

· 中药研究 ·

# 基于 AHP - CRITIC 综合赋权法和“蛛网” 模式辨析鸡骨草的质量标志物

尹靖<sup>1</sup>, 梁学政<sup>1</sup>, 谭培姚<sup>2</sup>, 王莹<sup>1</sup>, 李艳玲<sup>1</sup>, 杨晓敏<sup>3</sup>, 张蓓<sup>1,4\*</sup>

1. 柳州市中医医院/柳州市壮医医院, 广西 柳州 545026; 2. 广西中医药大学, 广西 南宁 530200;

3. 柳州市妇幼保健院, 广西 柳州 545001; 4. 柳州市中药壮瑶药制剂研发重点实验室/

柳州市中药壮瑶药制剂开发工程技术研究中心, 广西 柳州 545026

**摘要** 目的:以中药质量标志物(Q - Marker)为基本原则,应用层次分析法(AHP) - 指标相关性的指标权重确定法(CRITIC),初步筛选出鸡骨草潜在质量标志物,并基于“蛛网”模式构建雷达可视化谱图,进一步优化筛选结果,为鸡骨草的质量控制提供科学依据与参考。方法:通过数据库检索鸡骨草主要作用(抗炎、保肝、抗氧化)的化学成分,运用 AHP 法对要素层指标(有效性、特有性及可测性)进行权重分析,CRITIC 法对应各要素层下的控制层数据进行分析,并通过 AHP - CRITIC 法计算最终权重。结合 AHP - CRITIC 法综合评分结果,构建“抗炎 - 保肝 - 抗氧化 - 有效性 - 特有性 - 可测性”六维度可视化雷达图。结果:基于 AHP - CRITIC 法初步筛选出鸡骨草 20 个潜在质量标志物。在此基础上,利用可视化谱图初步预测木犀草素、大黄素、儿茶素、熊果酸、柠檬酸和相思豆碱为鸡骨草质量标志物。结论:运用 AHP - CRITIC 法和“蛛网”模式的可视化谱图技术初步预测了鸡骨草的质量标志物,可为其质量评价及后续进一步开发利用提供参考。

**关键词** 鸡骨草; AHP - CRITIC 综合赋权法; 蛛网模式雷达图; 质量标志物

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 1002 - 2392(2026)08 - 0027 - 09

DOI: 10.19664/j.cnki.1002 - 2392.260156

鸡骨草(*Abri Herba*)来源于豆科相思子属植物 *Abrus cantoniensis* Hance 的干燥全株,主要分布于岭南地区及中南半岛等地,被收载于《中华人民共和国药典》(2020 年版),并用于治疗湿热黄疸、胁肋不舒、胃脘胀痛等症状<sup>[1]</sup>。鸡骨草富含多种化学成分,其中三萜类、生物碱类、黄酮类为其主要化学成分,现代药理学研究表明,鸡骨草具有抗炎、保肝、抗氧化等多种药理活性,并具有广泛的药用价值<sup>[2]</sup>。

近年来,国内外学者对鸡骨草的研究多集中于药理作用和化学成分方面,而对物质基础和质量控制的研究相对匮乏,这在一定程度上限制了鸡骨草的进一

步应用。因此,本研究运用 AHP - CRITIC 综合赋权法,对其化学成分进行初步筛选,并结合 AHP - CRITIC 综合评分结果,构建了“抗炎 - 保肝 - 抗氧化 - 有效性 - 特有性 - 可测性”六维度的可视化谱图,初步预测鸡骨草的质量标志物,并对潜在的质量标志物进行了量化辨识,以期能为鸡骨草的质量评价提供科学参考,并为深入开发与利用鸡骨草奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 构建鸡骨草质量标志物综合评价体系

鸡骨草质量标志物的综合评判体系主要有目标层、要素层、控制层,该体系的核心是实现质量标志物的量化辨识。因此,将质量标志物的量化辨识设定为研究的目标层;要素层则以有效性、可测性和特有性为评价标准;控制层则以抗炎、保肝、抗氧化、含有该成分的药材数量及文献数量 5 个指标为研究的依据。

根据鸡骨草的化学成分数据库,并围绕成分的有效性、特有性和可测性这 3 个核心属性,采用 AHP - CRITIC 法对其进行分析和综合评价。具体步骤如下,

收稿日期: 2025 - 04 - 20 修回日期: 2025 - 12 - 11

基金项目: 广西科技重大专项(桂科 AA23023035 - 2); 全国中药特色技术传承人才培养项目(T20234832005)

作者简介: 尹靖(1988 - ),女,硕士,主治医师,从事民族医学相关研究。

\* 通信作者: 张蓓(1984 - ),女,博士,副主任药师,从事中药药效评价与应用研究。

首先,运用 AHP 法确定要素层指标的权重;然后,在要素层指标的基础上,利用 CRITIC 法对有文献数据支持的控制层指标进行分析,以确定其权重;最终,利用 AHP – CRITIC 法整合要素层和控制层的权重,并进行

加权计算,得出各成分的综合得分并进行排列,从而完成对鸡骨草质量标志物的量化辨识<sup>[3]</sup>。综合评价体系如图 1 所示。

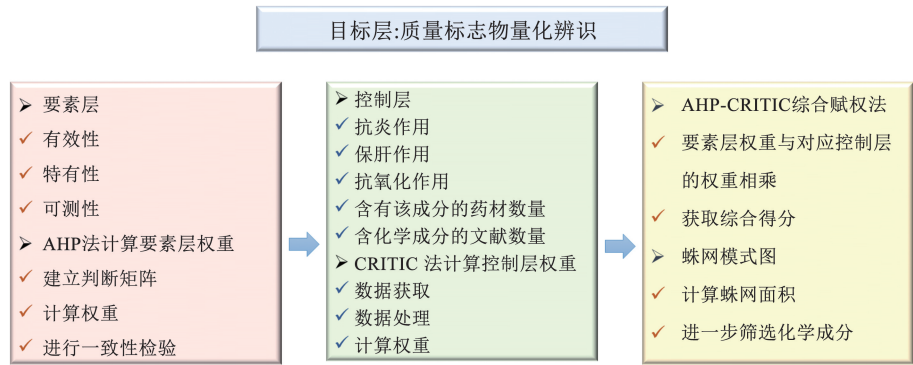


图 1 鸡骨草质量标志物综合评价体系

1.2 鸡骨草化学成分库的建立

在 CNKI ( <https://www.cnki.net/> )、PubMed ( <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> )、Web of Science ( <https://www.webofscience.com/wos/> ) 等数据库中搜索关键词“鸡骨草”或“*Abri Herba*”,并收集相关化学成分信息。同时,利用中药系统药理学数据库(TCM-SP) ( <https://old.tcm-sp-e.com/tcm-sp.php> ) 进一步检索鸡骨草中的有效成分,并查阅文献以补充有关化学成分的报道,从而建立鸡骨草的化学成分库。

1.3 进行多维“蛛网”模式的鸡骨草质量标志物的辨识

筛选综合评分前 20 的化合物。将这些化合物成分的归一化数据导入 Origin 2024 软件,绘制出涵盖“抗炎 – 保肝 – 抗氧化 – 有效性 – 特有性 – 可测性”六个维度的可视化谱图。同时,根据公式(1) 计算综合得分,并进行排序筛选。

$$S = \frac{1}{2} \sin \alpha ( \sum_{i=1}^n X_i \cdot X_{i+1} + X_n \cdot X_1 ) \quad (1)$$

式中 S 为候选质量标志物的综合得分,α 为相邻 2 个维度之间的夹角,X 为各维度的归一化值。

1.4 鸡骨草抗氧化能力评价

将鸡骨草进行烘干、粉碎,精密称取粉碎后粉末 5 g,置锥形瓶中,加入 50 mL 甲醇,称定重量,超声提取 1 h (300 W,40 kHz),取出称定,补足重量,滤过,残渣再加甲醇 50 mL 溶解,合并两次滤液,用 0.22 μm 的微孔滤膜过滤,制得样品溶液。

将现配的 DPPH 溶液(2 × 10<sup>-4</sup> mol/L,2 mL),分别加入 2 mL 浓度为 0.2,0.4,0.6,0.8,1.0,1.2 mg/mL 的样品溶液,充分混匀后,在避光条件下室温反应 30 min。反应结束后,在 517 nm 处测定其吸光度 A1;以同样的方法测定 2.0 mL 甲醇与样品溶液的吸光度

A2;以及 2.0 mL DPPH 溶液与 2.0 mL 甲醇混匀后的吸光度 A0。实验以等浓度维生素 C 作为对照,样品对 DPPH 自由基的清除率公式见(2)。

清除率(%) = [ 1 - (A1 - A2)/A0 ] × 100% (2)

2 结果

2.1 鸡骨草化学成分库

现代药理研究揭示<sup>[2]</sup>,鸡骨草富含多种化学成分,其中主要成分为三萜类、黄酮类和生物碱类。通过检索数据库,对鸡骨草的化学成分进行了系统整理。

三萜类化合物是由 6 个异戊二烯单元组成的天然有机化合物,因其显著的药理活性和生物活性而备受关注。已有研究报道,三萜类化合物具有抗炎、抗氧化、抗肿瘤以及免疫调节等多种药理活性<sup>[4]</sup>,见表 1。

表 1 鸡骨草三萜类化学成分

| 编号 | 化合物                | 分子式                                             |
|----|--------------------|-------------------------------------------------|
| 1  | Abrisaponin So1    | C <sub>54</sub> H <sub>88</sub> O <sub>22</sub> |
| 2  | Ursolic acid       | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>3</sub>  |
| 3  | 24 - deoosyrogenin | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>4</sub>  |
| 4  | Sophoradiol        | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>2</sub>  |
| 5  | Cantoniensistriol  | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>3</sub>  |
| 6  | Sophoradiol A      | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>4</sub>  |
| 7  | Sophoradiol B      | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>4</sub>  |
| 8  | Abrisapogenol B    | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>4</sub>  |
| 9  | Abrisapogenol E    | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>4</sub>  |
| 10 | Abrisapogenol D    | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>3</sub>  |
| 11 | Abrisapogenol F    | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>2</sub>  |
| 12 | Abrisapogenol G    | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>2</sub>  |
| 13 | Abrisaponins So2   | C <sub>54</sub> H <sub>88</sub> O <sub>22</sub> |
| 14 | Abrisaponins D2    | C <sub>54</sub> H <sub>88</sub> O <sub>22</sub> |
| 15 | Abrisaponins D3    | C <sub>54</sub> H <sub>88</sub> O <sub>21</sub> |
| 16 | Abrisaponins F     | C <sub>54</sub> H <sub>86</sub> O <sub>21</sub> |
| 17 | Abrisaponins SB    | C <sub>54</sub> H <sub>88</sub> O <sub>22</sub> |
| 18 | Abrisapogenol A    | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>3</sub>  |
| 19 | Abrisapogenol C    | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>4</sub>  |

续表 1

| 编号 | 化合物                               | 分子式                                             |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
| 20 | Abrisapogenol I                   | C <sub>30</sub> H <sub>46</sub> O <sub>5</sub>  |
| 21 | Lupeol                            | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O               |
| 22 | Kaikasaponin III                  | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>17</sub> |
| 23 | Dehydrosoyasaponin I              | C <sub>48</sub> H <sub>76</sub> O <sub>18</sub> |
| 24 | Abrisaponin L                     | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>20</sub> |
| 25 | Kudzusapogenol A                  | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>5</sub>  |
| 26 | Abrisaponin D1                    | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>18</sub> |
| 27 | Carbenoxolone                     | C <sub>34</sub> H <sub>50</sub> O <sub>7</sub>  |
| 28 | Glabrolide                        | C <sub>30</sub> H <sub>44</sub> O <sub>4</sub>  |
| 29 | Subproside IV                     | C <sub>54</sub> H <sub>88</sub> O <sub>23</sub> |
| 30 | Soyasaponin I                     | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>18</sub> |
| 31 | Dehydrosoyasaponin I methyl ester | C <sub>49</sub> H <sub>78</sub> O <sub>18</sub> |
| 32 | Soyasaponin A3                    | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>19</sub> |
| 33 | Abrisapogenol I methyl ester2     | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>3</sub>  |
| 34 | Soyasapogenol E                   | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>3</sub>  |
| 35 | Oxytrogenin                       | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>  |
| 36 | Sophoraflavoside II               | C <sub>48</sub> H <sub>76</sub> O <sub>20</sub> |
| 37 | Saponin 2                         | C <sub>48</sub> H <sub>76</sub> O <sub>19</sub> |
| 38 | Subproside I                      | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>19</sub> |
| 39 | Robinoside E                      | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>19</sub> |
| 40 | Kudzusaponin A3                   | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>20</sub> |
| 41 | Wistariasaponin B2                | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>19</sub> |
| 42 | Subproside V                      | C <sub>54</sub> H <sub>88</sub> O <sub>23</sub> |
| 43 | Phaseoside IV                     | C <sub>48</sub> H <sub>76</sub> O <sub>17</sub> |

黄酮类化合物是一类广泛存在于自然界中的多酚类化合物。现代药理研究发现,其具有显著的抗炎、抗氧化以及保肝等多种功效<sup>[5]</sup>,见表2。

表 2 鸡骨草黄酮类化学成分

| 编号 | 化合物                         | 分子式                                             |
|----|-----------------------------|-------------------------------------------------|
| 44 | Procyanidin B2              | C <sub>30</sub> H <sub>26</sub> O <sub>12</sub> |
| 45 | Catechin                    | C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>  |
| 46 | ( - ) - Epicatechin         | C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>  |
| 47 | Vicenin 2                   | C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>15</sub> |
| 48 | Carlinoside                 | C <sub>26</sub> H <sub>28</sub> O <sub>15</sub> |
| 49 | Homoorientin                | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub> |
| 50 | Apigenin8 - C - glucoside   | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub> |
| 51 | Isovitexin                  | C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub> |
| 52 | 7,3',4' - Trihydroxyflavone | C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>  |

表 4 鸡骨草其他类化学成分

| 编号 | 化合物                                           | 分子式                                                            |
|----|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 72 | Gluconic acid                                 | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>                  |
| 73 | Citric acid                                   | C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>                   |
| 74 | Isocitric acid                                | C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>                   |
| 75 | Protocatechuic acid                           | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>                   |
| 76 | 2 - Hydroxybenzoic acid                       | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>                   |
| 77 | Adenine                                       | C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N <sub>5</sub>                   |
| 78 | Adenosine                                     | C <sub>10</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> O <sub>4</sub>  |
| 79 | Diethylpyrocarbonate                          | C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>                  |
| 80 | Isobiflorin                                   | C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>10</sub>                |
| 81 | ( Z ) - N - ( 4 - hydroxycinnamoyl ) tyrosine | C <sub>18</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>5</sub>                |
| 82 | ( E ) - N - ( 4 - hydroxycinnamoyl ) tyrosine | C <sub>18</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>5</sub>                |
| 83 | Abrusamide A                                  | C <sub>36</sub> H <sub>34</sub> N <sub>2</sub> O <sub>10</sub> |
| 84 | Abrusamide B                                  | C <sub>36</sub> H <sub>34</sub> N <sub>2</sub> O <sub>10</sub> |

续表 2

| 编号 | 化合物                                                           | 分子式                                             |
|----|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|    | 8 - O - methylretusin - 7 - O - beta - D -                    |                                                 |
| 53 | apifuranosyl - ( 1→2 ) - beta - D - gluco-<br>pyranoside      | C <sub>29</sub> H <sub>36</sub> O <sub>14</sub> |
| 54 | 7,4' - Dihydroxy - 8 - methoxyisoflavone                      | C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>  |
| 55 | Acacetin                                                      | C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>  |
| 56 | Formononetin                                                  | C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>  |
| 57 | 8 - Hydroxy - 7,4' - dimethoxyisoflavone                      | C <sub>48</sub> H <sub>76</sub> O <sub>18</sub> |
| 58 | 7 - Hydroxy - 8,4' - dimethoxyisoflavone                      | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>20</sub> |
| 59 | 2' - Hydroxy - 4 - methoxy - chalcone                         | C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>5</sub>  |
| 60 | 2,4 - Dihydroxychalcone                                       | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>18</sub> |
| 61 | Vicenin 3                                                     | C <sub>34</sub> H <sub>50</sub> O <sub>7</sub>  |
| 62 | 6 - C - glycopyranosyl - 8 - C - glycopyr-<br>anosyl apigenin | C <sub>30</sub> H <sub>44</sub> O <sub>4</sub>  |
| 63 | 6 - C - arabinosyl - 8 - C - glycopyranosyl<br>apigenin       | C <sub>54</sub> H <sub>88</sub> O <sub>23</sub> |
| 64 | 6 - C - glycopyranosyl - 8 - C - arabinosyl<br>apigenin       | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>18</sub> |
| 65 | 6 - C - glycopyranosyl - 8 - C - xyloeyl<br>apigenin          | C <sub>49</sub> H <sub>78</sub> O <sub>18</sub> |
| 66 | Luteolin                                                      | C <sub>48</sub> H <sub>78</sub> O <sub>19</sub> |
| 67 | 6 - C - glycopyranosyl luteolin                               | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>3</sub>  |
| 68 | Isolariciresinol                                              | C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>3</sub>  |

生物碱类化合物是一类含氮的有机物质,主要来源于植物,且多数呈现环状结构,其中氮原子通常嵌入环内。这类化合物表现出显著的生物活性,如抗炎、抗氧化等多种功效,是鸡骨草中重要的有效成分之一<sup>[6]</sup>,见表3。

表 3 鸡骨草生物碱类化学成分

| 编号 | 化合物          | 分子式                                                           |
|----|--------------|---------------------------------------------------------------|
| 69 | Trigonelline | C <sub>7</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>                 |
| 70 | Abrine       | C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> |
| 71 | Haplophytine | C <sub>37</sub> H <sub>40</sub> N <sub>4</sub> O <sub>7</sub> |

其他类:除三萜类、黄酮类、生物碱类化合物之外,从鸡骨草中还分离出了多糖类、蒽醌类、酚酸类、有机酸类、甾醇类、微量元素等多种成分<sup>[7]</sup>,见表4。

| 编号 | 化合物                       | 分子式                                            |
|----|---------------------------|------------------------------------------------|
| 85 | Emodin                    | C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> |
| 86 | Emodin - 3 - methyl ether | C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub> |
| 87 | beta - Sitosterol         | C <sub>29</sub> H <sub>50</sub> O              |
| 88 | Eleutheroside A           | C <sub>35</sub> H <sub>60</sub> O <sub>6</sub> |
| 89 | L - Quebrachitol          | C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>  |
| 90 | Biflorin                  | C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub> |
| 91 | β - pinene                | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 92 | ( - ) - α - Gurjunene     | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                |
| 93 | α - Pinene                | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 94 | ( + ) - Calarene          | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                |
| 95 | δ - Elemene               | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                |
| 96 | Isoaromadendrene epoxide  | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O              |

2.2 AHP 法的要素层指标权重计算

2.2.1 建立判断矩阵

根据中药质量标志物综合评价体系,对鸡骨草要素层指标进行两两对比,并邀请专家对要素层  $a_{ij}$  赋值,并构建判断矩阵 A,见表 5。

表 5 AHP 法计算鸡骨草要素层权重

| 指标成分 | 有效性   | 特有性   | 可测性   |
|------|-------|-------|-------|
| 有效性  | 1.000 | 1.883 | 3.085 |
| 特有性  | 0.531 | 1.000 | 1.634 |
| 可测性  | 0.324 | 0.612 | 1.000 |

2.2.2 计算指标权重

计算出判断矩阵的最大特征跟 ( $\lambda_{\max}$ ) 与权向量 ( $w$ ),进而获取该层次各要素相较于上一层质量标志物的相对重要性。对判断矩阵 A 的每列进行归一化处理,并计算各行之和。接着,对  $w$  进行标准化处理,得各评价指标权重 ( $W$ ),如公式(3)所示。最终,获得有效性、特有性、可测性的权重,分别为 53.9%、28.6%、17.5%。

$$A = \begin{vmatrix} 1.000 & 1.883 & 3.085 \\ 0.531 & 1.000 & 1.634 \\ 0.324 & 0.612 & 1.000 \end{vmatrix} w = \begin{vmatrix} 1.617 \\ 0.858 \\ 0.525 \end{vmatrix} W = \begin{vmatrix} 0.539 \\ 0.286 \\ 0.175 \end{vmatrix} \quad (3)$$

2.2.3 一致性检验

为了验证权重分配的合理性,进行一致性检验。 $\lambda_{\max} = 3.016$ ,  $CI = 0.008$ 。根据随机一致性指标表,当  $n = 3$  ( $n$  为判断矩阵的阶数)时,  $RI = 0.580$ ,因此  $CR$  为  $0.014 < 0.1$ ,表明判断矩阵通过了一致性检验,具有良好的一致性。综上所述,各指标的权重分配科学合理,能作为后续质量标志物量化辨识过程的可靠依据。

2.3 CRITIC 法的控制层指标权重计算

2.3.1 有效性数据的获取

“有效性”是质量标志物的关键要素之一,通过系统收集鸡骨草在抗炎、保肝、抗氧化作用中的化学成分数据,并对其进行科学评价,有助于实现对中药质量的控制与保障。鸡骨草具有广泛的药理作用,不仅在保肝方面效果显著,还在抗炎、抗氧化和抗肿瘤等方面也展现出潜在应用价值<sup>[8]</sup>。这些药理作用的发现,为其深入研究与临床应用提供了科学依据。

为了量化鸡骨草化学成分的功效,利用数据库检索了相关文献,收集了其成分与功效相关联的数据。在纳入的 96 个化合物中,共有 61 个化合物至少在一个药效维度上具有文献支持 (占总数的 63.54%),其余 35 个化合物在现有数据库中未见相关活性报道。

以“炎症”为关键词检索获得 1 361 条文献,作为抗炎功效的量化指标,且这些文献所涉及的疾病与鸡骨草的现代应用密切相关;以“肝损伤”为关键词检索获得 1 025 条文献,用以评估其保肝作用的潜在效能;以“氧化应激”为关键词检索获得 603 条文献,作为衡量其抗氧化活性的指标。数据表明,鸡骨草在抗炎、保肝及抗氧化方面的研究基础较为多,其中抗炎研究最为广泛,保肝次之,抗氧化相关研究相对较少。

2.3.2 特有性数据的获取

“特有性”是衡量质量标志物的关键维度之一,既能体现同类药材的共性,又能突显鸡骨草区别于其他药材相比的特征性成分。通常一种化学成分如果在多种药材中出现,其专属性就较低,特有性也较差;反之,若某种成分在特定药材中专属性较高,则特有性较好。质量标志物的特有性指的是那些能够明显区分特定药材与其他药材的、反映药材本身独特属性的特征性成分,这有助于在药材市场中避免以假乱真、以劣充优的现象。

为量化鸡骨草质量标志物的“特有性”特征,对纳入的 96 个化合物进行了检索评估。结果显示,在所有化合物中,符合“特有性”标准,仅在鸡骨草中检出或富集水平显著高于同属其他物种的特征性成分共 47 个 (占总数的 48.96%),表明鸡骨草中近半数的化学成分具有较高的专属性,这些成分可作为其区别于混淆品或伪品的潜在化学标志物。其余 49 个化合物 (51.04%) 虽也具有一定活性,但因广泛存在于其他植物中,其特有性不足,不宜单独作为鸡骨草特异性质量标志物使用。

2.3.3 可测性数据的获取

“可测性”是质量标志物的基本条件之一。为确保鸡骨草化学成分的可测性,通过系统检索相关文献,获取科学数据。在 CNKI、PubMed 等数据库中,检索与鸡骨草化学成分含量测定相关的实验性研究文献,并排除综述类文章,以获取直接反映其成分含量测定方法和结果的数据。在纳入的 96 个化合物中,共有 68 个化合物具有可测性数据 (占总数的 70.83%);其余 28 个化合物目前尚无含量测定研究报道 (29.17%)。在具有可测的 68 个化合物中,文献报道频次最高的为 Luteolin、Emodin 和 Ursolic acid 等,表明这些成分的含量测定的研究基础扎实;而 Sophoradiol A、Sophoradiol B 和 Abrisapogenol B 等化合物可测性文献为零,其定量分析方法仍有待开发。

2.3.4 归一化处理及权重计算

利用 SPSSAU 在线软件对控制层指标所收集的数

据进行归一化处理,以消除不同指标间因量纲不同而带来的影响。其中,对有效性和可测性指标下的数据进行正向化处理,而特有性指标下的数据则采用逆向化处理。随后,利用 CRITIC 法计算各指标的变异性( $S_j$ )和冲突性( $R_j$ ),通过两者的乘积确定信息量( $C_j$ ),并结合归一化处理得到控制层各指标的权重( $W_j$ )结果,见表 6。

表 6 CRITIC 法计算鸡骨草控制层指标权重

| 指标     | $S_j$ | $R_j$ | $C_j$ | $W_j/\%$ |
|--------|-------|-------|-------|----------|
| 抗炎作用   | 0.175 | 1.775 | 0.311 | 13.71    |
| 保肝作用   | 0.194 | 1.784 | 0.346 | 15.27    |
| 抗氧化作用  | 0.195 | 1.803 | 0.351 | 15.48    |
| 测含量文章数 | 0.156 | 6.116 | 0.955 | 42.10    |
| 成分出现频率 | 0.162 | 1.880 | 0.305 | 13.44    |

2.4 AHP – CRITIC 综合赋权法计算指标综合权重

利用 AHP – CRITIC 综合赋权法计算各指标的综合权重,结果见表 7。综合评分是通过将各指标综合权重与归一化后的数据相乘得到,反映了各指标在整体评价中的相对重要性。根据综合权重计算得到综合

评分的范围在 22.15 ~ 86.42,说明不同成分在评价体系中的贡献程度存在差异。

表 7 AHP – CRITIC 法计算鸡骨草各指标综合权重

| 要素层 | 要素层<br>权重/% | 控制层    | 控制层<br>权重/% | 综合权<br>重/% |
|-----|-------------|--------|-------------|------------|
| 有效性 | 53.90       | 抗炎作用   | 30.84       | 16.62      |
|     |             | 保肝作用   | 34.35       | 18.51      |
|     |             | 抗氧化作用  | 34.82       | 18.77      |
| 特有性 | 28.60       | 测含量文章数 | 100.00      | 28.60      |
| 可测性 | 17.50       | 成分出现频率 | 100.00      | 17.50      |

2.5 多维“蛛网”模式的鸡骨草质量标志物的辨识

依据 AHP – CRITIC 法得到的综合评分进行排序,筛选出前 20 个成分。接着,将这些成分的归一化数据(见表 8)导入 Origin 2024 软件,绘制出涵盖“抗炎 – 保肝 – 抗氧化 – 有效性 – 特有性 – 可测性”六个维度的蛛网图(见图 2)。同时,计算出综合得分并根据综合评分进行排序,筛选出评分最高的 6 个化合物:木犀草素(Luteolin)、大黄素(Emodin)、儿茶素(Catechin)、熊果酸(Ursolic acid)、柠檬酸(Citric acid)和相思豆碱(Abrine)作为鸡骨草的质量标志物。

表 8 鸡骨草各成分归一化后数据

| 成分                        | 抗炎      | 保肝      | 抗氧化     | 有效性     | 特有性     | 可测性     | 得分      |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Luteolin                  | 0.869 2 | 1.000 0 | 0.833 3 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 2.340 4 |
| Emodin                    | 0.271 0 | 0.896 9 | 0.772 7 | 0.787 2 | 0.865 1 | 0.650 6 | 1.283 6 |
| Abrine                    | 0.009 3 | 0.422 7 | 1.000 0 | 0.383 0 | 0.635 7 | 0.343 4 | 0.551 9 |
| Catechin                  | 0.925 2 | 0.463 9 | 0.727 3 | 0.936 2 | 0.759 0 | 0.397 6 | 1.224 4 |
| Citric acid               | 0.383 2 | 0.546 4 | 0.439 4 | 0.766 0 | 0.622 3 | 0.042 2 | 0.565 1 |
| Adenine                   | 0.289 7 | 0.381 4 | 0.333 3 | 0.446 8 | 0.411 1 | 0.313 3 | 0.342 0 |
| Cantonienstriol           | 0.018 7 | 0.123 7 | 0.242 4 | 0.276 6 | 0.229 4 | 0.542 2 | 0.128 7 |
| Ursolic acid              | 0.747 7 | 0.381 4 | 0.424 2 | 0.425 5 | 0.435 2 | 0.488 0 | 0.601 8 |
| Sophoradiol               | 0.065 4 | 0.113 4 | 0.166 7 | 0.085 1 | 0.128 3 | 0.216 9 | 0.040 5 |
| Haplophytine              | 0.000 0 | 0.051 5 | 0.257 6 | 0.000 0 | 0.107 9 | 0.204 8 | 0.015 3 |
| Gluconic acid             | 0.065 4 | 0.185 6 | 0.151 5 | 0.085 1 | 0.147 2 | 0.138 6 | 0.041 2 |
| Formononetin              | 0.252 3 | 0.103 1 | 0.045 5 | 0.255 3 | 0.145 4 | 0.144 6 | 0.059 3 |
| Soyasaponin I             | 0.074 8 | 0.061 9 | 0.136 4 | 0.021 3 | 0.076 6 | 0.066 3 | 0.012 0 |
| Emodin – 3 – methyl ether | 0.280 4 | 0.113 4 | 0.136 4 | 0.000 0 | 0.086 0 | 0.192 8 | 0.051 1 |
| trigonelline              | 0.056 1 | 0.061 9 | 0.045 5 | 0.042 6 | 0.052 6 | 0.090 4 | 0.008 8 |
| Isovitexin                | 0.289 7 | 0.123 7 | 0.045 5 | 0.106 4 | 0.097 0 | 0.114 5 | 0.043 7 |
| Lupeol                    | 0.383 2 | 0.103 1 | 0.121 2 | 0.042 6 | 0.093 0 | 0.126 5 | 0.052 6 |
| Eleutheroside A           | 1.000 0 | 0.175 3 | 0.363 6 | 0.085 1 | 0.218 3 | 0.174 7 | 0.217 1 |
| Biflorin                  | 0.009 3 | 0.000 0 | 0.015 2 | 0.000 0 | 0.005 3 | 0.006 0 | 0.000 0 |
| Kaikasaponin Ⅲ            | 0.018 7 | 0.000 0 | 0.000 0 | 0.000 0 | 0.000 0 | 0.000 0 | 0.000 0 |

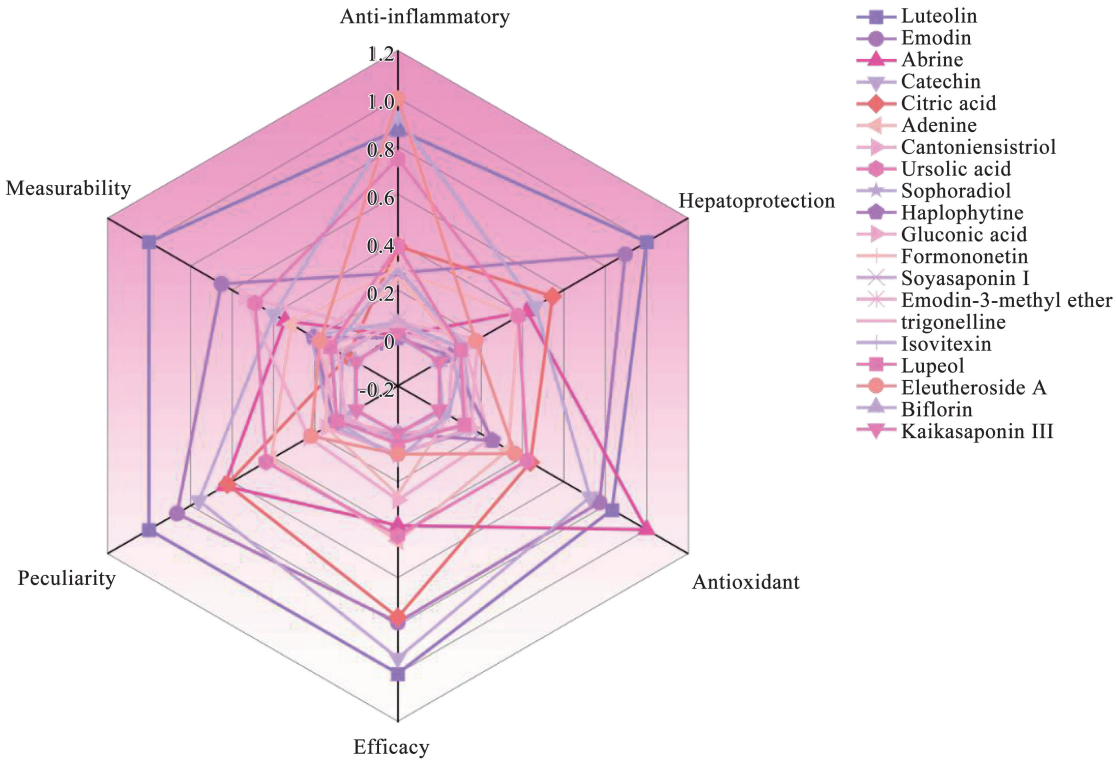


图 2 鸡骨草质量标志物的“蛛网”状模式图

2.6 鸡骨草提取物的抗氧化能力

实验结果表明,不同浓度鸡骨草样品均表现出一定的抗氧化活性(图 3)。且提取物对 DPPH 自由基的清除能力呈现明显的浓度依赖性,即随着样品浓度的增加,其清除率显著提高。

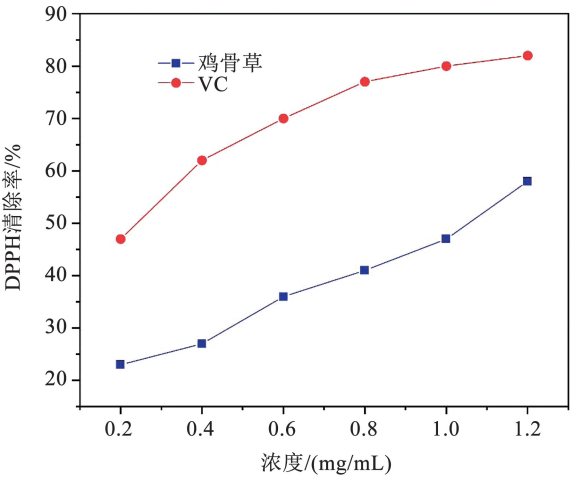


图 3 不同浓度的鸡骨草样品对 DPPH 自由基的清除率变化关系

3 讨论

3.1 从现代药理学角度分析初步预测的质量标志物

本研究联合 AHP - CRITIC 混合加权法与“蛛网”模式的雷达可视化谱图预测鸡骨草的质量标志物。鸡骨草具有抗炎、保肝、抗氧化等多种药理作用,其质量

标志物预测为 Luteolin、Emodin、Catechin、Ursolic acid、Citric acid、Abrine。其中,Luteolin 是一类天然的黄酮类化合物,具有抗炎、抗氧化、抗肿瘤、保肝等多种药理活性<sup>[9]</sup>。大多数类黄酮,包括 Luteolin,都被认为是抗氧化剂,通过研究 Luteolin 对双酚 A 诱导的大鼠肾毒性的肾脏保护作用,发现 Luteolin 可减少 BPA 诱导的肾脏毒性中的脂质过氧化以及抑制 DNA 损伤,并通过对 Nrf2/ARE/HO - 1 途径的调节作用发挥潜在抗氧化活性<sup>[10]</sup>。Luteolin 在体内外都表现出强烈的抗炎活性,其机制主要是作用于核因子 NF -  $\kappa$ B 途径中的 Src、激活蛋白 AP - 1 途径中的 MAPK 以及信号转导与 STAT3 途径中的 SOCS3 等转录因子<sup>[11]</sup>。此外,Luteolin 通过抑制 TXNIP - NLRP3 轴、影响 HMGB1 的释放、促进 Nrf2/ARE 途径以及激活 NF -  $\kappa$ B 细胞凋亡信号通路,从而在不同程度上缓解肝脏损伤<sup>[12]</sup>。

Emodin 是大黄中具有代表性的蒽醌类活性成分,具有广泛的生物活性。Emodin 最早被认为是蛋白酪氨酸激酶抑制剂,而随着对 Emodin 研究的深入,发现其在体内外显示出越来越多的活性,包括抗炎、保肝、抗氧化、抗菌等<sup>[13]</sup>。在治疗各种炎症性疾病中,降低胰腺坏死因子  $\alpha$  和白细胞介素 6 的表达,同时可下调 HIF - 1 $\alpha$  和相关炎症因子表达发挥作用<sup>[14]</sup>。并且,相关研究发现 Emodin 可通过抑制 GITR/GITRL 通路发挥对 Con A 诱导小鼠肝损伤的干预作用,最终发挥保

护肝脏的作用<sup>[15]</sup>。

Catechin 是一种多酚类化合物,广泛存在于众多食物和草药里,具有抗炎、保肝、抗氧化等多种药理作用<sup>[16]</sup>,可通过 Keap1 - Nrf2 通路抵消镉诱导小鼠的肝脏氧化应激,发挥保肝作用<sup>[17]</sup>。同时,Catechin 通过清除 ROS、螯合金属离子和诱导抗氧化酶,抑制促氧化酶,并产生Ⅱ期解毒酶和抗氧化酶发挥抗氧化作用<sup>[18]</sup>。此外,Catechin 可降低前胶原- $\alpha 1$ (I)和 $\alpha$ -SMA 的表达,并抑制促炎细胞因子、生长因子- $\beta$ 的修饰和4-HNE 的积累<sup>[19]</sup>。

Ursolic acid 是一种五环三萜类化合物,以游离酸的形式或者作为三萜皂苷的苷元存在于迷迭香、枇杷和山楂等天然植物中。通过增强肝细胞的抗氧化能力,缓解因酒精摄入导致的炎症反应,进而改善酒精引起的慢性肝损伤,从而起到保护肝脏的作用<sup>[20]</sup>。

Citric acid 属于天然的有机酸,参与细胞的三羧酸循环,并产生还原型辅酶Ⅱ从而发挥抗氧化作用<sup>[21]</sup>。通过下调 IL-6、TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$  mRNA 表达水平从而缓解炎症<sup>[22]</sup>。

Abrine 为吲哚类生物碱,具有明显的抗炎和降酶、退黄、抗肝损伤作用,因此推测 Abrine 是鸡骨草发挥抗肝炎作用的有效成分之一<sup>[23]</sup>。

### 3.2 质量标志物对于中药质量的控制以及进一步应用的重要性

中药质量是中医药产业发展的关键,其质量的优劣直接影响临床疗效。然而,作为一种天然产品,中药质量受多种因素的影响。因此,为了确保中药的品质和稳定性,需建立科学的质量评价体系。质量标志物的提出为中药质量标准及质量控制提供了新的科学思路。质量标志物的概念最先是由刘昌孝院士提出,用于对反映中药安全性和有效性的标志物进行质量控制<sup>[24]</sup>。基于中药的生物属性、生产过程及配伍理论等医药体系的自身特点,并融合多学科知识,构建了核心质量概念,从而进一步强化了中药有效性、物质基础与质量控制标志成分之间的关联性<sup>[25]</sup>。同时,质量标志物这一新颖的概念较传统的化学标志物更加科学,与中药的质量控制更加一致。在此概念的研究基础上,构建出一种基于“成分-含量-稳定性-药理学”的新型“蛛网”模式,用以识别与中药直接相关的质量标志物的策略。

### 3.3 AHP - CRITIC 综合赋权法相对于 AHP 法、CRITIC 综合赋权法的优势,以及应用于中药研究的可行性

鉴于中药质量的形成既有天然因素又有人为因

素,评价指标既有传统经验鉴别的指标,又有现代定量化的分析指标,如何对影响质量的关键指标进行筛选、融合及权重赋值对于中药质量评价结果的科学性、合理性和可靠性至关重要<sup>[26]</sup>。

目前已有的多指标评价方法主要有主观赋权法 - AHP 法、客观赋权法 - CRITIC 法<sup>[27]</sup>。AHP 依赖于决策者的主观判断,容易出现偏差,直接会影响最终的权重分配<sup>[28]</sup>;CRITIC 方法通过考虑各指标之间的对比强度和差异来确定权重,虽然更加客观,但该方法依赖于数据的质量和数量,数据噪声和异常值可能会影响权重分配结果<sup>[29]</sup>。

在中药研究中,为探究中药质量与生长周期的关系,可采用 AHP - CRITIC 法对中药功效相关成分和营养相关成分含量指标进行赋权,结合主客观多指标共同评价中药的内在质量。比如,为优化周田方(Zhou Tian Formula,用于抗抑郁的复方中药)的提取工艺,计算水煎剂转化为提取粉末并随后转化为颗粒过程中指示成分的转移效率,采用 AHP - CRITIC 综合赋权法结合正交阵列设计,探索提取技术,用于周田方的评价和质量评估<sup>[30]</sup>。

### 3.4 鸡骨草目前的研究概况,研究其质量标志物的重要性及必要性

近年来,鸡骨草在化学成分、药理作用及临床应用等领域的研究取得了显著进展。其主要化学成分涵盖黄酮类、生物碱类、三萜类等,这些成分赋予了鸡骨草清热解毒、利湿退黄、疏肝止痛等功效,使其在治疗肝炎、胆囊炎等疾病中表现出良好的疗效。

然而,随着鸡骨草的广泛应用,其质量控制问题逐渐凸显。目前,对鸡骨草的质量控制主要集中在性状、浸出物等鉴别上,尚缺乏对活性成分含量指标的测定<sup>[31]</sup>,难以全面反映鸡骨草的药用价值和稳定性,这种现状限制了其在临床和国际市场上的进一步应用。

通过研究和确定鸡骨草的质量标志物,可以更有效地利用和保护鸡骨草资源,并提高药材质量控制的科学性和精确度。综上,研究鸡骨草的质量标志物不仅能够提升其质量控制水平,还能为其临床应用和产业发展提供有力保障。

### 3.5 蛛网模式的可视谱图应用于质量标志物研究的优势

蛛网谱图作为一种高效的数据可视化工具,能够直观地呈现多维复杂数据,即使是非专业读者也能轻松理解数据间的复杂关系。这种直观性对于质量标志物的研究至关重要,有助于快速把握 Q - Marker 的整

体特征。

在质量标志物研究中,通常需要综合考虑多种化学成分和多个评价指标。蛛网谱图提供了一种灵活且有效的展示方式,使研究者能够清晰地呈现和分析多维度数据,从而更好地把握 Q - Marker 的全貌。

通过可视化展示不同指标的数值,蛛网谱图能够直观地呈现各轴的相对位置与长度,从而有效地揭示数据中的模式和趋势。这种可视化方法极大地帮助研究者发现并分析中药成分和药效指标的变化规律,对于识别中药中的关键质量标志物及理解其药效特性具有重要意义。

综上,鸡骨草作为广西民族药材“桂十味”之一,在药理研究领域呈现出多成分、多活性的独特优势。在药理作用方面,凭借其抗炎、保肝、抗氧化等多种功效发挥作用。现代药理研究表明,其具有显著的药理活性,且在临床应用中不良反应较少。现有研究发现,鸡骨草主要借助其丰富的化学成分,如三萜类、黄酮类、生物碱类等发挥治疗作用。

本研究以鸡骨草为研究对象,紧扣 Q - Marker 的基本原则,利用 AHP - CRITIC 法初步筛选出 20 个潜在质量标志物。通过构建“抗炎 - 保肝 - 抗氧化 - 有效性 - 特有性 - 可测性”六维度蛛网可视化谱图进一步筛选出排名前 6 的质量标志物:Luteolin、Emodin、Catechin、Ursolic acid、Citric acid、Abrine,以期为鸡骨草的质量控制和临床应用提供科学依据。

然而,基于目前鸡骨草的研究现状,仍存在一些不足之处,需要进一步深入研究。比如,鸡骨草在与其他药材或药物联合使用时,其药理作用及相互作用机制尚未完全阐明。其药理作用机制可能涉及多种信号通路和靶点,且与多种生理过程密切相关。基础研究已鉴定出鸡骨草中的多种化学成分,并揭示了其多样的药理作用,这些作用与多种生理机制紧密相连。尽管如此,对于这些成分之间是否存在协同作用仍知之甚少,这需要进一步深入研究。未来的研究可借助基因组学、转录组学、代谢组学等前沿技术,挖掘更多有效成分及其作用机制,为鸡骨草的质量评价提供新的科研依据与理论基础,进而开发更科学、有效的质量控制方法。

## 参考文献:

- [1] LIU C J, LI H X, CHEN Z H, et al. A review of the ethnopharmacology, phytochemistry, pharmacology, pharmacokinetics and toxicology of Abri Herba ( Ji - Gu - Cao) [ J ]. *Phytochemistry*, 2024, 221: 114064.
- [2] ZHANG G H, HAO E W, XIAO J, et al. *Abrus cantoniensis* Hance: Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of a promising traditional Chinese medicine [ J ]. *J Ethnopharmacol*, 2024, 334:

118543.

- [3] 曾晓涛,陈艳琰,乐世俊,等. 基于 AHP - CRITIC 综合赋权法的地锦草质量标志物量化辨识 [ J ]. *中国中药杂志*, 2022, 47 ( 19 ): 5193 - 5202.
- [4] 李娇妹,郑纺,翟丽娟,等. 三萜类化合物抗肿瘤活性研究进展 [ J ]. *中草药*, 2014, 45 ( 15 ): 2265 - 2271.
- [5] DIAS M C, PINTO D C G A, SILVA A M S. Plant flavonoids: chemical characteristics and biological activity [ J ]. *Molecules*, 2021, 26 ( 17 ): 5377.
- [6] ADAMSKI Z, BLYTHE L L, MILELLA L, et al. Biological activities of alkaloids: from toxicology to pharmacology [ J ]. *Toxins ( Basel )*, 2020, 12 ( 4 ): 210.
- [7] SHEN Y J, LI H Y, DING X Y, et al. Optimization of extraction and quality evaluation of abri herba by response surface methodology combined with quantitative analysis of multi - components by a single marker [ J ]. *J AOAC Int*, 2023, 106 ( 3 ): 760 - 768.
- [8] LIN X M, ZHANG C Z, HUANG B K. Hepatoprotective action mechanism and quantification of soyasaponin Bb in Abri Herba by HPLC and network pharmacology [ J ]. *J Ethnopharmacol*, 2025, 337 ( Pt 2 ): 118850.
- [9] NTALOUKA F, TSIRIVAKOU A. Luteolin: a promising natural agent in management of pain in chronic conditions [ J ]. *Front Pain Res ( Lausanne )*, 2023, 4: 1114428.
- [10] SITA G J A, GOWTHAMI M, SRIKANTH G, et al. Protective role of luteolin against bisphenol A - induced renal toxicity through suppressing oxidative stress, inflammation, and upregulating Nrf2/ARE/HO - 1 pathway [ J ]. *IUBMB Life*, 2019, 71 ( 7 ): 1041 - 1047.
- [11] AZIZ N, KIM M Y, CHO J Y. Anti - inflammatory effects of luteolin: a review of in vitro, in vivo, and in silico studies [ J ]. *J Ethnopharmacol*, 2018, 225: 342 - 358.
- [12] YAO C H, DAI S, WANG C, et al. Luteolin as a potential hepatoprotective drug: Molecular mechanisms and treatment strategies [ J ]. *Biomed Pharmacother*, 2023, 167: 115464.
- [13] DONG X, FU J, YIN X B, et al. Emodin: a review of its pharmacology, toxicity and pharmacokinetics [ J ]. *Phytother Res*, 2016, 30 ( 8 ): 1207 - 1218.
- [14] HU Y, YANG L, LAI Y. Recent findings regarding the synergistic effects of emodin and its analogs with other bioactive compounds: Insights into new mechanisms [ J ]. *Biomed Pharmacother*, 2023, 162: 114585.
- [15] STOMPOR - GORACY M. The health benefits of emodin, a natural anthraquinone derived from rhubarb - a summary update [ J ]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22 ( 17 ): 9522.
- [16] ISEMURA M. Catechin in human health and disease [ J ]. *Molecules*, 2019, 24 ( 3 ): 528.
- [17] LAN Y Z, WANG M Q, YUAN H B, et al. Catechins counteracted hepatotoxicity induced by cadmium through Keap1 - Nrf2 pathway regulation [ J ]. *Food Biosci*, 2024, 61: 104593.
- [18] BERNATONIENE J, KOPUSTINSKIENE D M. The role of catechins in cellular responses to oxidative stress [ J ]. *Molecules*, 2018, 23 ( 4 ): 965.
- [19] KIM J M, HEO H J. The roles of catechins in regulation of systemic in-

- flammation[J]. Food Sci Biotechnol, 2022, 31(8): 957–970.
- [20] MA X Y, ZHANG M, FANG G, et al. Ursolic acid reduces hepatocellular apoptosis and alleviates alcohol – induced liver injury via irreversible inhibition of CASP3 in vivo [J]. Acta Pharmacol Sin, 2021, 42(7): 1101–1110.
- [21] 马志会, 刘开永. 三羧酸循环代谢物与老年人代谢综合征相关性分析[J]. 现代医学, 2025, 53(7): 1115–1120.
- [22] HU P C, YUAN M, GUO B L, et al. Citric acid promotes immune function by modulating the intestinal barrier[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(2): 1239.
- [23] LIANG X W, GAO H W, XIAO J, et al. Abrine, an IDO1 inhibitor, suppresses the immune escape and enhances the immunotherapy of anti – PD – 1 antibody in hepatocellular carcinoma[J]. Front Immunol, 2023, 14: 1185985.
- [24] LIU C X, CHENG Y Y, GUO D A, et al. A new concept on quality marker for quality assessment and process control of Chinese medicines[J]. Chin Herb Med, 2017, 9(1): 3–13.
- [25] YANG W Z, ZHANG Y B, WU W Y, et al. Approaches to establish Q – markers for the quality standards of traditional Chinese medicines[J]. Acta Pharm Sin B, 2017, 7(4): 439–446.
- [26] ZHANG H B, ZHANG Y, ZHANG T J, et al. Research progress on quality markers of traditional Chinese medicine[J]. J Pharm Biomed Anal, 2022, 211: 114588.
- [27] KRISHNAN A R, KASIM M M, HAMID R, et al. A modified CRITIC method to estimate the objective weights of decision criteria[J]. Symmetry, 2021, 13(6): 973.
- [28] 谢昊楠, 林芸, 刘晏玲, 等. AHP – CRITIC 赋权法结合 BOX – Behnken 响应面优化马鞭草片剂的制备工艺[J]. 天津中医药大学学报, 2025, 44(11): 980–987.
- [29] WANG Y P, WANG Z X, ZHANG J J, et al. Evaluation of the quality of Codonopsis radix in different growth years by the AHP – CRITIC method[J]. Chem Biodiversity, 2023, 20(6): 202201108.
- [30] MA Y F, FENG Y, YAO L L, et al. Optimization of the Zhou Tian Formula extraction technology based on AHP – CRITIC method and analysis of transfer efficiency of key components based on HPLC fingerprinting[J]. Phytochem Anal, 2024, 35(4): 873–888.
- [31] HE Y M, WU F F, TAN Z E, et al. Quality markers’ discovery and quality evaluation of Jigucuo capsule using UPLC – MS/MS method[J]. Molecules, 2023, 28(6): 2494.

## Identification of Quality Markers for *Abrus Cantoniensis* Based on the AHP – CRITIC Comprehensive Weighting Method and the “Cobweb” Model

YIN Jing<sup>1</sup>, LIANG Xuezheng<sup>1</sup>, TAN Peiyao<sup>2</sup>, WANG Ying<sup>1</sup>, LI Yanling<sup>1</sup>, YANG Xiaomin<sup>3</sup>, ZHANG Bei<sup>1,4</sup>

1. Liuzhou Traditional Chinese Medicine Hospital / Liuzhou Zhuang Medicine Hospital, Liuzhou 545026, China;  
2. Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China; 3. Liuzhou Maternal and Child Healthcare Hospital, Liuzhou 545001, China; 4. Key Laboratory of Liuzhou Chinese Medicine Zhuang and Yao Medicine Preparation Research, Liuzhou Chinese Medicine Zhuang and Yao Medicine Preparation Development Engineering Technology Research Center, Liuzhou 545026, China

**Abstract** Objective: Based on the principle of traditional Chinese medicine quality markers (Q – Markers), this study applies the Analytic Hierarchy Process (AHP) combined with the Indicator – Relatedness Indicator Weighting Method (CRITIC) to preliminarily screen potential quality markers for *Abri Herba*. A radar visualization spectrum is constructed based on the “Cobweb” model to further optimize the screening results, providing scientific evidence and reference for the quality control of *Abri Herba*. Methods: The chemical components of *Abri Herba* that are associated with its primary functions (anti – inflammatory, liver – protective, and antioxidant effects) were identified through database retrieval. The AHP method was used to analyze the weight of the factor – layer indicators (efficacy, specificity, and measurability). The CRITIC method was applied to analyze the control – layer data under each factor. The final weights were calculated using the AHP – CRITIC method. A six – dimensional radar chart was constructed based on the integrated AHP – CRITIC scoring results, with the dimensions of “anti – inflammatory, liver – protective, antioxidant, efficacy, specificity, and measurability.” Results: A total of 20 potential quality markers were initially screened using the AHP – CRITIC method. Based on the radar visualization spectrum, luteolin, rheumemodin, catechin, ursolic acid, citric acid, and *abrus* alkaloids were predicted as potential quality markers for *Abri Herba*. Conclusion: The AHP – CRITIC method and the radar visualization spectrum technique based on the “spider – web” model were applied to preliminarily predict the quality markers of *Abri Herba*, providing a reference for its quality evaluation and future development.

**Key words** *Abri Herba*; AHP – CRITIC comprehensive weighting method; “Cobweb” model radar chart; Quality markers