

苦参碱工艺提取及应用前景综述

孙竟严, 高涵, 李毓同, 张雨滋, 阚蕊, 田晓玲*, 王丽爽*

辽宁农业职业技术学院, 辽宁 营口 115009

DOI: 10.61369/SSSD.2026080042

摘 要 : 苦参碱为一种天然生物碱, 是苦参的核心成分, 因具有抗菌、抗炎、抗肿瘤等多重药理作用而广泛应用于医药、日化、农业等领域。然苦参碱提取方法多样, 效率不一, 因此本文系统综述了苦参碱的主要提取方法, 其中传统的溶剂提取法虽然操作简单、成本低廉, 但存在提取效率低、溶剂消耗大、环境污染严重等问题。现代提取技术如超声波辅助提取、微波辅助提取、超临界流体萃取等技术的应用, 显著提高了苦参碱的提取效率和产品质量, 并进一步阐述了苦参碱在医药(洗剂、微乳凝胶、胶囊等)、日化(洗发水、牙膏、祛痘产品等)和农业(杀虫剂、杀菌剂等)领域的功能性产品开发应用现状; 旨在全面梳理苦参碱提取工艺的研究进展, 深入分析不同提取技术的原理、特点和应用效果, 系统总结苦参碱功能性产品的开发现状和发展趋势, 为苦参碱的进一步研究和产业化应用提供参考依据。

关 键 词 : 苦参碱; 提取工艺; 功能性产品

A Review on Extraction Technology and Application Prospect of Matrine

Sun Jingyan, Gao Han, Li Yuntong, Zhang Yuzi, Kan Rui, Tian Xiaoling*, Wang Lishuang*

Liaoning Agricultural Vocational and Technical College, Yingkou, Liaoning 115009

Abstract : Matrine is a natural alkaloid and the core component of *Sophora flavescens*. It has been widely used in medicine, daily chemicals, agriculture and other fields due to its multiple pharmacological effects such as antibacterial, anti-inflammatory and antitumor activities. However, there are various extraction methods for matrine with different efficiencies. Therefore, this paper systematically reviews the main extraction techniques of matrine. The traditional solvent extraction method is simple in operation and low in cost, but suffers from low extraction efficiency, high solvent consumption and serious environmental pollution. The application of modern extraction technologies, such as ultrasonic-assisted extraction, microwave-assisted extraction and supercritical fluid extraction, has significantly improved the extraction efficiency and product quality of matrine. Furthermore, the current development and application status of functional products of matrine in medicine (lotions, microemulsion gels, capsules, etc.), daily chemicals (shampoos, toothpastes, acne products, etc.) and agriculture (insecticides, fungicides, etc.) are elaborated. This paper aims to comprehensively sort out the research progress of matrine extraction technology, deeply analyze the principles, characteristics and application effects of different extraction techniques, and systematically summarize the development status and trends of matrine-based functional products, so as to provide a reference for the further research and industrial application of matrine.

Keywords : matrine; extraction technology; functional products

苦参, 学名 *Sophora flavescens*, 别名野槐, 为豆科槐属多年生草本植物, 是我国传统中医药体系中极具药用价值的经典药材。它以其独特的药理作用和广泛的治疗范围而闻名, 苦参适应性强、耐旱耐瘠, 主要分布于我国东北、内蒙、河南、山西等省区, 这些区域凭借适宜的土壤与气候条件, 成为苦参道地药材的核心产区, 为苦参碱的提取与产业化应用提供了充足的原料支撑^[1]。苦参碱(Matrine)为苦参的核心成分, 是一种重要的天然生物碱, 分子式为 $C_{15}H_{24}N_2O$, 属于喹诺里西啶类生物碱, 分子结构中含叔胺氮原子而具有碱性, 可与酸形成易溶于水的盐类(如盐酸苦参碱), 便于加工制成各类药用制剂, 显著提升其药理作用的发挥效率。现代药

项目信息:

辽宁省兴辽英才计划项目(XLYC2211088);

辽宁农业职业技术学院大学生创新创业项目(cxcylx202402、cxcylx202411);

辽宁省教育厅基本科研项目(LJ212410957004, LJ212410957011)。

作者简介: 孙竟严(2004—), 辽宁阜新新人, 主要从事食品检验检测技术研究。

通讯作者:

田晓玲(1977—), 女, 黑龙江安达人, 教授, 硕士, 主要从事食品加工与检测相关研究。

王丽爽(1996—), 女, 辽宁省营口市人, 讲师, 博士, 主要从事食品加工与检测相关研究。

理学研究证实，苦参碱具有多靶点、多途径的药理活性，涵盖促进白细胞生成、广谱抗菌、强效抗炎、抗肿瘤等核心功效，同时还具有抗病毒、免疫调节、抗心律失常等作用，其中抗菌作用可有效抑制大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等常见病原菌，抗肿瘤作用能通过调控 NF- κ B、PI3K/AKT/mTOR 等信号通路，抑制肝癌、肺癌等肿瘤细胞增殖并诱导其凋亡，在滴虫性阴道炎、小儿肺炎、慢性肝炎等疾病的临床治疗中应用广泛，截至目前已有多种苦参碱类制剂上市，展现出良好的临床应用价值与产业化潜力。

一、苦参碱提取方法技术分析

（一）传统提取方法的分析

提取纯化工艺的先进性、准确性直接决定苦参碱的产量、纯度与成本，而功能性产品开发则是实现其价值转化的关键路径。传统提取方法是苦参碱工业化生产的主要技术路线，包括溶剂提取法、渗漉法、煎煮法等。这些方法具有操作简单、成本低廉、适合大规模生产等优点，但也存在提取效率低、溶剂消耗大、提取时间长等不足。

（二）现代提取技术方法的分析

现代提取技术的发展为苦参碱的高效提取提供了新的技术路径，主要包括超声波辅助提取、微波辅助提取、超临界流体萃取、离子交换法、树脂吸附法等。这些技术具有提取效率高、提取时间短、产品纯度高等优点。

（三）新兴绿色提取技术方法的分析

新兴绿色提取技术的发展为苦参碱的可持续提取提供了新的技术选择，主要包括磁化法提取、反向胶束萃取、盐辅助分散液液微萃取、低共熔溶剂提取、酶辅助提取等。这些技术具有环境友好、能耗低、提取效率高等优点，符合绿色化学和可持续发展的要求。

尽管各类提取方法已得到广泛研究，但目前尚未形成系统的梳理与总结，对不同提取工艺的优化方向、适配场景及产品开发的核心瓶颈缺乏全面分析。基于此，本文系统梳理苦参碱的主要提取方法、工艺影响因素及功能性产品开发现状，深入剖析当前研究中存在的关键问题，整合跨学科研究成果，为苦参碱提取工艺的优化、产品创新及产业化应用提供理论参考与实践指导，助力中药材苦参资源的高效利用与中药现代化产业的高质量发展。

二、苦参碱功能性产品的开发

苦参碱的提取为其在功能性产品中有效的运用提供可靠依据和技术支持，为苦参产业转化指引新的加工方向。且苦参碱的多重药理作用使其在医药、日化等领域产品开发中前景广阔，如下：

（一）医药领域

1. 皮肤外用新制剂

苦参碱洗剂：作为临床常用的皮肤外用制剂，广泛应用于各类皮肤感染性疾病的治疗。张玲^[13]研究表明，采用复方苦参碱洗剂外洗新生儿红斑及脓疱疹，能快速缓解症状、促进皮损愈合，疗效显著；姚比芬等^[14]证实，其与奥硝唑阴道栓联合使用，治疗

湿热下注型细菌性阴道病，不仅能显著提高临床有效率，还能降低疾病复发率，且用药安全性较高。

苦参碱微乳凝胶：针对痤疮、湿疹等常见炎症性皮肤病，是当前外用制剂的研究热点。该剂型兼具微乳的促渗透优势与凝胶的局部滞留特点，研究显示，0.5% 浓度的苦参碱微乳凝胶对痤疮丙酸杆菌的抑制率可达 90%，同时能有效减轻皮肤红肿、瘙痒等炎症反应，临床应用潜力显著。

2. 口服新制剂与适应症拓展

苦参碱胶囊：作为口服制剂，主要用于肝癌、肺癌等恶性肿瘤的辅助治疗，其核心作用是抑制肿瘤细胞异常增殖，同时调节机体免疫功能，增强机体对肿瘤细胞的抵抗力，为肿瘤临床综合治疗提供了重要的辅助选择。

苦参碱肠溶片（消化系统用药）：专门针对肠炎、痢疾等肠道疾病研发，可有效抑制志贺氏菌等肠道致病菌的生长繁殖，同时修复受损的肠黏膜屏障。该剂型能避免胃酸对药物有效成分的破坏，显著提高药物在肠道局部的浓度，从而提升对肠道疾病的治疗效果。

（二）日化领域

依托抗菌、抗炎、止痒等特性，苦参碱在日化领域的开发聚焦于解决头皮、口腔、皮肤的微生态平衡问题。

1. 苦参碱洗发水

苦参洗发水利用其抗菌、抗炎特性改善头皮健康，缓解头屑、瘙痒。张红强等^[15]以苦参、侧柏叶为原料制备的洗发水，符合 GB/T29679-2013 标准，去屑止痒效果优于市售产品，且经眼刺激性试验验证安全性高，其工艺流程包括原料提取、乳化、调稠、灭菌等环节。

2. 苦参碱牙膏

苦参碱具有重要的抗菌特性，对于抑制口腔致病菌有着明显的效果，可有效预防龋齿和牙龈炎。谢雪洁等^[16]发现，8 g/L 苦参提取物能有效抑制大鼠龋齿发生，且生物安全性高。氧化苦参碱还可保护牙周膜细胞，抑制牙槽骨吸收，在口腔溃疡治疗中效果显著^[18]。

3. 苦参碱祛痘护肤品

苦参碱因清热燥湿、抗炎作用可用于开发祛痘护肤品。研发的苦参碱微乳水凝胶透皮性能优异，温和无刺激，可高效改善痤疮炎症。王莎等^[20]发现，苦参碱联合壬二酰胺 MEA 对玫瑰痤疮的红肿、潮红症状有着明显的改善效果，且存在安全性高的特点。

（三）农业领域

苦参碱作为植物源农药和饲料添加剂，可以通过麻痹害虫神

经系统、破坏生理机能发挥作用而开发制备杀虫剂，此外，通过抑制真菌细胞壁合成而开发用于防治黄瓜霜霉病、番茄晚疫病的杀菌剂，苦参碱在农业领域的产品应用研究符合农业绿色发展需求，对其市场前场开阔具有重要意义。同时，在绿色农业政策驱动下，苦参碱作为环境友好型植物源农药的核心成分，凭借对蚜虫、红蜘蛛等农业害虫的良好防治效果及低残留特性，成为化学农药的重要替代品。

苦参碱农药产品主要包括水剂、乳油、微乳剂等剂型，其作用机制主要通过触杀、胃毒及拒食作用实现害虫防治，同时对病原菌具有抑制效果。研究表明，苦参碱能阻断大肠杆菌生物膜形成，降低细菌耐药性，对烟曲霉生长及孢子黏附也有抑制作用，在果蔬病害防治中具有应用价值。此外，苦参碱衍生物对烟草花叶病毒有显著抑制活性，拓展了其在抗病毒农药领域的应用。

（四）其他新型应用领域

1. 保健品领域

苦参碱凭借护肝解酒、免疫调节、抗氧化等核心保健功能，成为保健品领域的潜力成分，产品形式以胶囊、片剂、口服液为主，适配不同人群需求。

2. 食品添加剂领域

苦参碱因天然抗菌、抗氧化的特性，可作为天然食品防腐剂和抗氧化剂广泛应用，主要适配肉制品、水产品、饮料、调味品等多个食品加工领域。其相较于化学添加剂，具有天然、安全、无残留的优势，精准契合当下消费者对天然、健康食品添加剂的核心需求，市场应用场景持续拓宽。

3. 饲料添加剂领域

苦参碱在饲料添加剂领域应用前景广阔，主要覆盖畜禽养殖与水产养殖两大场景。在畜禽养殖中，可有效提高动物生长性能、改善饲料利用率，同时增强机体免疫力，减少疾病发生；在

水产养殖中，既能预防水产动物病害，还能改善养殖水质、降低水体污染，其核心作用机理是调节动物肠道微生态平衡，促进营养物质消化吸收，进而提升养殖效益与动物产品品质。

4. 日化产品领域

除传统化妆品外，苦参碱还广泛应用于洗发水、沐浴露、牙膏、香皂等日常日化产品，核心发挥抗菌、消炎、止痒的功效。其中，洗发水中的苦参碱可抑制头皮细菌与真菌滋生，减少头皮屑生成、缓解头皮瘙痒；牙膏中添加可抑制口腔有害细菌，辅助预防龋齿与牙周病；香皂中则能清洁皮肤的同时杀灭表面细菌，降低皮肤病发生风险。

5. 跨界融合趋势

当前苦参碱产业呈现明显的跨界融合发展趋势，主要聚焦两大方向：一是医药与日化融合，依托苦参碱的药用功效，将其应用于日化产品研发，形成药妆、功效性护肤品等跨界产品，满足消费者对功效性日化的需求；二是农业与食品融合，苦参碱作为低残留天然农药，适配有机农业与绿色食品生产，同时可作为食品添加剂使用，构建起从农业种植到食品加工的完整产业链，实现产业协同发展。

三、结语

苦参碱作为苦参的核心活性成分，具有促进白细胞生成、抗菌、抗炎、抗肿瘤等多重药理作用。但对于苦参碱的提取方式多样，且均存在明显的优缺点，本文针对苦参碱提取方式及产品开发应用进行总结，且对其目前存在的研究局限性提出改进方向，为苦参碱的开发利用提供理论基础，对促进苦参产业的发展具有重要意义。

参考文献

[1] 冯森, 奚文祥, 杜敏, 高敏. 苦参中苦参碱与苦参素提取研究 [J]. 中国新技术新产品, 2024, (03): 83-85.

[2] 张小花, 申剑, 毛海燕, 梁莉, 武权生. 基于 HPLC 法与正交试验优化苦参碱的最佳提取工艺研究 [J]. 中兽医医药杂志, 2021, 40 (04): 15-18.

[3] 杨云乔, 汤里平, 姚秋霞, 尚秋辰, 刘丹丹, 许小琴. 薄层扫描法测定苦参中苦参碱和氧化苦参碱含量研究 [J]. 中兽医医药杂志, 2016, 35(01): 26-28.

[4] Zhao L, Li X, Zhang Y. Microwave-assisted extraction of matrine from *Sophora flavescens*: Optimization and comparison with conventional methods[J]. Separation Science and Technology, 2020, 55(3): 567-575.

[5] 张玲. 复方苦参洗剂在新生儿红斑及脓疱疹中的应用效果观察 [J]. 现代实用医学, 2021, 33(07): 954-955.

[6] 姚比分. 苦参洗剂联合奥硝唑阴道栓治疗湿热下注型细菌性阴道病的临床研究 [D]. 导师: 李伟莉. 安徽中医药大学, 2021.

[7] 张红强, 陈跃, 王佳慧, 王小璐. 苦参洗发水的配制及性能评价 [J]. 中国洗涤用品工业, 2022, (02): 57-61.

[8] 谢雪洁, 吴泽钰, 宋洁, 范文献, 赵今. 苦参提取物防龋作用的动物实验研究 [J]. 现代口腔医学杂志, 2022, 36(01): 1-5+14.

[9] 张明发, 沈雅琴. 苦参碱和氧化苦参碱对预防口腔疾病的临床药理作用研究进展 [J]. 抗感染药学, 2021, 18(06): 781-784.

[10] 王莎, 林琳, 徐思伟, 王蕊蕊. 苦参碱联合壬二酰胺 MEA 治疗玫瑰痤疮的临床疗效分析 [J]. 中国医疗美容, 2024, 14(04): 57-60.