霄, 莫建光, 刘布鸣, 等. 三种金花茶叶的薄层色谱鉴别研究 [J]. 中国民族民间医药, 2014, 23(21): 8-9.
- [101] 食品安全地方标准 金花茶叶茶: DBS 45/033—2016 [S]. 2016: 56.
- [102] Wei J B, Li X, Song H, *et al.* Characterization and determination of antioxidant components in the leaves of *Camellia chrysantha* (Hu) Tuyama based on composition-activity relationship approach [J]. *J Food Drug Anal*, 2015, 23(1): 40-48.

[责任编辑 时圣明]