

炮制对巴戟天化学成分及药理作用影响的研究进展^Δ

白娜^{1*}, 付天义¹, 马亚乐¹, 王宸¹, 李红伟^{1,2}, 李凯^{1,2}, 康乐^{1,2}, 刘梦云^{1,2#} (1. 河南中医药大学药学院, 郑州 450046; 2. 河南省中药特色炮制技术工程研究中心, 郑州 450046)

中图分类号 R932; R283.1 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2026)13-1778-06

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2026.13.21



摘要 巴戟天为“四大南药”之一,临床上常用于治疗肾阳不足所致阳痿遗精、宫冷不孕、月经不调、少腹冷痛、风湿痹痛、筋骨痿软等。基于“生熟异治”原则,本文梳理不同炮制方法对巴戟天中化学成分及药理作用的影响。研究发现,炮制会对巴戟天糖类、环烯醚萜类及蒽醌类成分的含量和结构产生影响,进而调控其抗骨质疏松、调节免疫、抗疲劳、抗抑郁等药理作用,其中盐巴戟天在抗骨质疏松、增强免疫等方面表现突出。尽管目前研究已初步明确了巴戟天的主要化学物质成分及其药理作用特征,但炮制过程中成分的动态转化路径仍需进一步阐明,尤其是建立与炮制工艺关联的质量标志物体系,以实现炮制工艺的精准化和智能化发展。

关键词 巴戟天;炮制;化学成分;药理作用;生熟异治

Research progress on the effects of processing on the chemical constituents and pharmacological effects of *Morinda officinalis*

BAI Na¹, FU Tianyi¹, MA Yale¹, WANG Chen¹, LI Hongwei^{1,2}, LI Kai^{1,2}, KANG Le^{1,2}, LIU Mengyun^{1,2} (1. School of Pharmacy, Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China; 2. Henan Research Center for Special Processing Technology of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China)

ABSTRACT *Morinda officinalis* is one of the “Four Great Southern Medicines” and is commonly used in clinical practice to treat erectile dysfunction and nocturnal emissions caused by kidney yang deficiency, uterine cold infertility, menstrual disorders, low abdominal pain, rheumatism, and muscle and bone weakness. Based on the principle of “treating raw and cooked differently”, this article summarizes the effects of different processing methods on the chemical constituents and pharmacological effects of *M. officinalis*. Research has found that processing can affect the content and structure of sugars, iridoids, and anthraquinones in *M. officinalis*, thereby regulating its pharmacological effects such as anti-osteoporosis, immune regulation, anti-fatigue, and anti-depression. Among them, salt *M. officinalis* shows outstanding performance in anti-osteoporosis and enhancing immunity. Although previous studies have preliminarily elucidated the major chemical constituents of *M. officinalis* and their pharmacological characteristics, the dynamic transformation paths of constituents during the processing remain to be further clarified, especially the establishment of a quality marker system associated with the processing technology, to achieve the precision and intelligent development of the processing.

KEYWORDS *Morinda officinalis*; processing; chemical constituents; pharmacological effects; treating raw and cooked differently

巴戟天,四大南药之一,为茜草科植物巴戟天 *Morinda officinalis* How 的干燥根,道地产区为广东肇庆。其性微温,味甘、辛,归肾、肝经;传统功效为补肾阳、强筋骨、祛风湿,临床上常用于治疗肾阳不足所致阳

痿遗精、宫冷不孕、月经不调、少腹冷痛、风湿痹痛、筋骨痿软等^[1]。在中药理论与实践,“生熟异治”是一项极具特色的用药原则,即同种药材在生品和炮制品状态下,其药性、功效及应用范围存在显著差异,能够针对不同病症发挥不同的治疗效果。这一原则在巴戟天上得到充分体现:生品偏于补肝肾而祛风湿,而经盐制后,其甘温补益之性增强,长于补肾助阳^[2]。因此,炮制不仅是加工过程,更是通过改变药效物质基础以提升临床疗效、缓和毒副作用的重要环节。

Δ 基金项目 国家自然科学基金项目(No.82404865);河南省高校科技创新团队支持计划(No.26IRTSTHN018)

* 第一作者 硕士。研究方向:中药炮制技术。E-mail: banana202507@163.com

通信作者 讲师,博士。研究方向:中药饮片炮制及其质量标准。E-mail: liumengyun218@163.com

目前,有关巴戟天的研究主要集中于化学成分与药理作用等方面,而关于其炮制过程中功效发生变化的机制尚未明确。笔者通过系统整合现有研究成果,旨在梳理炮制过程中巴戟天化学成分的动态变化,剖析炮制对其药理作用的影响,为其炮制工艺优化、临床精准用药提供理论参考。

1 巴戟天的主要化学成分及其药理作用

巴戟天的化学成分复杂,主要包括糖类、环烯醚萜类、蒽醌类、氨基酸及微量元素等,上述成分是其发挥药理作用的物质基础。

1.1 糖类成分

巴戟天中糖类成分含量最高,可分为单糖、多糖和低聚糖。其中多糖结构较为复杂,主要由葡萄糖、果糖、半乳糖和阿拉伯糖等单糖构成,具有调节免疫、抗骨质疏松、抗炎、抗氧化、抗疲劳等作用^[9]。低聚糖按结构分为菊粉型(inulin型)寡糖和果果型(inulo型)寡糖。巴戟天中低聚糖以inulin型寡糖为主,主要含有蔗糖、耐斯糖、菊粉六糖等^[4],具有抗抑郁、抗疲劳、改善生殖功能、增强免疫、改善心功能、神经保护等作用。

1.2 环烯醚萜类成分

环烯醚萜类成分在巴戟天中多以环烯醚萜苷的形式存在,主要化学成分包括水晶兰苷、车叶草苷、车叶草苷酸、去乙酰车叶草苷酸等^[5],具有抗疲劳、抗炎、镇痛、骨保护等作用。该类成分中的京尼平苷酸及其衍生物、去乙酰车叶草苷酸衍生物亦可通过抑制炎症因子的表达发挥抗炎作用^[6]。

1.3 蒽醌类成分

巴戟天中的蒽醌类成分主要包括甲基异茜草素、甲基异茜草素-1-甲醚、1,8-二羟基蒽醌、2-羟基-3-甲基蒽醌、2-羟甲基蒽醌、2-羟甲基-3-羟基蒽醌、2-羟基-1-甲氧基蒽醌、3-羟基-1,2-二甲氧基蒽醌等^[7-8]。该类成分多以单蒽醌为母核,母核上连接甲基、甲氧基、羟基、羟甲基等取代基团,具有泻下、抗菌、抗氧化、降血糖、抗肿瘤、调节骨代谢等多种生物活性;但其在巴戟天中整体含量较低,多协同其他活性成分发挥药理作用^[9-11]。

1.4 氨基酸及微量元素

巴戟天中的氨基酸可分为游离氨基酸和结合氨基酸,二者均以谷氨酸和脯氨酸含量较高^[12]。巴戟天中微量元素以锰(Mn)、铁(Fe)、锌(Zn)、铜(Cu)为主,此类成分虽不是作用于特定疾病靶点的核心活性物质,但其对维持机体稳态、协同增效具有不可或缺的作用^[13]。例如,在巴戟天促进骨形成的过程中,脯氨酸和甘氨酸是合成胶原蛋白的必需氨基酸,而高含量的Mn可通过调

节成骨细胞与破骨细胞的平衡,间接为骨形成创造有利的微环境^[13]。

2 巴戟天的主要炮制方法

巴戟天始载于《神农本草经》,炮制历史悠久,炮制方法多样,传统炮制方法包括净制、炒制、药汁制、酒制、盐制等,在此基础上逐步形成以酒制(增效)、盐制(引药入肾)、甘草制(缓和药性)为核心的传统炮制体系^[14]。巴戟天的主要炮制品以《中国药典》收录的品种为代表,包括以下3种:巴戟肉(取净巴戟天,照蒸法蒸透,趁热除去木心,切段,干燥)、盐巴戟天(取净巴戟天,照盐蒸法蒸透,趁热除去木心,切段,干燥)、制巴戟天(取甘草,捣碎,加水煎汤,去渣,加入净巴戟天拌匀,照煮法煮透,趁热除去木心,切段,干燥;每100 kg巴戟天,用甘草6 kg)^[1]。此外,酒巴戟天亦为临床常用品种,在河南、福建、广东等省份的省级中药饮片炮制规范中均有收载^[14]。

3 炮制对巴戟天化学成分的动态影响

3.1 炮制对巴戟天糖类成分的影响

炮制对巴戟天糖类成分的影响,不仅在于其总糖、单糖及二糖含量的增减变化,更在于其构型的转变和新化学成分的生成。巴戟天炮制(盐巴戟天、巴戟肉)后可新生成8个未知成分(X1~X8),其中X2~X5经分离鉴定为果果三糖至果果六糖,属于inulo型寡糖。该转化过程受温度、pH条件的影响,当温度高于80℃时,可生成inulo型寡糖^[15]。与寡糖类成分已明确揭示的“inulin型向inulo型转化”规律不同,目前关于炮制影响巴戟天多糖的研究较少,现有研究多集中在盐巴戟天上。从盐巴戟天中分离纯化得到的多糖SMP-4,与巴戟天多糖结构不同,该多糖由葡萄糖、阿拉伯糖、甘露糖、半乳糖、木糖、核糖、鼠李糖构成,具有良好的免疫活性^[16];分离纯化得到的中性多糖MOP-D2N1,由葡萄糖、阿拉伯糖、半乳糖、鼠李糖构成,是治疗骨质疏松的潜在药物^[17]。

3.2 炮制对巴戟天环烯醚萜类成分的影响

环烯醚萜类是巴戟天的特征性活性成分。该类成分在炮制过程中同样呈现出明确的转化规律。例如,水晶兰苷和去乙酰车叶草苷酸是巴戟天中含量居前2位的环烯醚萜苷,二者互为同分异构体,在中性、偏碱性条件下性质稳定;但在酸性条件下,水晶兰苷会脱水重排生成结构更稳定的去乙酰车叶草苷酸^[18]。巴戟天蒸制后会生成新的化学成分——环烯醚萜苷衍生物,此类糖基化环烯醚萜苷在巴戟天中几乎未检出,但在炮制品中含量较高,推测其为蒸制过程中寡糖降解生成的大量单糖与环烯醚萜苷发生糖基化加成反应所产生的^[19]。

3.3 炮制对巴戟天蒽醌类成分的影响

炮制对巴戟天中蒽醌类成分的影响,主要表现为结合型蒽醌向游离型蒽醌的转化。结合型蒽醌具有一定的泻下作用,这与巴戟天作为补益药的临床功效相悖。巴戟天经炮制后,其中的结合型蒽醌含量降低,游离型蒽醌含量升高,这可能是因为炮制过程中的加热处理引发结合型蒽醌的糖苷键断裂,转化生成游离型蒽醌,进而改变了其药理活性^[20]。不同炮制辅料、加热温度与炮制时间均会影响巴戟天中蒽醌类成分的含量。以甲基茜草素-1-甲醚为代表的茜草素型蒽醌,是巴戟天生品的特征性蒽醌类成分,盐制条件下该成分表现出增溶现象,随着炮制时间的延长,其含量逐渐降低;甘草制条件下该成分含量亦明显降低,但总蒽醌含量却显著升高,提示甘草可能促进了结合型蒽醌向游离型蒽醌的转化^[21]。

3.4 炮制对巴戟天中氨基酸的影响

炮制对巴戟天中氨基酸的影响,主要体现在游离氨基酸的含量变化上,且这种变化与炮制方法(尤其是加热方式与辅料)密切相关。蒸制(酒蒸、盐蒸)或甘草制后,巴戟天中游离氨基酸含量与生品相比基本不变或增加,炒制(盐炒、酒炒)后则显著降低^[22],提示高温炒制可能加剧氨基酸的美拉德反应或热分解,导致其含量降低。辅料与不同加热方式联用可对巴戟天中氨基酸起到保护或促溶作用,但具体机制尚待进一步研究。

4 炮制对巴戟天药理作用的影响

4.1 炮制对抗骨质疏松作用的影响

骨质疏松症是一种以骨量减少、骨微结构破坏、骨脆性增加为主要特征的代谢性骨病,其核心病理机制为骨代谢稳态失衡,表现为破骨细胞的骨吸收作用超过成骨细胞的骨形成作用。巴戟天作为传统补肾壮阳要药,其补肝肾、强筋骨的功效与抗骨质疏松作用密切相关。现代药理研究证实,巴戟天及其活性成分具有确切的抗骨质疏松作用,其机制主要归为3类:促进成骨、抑制破骨、调节骨髓间充质干细胞向成骨/成脂分化^[23]。然而,巴戟天经不同方法炮制后,其化学成分发生改变,抗骨质疏松作用亦有差异,且不同炮制品在抗骨质疏松方面的作用特点和优势各有侧重。

目前,关于盐巴戟天抗骨质疏松方面的研究最为深入。盐制可增强巴戟天温补肾阳、强筋骨的功效^[2]。从盐巴戟天中分离获得的中性多糖MOP-D2N1被证实具有显著的抗骨质疏松活性:在地塞米松诱导的骨质疏松小鼠模型中,MOP-D2N1连续给药9周能显著增加骨皮质厚度、矿化骨面积和成骨细胞数量,同时减少皮质骨表面的破骨细胞数量,改善骨代谢稳态失衡状态^[17]。酒

巴戟天的抗骨质疏松作用亦受到广泛关注。巴戟天寡糖中D-果糖、蔗糖、1-蔗果三糖、耐斯糖等的含量较酒巴戟天寡糖更高,而酒巴戟天寡糖中D(+)-无水葡萄糖的含量更高,二者针对环磷酸腺苷诱导的骨质疏松小鼠模型均表现出较好的抗骨质疏松及改善氧化应激作用,但巴戟天寡糖改善血清中丙二醛水平更显著,酒巴戟天寡糖在改善谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)水平上更为明显^[24]。由此推测,炮制所致的寡糖差异可能通过不同抗氧化途径影响巴戟天的抗骨质疏松作用。

4.2 炮制对调节免疫作用的影响

免疫系统是机体抵抗病原体入侵、维持内环境稳态的重要屏障,其功能异常与多种疾病的发生发展密切相关。巴戟天传统功效为补肾助阳、强筋健骨,而“藏肾精”与“卫外”功能在中医药理论中与机体免疫防御有着内在联系。现代药理研究证实,巴戟天具有良好的免疫增强作用,其活性成分主要包括多糖和寡糖两大类。巴戟天多糖能通过促进淋巴细胞增殖、增强巨噬细胞吞噬能力以及调节细胞因子分泌等途径发挥免疫增强作用^[25];巴戟天寡糖则能显著增强小鼠脾细胞增殖能力和抗体形成细胞数量,对免疫功能具有明确的增强作用^[26]。

在巴戟天的多种炮制品中,盐巴戟天的免疫增强作用更为突出。盐制作为引药入肾的传统炮制方法,不仅增强了巴戟天温补肾阳的功效,也显著提升了其免疫调节活性。巴戟天生品与炮制品(巴戟肉、盐巴戟天)均能显著改善环磷酸腺苷诱导的小鼠模型的免疫低下状态,提升其血清中细胞因子水平和胸腺指数、脾脏指数、CD4⁺/CD8⁺比值,且盐巴戟天组各指标的改善效果均优于巴戟肉组,提示盐制后巴戟天的免疫增强作用更为显著^[27]。在细胞免疫层面,巴戟天生晒品组与巴戟天盐制品组均能提高血浆中超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)及GSH-Px水平,并促进淋巴细胞转化^[28]。在分子层面,从盐巴戟天中分离纯化得到的多糖SMP-4被证实具有显著的免疫活性,能促进RAW264.7巨噬细胞分泌肿瘤坏死因子 α 和白细胞介素1 β ^[16]。

4.3 炮制对抗疲劳的影响

疲劳是一种复杂的生理状态,其发生涉及能量耗竭、代谢产物堆积及氧化应激等多种病理生理机制。巴戟天具有确切的抗疲劳作用,其机制与提高机体糖原储备、减少运动过程中乳酸及尿素氮的积累、增强抗氧化酶活性、减轻氧化应激损伤以及改善能量代谢有关。从巴戟天醇提物中分离得到的3个环烯醚萜苷单体化合物在体内实验中均表现出显著的抗疲劳作用^[29]。进一步

的药效相关性分析表明,环烯醚萜类成分与抗疲劳作用的相关性最为突出,其中水晶兰苷不仅相关性较强,还在总环烯醚萜成分中含量占比最大,可将其作为巴戟天抗疲劳的特征性成分^[30]。此外,巴戟天多糖亦被证实具有抗疲劳作用,可显著延长小鼠负重游泳力竭时间,降低其血清中尿素氮和血乳酸水平,提高肝糖原含量^[31]。

环烯醚萜类成分作为巴戟天抗疲劳的关键药效物质基础,其含量、组成及体内吸收过程皆受炮制方法的影响。巴戟天经不同方法炮制后,除车叶草苷含量升高外,水晶兰苷、去乙酰车叶草苷酸、车叶草苷酸含量均降低^[32],但总环烯醚萜含量变化不明显^[33],即炮制对巴戟天中环烯醚萜类单体成分影响显著,而对总量影响不大。在体内吸收过程方面,甘草炮制可显著促进巴戟天中环烯醚萜类成分的肠道吸收,且该促进效应表现出明显的时间和剂量依赖性^[34];盐巴戟天中水晶兰苷的主要吸收部位为空肠,而去乙酰车叶草苷酸的主要吸收部位为回肠,二者在肠道吸收分布上存在区域差异^[35]。尽管上述研究明确了炮制对巴戟天中环烯醚萜类成分含量与吸收过程的影响,但这些影响能否增强抗疲劳作用,目前尚缺乏直接的药理学证据。现有研究多聚焦于炮制对成分变化的影响,而较少关注炮制所致成分变化与抗疲劳作用之间的内在联系,二者之间的量效关系和内在机制仍有待深入探讨。

4.4 炮制对抗抑郁作用的影响

巴戟天在多种经典抑郁动物实验或模型(如小鼠悬尾实验、强迫游泳实验、获得性无助模型及慢性应激模型)中均表现出显著的抗抑郁作用,其中巴戟天寡糖是其主要抗抑郁物质基础^[36]。巴戟天寡糖已获国家药品监督管理局批准用于轻、中度抑郁症的临床治疗。目前从巴戟天中分离得到的抗抑郁活性成分主要包括琥珀酸、耐斯糖、1F-果呋喃糖基耐斯糖等寡糖类化合物,其中耐斯糖也常被用作巴戟天药材质量控制的指标性成分^[37]。已有研究证实,不同炮制方法对巴戟天中耐斯糖含量影响较大,耐斯糖含量由高到低依次为:润法>煮法>清蒸法>盐蒸法>泡后蒸发>泡法;值得注意的是,以加热和浸泡为核心环节的炮制方法可能造成耐斯糖等寡糖成分的严重流失^[38]。在此基础上,有研究以盐制后巴戟天中耐斯糖含量为评价指标,采用均匀设计法考察盐水浓度、浸泡时间及蒸制时间3个因素对炮制工艺的影响,筛选得到了巴戟天的最佳盐制工艺参数,同时发现盐制可增强巴戟天的健脑作用,而健脑作用与抗抑郁作用在神经保护、认知功能改善等方面存在重叠,这一结果为盐制工艺可能间接影响巴戟天抗抑郁药效提供了初步线索^[39]。

4.5 炮制对抗炎与抗氧化作用的影响

炎症是机体在遭受损伤或感染时产生的一种防御性反应,适当的炎症反应有助于清除病原体,提高机体的免疫力,但过度或持续的炎症反应可能导致多种疾病的发生发展。氧化应激是指机体内SOD等自由基的产生与抗氧化系统之间失衡,过量的自由基攻击生物大分子进而造成组织损伤。炎症与氧化应激常相互影响,共同参与多种病理过程。在抗炎方面,巴戟天及其活性成分(多糖^[40]、寡糖^[41]、萜醌类等^[42])可通过抑制核因子 κ B、丝裂原激活的蛋白激酶通路,下调促炎因子及炎症相关酶的表达和活性,减少一氧化氮和前列腺素2的过量生成,发挥抗炎作用;此外,巴戟天中环烯醚萜类成分同样也具有抗炎镇痛作用,能够显著降低类风湿性关节炎模型大鼠的关节炎指数^[43]。在抗氧化方面,巴戟天多糖能提高衰老模型小鼠血浆、肝、心和脑中SOD的活性,降低丙二醛的含量^[44];巴戟天中环烯醚萜类成分能够诱导溶酶体触发自噬,进而缓解氧化应激损伤^[45]。萜醌类、多糖类、环烯醚萜类及寡糖类等多种成分共同构成了巴戟天抗炎与抗氧化的物质基础。

不同炮制与提取方法对巴戟天化学成分的含量与组成影响显著,使其抗炎、抗氧化药理活性呈现明显差异:在抗炎作用上,盐巴戟天的抗炎效果优于巴戟天、巴戟肉、制巴戟天,巴戟天中正丁醇及乙酸乙酯萃取部位的抗炎作用强于总多糖和剩余水相部位^[46];在抗氧化作用上,巴戟天生品与炮制品均有一定的抗氧化活性,巴戟天及其不同炮制品的乙酸乙酯提取部位清除自由基能力最强,总多糖部位清除自由基能力较强,剩余水相部位还原铁离子能力最强^[47]。

5 结语与展望

巴戟天经不同方法炮制后,其化学成分与药理作用均发生较大改变。在化学成分方面,炮制对寡糖类成分的影响最为显著,生品以inulin型寡糖为主,炮制后可生成inulo型寡糖,这种变化在盐巴戟天和巴戟肉中更为明显;环烯醚萜类成分同样受炮制影响,如水晶兰苷炮制后含量降低,在特定环境下会转化为去乙酰车叶草苷酸;萜醌类成分炮制后主要表现为结合型萜醌向游离型萜醌的转化。在药理作用方面,巴戟天生品与炮制品的药理作用存在差异,盐制可增强巴戟天的抗骨质疏松和免疫调节活性,这可能与炮制后新生成的化学成分在抗骨质疏松和增强免疫作用方面更具优势有关;目前直接考察炮制方法对巴戟天抗疲劳及抗抑郁药效影响的相关研究较少,但现有研究表明,炮制可显著提升其药效关键活性成分耐斯糖的含量,这可间接推测巴戟天炮制品的上述药理作用较生品更为突出。

目前,关于巴戟天炮制品化学成分与药理作用的相关研究虽已取得一定进展,但针对炮制方法的研究仍存在诸多薄弱环节:(1)巴戟天传统炮制过程中化学成分的动态转化路径尚不清晰。现有研究多集中于炮制品与生品化学成分的对比,缺乏对炮制过程中化学成分实时变化的追踪,亟待运用代谢组学、高通量质谱等前沿技术,结合AI驱动的机器学习模型,构建实时追踪炮制过程中温度、时间、辅料浓度等工艺参数与化学成分转化之间的关系网络。通过AI模型预测关键活性成分在不同炮制条件下的动态变化,确定其达峰时间与温度,进而实现炮制工艺的精准优化。同时,引入电子鼻、电子舌技术,客观评价炮制过程中的气味变化,通过AI算法将这些感官数据与化学指纹图谱关联,弥补传统炮制中依靠主观判断色泽、气味等指标的不足。(2)对于“盐制入肾”“甘草调和”等传统炮制理论,尽管巴戟天的临床疗效已得到验证,但其炮制品在体内靶点调控及肠道菌群干预方面的作用机制仍有待深入研究。需利用网络药理学结合AI算法对炮制前后的化学成分进行靶点预测,并利用已知的“入肾”机制,筛选出可能调控肾上腺皮质激素代谢或改善血液循环的关键靶点,通过构建“成分-靶点-功效”网络,系统解释“盐制入肾”或“甘草调和”的机制。(3)巴戟天质量控制缺乏肠道微生态层面药效佐证依据。可利用AI进行肠道菌群代谢组学关联分析,通过机器学习模型(如随机森林)分析炮制前后巴戟天提取物对肠道菌群丰度的影响,找出与功效(如补肾壮阳)高度相关的菌群,通过构建“菌群丰度-代谢产物-药效”的关联网络,为炮制工艺提供微生物组学层面的科学依据。(4)巴戟天及其炮制品的“质量标志物”缺乏统一标准。现行的质量控制标准多基于感官或单一化学指标,难以全面反映药效成分与生物效应之间的关系。因此,有必要建立以“药效成分-生物效应”为核心的双维度质量控制体系。可借助AI模型对代谢组学筛选得到的关键质量标志物与网络药理学预测的药效靶点进行匹配,预测这些标志物与药效的相关性;同时结合电子鼻、电子舌的感官分析,实现炮制工艺的精细化、标准化管控;并通过智能制造技术实现炮制过程的实时监测与自动化控制,以确保不同批次巴戟天炮制品的药效稳定与质量均一。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 2025年版. 北京:中国医药科技出版社,2025:85-86.

[2] 崔妮,史辑,贾天柱. 巴戟天不同炮制品补肾壮阳作用的比较研究[J]. 中国中药杂志,2013,38(22):3898-3901.

[3] 沈杰,马恩耀,赵志敏,等. 巴戟天多糖的提取、分离及生

物活性研究进展[J]. 中药新药与临床药理,2020,31(2):246-250.

[4] 冯峰,王羚郦,赖小平,等. 巴戟天寡糖研究[J]. 中药材,2012,35(8):1259-1262.

[5] 王丽丽,崔庆艳,张素中,等. 一测多评法测定不同产地巴戟天中4种环烯醚萜含量[J]. 天然产物研究与开发,2021,33(5):784-790.

[6] Jiang Y, Chen L, Zeng J, et al. Anti-inflammatory monoterpenes from *Morinda* (*Morinda officinalis* How) [J]. *Phytochemistry*, 2024, 220:114034.

[7] Huyen L T, Thi Hien N, Viet Duy Anh N, et al. A new iridoid glucoside from the roots of *Morinda officinalis* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2023, 25(12):1223-1228.

[8] Xu Y J, Yang X X, Zhao H B. 3-Hydr-oxy-1,2-dimethoxy-anthraquinone[J]. *Acta Crystallogr Sect E Struct Rep Online*, 2009, 65(Pt 7):o1524.

[9] 彭东,罗志锋,陶倩,等. 发酵巴戟天中蒽醌提取及其抗氧化与降血糖活性[J]. 食品工业科技, 2022, 43(7):214-223.

[10] 杨振民,欧亚非,伊勇涛,等. 巴戟天中蒽醌类化合物及生物活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2019, 31(1):87-92.

[11] 何玉琼. 巴戟天环烯醚萜苷及蒽醌类成分调节骨代谢的作用及机制研究[D]. 上海:中国人民解放军海军军医大学,2019:9-57.

[12] 杨欣,李咏梅,黎行山,等. 广东道地药材巴戟天中17种氨基酸含量分析研究[J]. 中医药导报,2018,24(22):45-48,73.

[13] 罗盛旭,李金英,胡广林,等. 巴戟天中微量元素的形态分析[J]. 时珍国医国药,2008,19(12):3016-3019.

[14] 李嘉俊,黄燕秋,赵斌,等. 巴戟天炮制历史沿革及现代研究[J]. 现代中医药,2024,44(5):10-15.

[15] 刘梦云. 基于质量标志物(Q-marker)的巴戟天炮制品寡糖变化规律及质量标准研究[D]. 广州:广州中医药大学,2022: I -IV.

[16] 赖岚玉,罗志锋,朱思阳,等. 盐制巴戟天多糖结构表征及其免疫活性[J]. 现代食品科技,2023,39(2):197-204.

[17] Lai H F, Liang Y J, He L S, et al. Structural characterization of *Morinda officinalis* How polysaccharide and its anti-osteoporotic effects via oxidative stress modulation [J]. *Int J Biol Macromol*, 2025, 319:145616.

[18] 王玉磊,黄世敬,迟德军,等. 巴戟天中主要环烯醚萜苷的稳定性研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(21):65-68.

[19] Kang L P, Zhang Y, Zhou L, et al. Structural characterization and discrimination of *Morinda officinalis* and proces-

- ing *Morinda officinalis* based on metabolite profiling analysis[J]. *Front Chem*, 2021, 9:803550.
- [20] 陈美燕,郭素华,高佳,等. 炮制方法对南靖巴戟天蒽醌含量的影响[J]. *实用中医药杂志*, 2009, 25(12):840-841.
- [21] 李倩,朱水娣,刘硕,等. 炮制对巴戟天中蒽醌类成分的影响[J]. *中成药*, 2015, 37(6):1284-1288.
- [22] 吴祎,陈地灵,林励,等. 常用炮制方法对巴戟天中游离氨基酸成分的影响[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(19):105-108.
- [23] 杨小龙,蒋欣,张泽臣,等. 中药巴戟天抗骨质疏松症作用机制的研究进展[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2024, 30(7):1056-1059, 1066.
- [24] 庄文德,钟诚,陈浩彦,等. 不同炮制方法的巴戟天寡糖对骨质疏松模型雄性小鼠氧化应激和股骨组织形态的影响[J]. *中草药*, 2022, 53(17):5409-5416.
- [25] Yao M X, Deng Y, Zhao Z M, et al. Selenium nanoparticles based on *Morinda officinalis* polysaccharides: characterization, anti-cancer activities, and immune-enhancing activities evaluation *in vitro*[J]. *Molecules*, 2023, 28(6):2426.
- [26] 徐超斗,张永祥,杨明,等. 巴戟天寡糖的促免疫活性作用[J]. *解放军药学报*, 2003, 19(6):466-468.
- [27] 魏晓峰,王佳,任晓航,等. 巴戟天生、制品对免疫抑制小鼠免疫功能的影响[J]. *中药材*, 2019, 42(3):545-548.
- [28] 郭重仪,黄萍,区海燕,等. 不同炮制方法的巴戟天对小鼠抗氧化及细胞免疫功能的影响[J]. *中国现代药物应用*, 2009, 3(20):40-42.
- [29] 詹积,徐德平. 巴戟天抗疲劳功效成分的研究[J]. *天然产物研究与开发*, 2019, 31(6):995-1000.
- [30] 何华红,伍良涌,许俊豪,等. 传统南药巴戟天抗疲劳组分与药效关系研究[J]. *今日药学*, 2024, 34(8):572-577.
- [31] Zhang H L, Li J, Li G, et al. Structural characterization and anti-fatigue activity of polysaccharides from the roots of *Morinda officinalis*[J]. *Int J Biol Macromol*, 2009, 44(3):257-261.
- [32] 杨楠,李正磊,孙志猛,等. 不同炮制品及不同产地巴戟天中4种环烯醚萜类成分的含量测定[J]. *中药材*, 2018, 41(7):1668-1671.
- [33] 李正磊,杨楠,蒋思怡,等. 不同产地巴戟天及不同炮制品中总环烯醚萜的含量测定[J]. *湖北中医药大学学报*, 2019, 21(5):38-41.
- [34] 张清华. 采用外翻肠囊法研究甘草炮制对巴戟天中环烯醚萜类成分吸收特征的影响[D]. 福州:福建中医药大学, 2018: VI.
- [35] 华悦,魏晓峰,李喆,等. 盐巴戟天有效成分在体肠灌流研究[J]. *中国中医药信息杂志*, 2021, 28(9):105-110.
- [36] 和梦杰,戴雪伶,霍清,等. 巴戟天寡糖抗抑郁作用机制的研究进展[J]. *中国比较医学杂志*, 2024, 34(8):107-114.
- [37] 崔承彬,杨明,姚志伟,等. 中药巴戟天中抗抑郁活性成分的研究[J]. *中国中药杂志*, 1995(1):36-39, 62-63.
- [38] 陈娥,周灿,廖莎,等. 不同炮制去心法对巴戟天耐蔗糖含量的影响[J]. *湖南中医药大学学报*, 2016, 36(4):31-33.
- [39] 阙海峰. 巴戟天盐制工艺优选及盐制前后健脑作用比较研究[D]. 广州:广州中医药大学, 2019: I - II.
- [40] 张赞,戴晶怡,蔡红宣,等. 巴戟天多糖对炎症微环境牙周膜成纤维细胞FN及FN-EDA表达的影响[J]. *上海口腔医学*, 2024, 33(2):123-129.
- [41] 程亮星. 巴戟天寡糖对大鼠子宫缺血再灌注损伤的抗氧化作用[J]. *中医研究*, 2018, 31(7):68-70.
- [42] Luo H, Wang Y, Qin Q Y, et al. Anti-inflammatory naphthoates and anthraquinones from the roots of *Morinda officinalis*[J]. *Bioorg Chem*, 2021, 110:104800.
- [43] 沈焱,孙艺琦,李鹤鸣,等. UPLC-Q-TOF-MS代谢组学探讨巴戟天环烯醚萜苷抗类关节炎及并发骨丢失的机制[J]. *中国中药杂志*, 2024, 49(2):453-460.
- [44] 刘霄. 巴戟天多糖的降血糖和抗氧化作用研究[J]. *中药材*, 2009, 32(6):949-951.
- [45] Wang Y Y, Ni J C, Zhao Y Q, et al. Iridoid glycosides from *Morinda officinalis* induce lysosomal biogenesis and promote autophagic flux to attenuate oxidative stress[J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2024, 26(5):562-574.
- [46] 史辑,崔妮,贾天柱. 巴戟天不同炮制品及提取部位抗大鼠佐剂性关节炎的比较研究[J]. *中药材*, 2015, 38(8):1626-1629.
- [47] 史辑,黄玉秋,范亚楠,等. 巴戟天不同炮制品抗氧化作用比较研究[J]. *医学研究杂志*, 2017, 46(1):42-45.

(收稿日期:2026-02-15 修回日期:2026-06-22)

(本文责编:邹丽娟)