

重楼品质评价及影响因素研究进展

熊 瑞^{1,2}, 高光琳¹, 王云云¹, 尹江雪¹, 陈坪菊¹, 吴珊珊^{1,2}, 李 玮^{1,2*}

1. 贵州中医药大学 药学院, 贵州 贵阳 550025

2. 国家中医药管理局中药炮制技术传承基地(贵州), 贵州 贵阳 550025

摘 要: 重楼 *Paridis Rhizoma* 作为我国药用历史悠久的传统中药, 具备多基原、多功效的典型特征。但当前产业存在野生资源枯竭、人工栽培品质参差不齐、市售药材质量差异大等问题, 构建科学完善的品质评价体系对保障用药安全有效至关重要。系统梳理重楼传统经验评价体系, 包括基原考证、外观性状辨识、道地产区传统经验评判; 总结现代评价手段, 包含显微鉴别、多色谱与光谱联用化学检测、药效活性评价及毒理安全评价等。从基原、栽培因素、采收时间和年限、产地、加工、炮制及贮藏在内的多重因素, 全面剖析影响重楼药材品质形成的关键因素及内在作用规律。未来需重新评估角质重楼药用价值, 针对不同基原筛选专属功效质量标志物, 融合谱效关联、多组学、人工智能等技术构建兼顾有效成分、生物活性与毒性风险的综合质量评价体系, 为完善重楼品质评价体系奠定基础。

关键词: 重楼; 品质评价; 质量控制; 甾体皂苷; 影响因素; 种质资源; 炮制; 质量标准

中图分类号: R285.5; R282 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-6376(2026)08-2915-12

DOI:10.7501/j.issn.1674-6376.2026.08.025

Research progress on quality evaluation and influencing factors of *Paridis Rhizoma*

XIONG Rui^{1,2}, GAO Guanglin¹, WANG Yunyun¹, YIN Jiangxue¹, CHEN Pingju¹, WU Shanshan^{1,2}, LI Wei^{1,2}

1. College Pharmacy, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550025, China

2. Traditional Chinese Medicine Processing Technology Inheritance Base (Guizhou) of National Administration of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550025, China

Abstract: Chonglou (*Paridis Rhizoma*) is a traditional Chinese medicine with a long history of use in China, featuring multiple origins and multiple functions. However, the current industry faces problems such as depletion of wild resources, uneven quality of artificial cultivation, and significant differences in the quality of commercially available medicinal materials. Constructing a scientific and comprehensive quality evaluation system is crucial for ensuring the safety and efficacy of medication. This paper systematically reviews the traditional experience-based evaluation system of *Paridis Rhizoma*, including origin verification, identification of appearance and characteristics, and traditional experience-based evaluation of the main production areas; it also summarizes modern evaluation methods, including microscopic identification, multi-chromatography and spectroscopy combined chemical detection, pharmacological activity evaluation, and toxicological safety evaluation. From multiple factors such as origin, cultivation factors, harvest time and period, production area, processing, preparation, and storage, this paper comprehensively analyzes the key factors and internal regulatory laws that affect the quality formation of *Paridis Rhizoma* medicinal materials. In the future, the medicinal value of *Paridis Rhizoma* needs to be re-evaluated, and specific quality indicators for different origins should be selected. By integrating spectral-effect correlation, multi-omics, and artificial intelligence technologies, a comprehensive quality evaluation system that takes into account active ingredients, biological activity, and toxicity risks should be constructed, laying the foundation for improving the quality evaluation system of *Paridis Rhizoma*.

收稿日期: 2026-02-03

基金项目: 2021 年度贵州省基础研究项目(自然科学类)(黔科合基础-ZK[2022]一般 496); 2020 年度贵州省中医药、民族医药科学技术研究专项课题(QZYY-2020-011); 2020 年贵州省教育厅自然科学研究项目(黔教合 KY 字[2021]200); 国家中医药管理局全国老药工传承工作室项目(国中医药人教函[2024]255 号)

作者简介: 熊 瑞(1991—), 女, 讲师, 主要从事中药、民族药炮制工艺、质量标准及炮制原理研究。E-mail: rui342296918@163.com

***通信作者:** 李 玮(1964—), 男, 硕士生导师, 主要从事中药炮制学研究。E-mail: 3158433860@qq.com

Key words: *Paridis Rhizoma*; quality evaluation; quality control; steroidal saponins; influencing factors; germplasm resources; processing; quality standards

重楼为经典传统中药材,药用历史悠久,其入药源流可追溯至 2 000 余年前。自秦汉时期起,历代本草典籍均收录了重楼运用于临床诊疗的相关记载。进入现代,随着药理学科研技术的快速发展,重楼含有的多种生物活性成分已得到系统验证,该药材在抗肿瘤、免疫调节、止血、抗炎等方面均表现出突出药理活性与开发潜力^[1-2]。相关研究成果不仅拓展了重楼的临床适用范围,也为创新中药及靶向新药研发提供了重要理论与实验依据,使其药用价值日益凸显,市场需求量随之大幅攀升^[3]。

但现阶段重楼产业发展存在突出矛盾:野生重楼自然资源储量持续锐减、濒临枯竭;人工规模化种植又存在生长周期漫长、种源混杂、栽培环境调控难度大等挑战。导致市售重楼药材、饮片价格持续走高,流通药材品质参差不齐,直接影响临床用药的安全性及有效性。基于此,构建一套完备、规范的重楼质量控制体系与综合评价方法,已成为当前亟待解决的关键问题。本文系统梳理重楼传统品质辨识经验、现代质量检测评价技术及影响药材品质的各类因素,以期优化重楼药材品质、建立契合中药整体观的重楼专属质量标准体系提供参考,并为促进重楼合理化开发与运用提供理论支撑。

1 传统质量评价

1.1 基原评价

重楼药用基原的界定历经漫长的历史沿革。本品最早以“蚤休”之名载于《神农本草经》,书中虽记载其药效与生境,但缺乏对植株形态、药材性状描述,致使早期药用物种难以精准判定。唐代《新修本草》对其植株与药用部位有“苗似王孙、鬼臼等,有二三层。根如肥大菖蒲,肉脆色白”的描述,虽未明确具体物种,但界定其为重楼属植物,且药用部位为根茎的基本特征。

宋代《本草图经》等本草典籍对重楼植株形态、产地的记述趋于丰富;结合现代本草考证可推断,古代重楼药用品种构成繁杂,包含七叶一枝花 *Paris polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara、云南重楼 *P. polyphylla* Smith var. *yunnanensis* (Franch.) Hand.-Mazz.、狭叶重楼 *P. polyphylla* Smith var. *stenophylla* Franch. 宽叶重楼 *P. polyphylla* Smith var. *latifolia* Wang. et Chang、黑籽重楼 *P. thibetica*

Franch.、球药隔重楼 *P. fargesii* Franch. 等多个近缘类群,历代普遍存在名实混淆问题。其中,明代《滇南本草》、清代《植物名实图考》的文字与附图所指物种多为云南重楼;李时珍《本草纲目》中记载:“重楼金线处处有之,生于深山阴湿之地。一茎独上,茎当叶心……”其形态描述更贴合多叶重楼 *P. polyphylla* Smith 或狭叶重楼。重楼属物种丰富,近缘种外部形态差异细微、各地用药习惯各异,历史上重楼基原的使用有一定争议,长期存在“同名异物”或“同物异名”的混淆情况。

从国家法定标准来看,《中国药典》1977 年版首次将云南重楼、七叶一枝花定为正品法定基原。《中国药典》1990 年版采纳李恒教授建立的重楼属分类体系,同步修订了 2 个品种的拉丁学名,该标准延续至《中国药典》2025 年版。各地方药材、饮片标准结合本地资源分布,分别将云南重楼、七叶一枝花其一或二者列为地方药用基原(表 1)。尽管国家药典已统一正品基原,各地传统用药仍保留一定的多样性,如《浙江省中药炮制规范》2015 年版收录地方习用药材狭叶重楼,定名为“浙重楼”,充分反映了地方药用经验的历史延续性。

1.2 外观性状评价

在传统的品质评价体系中,性状鉴别占据核心地位。历代本草典籍虽未从现代植物分类学角度明确重楼的基原,但在性状描述上具有高度一致性,均强调根茎“肥厚”这一关键特征,如《本草图经》记载其“根似肥姜,皮赤肉白”,《新修本草》述其“根如肥大菖蒲,细肌脆白”,二者均以肥姜、肥大菖蒲类比重楼根茎外形。更深入的观察见于《本草纲目》,书中区分“粳、糯二种”,表明古人已关注到重楼药材断面质地存在角质与粉质的差异,但受时代局限,彼时仅停留在性状描述层面,未进一步建立明确优劣评价标准。相较于传统经验描述,现代标准对重楼性状的界定更为量化与具体。由于重楼属基原众多,而其根茎性状大相径庭,加之野生采收药材的形状、规格参差不齐。自《中国药典》1977 年版明确了法定药用基原后,后续各版本在性状鉴别上保持了高度的延续性,均以“结节状扁圆柱形、密具层状突起粗环纹”为其主要的鉴别特征。其中《中国药典》2025 年版详细记载为“呈结节状

表 1 各版《中国药典》及地方规范重楼药材收载情况

Table 1 Inclusion of *Paridis Rhizoma* in various editions of Chinese pharmacopoeia and local standards

序号	基原	《中国药典》及地方规范收载情况	
		共同收载标准	单独收载标准
1	云南重楼(滇重楼)	《中国药典》1977~2025 年版;《天津市中药饮片炮制规范》2005 版、2012 版;《贵州省中药材民族药材质量标准》2003 版、《贵州省中药饮片炮制规范》2005 版;《辽宁省中药炮制规范》1986 版;《江西省中药饮片炮制规范》2008 版;《山东省中药炮制规范》1990 版、2012 版;《河南省中药材炮制规范(修订本)》1974 版、《河南省中药饮片炮制规范》2005 年版;《四川中药饮片炮制规范》1977 版、2002 版;《吉林省中药炮制标准》1986 版;《重庆市中药饮片炮制规范及标准》2006 年;《陕西省中药饮片标准(第二册)》;《江苏省中药饮片炮制规范》1980 版、2002 版;《浙江省中药炮制规范》2005 版、2015 版;《安徽省中药饮片炮制规范》2005 版;《福建省中药炮制规范》1988 版;《广西壮族自治区中药饮片炮制规范》2007 版;《湖北省中药饮片炮制规范》2009 版;《北京市中药饮片炮制规范》2005 版;《湖南省中药材炮制规范》1999 版、2010 版;《广东省中药炮制规范》1984 版;《黑龙江省中药饮片炮制规范及标准》2012 版;《广西壮族自治区壮药质量标准(第二卷)》2011 版;《广西壮族自治区瑶药材质量标准(第一卷)》;《上海市中药饮片炮制规范》2018 版	—
2	七叶一枝花	同云南重楼(滇重楼)	《江西省中药炮制规范》1991 版;《湖南省中药材炮制规范》1983 版;
3	狭叶重楼	—	《浙江省中药炮制规范》2005 年版、2015 版;《浙江省中药材标准(第一册)》、《浙江省中药炮制规范》2015 版;《甘肃省中药材标准》2020 版
4	宽叶重楼	—	《甘肃省中药材标准》2020 版
5	黑籽重楼	—	《四川省藏药材标准》2014 版
6	球药隔重楼	—	《四川省藏药材标准》2014 版

扁圆柱形,略弯曲,长 5~12 cm,直径 1.0~4.5 cm。表面黄棕色或灰棕色,外皮脱落处呈白色;密具层状突起的粗环纹,一面结节明显,结节上具椭圆形凹陷茎痕,另一面有疏生的须根或疣状须根痕。顶端具鳞叶和茎的残基。质坚实,断面平坦,白色至浅棕色,粉性或角质。气微,味微苦、麻。”近现代以来,重楼药用价值备受重视,专家学者与商品市场逐步建立起基于外观性状的品质评判经验。由表 2 可知,通常认为质量好的重楼外部特征有:身干,根茎粗壮、质坚实、断面色白、粉性足,无须根、杂质、霉变。同时,结合市场商品重楼流通和交易情况,重楼有分统货和选货,并且市场交易有根据重楼药材个头大小、单支质量和及断面粉性强弱进

行分级定价,通常认为个头大、粉性充足的重楼品质更优、有效成分含量更高,该认知与传统本草鉴别经验一脉相承。

施桂萍^[4]的研究证实,相较于其他产区,滇西北地区的滇重楼根茎主体呈现出更长、更粗的特征,且其皂苷类成分含量亦较高。该结果表明,重楼根茎长度、芽头及主体粗细等表现性状可能受地域环境影响,并与皂苷类成分的积累存在关联性;一定程度上反映滇重楼根茎规格越大,可能其皂苷含量越高,但二者精准的量化对应规律仍有待系统深入研究。长期以来,因角质型重楼色泽晦暗、质地坚硬不易粉碎的特性,中成药生产企业原料采购时更倾向于质粉色白的粉质重楼。市场长期形成的

表 2 近现代对重楼品质描述总结

Table 2 Summary of modern quality characterizations of *Paridis Rhizoma*

序号	品质描述	书籍
1	以粗壮，体实，断面白色、粉性足者为佳	《云南药品标准》1974 年版
2	以粗壮、质坚实、断面色白、粉性足者为佳	《中国药典》1977 年版
3	统货，以根条肥大，质坚实，断面白色，粉性足者为佳。通常认为，七叶一枝花优于云南重楼；在云南重楼中，粉质重楼又优于胶质重楼	《常用中药材品种整理和质量研究》
4	以身干、根条粗大、质坚实、断面色白、粉性足者为佳	《中药材商品规格质量鉴别》
5	以身干、条粗大、质坚实、断面色白、粉性足者为佳	《中国药材学》
6	以身干、根条粗大，质坚实，断面色白，粉性足者为佳	《中华道地药材》上
7	以身干，根条肥大，质坚实，断面色白，粉性足者为佳	《500 味常用中药材经验鉴别》
8	以身干、根条粗大、质坚实、断面色白、粉性足者为佳	《现代中药材商品手册》
9	国产重楼断面大多呈白色粉性，进口重楼断面呈角质状，一般呈粉性的重楼指标成分含量较高，质量好	《200 种中药材商品电子交易规格等级标准》

这种偏好，使得角质重楼经济价值被低估，造成药材资源闲置浪费。但现代化学成分与药理药效研究对这一传统认识提出新的科学佐证。王世林^[5]及马云淑^[6]研究团队认为，粉质与角质重楼在药理活性上并无统计学差异，且均满足药典质量要求；尹鸿翔等^[7]开展的含量测定进一步发现，角质及混合质地药材中重楼皂苷 I、II 的平均含量反而高于粉质药材，高岩^[8]的研究数据也佐证了该结论。综上，仅依赖质地、形状等感官指标评估重楼质量缺乏严谨的科学依据。后续可利用色差仪、质构仪等仪器，构建基于表观性状、活性化学成分相关联评价、生物药效活性的多维关联综合评价体系，完善重楼药材标准化评价方法。

1.3 产地评价

古代重楼主要依赖野生资源，其道地产区随历史发展呈现出明显的地理迁移。汉代《名医别录》首次记载：“有毒，生山阳川谷及宛胸”，宋代《图经本草》对重楼的产地有明确的记录，书中云其“生山谷及冤句，今河中……及江淮间也有之”。该记载反映了当时重楼资源的地理分布格局，证实其生长范围已覆盖至黄河以南及江淮之间的广大区域。至明代，《本草品汇精要》已将滁州（今安徽省滁州市）确立为重楼的道地产区，表明当时重楼药材优质产地已相对明确。滇重楼在《滇南本草》中被记载后，其后《云南通志》姚安军民府、大理府、鹤庆军民府和《植物名实图考》均有记载。明中后期，随着《滇南本草》、《云南通志》等地方志的记载，重楼的主产区逐渐向西南转移，云南作为重要产区的地位

开始确立。

步入现代，多轮中药材资源普查证实，重楼属植物分布具有显著的地域特异性。《常用中药材品种整理和质量研究》记载七叶一枝花的生境较为广阔，产地遍及华东、华中及西南等多个区域；滇重楼则分布高度集中，其主产区仅限于云南、四川、贵州及邻近域外区域。自 20 世纪 90 年代重楼人工种植实现规模化发展后，产业重心进一步向西南聚集，云南省成为国内人工种植核心区域，栽培规模位居全国首位。特别是云南西北部、西部及中部地区，依托独特的地理气候条件，所产重楼多为粉质，品质优良，是当前行业公认的重楼道地药材产区。

2 现代品质评价

2.1 显微评价

显微鉴别主要包括组织鉴别和粉末鉴别，《中国药典》1977~2025 年版均收录了重楼粉末鉴别方法。现代显微鉴定研究^[9-10]指出，该属根茎粉末的主要组织特征（如淀粉粒、草酸钙针晶及导管的存在）具有普遍的一致性，但在具体细节上，不同种源间依然具有特定的鉴别特征。滇重楼和毛重楼淀粉粒的脐点明显，七叶一枝花淀粉粒的粒径稍小，滇重楼可见梯纹或网络导管，七叶一枝花可见网纹导管，长柱重楼多见梯纹导管，而毛重楼多见螺旋导管，同时就草酸钙针晶而言，七叶一枝花的针晶较粗，而滇重楼等的针晶更细。其粉末辨别可通过草酸钙晶型、横切面显微特征得到一定区别。除粉末特征外，不同种属重楼的根茎在组织学研究（如横切面的表皮及内皮层细胞构造）亦呈现出一定的种

间差异。针对这一微观性状,罗旭东等^[11]引入计算机视觉技术,利用 ResNeXt101 深度学习模型对滇重楼与毛重楼的新鲜根茎横切面进行特征提取与分类。该研究不仅实现了微性状的自动化识别,也证实了基于深度学习的鉴定方法在重楼药材真伪鉴别中具有重要的应用潜力和实用价值。

2.2 化学评价

2.2.1 化学成分评价指标 化学成分评价指标是衡量重楼内在物质基础的核心评价维度。重楼属植物化学成分复杂,主要涵盖甾体皂苷类、甾醇类、黄酮等多类次生代谢产物;其中甾体皂苷类成分因具有显著的生理活性且在药材中蓄积量高,被认定为重楼核心药效物质,也是其质量评价的关键指标。纵观《中国药典》对重楼质量标准沿革可见,其质控体系经历了由“定性”向“多成分定量”的变化:《中国药典》1977~2000 年版尚缺乏具体的定量检测项;2005 年版首度确立了以重楼皂苷 I 和 II 总量为核心的评价体系;2010、2015 年版曾进一步将指标扩充为重楼皂苷 I、II、VI、VII 4 项总含量。考虑到不同基原重楼成分差异大及检测适用性,《中国药典》2020、2025 年版剔除稳定性较差的重楼皂苷 VI,最终确立以重楼皂苷 I、II、VII 的三者总量作为药材入药法定质控标准。

目前对于重楼化学成分的品质评价多数围绕《中国药典》收录的法定皂苷类成分展开,同时,重楼皂苷 V、H、薯蓣皂苷以及纤细薯蓣皂苷^[12]等非药典指标成分也受到大量文献关注。针对重楼栽培、产地生态相关评价研究,通常还会将重楼根茎的外观性状及产量^[13]等农学指标纳入综合考量体系。但现有的代表性皂苷成分与重楼传统功效之间是否具备确切的药效相关性,仍有待商榷。近年来,相关研究对重楼的化学成分评价指标提出了更深入的考量。Li 等^[14]通过建立 12 批滇重楼化学指纹图谱结合体外抗血小板活性检测,运用层次聚类分析(HCA)和典型相关分析(CCA)开展谱效关联研究,结果表明除重楼皂苷 I、II、VII 外,尚未被《中国药典》收录的重楼皂苷 H、D 亦是滇重楼发挥抗血小板聚集作用的关键质量标志物。该研究提示化学成分评价指标选择更应注重与功效的相关性和贡献度。除皂苷类有机活性成分外,无机微量元素与重金属元素的定量检测亦被逐步融入重楼综合评价体系。Wang 等^[15]利用原子吸收光谱法测定了 30 批重楼中的微量元素与有害重金属含量,并结合主成

分分析(PCA)和 HCA,将重楼样品划分为 5 类,揭示无机元素组成与重楼内在品质的潜在关联。将重金属、有毒元素的定量分析纳入评价体系,不仅可以用于辨别重楼的产地基原、监测种植环境的污染程度,亦能保障重楼药材临床应用安全性。

2.2.2 评价方法 针对重楼的化学评价,目前已发展出从传统定性到现代精密定量的多种分析技术。

(1) 高效液相色谱(HPLC)和超高效液相色谱(UPLC):目前,HPLC 和 UPLC 是中药质量评价及中药分析的色谱分析技术,除《中国药典》中规定皂苷含量测定外,多成分测定在重楼质量评价中应用广泛,是重楼品质评价的主要方法之一。方洁等^[16]建立了 HPLC 检测方法,可同步定量重楼皂苷 I、II、VI、VII、H 5 种活性皂苷;咎珂等^[17]采用分离效能更高的 UPLC 技术,实现伪原薯蓣皂苷、伪原纤细薯蓣皂苷、重楼皂苷 VII、D、H、VI、II、I、V、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷共 11 种皂苷的同步测定。可见,高效、精准的色谱分析技术是构建科学的中药材质量控制体系的关键支撑。

(2) 液质联用技术(LC-MS):近年来,LC-MS 凭借其卓越的灵敏度及快速分析能力,在中药质量评价领域得到了广泛应用。该技术能够有效克服中药成分繁杂的难题,是复杂化学物质的高效定性定量分析的强有力工具。目前,HPLC 常被用于重楼皂苷的常规检测。然而,由于甾体皂苷类成分缺乏明显的发色团,仅在短波长处存在末端吸收,导致 HPLC 的检测灵敏度严重受限;加之重楼中含有大量同分异构体,常规色谱难以实现精准分离。而 LC-MS 在重楼复杂体系的成分分析中展现出了显著的优越性。吴东蓉^[18]采用 UPLC-Q-TOF-MS/MS 技术,定性对比不同产地滇重楼次生代谢产物组成差异;赵志莲等^[12]依托 LC-MS 定量测定 9 种重楼属根茎中重楼皂苷 I、II、VI、VII、V、H、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷 8 种甾体皂苷的含量。

(3) 红外光谱(FT-IR):作为一种集高效性、便捷性与无损性于一体的分析手段,FT-IR 可同步完成样品定性判别与定量分析,检测后样品可重复利用,现已成为食品安全、精细化工、临床诊断等领域常规分析工具。在重楼的质量评价中,该技术可以更高效、准确地分析重楼药材中的复杂化学成分。吴喆等^[19]的研究证实,该技术可有效应用于多产地、多品种重楼样品的定量测定。余孟杰等^[20]建

立七叶一枝花 FT-IR 指纹图谱, 结合相关系数法计算图谱相似度, 完成药材质量优劣判别。在重楼生长年限鉴别方面, 杨会云等^[21]发现 FT-IR 能够对不同生长年份的云南重楼样品进行精度识别, 通过监测 3 007、2 960、2 929、2 854、1 746 cm^{-1} 5 个特征峰 (尤以 2 929 cm^{-1} 为核心) 的吸收强度在 4~5 年生药材中达到峰值, 随生长年限继续延长逐步下降, 可作为年限判别依据。综上, FT-IR 可为重楼全面、客观、精准的整体性质量评价提供全新技术路径。

(4) 薄层鉴别: 薄层色谱法 (TLC) 是中药材质量评价经典的定性鉴别手段, 具有操作简便、直观性强等优势。《中国药典》2005~2025 年版均收载以对照药材以及指标成分重楼皂苷 I、II、VI 和 VII 为对照品进行 TLC 鉴别。但现行法定标准在实际应用中仍存在一定的局限性: 国家药品标准物质库中仅能提供云南重楼对照药材, 而另一法定基原七叶一枝花无配套对照药材; 2 类基原药材在化学成分存在差异, 仅使用云南重楼作为参照可能导致七叶一枝花药材鉴别斑点匹配度不足, 完善七叶一枝花法定对照药材是优化重楼质控标准的重要方向。现有研究也通过优化 TLC 条件实现多基原同步鉴别: 杨德泉等^[22]通过优化色谱条件, 以重楼皂苷 II、VI 及重楼皂苷 H 为对照品, 构建了可同时鉴别球药隔重楼、延龄草及重楼根茎的 TLC 鉴别方法。相关研究不仅丰富了重楼的定性鉴别手段, 也为重楼多基原药材真伪鉴别、掺伪筛查提供技术参考。

(5) 指纹图谱: 随着分析技术和质量观念的更新, 中药质量评价模式已从传统的经验鉴别或单一成分含量测定, 逐步转向能够体现中药整体性特征的指纹图谱及多指标综合评价模式。目前, 重楼指纹图谱的研究主要依托 HPLC、UPLC 及 FT-IR。针对重楼基原混杂、组分含量差异大、常规方法难以区分近缘物种等难点, 指纹图谱联合化学计量学、一测多评、多维联用色谱、体内药效评价的谱效关联技术已成为研究热点。Cheng 等^[23]结合 FT-IR 和 HPLC 指纹图谱, 利用化学计量学手段建立了重楼混伪品的识别模型, 现复杂掺假样品精准判定; 陈建辉^[24]综合运用 HPLC、GC-MS 及 UPLC-MS 技术, 构建了重楼的多维指纹图谱, 显著提升了药材质量控制的广度; 孙涵珠等^[25]则将一测多评法结合 HPLC 指纹图谱及化学计量学分析结合, 完成滇重楼及其近缘物种的质量分级评价; 李若诗^[26]建立了长柱重楼的 UPLC-MS 指纹图谱, 采用 PLS-DA 和

OPLS-DA 模型构建药材抗肝癌活性谱效关联, 实现“成分活性”整体评价。

2.3 药效评价

中医学认为重楼具有清热解毒、消肿止痛及凉肝定惊的功效, 现代药理学研究亦证实其具备抗肿瘤、抑菌及止血等多重药理活性。当前重楼的品质评价多侧重于单一化学成分分析, 尽管其药理活性广泛, 但目前以药效为导向的重楼品质评价体系尚待完善, 现阶段的药效评价研究大多停留在比较不同基原重楼的抗肿瘤、抗炎和镇痛药效差异。

彭锐等^[27]对比了北重楼、滇重楼与华重楼醇提取物的体外生物活性。结果表明, 3 者提取物抑制 RAW264.7 细胞释放 NO 的抗炎效果均无统计学显著差异, 但华重楼抑制活性相对更高; 抗肿瘤活性筛选则发现, 北重楼对肺癌 A549 细胞表现出特异性增殖抑制作用。刘江^[28]对比了 7 种滇产重楼的药效学差异, 发现其凝血、镇痛作用随基原种类、给药剂量变化存在明显区别。肝素化小鼠模型凝血 (APTT) 实验结果显示, 不同剂量下的重楼优势品种差异较大, 低剂量组 ($1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) 以黑籽重楼凝血效果最优, 高剂量组 ($2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) 长柱重楼作用最强, 滇重楼整体效果居中; 采用小鼠醋酸扭体法开展镇痛实验, 滇重楼在各剂量组下均展现出突出镇痛优势。李若诗等^[29]综合评价 3 种滇产重楼的抗肝癌活性。结合半数抑制浓度 (IC_{50}) 定量检测进一步证实, $400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 重楼提取物处理 72 h, 其中长柱重楼抑制肝癌细胞增殖的活性最优 ($\text{IC}_{50} 148.33 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。该研究同步建立重楼 HPLC 指纹图谱, 构建图谱色谱峰与抗肝癌活性的谱效关联, 明确 1~4、6、7 号特征峰 (重楼皂苷 VI) 是发挥抗肝癌作用的关键药效物质。

综上研究提示, 在重楼的基础与资源开发研究中, 不应将重楼属各近缘种的根茎简单混同、等效视之, 须打破“同属即同效”的泛化认知。后续需推进“基于基原与优势功效/活性”的评价研究, 为重楼资源分类、合理开发利用提供依据。

目前药效评价研究高度集中于抗肿瘤领域, 该领域虽为新药研发热点, 却也造成重楼传统药用核心功效的研究关注度不足。因此, 为构建更为完善的重楼品质评价体系, 须积极推动药效评价指标向传统功效回归。现阶段重楼的品质研究已逐步向“成分-药效”关联的方向发展。Li 等^[30]以 15 批滇重楼为研究对象, 通过整合 7 种皂苷成分 (重楼皂

昔 I、II、V、VI、VII、H、D) 定量数据与抗肝癌活性数据, 探索性地引入了药效-成分指数 (ECI)。该指标能直观量化各类皂苷对药理活性的贡献差异, 显著提升药材品质评价的针对性。这种将化学定量分析与生物活性深度融合的评价模式, 可有效弥补单一评价手段的固有缺陷, 为重楼标准化、科学化品质评价体系搭建提供重要方法参考。

2.4 毒理评价

传统中医学认为重楼“有小毒”, 随着现代研究的深入, 其潜在的毒理学特征日益受到关注。现有毒理研究主要聚焦于单体甾体皂苷类成分 (如重楼皂苷 I、II、V、VI、E、H 及纤细薯蓣皂苷等), 具有细胞、肝脏、胃肠道、肾脏、溶血及生殖等多种毒性^[31]。然而, 当前的重楼品质评价多以化学成分含量为导向, 往往侧重于“活性成分含量越高则重楼药材质量越佳”的评价认知, 较少兼顾高含量可能伴随的毒性风险, 以毒理为导向的重楼品质评价体系尚待完善。近期研究充分揭示了重楼的“毒-效”双面性。Liang 等^[32]比较了 2 种药典基原重楼的化学成分与器官损伤, 发现滇重楼的活性成分 (重楼皂苷 I、II、VII 和 H) 含量高于华重楼, 且野生品种普遍高于栽培品种, 但野生品种引发的肝脏、心脏损伤也随之更为显著。于蔚洁等^[33]利用斑马鱼模型对重楼的不同提取物进行了深入的肝毒性评价, 明确在既往研究中被证实具有广泛的抗肿瘤活性^[34]的重楼皂苷 I 是导致重楼肝毒性的关键成分之一。由此可见, 完善的重楼的品质评价须重视“毒-效”关联性, 未来在提升重楼质量标准时, 有必要考量活性成分的有效下限和安全上限。

3 重楼品质影响因素

3.1 基原和种源因素

重楼药材呈现出了典型的多基原特性。尽管现行《中国药典》仅收载云南重楼与七叶一枝花为法定药用来源, 但诸多近缘品种在各地仍作为习惯用药广泛流通。随着重楼野生资源的日益枯竭, 正品基原供应严重不足, 导致市场上混伪品频现, 药材品质参差不齐。基原差异是决定重楼次生代谢产物积累及其品质内涵的核心因素。赵飞亚^[35]以重楼皂苷 I、II、VI、VII、H 和薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷 7 种核心活性成分为评价指标, 结合 TOPSIS 评价模型对 10 种重楼属药材进行综合质量评估, 结果证实不同基原重楼的药材质量存在显著种间分化差异。此外, 徐永艳等^[36]以皂苷含量与根茎生长速度

为双重核心评价指标, 筛选出普洱景东与玉溪澄江的野生种源为优良种源。综上, 基原与种源从根本上决定了重楼的成分特征与药效差异, 是构建重楼品质评价体系的首要考量指标。

3.2 产地因素

产地不仅是决定中药材质量的关键外部因素, 更是其“道地性”形成的必要条件。不同地理区域, 气候、土壤 (理化性质与微生物群落) 及生物环境等综合生态因子存在差异, 会显著影响药材的次生代谢产物积累。即便对于同一基原的重楼, 其品质亦会因产地变迁而表现出显著的地域性差异。陈建辉等^[37]依据药典标准对不同产地云南重楼药材进行质量评价, 结果显示云南产区的云南重楼各项质量指标整体优于其他产区, 证实特定道地产区是重楼优质品质形成的重要保障。同时, 产地因素直接影响药效的表达。刘江等^[28]通过对 7 种滇产重楼属植物的药效学评价发现, 不同产地重楼在止血、镇痛作用强度上表现各异, 其中镇痛效应的地域性、种间分化特征尤为显著。

3.3 栽培因素

鉴于重楼野生资源日趋枯竭, 开展重楼规模化栽培研究对于保障药效资源的可持续供应至关重要。咎珂等^[38]对云南重楼野生品与栽培品中 9 种皂苷类成分的含量进行了对比测定。结果显示, 二者的皂苷组成存在显著差异: 野生品中重楼皂苷 VI、重楼皂苷 H 的平均含量, 以及 4 种偏诺皂苷的总含量均显著高于栽培品; 而栽培品中重楼皂苷 I 的平均含量, 以及 5 种薯蓣皂苷的总含量则显著高于野生品, 这提示重楼的野生变种成分谱发生了一定偏移, 建议后续研究需进一步深入探索可能影响偏诺皂苷合成的关键环境因子 (如土壤微生物或是特定的逆境胁迫等)。同时开展针对性药理实验, 明确成分谱偏移是否会影响重楼抗肿瘤、止血、抗炎等核心药效, 为重楼栽培品替代野生品临床应用提供科学依据。

作为一种典型的长周期多年生药用植物, 栽培重楼药材品质受人工栽培措施影响显著。徐庆祝等^[39]研究发现滇重楼 3 种甾体皂苷 (重楼皂苷 I、重楼皂苷 II 和重楼皂苷 VII) 总含量随栽培密度增大而降低。刘佳等^[40]通过土壤因子相关性分析发现, 非根际土壤全氮、全钾及根际土壤全磷、全氮是影响七叶一枝花产量与品质的核心土壤指标, 其中氮肥施用管理是栽培调控的关键重点, 可为科学施肥方案制定

提供数据支撑。苏海兰等^[41]等研究发现适量的氮、磷、钾肥可显著提升七叶一枝花根茎产量和总皂苷含量。施志芬等^[42]相关性分析表明,滇重楼药材的品质与根际土壤元素组成密切相关。综上,栽培密度、土壤理化性质、肥料配比等人工栽培参数,是调控重楼生长代谢、次生代谢产物积累的重要外源关键因子。

3.4 采收时间和采收年限

3.4.1 不同采收期重楼品质差异 采收期能够影响中药材次生代谢产物积累,是决定药材品质的关键节点。赵庭周等^[43]通过 HPLC 法对云南重楼不同采收期的皂苷含量进行分析,发现云南重楼采收的最佳时间为 10 月份。巨博雅等^[44]通过对不同采收期重楼药材中重楼皂苷的总含量进行测定,重楼皂苷总含量在 5~8 月持续上升,至 8 月达到最高值后趋于平稳。表明重楼根茎中活性成分的积累与组成比例具有时间效应,科学把控采收期是保障和提升重楼药材品质的关键。但目前由于不同研究关注的评价指标(如总皂苷或特定皂苷成分)不同,导致对重楼最佳采收期尚未形成统一标准。后续研究需兼顾药材生物量与药效成分积累规律,确定最优采收窗口期。

3.4.2 不同生长年限重楼品质差异 重楼作为多年生草本植物,生长年限是影响甾体皂苷形成和积累的重要因素。张烨等^[45]研究发现,云南重楼根茎中薯蓣皂苷元含量总体呈上升趋势,1~3 年生药材中薯蓣皂苷含量较低,4~7 年生逐年增加,于 7 年生达到峰值。李碧琴等^[46]通过对 1~7 年生七叶一枝花根茎中的重楼皂苷含量进行测定,6 年生药材重楼皂苷总含量最高,生长年限超过 6 年后,活性成分含量呈逐步下降趋势。综上,生长年限是重楼次生代谢产物积累的核心因素,6~7 年是重楼活性成分积累的关键期。不同基原重楼的次生代谢高峰期可能存在种间差异,因此后续需针对具体品种以及结合不同有效成分含量及生物量综合判定最佳采收年限。

3.5 加工方法

产地加工是影响重楼药材品质的关键环节,其中干燥工艺是保证重楼活性组分稳定性及成分发生化学转化的重要步骤。成分发生不同干燥方式对重楼中主要次生代谢产物影响较大,其核心机制可能与鲜品中呋甾皂苷在干燥过程中会转化成螺甾皂苷有关^[47]。

3.6 炮制

目前临床所用重楼饮片以生品为主,但近年为适配特定临床需求和市场需求,出现了酒制、蒸制以及石灰制的炮制等重楼炮制工艺及炮制机制研究。蔡吹等^[48]研究表明,酒制可提升重楼皂苷 I、I、VI 的含量,并基于 AHP-CRITIC 复合加权法结合正交实验优选出重楼最佳酒制工艺。同时,另有研究^[49]通过指纹图谱分析证实,蒸制热处理可提高重楼皂苷 I、II 的色谱峰响应值。以上结果提示,热处理可能影响重楼甾体皂苷类成分的积累与转化。刘丽敏等^[50]针对角质重楼品质改良需求,通过单因素结合正交实验建立了角质重楼石灰水炮制工艺,实现角质重楼向粉质重楼的品质转化。

3.7 储藏

中药材在储存过程中的化学稳定性是保障其临床疗效一致性的重要指标。杨勤等^[51]对不同产地滇重楼开展常温储藏实验,结果显示常温贮藏 1 年后,4 种指标性重楼皂苷(VI、II、I、VII)含量均出现不同程度波动,推测其变化机制与贮藏过程中微生物、内生菌、酶类介导的皂苷降解及结构转化有关。该研究提示储藏条件对重楼药材的品质具有显著影响,未来亟需建立重楼药材标准化的储存规范,保障重楼药材品质稳定。

综上,重楼品质的影响因素及现行质量评价体系如图 1 所示。

4 结语与展望

重楼的药用历史悠久,化学成分类型复杂,药理活性良好,具有显著的药用价值和广阔的应用前景,其药材品质直接决定临床用药的安全性与有效性。重楼品质的形成受到种质、地域、栽培加工炮制等多因素的影响。本文系统总结了当前重楼品质评价体系研究中存在的核心问题,并对未来研究方向与发展趋势进行展望。

长期以来,重楼品质评价多遵循“重粉轻胶”的传统经验,导致部分潜在的重楼优质资源未能得到充分挖掘与合理利用,造成资源浪费。然而,现代药理与化学成分研究证实,角质或混合质地重楼中的重楼皂苷 I、II 等核心指标成分含量并不低于传统优质的粉质重楼,部分种质甚至显著更高。未来应进一步系统对比粉质重楼与角质重楼的成分和药效差别,并探清角质质地形成的基原、产地、加工等原因,重新审视角质重楼的药用价值,纠正传统评价的片面性,避免资源的结构性浪费。

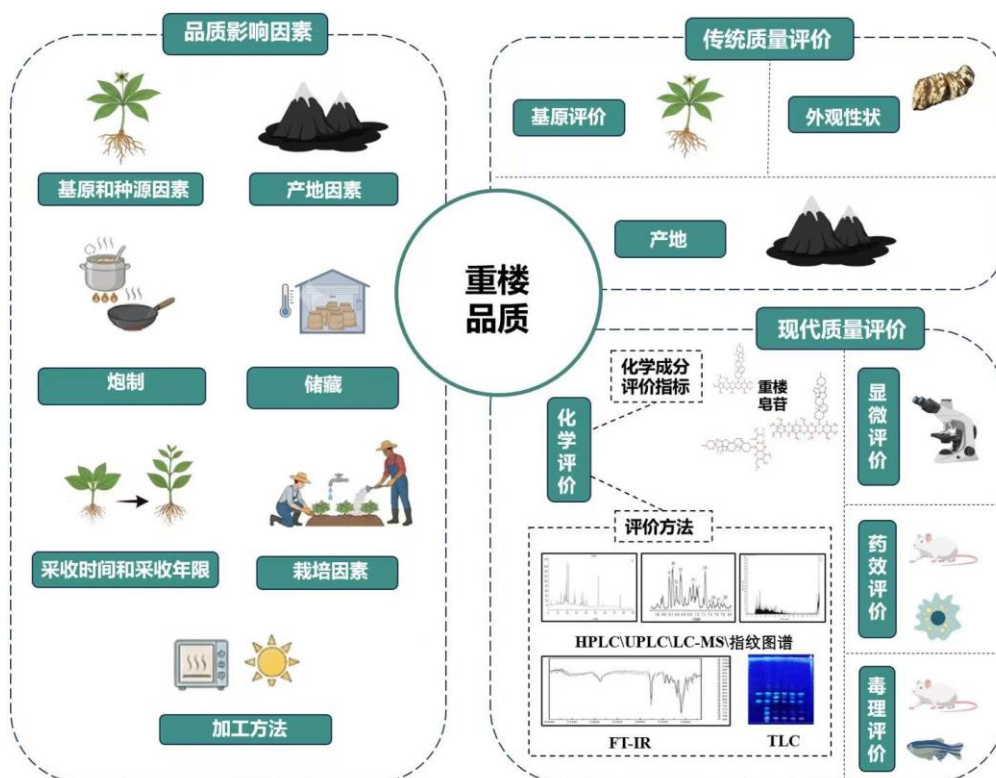


图 1 重楼品质的影响因素及现行质量评价体系

Fig. 1 Factors affecting quality of *Paridis Rhizoma* and current quality evaluation system

《中国药典》2025 年版已优化重楼质量评价标准，确立以重楼皂苷I、II、VII总量为核心的质量评价模式。但鉴于重楼多基原、多成分、多药效的特点，仅测定少数几种皂苷的含量难以全面反映药材整体质量与临床疗效。同时，云南重楼与七叶一枝花成分及药效侧重并不同，因此，后续需针对不同基原重楼，精准筛选符合传统功效与临床应用的质量标志物。此外，引入整体性特征的指纹图谱，构建多指标综合评价模式，是完善重楼质量评价的重要发展方向。未来可进一步强化基于生物效应的质量评价模式研究，将谱效关系研究与多组学分析技术、深度学习等人工智能手段相结合，探讨重楼特征化学成分与具体药效的关联性，为重楼药材的质量标准化、临床用药规范化提供参考。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Liu S T, Yu H, Hou A J, et al. A review of the pharmacology, application, ethnopharmacology, phytochemistry, quality control, processing, toxicology, and pharmacokinetics of *Paridis Rhizoma* [J]. World J Tradit Chin Med, 2022, 8(1): 21-49.
- [2] Thapa C B, Paudel M R, Bhattarai H D, et al. Bioactive secondary metabolites in *Paris polyphylla* Sm. and their biological activities: A review [J]. Heliyon, 2022, 8(2): e08982.
- [3] 李早慧, 都晓伟. 滇重楼药材的研究进展及其质量标志物 (Q-Marker) 预测分析 [J]. 中草药, 2023, 54(9): 3032-3048.
Li Z H, Du X W. Research progress and quality marker prediction analysis of *Paris polyphylla* var. *Yunnanensis* [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2023, 54(9): 3032-3048.
- [4] 施桂萍. 滇重楼表型性状与药材品质相关性研究 [D]. 昆明: 云南中医药大学, 2024.
Shi G P. Study on the correlation between phenotypic traits and medicinal material quality of *Paris polyphylla* Smith var. *yunnanensis* (Franch.) Hand. -Mazz. [D]. Yunnan: Yunnan University of Chinese Medicine, 2024.
- [5] 王世林, 赵永灵, 李晓玉, 等. 粉质和胶质滇重楼的研究 [J]. 云南植物研究, 1996(3): 345-348.
Wang S L, Zhao Y L, Li X Y, et al. Study on amyloid and colloidal *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. Acta Bot Yunnanica, 1996(3): 345-348.
- [6] 马云淑, 淤泽涛, 吕俊, 等. 胶质重楼与粉质重楼主要药理作用的比较研究 [J]. 中医药研究, 1999(1): 26-29.
Ma Y S, Yu Z P, Lü J, et al. Comparative study on main

- pharmacological effects of *Rhizoma Paridis* with colloid and *Rhizoma Paridis* with powder [J]. Res Tradit Chin Med, 1999(1): 26-29.
- [7] 尹鸿翔, 薛丹, 吴梅, 等. 川滇地区重楼商品药材质量评价 [J]. 中药材, 2007, 30(7): 771-774.
Yin H X, Xue D, Wu M, et al. Quality estimation on material Medica of *Rhizoma Paridis* from Sichuan & Yunnan Province [J]. J Chin Med Mater, 2007, 30(7): 771-774.
- [8] 高岩. 重楼炮制工艺及质量研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2018.
Gao Y. Study on the processing technology and quality of *Paridis Rhizoma* [D]. Beijing: Beijing University of Chinese Medicine, 2018.
- [9] 符德欢, 王丽, 郭佳玉, 等. 4 种重楼属药用植物的比较鉴别研究 [J]. 云南中医学院学报, 2017, 40(4): 83-86, 97.
Fu D H, Wang L, Guojia Y, et al. Comparison study of 4 kinds of medicinal plants of the genus *Paris* [J]. J Yunnan Univ Tradit Chin Med, 2017, 40(4): 83-86, 97.
- [10] 杨志城, 汲虹, 孙彩虹, 等. 重楼综合形态学、显微学真伪鉴别研究进展及 ITS2 序列分析研究 [J]. 中医药学报, 2025, 53(7): 116-124, F0003.
Yang Z C, Ji H, Sun C H, et al. Research progress on comprehensive morphological and microscopic authentication of *Paris polyphylla* and ITS2 sequence analysis [J]. Acta Chin Med Pharmacol, 2025, 53(7): 116-124, F0003.
- [11] 罗旭东, 李宗桂, 张俊华, 等. 融合高效注意力的重楼微性状鉴别方法研究 [J]. 计算机工程与应用, 2022, 58(13): 272-279.
Luo X D, Li Z G, Zhang J H, et al. Research on classification method of micro-character of *Paris polyphylla* with efficient attention module [J]. Comput Eng Appl, 2022, 58(13): 272-279.
- [12] 赵志莲, 刘立敏, 李海峰. 重楼属 9 种植物根茎中甾体皂苷有效成分的差异 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(8): 176-181.
Zhao Z L, Liu L M, Li H F. Differences in active ingredients of steroid saponins in rhizomes of 9 kinds of *Paris* [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2020, 26(8): 176-181.
- [13] 刘佳. 土壤肥力对七叶一枝花产量和品质的影响 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2024.
Liu J. Effects of soil fertility on yield and quality of *Paris polyphylla* var. *chinensis* [D]. Changsha: Central South University of Forestry & Technology, 2024.
- [14] Li Y, Wen R Y, Yang W Q, et al. Multimodal integrated strategy for the discovery and identification of antiplatelet aggregation Q-markers in *Paris polyphylla* var. *Yunnanensis* [J]. Biomed Chromatogr, 2024, 38(4): e5824.
- [15] Wang H W, Liu Y Q. Evaluation of trace and toxic element concentrations in *Paris polyphylla* from China with empirical and chemometric approaches [J]. Food Chem, 2010, 121(3): 887-892.
- [16] 方洁, 程文亮, 周君美, 等. 华重楼皂苷含量测定及累积规律研究 [J]. 中国现代应用药学, 2024, 41(2): 236-241.
Fang J, Cheng W L, Zhou J M, et al. Study on the content determination and accumulation law of saponins in *Paris polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara [J]. Chin J Mod Appl Pharm, 2024, 41(2): 236-241.
- [17] 咎珂, 高宇明, 崔淦, 等. UPLC 法同时测定云南重楼栽培品中 11 种皂苷的含量 [J]. 药物分析杂志, 2017, 37(9): 1572-1577.
Zan K, Gao Y M, Cui G, et al. Simultaneous determination of eleven steroidal saponins in cultivated *Paris polyphylla* Smith var. *Yunnanensis* (Franch.) Hand.-Mazz. by UPLC [J]. Chin J Pharm Anal, 2017, 37(9): 1572-1577.
- [18] 吴东蓉. 基于 UPLC-Q-TOF-MS/MS 的中药重楼化学多样性与体内代谢研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2024.
Wu D R. Research on chemical diversity and metabolism of *Rhizoma Paridis* in rats by UPLC-Q-TOF-MS/MS [D]. Chengdu: Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, 2024.
- [19] 吴喆, 张霁, 张金渝, 等. 红外光谱法快速预测不同种类重楼中重楼皂苷含量 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42(17): 3403-3410.
Wu Z, Zhang J, Zhang J Y, et al. Rapid prediction of the content of polyphyllin in various species of *Paris* by infrared spectrometry [J]. China J Chin Mater Med, 2017, 42(17): 3403-3410.
- [20] 余孟杰, 向海燕, 张绍山, 等. 七叶一枝花根茎的红外光谱及 X 衍射图谱鉴别分析 [J]. 中药材, 2017, 40(3): 568-571.
Yu M J, Xiang H Y, Zhang S S, et al. Identification and analysis of the rhizome of *Hedysarum heptaphyllum* by infrared spectrum and X-ray diffraction pattern [J]. J Chin Med Mater, 2017, 40(3): 568-571.
- [21] 杨会云, 刘飞, 杨春艳, 等. 红外光谱结合判别分析对滇重楼生长年限的鉴别 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(15): 35-39.
Yang H Y, Liu F, Yang C Y, et al. Identification of *Paridis Rhizoma* with different growing years by infrared spectroscopy combined with discriminant analysis [J].

- Chin J Exp Tradit Med Form, 2015, 21(15): 35-39.
- [22] 杨德泉, 余永红. 球药隔重楼根茎与延龄草根茎及重楼的薄层色谱鉴别 [J]. 吉首大学学报(自然科学版), 2024, 45(6): 68-71.
- Yang D Q, She Y H. Thin-layer chromatography identification of *Paris fargesii* rhizome, *Trillium tschonoskii* rhizome, and *Paris rhizome* [J]. J Jishou Univ Nat Sci Ed, 2024, 45(6): 68-71.
- [23] Cheng L, Dong J J, Qian J, et al. Discrimination of *Rhizoma Paridis* and its adulterants by FT-IR and HPLC fingerprint combined with chemometrics [J]. J AOAC Int, 2025, 108(4): 531-538.
- [24] 陈建辉. 重楼药材多维指纹图谱研究 [D]. 承德: 承德医学院, 2025.
- Chen J H. Studys on multidimensional fingerprint of *Rhizoma paridis* [D]. Chengde: Chengde Medical University, 2025.
- [25] 孙涵珠, 杨琬卿, 刘嘉灏, 等. 基于一测多评与化学计量分析的滇重楼及其近缘种质量评价方法 [J]. 中华中医药学刊, 2024, 42(3): 160-168.
- Sun H Z, Yang W Q, Liu J H, et al. Quality evaluation method for Dianchonglou (*Paris polyphylla* var. *yunnanensis*) and its related species based on one measurement multiple evaluation and chemometrics analys [J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2024, 42(3): 160-168.
- [26] 李若诗. 重楼属植物品质评价及长柱重楼抗肝癌谱效关系研究 [D]. 大理: 大理大学, 2020.
- Li R S. Quality evaluation of genus *Paris* and spectrum-effect relationship of anti-tumor activity from *P. forrestii* [D]. Dali: Dali University, 2020.
- [27] 彭锐, 纪亮, 谢天择, 等. 基于UPLC-QTOF-MS/MS技术的 3 种基原重楼化学成分鉴定及抗肿瘤和抗炎活性研究 [J]. 中国抗生素杂志, 2024, 49(12): 1399-1410.
- Peng R, Ji L, Xie T Z, et al. The chemical composition identification based on UPLC-QTOF-MS/MS technology and anti-tumor, anti-inflammatory activity studies of 3 species of *Paris* [J]. Chin J Antibiot, 2024, 49(12): 1399-1410.
- [28] 刘江. 滇产 7 种重楼属药用植物主要成分含量分析及止血、镇痛药效学研究 [D]. 大理: 大理大学, 2017.
- Liu J. Studies on the main constitutents analysis and pharmacodynamic of hemostasis and analgesia of seven *Paris* medicinal plants in yunnan province [D]. Dali: Dali University, 2017.
- [29] 李若诗, 袁会琼, 刘江, 等. 基于灰色关联度分析和聚类分析的 3 种滇产重楼抗肝癌作用谱效关系探索 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(8): 192-198.
- Li R S, Yuan H Q, Liu J, et al. Spectrum-effect relationship of anti-hepatoma activity from 3 kinds of genus *Paris* based on cluster analysis and grey relational analysis [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2020, 26(8): 192-198.
- [30] Li Y, Wang L, Yang W Q, et al. Promotion of a quality standard for *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* based on the efficacy-oriented effect-constituent index [J]. J Pharm Biomed Anal, 2024, 238: 115843.
- [31] 袁华怡, 刘光华, 余红娅, 等. 重楼毒性的历史沿革与现代研究 [J/OL]. 中药药理与临床, 1-23 [2026-03-19]. <https://doi.org/10.13412/j.cnki.zyy1.20241217.003>.
- Yuan H Y, Liu G H, Yu H Y, et al. Historical development and modern research on the toxicity of *Paridis Rhizoma* [J/OL]. Pharm Chin Mater Med, 1-23 [2026-03-19]. <https://doi.org/10.13412/j.cnki.zyy1.20241217.003>.
- [32] Liang Y, Su T T, Zhao F, et al. Organ toxicity of *Paris polyphylla* in mice and the underlying hepatotoxic mechanism uncovered by an integrated network toxicology and transcriptomics [J]. J Ethnopharmacol, 2026, 361: 121248.
- [33] 于蔚洁, 刘雨欣, 林瑞超, 等. 基于斑马鱼模型的重楼不同制备样本肝毒性比较和评价 [J/OL]. 中国药物警戒, 1-13 [2026-03-20]. <https://doi.org/10.19803/j.1672-8629.20250828>.
- Yu W J, Liu Y X, Lin R C, et al. Comparison and evaluation of liver toxicity of different prepared samples of *Paris polyphylla* based on zebrafish model [J/OL]. Chin J Pharmacovigil, 1-13 [2026-03-20]. <https://doi.org/10.19803/j.1672-8629.20250828>.
- [34] Tian Y, Gong G Y, Ma L L, et al. Anti-cancer effects of Polyphyllin I: An update in 5 years [J]. Chem Biol Interact, 2020, 316: 108936.
- [35] 赵飞亚. 部分重楼属药用植物的文献计量学与质量评价研究 [D]. 大理: 大理大学, 2021.
- Zhao F Y. Bibliometric and quality evaluation study on some medicinal plants of genus *Paris* [D]. Dali: Dali University, 2021.
- [36] 徐永艳, 李昆, 焦蓉, 等. 滇重楼优良野生种源评价与筛选 [J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2023, 43(1): 36-41.
- Xu Y Y, Li K, Jiao R, et al. Evaluation and Screening of Superior Germplasms in *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. J Southwest For Univ Nat Sci, 2023, 43(1): 36-41.
- [37] 陈建辉, 田雨轩, 赵红玲, 等. 不同产地云南重楼药材品质差异比较 [J]. 天津化工, 2025, 39(4): 82-86.
- Chen J H, Tian Y X, Zhao H L, et al. Comparison of quality differences of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* from different habitats [J]. Tianjin Chem Ind, 2025, 39(4): 82-

- 86.
- [38] 咎珂, 高宇明, 崔淦, 等. 基于特征图谱及多指标成分含量的云南重楼野生与栽培品比较研究 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42(15): 3011-3016.
- Zan K, Gao Y M, Cui G, et al. Comparative study on specific chromatograms and main active components of wild and cultivated rhizomes of *Paris polyphylla* var. *Yunnanensis* [J]. China J Chin Mater Med, 2017, 42(15): 3011-3016.
- [39] 徐庆祝, 柳敏, 周茂娣, 等. 栽培密度对滇重楼生长的影响 [J]. 农业工程, 2025, 15(2): 78-82.
- Xu Q Z, Liu M, Zhou M C, et al. Effects of cultivation density on growth of *Paris polyphylla* Smith var. *Yunnanensis* [J]. Agric Eng, 2025, 15(2): 78-82.
- [40] 刘佳, 曹基武, 彭翠英, 等. 土壤化学性质对七叶一枝花产量和品质的影响 [J]. 中国野生植物资源, 2025, 44(1): 14-22.
- Liu J, Cao J W, Peng C Y, et al. Effect of soil chemical properties on the yield and quality of *Paris polyphylla* [J]. Chin Wild Plant Resour, 2025, 44(1): 14-22.
- [41] 苏海兰, 郑梅霞, 陈宏, 等. 氮磷钾配方施肥提高林下七叶一枝花产量和重楼皂苷含量 [J]. 植物营养与肥料学报, 2024, 30(1): 128-136.
- Su H L, Zheng M X, Chen H, et al. Optimum nitrogen, phosphorus and potassium combination increases the rhizome yield and saponin content of *Paris polyphylla* [J]. J Plant Nutr Fertil, 2024, 30(1): 128-136.
- [42] 施志芬, 盘付梅, 谷文超, 等. 土壤无机元素化学形态与滇重楼主要有效成分相关性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2023, 35(8): 1380-1392.
- Shi Z F, Pan F M, Gu W C, et al. Correlation between the chemical forms of soil inorganic elements and the main active components of *Paris polyphylla* var. *Yunnanensis* [J]. Nat Prod Res Dev, 2023, 35(8): 1380-1392.
- [43] 赵庭周, 王卜琼, 马青, 等. 滇重楼采收期研究 [J]. 中国野生植物资源, 2014, 33(5): 61-63, 66.
- Zhao T Z, Wang B Q, Ma Q, et al. Study on best harvesting time of *Paris polyphylla* var. *Yunnanensis* [J]. Chin Wild Plant Resour, 2014, 33(5): 61-63, 66.
- [44] 巨博雅. 重楼药材和饮片质量标准及商品规格等级标准研究 [D]. 太原: 山西中医药大学, 2020.
- Ju B Y. Study on the quality standard and grade specification of *Paridis Rhizome*, and its processed slices [D]. Taiyuan: Shanxi University of Traditional Chinese Medicine, 2020.
- [45] 张烨, 吕霜霜, 周浓, 等. 不同生长年限滇重楼中 4 种重楼皂苷的含量比较 [J]. 中国药房, 2011, 22(43): 4081-4083.
- Zhang Y, Lü S S, Zhou N, et al. Comparison of 4 kinds of Chonglou saponins contents in *Paris polyphylla* of different growing years [J]. China Pharm, 2011, 22(43): 4081-4083.
- [46] 李碧琴, 王春涛, 刘帆, 等. 采收期对宝兴县华重楼皂苷含量的影响 [J]. 现代农业科技, 2018(1): 56, 58.
- Li B Q, Wang C T, Liu F, et al. Effect of harvest time on saponin content of *Paris polyphylla* var. *chinensis* in Baoxing county [J]. Mod Agric Sci Technol, 2018(1): 56, 58.
- [47] 谭晓敏. 华重楼的呋甾烷皂苷及其在干燥过程的转化机制研究 [D]. 天津: 天津中医药大学, 2021.
- Tan X M. Study on the furostanol saponins from *Paris polyphylla* var. *chinensis* and their conversion mechanism during drying processing [D]. Tianjin: Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, 2021.
- [48] 蔡吹, 余红娅, 谢准, 等. 基于 AHP-CRITIC 复合加权法正交优选重楼酒制工艺 [J]. 时珍国医国药, 2025, 36(8): 1474-1481.
- Cai C, Yu H Y, Xie Z, et al. Orthogonal optimization of the wine processing technology of *Paridis Rhizoma* based on AHP-CRITIC composite weighting method [J]. J Li Shizhen Tradit Chin Med, 2025, 36(8): 1474-1481.
- [49] 熊瑞, 武娟, 张兴兴, 等. 基于化学计量学的重楼 (加格略) 生品和蒸制品饮片 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2022, 53(18): 5663-5672.
- Xiong R, Wu J, Zhang X X, et al. HPLC fingerprint analysis of crude and steamed *Paridis Rhizoma* (jab gib liod) based on chemometrics [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2022, 53(18): 5663-5672.
- [50] 刘丽敏, 陈成, 崔展红, 等. 胶质重楼石灰水炮制工艺研究 [J]. 广州化工, 2019, 47(3): 57-59.
- Liu L M, Chen C, Cui Z H, et al. Study on processing technology of colloid *Paris polyphylla* with limewater [J]. Guangzhou Chem Ind, 2019, 47(3): 57-59.
- [51] 杨勤, 张华, 周浓, 等. 滇重楼贮藏期间化学成分的变化 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(13): 56-58.
- Yang Q, Zhang H, Zhou N, et al. Chemical composition change of *Paris polyphylla* var. *Yunnanensis* rhizome during storage period [J]. Chin J Exp Tradit Med Form 2015, 21(13): 56-58.

[责任编辑 孙英杰]