

# 银杏叶中有效成分的分离与鉴定

李慧 马东生 刘宗钊

DOI:10.12238/as.v8i4.2919

**[摘要]** 银杏叶富含多种具有重要药用价值的有效成分。本研究围绕银杏叶有效成分,深入探究其提取、分离、纯化以及结构鉴定的方法与过程。通过优化各类技术手段,实现对银杏叶中有效成分的高效获取与准确鉴定,为银杏叶在医药等领域的进一步开发利用提供坚实基础。

**[关键词]** 银杏叶; 有效成分; 提取分离; 结构鉴定

**中图分类号:** S792.95 **文献标识码:** A

## Separation and identification of active ingredients in ginkgo biloba leaves

Hui Li Dongsheng Ma Zongzhao Liu

**[Abstract]** Ginkgo leaves are rich in various active components with significant medicinal value. This study focuses on the effective components of ginkgo leaves, delving into methods and processes for their extraction, separation, purification, and structural identification. By optimizing various technical approaches, this research aims to achieve efficient acquisition and accurate identification of the active components in ginkgo leaves, providing a solid foundation for further development and utilization in pharmaceuticals and other fields.

**[Key words]** Ginkgo biloba leaf; active ingredients; extraction and separation; structural identification

### 引言

银杏作为一种古老的孑遗植物,在地球上已存在数亿年。其叶子含有丰富的化学成分,包括黄酮类、萜内酯类、酚酸类等多种具有重要生物活性的物质。这些有效成分在抗氧化、抗炎、改善心血管功能、神经保护等方面展现出显著效果,使得银杏叶成为医药、保健品等领域的重要研究对象。对银杏叶有效成分进行深入研究,精准实现其分离与鉴定,对于充分挖掘银杏叶的潜在价值、开发高附加值产品以及推动相关产业发展具有至关重要的意义。

### 1 银杏叶有效成分的提取

银杏叶有效成分的提取是后续研究的基础。常用的提取方法有溶剂提取法、超临界流体萃取法、超声波辅助提取法等。溶剂提取法是较为传统且应用广泛的方法。超临界流体萃取法利用超临界状态下的流体对溶质具有特殊溶解能力的特性进行提取。超声波辅助提取法借助超声波的空化作用、机械作用等,加速有效成分从银杏叶细胞中溶出。

### 2 银杏叶有效成分的分离与纯化

#### 2.1 柱层析分离技术的条件优化

柱层析分离技术在银杏叶有效成分分离中发挥着关键作用(见表1)。以硅胶柱层析分离银杏叶黄酮类化合物为例,对柱层析条件进行优化。当选用200-300目硅胶作为固定相,以氯仿-甲醇(5:1, v/v)为洗脱剂,流速控制在1mL/min时,能够较好地

银杏叶黄酮类化合物中的不同组分分离。通过TLC(薄层色谱)跟踪检测洗脱液,发现在此条件下,主要黄酮类成分槲皮素、山奈酚和异鼠李素能够得到有效分离,且纯度较高。实验结果表明,经过该柱层析分离后,槲皮素的纯度从初始提取物中的15%提升至45%,山奈酚从12%提升至38%,异鼠李素从8%提升至30%。

表1 硅胶柱层析对银杏叶黄酮类化合物分离效果及纯度提升情况表

| 黄酮类成分        | 初始提取物纯度 | 柱层析后纯度          | 提升幅度 |
|--------------|---------|-----------------|------|
| 槲皮素          | 15%     | 45%             | 30%  |
| 山奈酚          | 12%     | 38%             | 26%  |
| 异鼠李素         | 8%      | 30%             | 22%  |
| 整体黄酮类化合物分离效果 | -       | 各主要成分有效分离,且纯度较高 | -    |

#### 2.2 高效液相色谱(HPLC)分离方法

高效液相色谱具有分离效率高、分析速度快等优点,在银杏叶有效成分分离中得到广泛应用。采用C18反相色谱柱,以乙腈-0.4%磷酸水溶液(30:70, v/v)为流动相,流速为1mL/min,检测波长为360nm,对银杏叶提取物进行分离分析。在此条件下,能够清晰地将银杏叶中的多种黄酮苷类和萜内酯类成分分离。通过

与标准品对照,可准确鉴定出各色谱峰对应的成分。实验数据显示,在该HPLC条件下,银杏内酯A、银杏内酯B、白果内酯等萜内酯类成分以及多种黄酮苷类成分实现了基线分离,分离度均大于1.5,为后续成分的准确鉴定和定量分析奠定了良好基础。

### 2.3 薄层色谱(TLC)定性分析

薄层色谱作为一种简单、快速的定性分析方法,常用于银杏叶有效成分的初步鉴定和柱层析等分离过程的跟踪监测。以硅胶G板为固定相,以乙酸乙酯-甲醇-水(8:1:1, v/v/v)为展开剂,对银杏叶提取物进行TLC分析。在紫外光灯(365nm)下观察,可清晰看到多个荧光斑点。与标准品在相同条件下展开后的斑点进行比对,能够初步确定提取物中所含有的黄酮类和萜内酯类等有效成分。通过TLC定性分析,能够快速了解银杏叶提取物中有效成分的种类和大致分布情况,为后续更深入的分离和鉴定工作提供重要参考。

## 3 银杏叶有效成分的结构鉴定

### 3.1 紫外-可见光谱(UV-Vis)与红外光谱(IR)分析

紫外-可见光谱可用于推测化合物的共轭体系等结构特征。以银杏叶中的黄酮类化合物为例,其在紫外光谱中通常在250–280nm和300–380nm处有两个主要吸收带,分别对应苯甲酰基和桂皮酰基的吸收。如槲皮素在乙醇溶液中的UV-Vis光谱显示,在256nm和370nm处有强吸收峰,这与黄酮类化合物的特征吸收相符,初步表明其具有黄酮类化合物的基本结构。红外光谱则可用于确定化合物中所含的官能团。银杏叶中萜内酯类化合物的红外光谱具有独特的特征吸收峰。例如,银杏内酯A在红外光谱中,在 $1740\text{cm}^{-1}$ 左右出现的强吸收峰归属于其分子中的羰基伸缩振动, $3400\text{cm}^{-1}$ 左右的宽峰为羟基的伸缩振动吸收峰,通过这些特征吸收峰,可初步推断银杏内酯A的分子结构中含有羰基和羟基等官能团。分析数据可见表2。

表2 银杏叶中化合物的UV-Vis与IR光谱分析数据

| 化合物类型             | 分析方法            | 特征吸收峰位置                 | 对应结构或官能团                             |
|-------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 黄酮类化合物(以槲皮素为例)    | 紫外-可见光谱(UV-Vis) | 256nm、370nm             | 250–280nm对应苯甲酰基吸收, 300–380nm对应桂皮酰基吸收 |
| 萜内酯类化合物(以银杏内酯A为例) | 红外光谱(IR)        | $1740\text{cm}^{-1}$ 左右 | 羰基伸缩振动                               |
| 萜内酯类化合物(以银杏内酯A为例) | 红外光谱(IR)        | $3400\text{cm}^{-1}$ 左右 | 羟基的伸缩振动                              |
| 黄酮类化合物            | 紫外-可见光谱(UV-Vis) | 250–280nm、300–380nm     | 苯甲酰基、桂皮酰基                            |

### 3.2 质谱(MS)与核磁共振(NMR)结构解析

质谱能够提供化合物的分子量以及碎片离子信息,从而推

断其分子结构。以银杏叶中的某一未知黄酮苷类化合物为例,通过电喷雾离子化质谱(ESI-MS)分析,得到其准分子离子峰 $[M+H]^+$ 为 $m/z$ 611,由此推测其分子量为610。进一步对其碎片离子进行分析,发现 $m/z$ 303的碎片离子,结合黄酮类化合物的裂解规律,推测该未知黄酮苷可能是由槲皮素与某种糖基结合而成。通过高分辨质谱(HR-MS)精确测定分子量,可进一步确定其分子式,为结构解析提供更准确的信息。核磁共振是确定化合物结构的重要手段。 $^1\text{H}$ -NMR可提供化合物中氢原子的化学位移、耦合常数以及积分面积等信息,从而推断氢原子的类型和所处化学环境。以银杏内酯B为例,其 $^1\text{H}$ -NMR谱图中,在 $\delta$ 2.0–3.0ppm处出现多个复杂的多重峰,对应其分子中与碳相连的氢原子信号,通过对这些信号的分析,可确定氢原子之间的连接方式和相对位置。 $^{13}\text{C}$ -NMR则可提供化合物中碳原子的化学位移信息,确定碳原子的类型和数目。通过综合分析 $^1\text{H}$ -NMR和 $^{13}\text{C}$ -NMR谱图,结合其他波谱数据,能够准确解析银杏内酯B的分子结构。

表3 质谱与核磁共振对银杏叶化合物结构解析数据

| 分析方法                 | 化合物示例     | 关键数据                                         |
|----------------------|-----------|----------------------------------------------|
| 电喷雾离子化质谱(ESI-MS)     | 未知黄酮苷类化合物 | 准分子离子峰 $[M+H]^+$ 为 $m/z$ 611, 碎片离子 $m/z$ 303 |
| $^1\text{H}$ -NMR    | 银杏内酯B     | $\delta$ 2.0–3.0ppm处多个复杂多重峰                  |
| $^{13}\text{C}$ -NMR | 银杏内酯B     | 提供碳原子化学位移信息                                  |

### 3.3 主要活性成分的定量与定性鉴定

通过上述多种分析手段,对银杏叶中的主要活性成分进行准确的定量与定性鉴定。采用HPLC外标法对银杏叶中的槲皮素、山奈酚、银杏内酯A、银杏内酯B等主要活性成分进行定量分析。以槲皮素为例,精密称取一定量的槲皮素标准品,配制成一系列不同浓度的标准溶液,在上述优化的HPLC条件下进样分析,以峰面积为纵坐标,浓度为横坐标,绘制标准曲线。得到槲皮素的线性回归方程为 $Y=1.25\times 10^6 X+5.6\times 10^4$  ( $R^2=0.9995$ ),线性范围为0.5–50 $\mu\text{g/mL}$ 。对银杏叶提取物进行测定,根据标准曲线计算出槲皮素的含量为1.2mg/g。在定性鉴定方面,通过与标准品的保留时间、光谱特征等进行比对,结合多种结构鉴定手段,能够准确确定银杏叶提取物中所含的主要活性成分。

## 4 结语

本研究通过对银杏叶有效成分提取方法的筛选与优化,成功获取了富含多种有效成分的提取物。运用柱层析、HPLC、TLC等分离技术,实现了银杏叶中黄酮类、萜内酯类等多种有效成分的高效分离与纯化。借助多种结构鉴定手段,准确解析了主要活性成分的结构,并完成了定量与定性鉴定。这些研究成果为银杏叶的深入开发利用提供了全面而准确的基础数据。

### [参考文献]

- [1]陈圻宇,林好,龙智鹏,等.银杏叶黄酮的含量测定及其纯化工艺研究[J].中国食品添加剂,2023,34(12):244-251.
- [2]王晖.泡沫法富集分离银杏叶有效成分工艺研究[D].中南大学,2004.
- [3]张庆红,王洪星,谷洪燕.银杏叶化学成分及提取分离研究概况[J].中华实用中西医杂志,2005,018(010):1532-1533.
- [4]何云,张爱华,杨大平,等.银杏叶片治疗燃煤型砷中毒肝纤维化的临床研究[J].西南军医,2005,7(1):1-3.
- [5]潘伟明,梁红,梁佳勇,等.银杏叶提取物的抗辐照作用[J].核农学报,2005,19(2):109-112.
- [6]高凌,亢寿海,张能芳,等.银杏叶聚戊烯醇对移植性肝癌的治疗作用[J].中医药学刊,2004,22(1):73-74.
- [7]杨小明,钱之玉,陈钧,等.银杏外科皮中银杏酸的体外抗肿瘤活性研究[J].中药材,2004,27(1):40-42.

[8]仰榴青,吴向阳,陈钧.银杏酸单体化合物的制备[J].中国药学杂志,2003,38(12):909-911.

[9]庄玲华,李晖.银杏叶活性成分的提取分离研究概况[J].华西药学杂志,2002,17(6):437-439.

[10]张富捐.银杏叶活性成分的提取与研究进展[J].许昌师专学报,2002,21(5):18-22.

### 作者简介:

李慧(1978—),女,回族,山东临沂人,本科,高级工程师,主要从事森林培育种苗花卉方面研究工作。

马东生(1978—),男,回族,山东省临沂市人,本科,中学一级教师,主要从事教育方面的研究工作。

刘宗钊(1980—),男,汉族,临沂市河东区人,大专,职务,理事长,2004年1月参加工作,政治面貌:中共党员,2017年获得省林业科技乡土专家,主要从事花卉及沂州海棠培植研究工作。