

# 何首乌炮制后对化学成分的影响

安 丽, 黄华进, 周小波

遵义市中医院药剂科, 贵州 遵义

收稿日期: 2026年2月20日; 录用日期: 2026年3月12日; 发布日期: 2026年3月26日

## 摘 要

何首乌(*Polygonum multiflorum* Thunb.)是传统中药中的重要品种, 本文系统综述炮制对何首乌化学成分与药效转化的影响。何首乌临床应用区分生品与制品, 炮制是实现其“减毒增效”的关键环节。通过蒸制、九蒸九晒及黑豆汁拌蒸等工艺, 其核心成分(二苯乙烯苷类、蒽醌类及多糖)发生显著的量变与质变, 此物质基础之变科学阐释了其药效从“解毒、通便”向“补肝肾、益精血”的转向。本文进一步探讨了HPLC、UPLC-MS及代谢组学等现代分析技术在解析炮制机理中的应用, 以期为制首乌的质量控制与临床安全合理用药提供理论依据, 并对未来研究趋势作出展望。

## 关键词

何首乌, 炮制, 化学成分, 二苯乙烯苷, 蒽醌, 多糖, 质量控制

# The Influence of Processing on the Chemical Composition of *Polygonum Multiflorum* Thunb

Li An, Huajin Huang, Xiaobo Zhou

Department of Pharmacy, Zunyi Traditional Chinese Medicine Hospital, Zunyi Guizhou

Received: February 20, 2026; accepted: March 12, 2026; published: March 26, 2026

## Abstract

*Polygonum multiflorum* Thunb. is a fundamental herb in Traditional Chinese Medicine. This review systematically elucidates the impact of processing on its chemical constituents and the corresponding transformation of efficacy. Clinical application distinguishes between the crude and processed forms, with processing serving as a crucial step to “attenuate toxicity and enhance efficacy.” Through methods such as steaming, repeated steaming and sun-drying, and steaming with black

bean juice, significant quantitative and qualitative changes occur in its core components—stilbene glycosides, anthraquinones, and polysaccharides. These alterations in the material basis scientifically explain the shift in pharmacological function from “removing toxins and promoting defecation” to “tonifying the liver and kidney, and replenishing essence and blood.” Furthermore, this article discusses the application and value of modern analytical technologies, including HPLC, UPLC-MS, and metabolomics, in deciphering the processing mechanisms. The aim is to provide a scientific foundation for the quality control of processed *Polygonum multiflorum* and its safe, rational clinical use, while also offering perspectives on future research directions.

## Keywords

*Polygonum multiflorum* Thunb., Processing, Chemical Composition, Stilbenoid Glycosides, Anthraquinones, Polysaccharides, Quality Control

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

何首乌为蓼科植物何首乌的干燥块根，是数千年来中医药宝库中的经典药材。根据中医理论和临床实践，何首乌有生、制之分。生首乌未经炮制，性平，味甘、苦，主要用于解毒、消痈、润肠通便。制首乌则是生首乌经特定炮制工艺(通常为黑豆汁或黄酒拌蒸)后得到的炮制品，其性微温，味甘、涩，功擅补肝肾、益精血、乌须发、强筋骨。二者功效迥异，其根本原因在于炮制过程引起了药材内部化学成分的变化。

“炮制虽繁必不敢省人工，品味虽贵必不敢减物力”，中药炮制是指导中药临床应用的核心理论与技术之一。其科学内涵在于通过物理或化学方法，改变药材的化学成分组成和含量，从而达到增强疗效、降低或消除毒副作用、改变药性、便于贮藏和制剂等目的[1]。近年来，随着分析化学和药理学的发展，利用现代科学技术手段阐明中药炮制的科学原理，已成为中药现代化研究的热点。

本研究旨在综合分析现有文献资料，深入探讨何首乌在不同炮制方法(特别是蒸制)下，其三大类核心化学成分——二苯乙烯苷类、蒽醌类和多糖类发生的结构变化，并结合最新毒理学研究进展解析炮制减毒的分子机制，同时梳理现代分析技术在这一研究领域的应用现状。这对于完善制首乌的质量评价体系、指导炮制工艺的优化以及确保临床用药的安全有效具有重要的理论与实践意义。

## 2. 炮制对何首乌二苯乙烯苷类成分的影响

二苯乙烯苷类化合物是何首乌中一类重要的活性成分，其中以 2,3,5,4'-四羟基二苯乙烯-2-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷(2,3,5,4'-tetrahydroxystilbene-2-O- $\beta$ -D-glucoside, THSG 或 TSG)含量最高，是《中国药典》规定的何首乌含量测定指标，具有抗氧化、抗衰老、保护神经、调节血脂等多种药理活性。然而，研究也表明该成分与何首乌潜在的肝毒性有关[2]。

大量的研究表明，经过炮制处理后，何首乌中 THSG 的含量会显著下降[3]。尤其是炮制加热过程，是导致 THSG 含量变化的主要因素。多项研究发现，随着蒸制时间的延长或蒸制次数的增加，THSG 的含量呈现出持续下降的趋势[4]。在一项关于“九蒸九晒”工艺的研究中，检测发现随着蒸制次数的增加，二苯乙烯苷的含量逐步减少[5][6]。这表明，传统的炮制工艺在经验上实现了对这类成分的调控。最新研

究采用 UPLC-QQQ-MS/MS 方法检测发现, 黑豆汁拌蒸 48 h 后, 反式二苯乙烯苷含量显著降低, 而顺式二苯乙烯苷呈现先升后降的动态变化趋势[7] [8]。

### THSG 含量变化的转化机制

THSG 含量的降低主要是由于其在湿热条件下结构不稳定, 容易发生水解、氧化或异构化等化学反应。加热过程可能促使 THSG 的糖苷键断裂, 水解为苷元(2,3,5,4'-四羟基二苯乙烯)和其他小分子化合物。研究表明, 生何首乌中含有的反式二苯乙烯苷稳定性差、不耐热, 在炮制过程中受热可转化为顺式二苯乙烯苷, 并进一步水解成相应苷元[9]。此外, 高温也可能导致其分子结构中的双键或酚羟基发生氧化或重排, 转变为其他衍生物。这种成分的转化, 一方面可能降低了与 THSG 直接相关的潜在肝脏风险, 另一方面也可能生成了新的活性物质, 共同构成了制首乌“补益”功效的物质基础。因此, THSG 含量的降低是何首乌炮制“减毒”作用的重要体现之一[10]。

## 3. 炮制对何首乌蒽醌类成分的影响

蒽醌类化合物是何首乌的另一类重要化学成分。它们主要以两种形式存在: 游离型蒽醌(如大黄素、大黄素甲醚、大黄素-8-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷等)和结合型蒽醌(主要为蒽醌苷类)。这些成分中, 特别是结合型蒽醌, 是生首乌“润肠通便”功效的主要物质基础[11], 但同时也可能引起腹泻等胃肠道不良反应。

### 3.1. 游离蒽醌与结合蒽醌的消长变化

炮制过程对蒽醌类成分的影响核心在于改变了游离型与结合型的比例。研究普遍发现, 在湿热的炮制条件下, 结构不稳定的结合型蒽醌(蒽醌苷)会发生水解, 断裂糖苷键, 释放出游离的蒽醌苷元[12]。这一过程直接导致了结合型蒽醌含量下降: 如大黄素-8-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷等结合型蒽醌的含量在炮制后显著减少[13] [14]。游离型蒽醌含量增加: 作为水解产物, 大黄素(emodin)和大黄素甲醚(phycion)等游离蒽醌的含量在炮制过程中显著增加[15]。研究表明, 在九蒸九晒过程中, 游离蒽醌含量随炮制次数增加呈持续上升趋势, 至第 6 次蒸晒后趋于稳定[16]。

这种“一消一长”的化学转化, 是何首乌炮制后药性发生根本转变的关键。结合型蒽醌的减少, 直接削弱了生首乌的泻下作用, 从而实现了“减毒”或“缓和药性”的目的。而游离蒽醌含量的增加, 是否对制首乌的“补益”功效有协同或直接贡献, 是目前仍在深入研究的课题。

### 3.2. 炮制方法对蒽醌类成分的影响

不同的炮制辅料和工艺对蒽醌类成分的转化程度有不同影响[17]。使用黑豆汁或黄酒作为辅料进行蒸制, 不仅提供了湿热环境, 辅料中的某些成分(如氨基酸、有机酸)也可能参与或催化了蒽醌苷的水解反应, 从而更有效地调控最终成品中各类蒽醌的含量。研究显示, 黑豆汁拌蒸过程中, 辅料中的糖类、氨基酸等成分可能参与美拉德反应, 生成新的活性物质, 对制首乌的补益功效产生协同作用[18]。因此, 对炮制工艺参数(如温度、时间、辅料用量)的精确控制, 是保证制首乌质量稳定、功效确切的重要环节。

## 4. 炮制对何首乌多糖类成分的影响

何首乌多糖是其发挥补益、增强免疫、抗衰老等功效的重要物质基础[19]。与小分子化合物不同, 炮制对多糖的影响主要体现在总含量和分子结构两个层面。

### 4.1. 多糖总含量的变化

多数研究结果显示, 与生首乌相比, 制首乌中的多糖含量有显著提高[20]。这种含量的增加可能源于

细胞壁的破壁效应：长时间的湿热蒸煮过程能够破坏植物细胞壁的致密结构，使得原本被束缚在细胞内部的大分子多糖更容易溶出和提取[21]。大分子物质的降解：原本不溶或难溶于水的淀粉、纤维素等大分子碳水化合物，在炮制过程中可能发生部分水解，转化为可溶性的多糖或寡糖，从而导致测定出的水溶性多糖含量增加[22]。此外，黑豆汁辅料中的多糖成分也可能在炮制过程中渗入药材，导致总多糖含量升高[23]。蒸制的时间和温度是影响多糖溶出的关键因素，通常延长蒸制时间或提高温度，有利于多糖含量的增加[24]。

## 4.2. 多糖结构与理化性质的改变

炮制不仅改变了多糖的量，更重要的是改变了其性质。研究发现，炮制过程会导致何首乌多糖发生显著的结构变化：分子量降低，随着炮制程度的加深(如“九蒸九晒”)，多糖的长链会发生断裂，导致其平均分子量逐渐降低[25]。溶解度和黏度改变：分子量的降低直接导致了多糖水溶性的增加和溶液黏度的下降[26]。这可能有利于多糖在体内的吸收和利用，从而增强其生物活性。单糖组成变化：炮制还可能影响构成多糖的单糖种类及其比例，例如半乳糖、葡萄糖、甘露糖等的相对含量可能会发生改变，这会进一步影响多糖的空间结构和生物学功能[27]。

综上所述，炮制过程使得何首乌多糖从大分子、难溶的状态，转变为小分子、易溶的状态，这种结构上的优化可能是制首乌“补益”功效增强的重要原因之一。

## 5. 炮制减毒的分子机制

近年来，何首乌致肝损伤的临床报道引起了广泛关注，其毒理学机制研究不断深入。炮制作为何首乌“减毒”的关键环节，其分子机制已成为研究热点。

### 5.1. 何首乌肝损伤的毒理学假说

#### 5.1.1. 免疫特异质肝损伤假说

何首乌肝损伤被认为具有典型的免疫特异质性特征，即并非所有人都会发生肝损伤，仅对特定体质人群(多为 HLA-B\*35:01 等特定基因型携带者)构成风险[28]。研究表明，何首乌中的某些成分可作为半抗原，与体内蛋白质结合形成完全抗原，激活机体免疫应答，导致免疫介导的肝细胞损伤[29]。这一假说解释了为何何首乌肝损伤呈现“偶发性”和“不可预测性”特点。

#### 5.1.2. 线粒体损伤与氧化应激

何首乌提取物可导致肝细胞线粒体功能紊乱，表现为线粒体膜电位下降、线粒体通透性转换孔开放、ATP 合成减少[30]。研究采用高内涵筛选技术发现，生首乌醇提物作用于 HepG2 细胞后，线粒体活性氧水平显著升高，超氧化物歧化酶 2 和转录激活因子 4 表达上调，提示氧化应激和内质网应激参与了肝毒性过程[31]。与生首乌相比，相同浓度的制首乌提取物对细胞的毒性作用明显减弱，表明炮制可有效降低线粒体毒性[32]。

#### 5.1.3. 胆汁酸淤积与转运体抑制

何首乌中的某些成分可能抑制肝细胞基底膜和毛细胆管膜上的胆汁酸转运体(如胆盐输出泵 BSEP、多药耐药相关蛋白 MRP2 等)，导致胆汁酸在肝细胞内淤积，引发继发性肝损伤[33]。大黄素等蒽醌类成分已被证实具有抑制 BSEP 活性的作用，这可能是何首乌导致胆汁淤积型肝损伤的机制之一[34]。

#### 5.1.4. 代谢酶相关毒性

何首乌成分对药物代谢酶的影响也是肝损伤的重要机制。研究显示，何首乌提取物可抑制 CYP450

酶系中多个亚型的活性,干扰肝细胞对内外源性物质的代谢能力,导致毒性成分蓄积[35]。顺式二苯乙烯苷对 CYP1A2、CYP2D6 等酶具有较强的抑制作用,这可能是其肝毒性强于反式异构体的原因之一[36]。

## 5.2. 炮制过程中毒性成分的转化

### 5.2.1. 顺式二苯乙烯苷的生成与降解

顺式二苯乙烯苷(cis-THSG)被认为是何首乌肝毒性主要相关成分之一,其对肝细胞的毒性作用强于反式异构体[37]。研究发现,生首乌中几乎不含顺式二苯乙烯苷,但在炮制初期(0~8 h),随着加热进行,部分反式二苯乙烯苷发生异构化,顺式异构体含量迅速升高;随着炮制时间延长(8~48 h),顺式二苯乙烯苷进一步降解或转化,含量持续下降[7]。这一“先升后降”的动态变化规律揭示,适度炮制可使顺式二苯乙烯苷含量降至安全范围,但炮制不足可能导致毒性中间产物积累,反而增加肝损伤风险。

### 5.2.2. 大黄素的代谢转化

大黄素是何首乌中含量最高的游离蒽醌,既是活性成分,也是潜在毒性成分。研究表明,大黄素可诱导肝细胞凋亡、抑制线粒体呼吸链复合物活性[38]。炮制过程中,结合型大黄素苷水解生成大黄素,使游离大黄素含量升高;但长时间炮制后,大黄素可进一步发生氧化、聚合或与辅料成分结合,生成毒性降低的衍生物[39]。不同炮制方法对大黄素含量的影响存在显著差异,黑豆汁辅料中的氨基酸可与大黄素发生美拉德反应,生成新的加合物,这可能是黑豆汁炮制减毒的特有机制[40]。

### 5.2.3. 没食子酸等酚类成分的变化

没食子酸是何首乌中的酚酸类成分,具有一定肝细胞毒性。研究发现,随着炮制时间延长,没食子酸含量呈持续上升趋势[7]。这一现象可能与结合型鞣质的水解释放有关。没食子酸含量的增加对制首乌的整体毒性贡献如何,尚需进一步研究。

## 5.3. 炮制减毒的分子基础整合

综合现有研究,何首乌炮制减毒的分子机制可从以下层面理解:毒性成分的消除,顺式二苯乙烯苷、大黄素-8-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷等潜在毒性成分在炮制过程中水解、降解或转化,含量显著降低;毒性成分结构的改变,毒性成分通过异构化、氧化、聚合或与辅料成分结合,生成毒性较低的新化合物;生物利用度的调控,炮制改变了毒性成分的溶解度和吸收特性,降低了其在肝脏的暴露水平;多成分协同减毒,炮制后多糖、黄酮等保护性成分含量升高,可能通过抗氧化、抗炎等途径拮抗毒性成分的肝损伤作用[14] [41]。

## 6. 现代分析技术在何首乌炮制研究中的应用

阐明何首乌炮制前后复杂的化学变化,离不开现代分析技术的支撑。从单一成分的定量分析到整体化学轮廓的宏观比较,分析手段的进步极大地推动了对何首乌炮制机理的认识。

### 6.1. 色谱与质谱联用技术

高效液相色谱法(HPLC/UPLC):这是目前应用最广泛的定量分析技术。通过建立针对 THSG、大黄素、大黄素甲醚等指标性成分的分析方法,可以精确地评价不同炮制工艺对其含量的影响,为质量控制提供依据[42]。UPLC 技术则以其更高的分离度和更快的分析速度,适用于更复杂的样品分析。超高效液相色谱与高分辨率质谱的联用,是进行成分鉴定和代谢物谱分析的强大工具[43]。通过对生品和炮制品提取物进行非靶向分析,可以全面地识别炮制前后消失、生成或含量发生显著变化的化合物,从而发现潜在的化学转化产物和新的质量标志物[44]。李妍怡等采用 UPLC-QQQ-MS/MS 方法同时测定了何首乌中 24 种成分的含量,系统揭示了黑豆汁拌蒸过程中二苯乙烯苷类、蒽醌类、黄酮类和酚类成分的动态变化规律[7]。

## 6.2. 光谱分析技术

近红外光谱法(NIR): 作为一种快速、无损的分析技术, NIR 已被用于快速测定何首乌炮制过程中多糖等成分的含量, 适用于炮制过程的在线监控和成品的快速质量评价[20]。核磁共振技术(NMR): NMR 技术不仅可用于化合物的结构鉴定, 还能应用于代谢组学研究。基于 NMR 的代谢组学平台能够对样本中的多种化合物进行同步检测和定量, 尤其在区分化学结构相似的异构体方面具有优势, 可为揭示炮制机理提供独特的视角[45]。

## 6.3. 代谢组学研究策略

代谢组学作为一个整体性的研究方法, 旨在通过对生物样品中所有小分子代谢物进行全面分析, 来理解炮制这一复杂干预对何首乌化学体系的系统性影响[46]。结合 UPLC-Q-TOF-MS/MS、GC-MS 等多种联合分析并利用 XCMS 等数据处理软件和多元统计分析方法, 研究人员能够清晰地分辨生首乌和制首乌在化学“指纹”上的差异, 并筛选出导致这种差异的关键化学标志物, 从而更宏观、更系统地揭示何首乌“减毒增效”的化学本质。何秀娟等采用 UPLC-Q-TOF-MS 技术从何首乌不同炮制品中鉴定出 30 个差异成分, 并发现北京炮制规范样品在抗氧化和抗衰老活性方面优于药典法样品, 为炮制工艺的优化提供了科学依据[47]。

## 6.4. 高内涵筛选与毒理学评价技术

高内涵筛选(HCS)技术结合多参数荧光检测, 可在细胞水平同时评价多个毒性指标, 为何首乌炮制减毒研究提供了新的技术手段。李丹丹等应用 HCS 技术研究发现, 生首乌醇提物的肝细胞毒性强于制首乌醇提物, 两者的肝毒性主要与氧化应激和内质网应激导致的细胞凋亡有关, 从细胞水平证实了炮制减毒的有效性[31]。

## 7. 不同炮制工艺对三大类成分影响的比较

为便于直观理解不同炮制工艺对何首乌化学成分的影响, 现将代表性研究数据总结于表 1。

**Table 1.** Comparison of the effects of different preparation methods on the content of three major classes of components in *polygnum multiflorum*

**表 1.** 不同炮制工艺对何首乌三大类成分含量的影响比较

炮制工艺	炮制条件	二苯乙烯苷类	结合型蒽醌	游离型蒽醌	多糖	代表性文献
生品(对照)	未经炮制	100% (基准)	100% (基准)	100% (基准)	100% (基准)	[3] [5]
清蒸	常压蒸 6~8 h	下降 40%~60%	下降 50%~70%	上升 120%~150%	上升 130%~160%	[4] [16]
黑豆汁蒸	药典法(蒸 8~12 h)	下降 50%~65%	下降 60%~80%	上升 150%~180%	上升 150%~200%	[7] [15]
黄酒蒸	黄酒拌蒸 8~12 h	下降 45%~60%	下降 55%~75%	上升 140%~170%	上升 140%~180%	[17]
九蒸九晒	传统法(9 次)	下降 70%~85%	下降 80%~90%	上升 200%~250%	上升 180%~220%	[5] [16]
高压蒸	120°C, 4~6 h	下降 60%~75%	下降 70%~85%	上升 160%~200%	上升 140%~170%	[4]

注: 表中数据为基于多篇文献的综合概括, 具体数值因药材基原、产地、炮制参数不同而有所差异。

从表 1 可见,不同炮制工艺对三大类成分的影响程度存在显著差异。九蒸九晒传统工艺对成分的转化最为彻底,二苯乙烯苷和结合型蒽醌下降幅度最大,游离蒽醌和多糖升高最显著;黑豆汁蒸制较清蒸更能促进结合型蒽醌的水解和多糖的溶出,体现了辅料的协同作用;高压蒸制可缩短炮制时间,但在成分转化程度上与传统蒸制存在差异。这些数据为炮制工艺的优化和质量控制提供了重要参考。

## 8. 总结与展望

### 8.1. 总结

何首乌的炮制是一个基于传统经验、蕴含深刻科学道理的复杂化学过程。现有研究表明,炮制(尤其是蒸制)对何首乌主要化学成分的的系统性影响体现为三个核心方面:

**降解与转化:**以 THSG 为代表的二苯乙烯苷类化合物含量显著降低,其中顺式异构体呈现先升后降的动态变化,这可能是其减毒作用的关键环节。

**水解与重构:**结合型蒽醌水解为游离型蒽醌,导致泻下成分减少而游离蒽醌增加,实现了药性的根本转变。

**裂解与增溶:**大分子多糖在含量增加的同时,分子结构发生裂解,水溶性增强,提升了其作为补益成分的生物利用度。

在分子机制层面,炮制减毒涉及免疫调节、线粒体保护、氧化应激抑制等多条信号通路,通过降低顺式二苯乙烯苷、调控大黄素代谢转化等途径,减轻了何首乌的潜在肝毒性。这三大化学变化与分子机制共同构成了何首乌从“生”到“制”药性与功效转变的物质基础,为中医理论中“制首乌补肝肾”的功效提供了现代科学证据。

### 8.2. 展望

尽管目前的研究已取得显著进展,但仍有一些领域值得进一步深入探索:

**深化炮制机理研究:**应进一步关注炮制过程中各类成分的动态转化路径,特别是顺式二苯乙烯苷等潜在毒性中间产物的生成与消除机制,鉴定中间产物和最终产物,构建详细的化学反应网络。对于不同炮制辅料(如黑豆、黄酒)如何参与和影响化学反应,其机理尚不完全清楚。加强成分-毒效关联研究:应将成分变化与毒理学、药理学评价紧密结合,明确哪些成分的减少导致了毒性降低,哪些成分的增加或生成贡献了补益功效的增强。特别是针对免疫特异质肝损伤的个体差异,建立基于特定基因型的体外评价模型,深入揭示炮制减毒的个性化机制。

**优化与标准化炮制工艺:**基于对化学成分变化规律的认识,应进一步优化炮制工艺参数(如温度、湿度、时间、辅料配比),建立基于多指标成分(如 THSG、顺式二苯乙烯苷、大黄素、大黄素甲醚、多糖分子量分布等)的制首乌质量控制标准,确保临床用药的稳定、安全和有效。特别应关注炮制“火候”的客观化表征,避免炮制不足导致的毒性中间产物残留或炮制过度导致的活性成分过度损失。

**拓展新型分析技术的应用:**应继续利用空间代谢组学、多组学联用、高内涵筛选等前沿技术,从更立体、更全面的维度揭示炮制过程中化学成分在药材组织中的分布与迁移规律,为深入理解炮制科学原理提供新的视角和手段。

通过上述研究,将能更科学、更全面地阐释何首乌炮制的奥秘,推动传统中药的现代化发展,更好地服务于人类健康。

## 基金项目

贵州省中药炮制技术传承基地建设黔中医药函(2024)5 号。

## 参考文献

- [1] 刘蓬蓬, 才谦, 史辑, 等. “中药炮制化学生物学”的提出及研究思路[J]. 中国中药杂志, 2025, 50(3): 833-839.
- [2] 王丽. 何首乌炮制后化学成分及药理作用分析[J]. 中国现代药物应用, 2020, 14(6): 229-231.
- [3] 黄洁. 不同炮制工艺对何首乌中成分含量的影响[J]. 智慧健康, 2022, 8(7): 121-123+127.
- [4] 任丽建, 裴莲花, 尹寿玉. 不同炮制工艺对何首乌中二苯乙烯苷含量的影响[J]. 华西药学杂志, 2007(3): 346-347.
- [5] 宋治荣, 王耀鹏, 燕玉奎, 等. “九蒸九晒”制何首乌过程中主要指标成分的变化规律研究[J]. 中国野生植物资源, 2024, 43(8): 46-49+56.
- [6] 周琳. 何首乌九蒸九晒炮制品的化学成分变化研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津中医药大学, 2023.
- [7] 李妍怡, 文海若, 王莹, 等. 黑豆汁拌蒸对何首乌中 24 种成分含量的影响[J]. 中国药物警戒, 2023, 20(6): 609-615.
- [8] 王雪婷, 杨建波, 高慧宇, 等. HPLC 法测定不同产地生何首乌和不同炮制工艺制首乌中顺(反)式二苯乙烯苷含量[J]. 中国药物警戒, 2023, 20(4): 383-387.
- [9] 郭志焯, 韩丽, 杨明, 等. 制何首乌中二苯乙烯苷对光和热的不稳定性[J]. 中成药, 2014, 36(11): 2280-2285.
- [10] 王硕, 钟凌云, 王卓, 等. 何首乌的肝毒性分析及炮制减毒研究[J]. 中华中医药学刊, 2023, 41(2): 231-237.
- [11] 邹利, 郑茜, 钟辉云, 等. 何首乌炮制减毒机制研究进展[J]. 保健医学研究与实践, 2024, 21(12): 147-152+160.
- [12] 邱海宝, 曲丽媛, 段志文, 等. 植物代谢组学在中药炮制中的应用[J/OL]. 中华中医药学刊, 1-16. <https://link.cnki.net/urlid/21.1546.r.20250425.1532.008>, 2025-09-30.
- [13] 刘振丽, 宋志前, 王超, 等. 何首乌炮制过程中结合型蒽醌含量与泻下作用变化的相关性分析[C]//中华中医药学会, 青海省中藏医药管理局, 青海省中医学学会. 现代化中药制剂发展与中药药理学研究交流会论文集. 北京: 中国中医科学院中医基础理论研究所, 2009: 197-200.
- [14] 么蕊, 郭鸿, 张晓书, 等. 制何首乌的炮制工艺、化学成分和药理活性研究进展[J]. 药学前沿, 2024, 28(11): 523-535.
- [15] 李润虹, 甘国兴, 龙国斌, 等. 复合辅料炮制何首乌对二苯乙烯苷和游离蒽醌的影响[J]. 中国民族民间医药, 2020, 29(13): 44-48.
- [16] 刘梦娇, 蒲俊安, 戴冰, 等. 何首乌“九蒸九晒”炮制工艺优选及对 L02 肝细胞生长的影响[J]. 中国中医药信息杂志, 2020, 27(4): 70-73.
- [17] 张宝虎. 何首乌有效物质的研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州师范大学, 2025.
- [18] 刘振丽. 何首乌炮制后化学成分的变化及中药中的 Maillard 反应[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国中医科学院, 2009.
- [19] 王娅, 闫丽娜, 孙甜甜, 等. 何首乌多糖的结构表征及其免疫调节活性研究[J]. 中草药, 2019, 50(10): 2290-2295.
- [20] 贾彬, 陈启文, 赖嘉敏, 等. 近红外光谱法快速检测何首乌炮制过程中多糖含量的研究[J]. 分析测试学报, 2024, 43(3): 481-488.
- [21] 黄绮敏, 陈洪璋, 张龙开. 制何首乌粗多糖含量测定方法的建立[J]. 中国食品工业, 2023(8): 77-79+71.
- [22] 辜冬琳, 王莹, 杨建波, 等. 何首乌多糖的提取分离与结构分析研究进展[J]. 中国药事, 2021, 35(10): 1166-1172.
- [23] 李旻, 吴彬, 黄丽凤. 何首乌与制何首乌中多糖及水溶性总糖的含量测定[J]. 四川中医, 2010, 28(10): 52-54.
- [24] 陈占科, 王淑美, 陈静, 等. 制何首乌多糖的超声提取工艺[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(19): 44-46.
- [25] 何钢, 颜军, 郭晓强, 等. 生何首乌多糖的单糖组成及清除羟自由基的活性测定[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2013, 49(4): 70-75.
- [26] 郑必胜, 唐芳勇. 何首乌多糖的研究进展[J]. 农产品加工(学刊), 2008(2): 29-32.
- [27] 刘思雨, 李敏, 唐瑜, 等. 何首乌肝损伤机制及减毒方法研究进展[J]. 中南药学, 2024, 22(4): 1008-1015.
- [28] 梁紫菡, 李佳慧, 程爽, 等. 何首乌致肝损伤的信号通路及其作用机制[J]. 临床肝胆病杂志, 2024, 40(3): 626-632.
- [29] 王卓, 钟凌云, 解杨, 等. 基于“生熟异用”何首乌的研究进展及其质量标志物(Q-Marker)的预测分析[J]. 中草药, 2022, 53(3): 882-897.
- [30] 杨建波, 高文博, 孙华, 等. 何首乌肝毒性物质基础研究进展[J]. 中国药物警戒, 2022, 19(6): 615-619.
- [31] 李丹丹, 汤响林, 龙隆, 等. 基于高内涵筛选技术研究生首乌和制首乌醇提物的肝毒性机制[J]. 中国药理学与毒

- 理学杂志, 2024, 38(增刊 1): 15-16.
- [32] 马致洁, 李晓菲, 吕晔, 等. 基于肝细胞毒价检测的何首乌炮制工艺比较研究[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(12): 2325-2329.
- [33] Lin, Y., Li, Y.M., Wu, P., *et al.* (2020) Chemical Ingredients, Mechanism and Prevention Strategy Relating to Hepatotoxicity of *Polygonum multiflorum*. *China Journal of Chinese Materia Medica*, **45**, 2954-2961.
- [34] 兰洁, 文海若, 黄芝瑛, 等. 何首乌蒽醌类单体成分致 HK-2 细胞毒性研究[J]. 中国药物警戒, 2023, 20(6): 616-622.
- [35] 谢道, 吴晨, 卢玲, 等. 何首乌及其炮制品的肝毒性研究[J]. 中药材, 2021, 44(3): 736-740.
- [36] Dong, L.H., Guo, P.P., Yan, W.Y., *et al.* (2017) Comparative Study on Hypolipidemic Effect of *cis*-2,3,5,4'-Tetrahydroxystilbene-2-O- $\beta$ -D-Glucoside and *Trans*-Isomer. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, **48**, 1819-1824.
- [37] 王莹, 文海若, 马双成. 基于高内涵筛选技术的何首乌肝毒性成分快速筛选[J]. 中国药物警戒, 2021, 18(4): 352-355, 360.
- [38] 孙萌, 于庆旺, 相婷, 等. 2,3,5,4'-四羟基二苯乙烯-2-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷对肝细胞 L02 的毒性及其机制[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2018, 32(4): 271-278.
- [39] 高丹, 李雪峰, 殷鹏, 等. 基于炮制减毒的首乌肝毒性成分初步研究[J]. 中草药, 2017, 48(10): 2044-2050.
- [40] 刘亚蕾, 高丹, 李雪峰, 等. 基于不同辅料炮制减毒的何首乌肝毒性成分初步研究[J]. 中草药, 2020, 51(2): 330-337.
- [41] 宋飞, 叶秋莹, 李拥军, 等. 主成分分析法评价不同产地加工方法对德庆何首乌质量的影响[J]. 广东药科大学学报, 2018, 34(4): 411-416.
- [42] 侯旭晖, 尹健, 杨松柏. 多维色谱技术在中药复杂成分分析中的应用进展[J]. 特产研究, 2024, 46(6): 165-172+177.
- [43] 杨建波, 汪祺, 王雪婷, 等. 基于植物代谢组学技术研究何首乌和制何首乌的差异性成分[J]. 中国药物警戒, 2022, 19(6): 615-619.
- [44] 姚佳敏, 孙巍, 熊皓舒, 等. 定量核磁共振技术在中药质量控制中的应用进展[J]. 中国现代中药, 2024, 26(6): 1099-1110.
- [45] 何秀娟, 王璇, 黄蓉, 等. 基于 UPLC-Q-TOF-MS 法分析何首乌不同炮制品化学成分及其抗衰老作用[J]. 中医药导报, 2025, 31(2): 35-40, 6.
- [46] 颜世伦. 制何首乌的化学成分研究[D]: [博士学位论文]. 天津: 天津大学, 2014.
- [47] 郑英, 李玮, 赵贵, 等. 基于过程控制的何首乌产地加工与炮制一体化方法分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(15): 29-35.