

党参“辨状论质”的科学内涵与其品质成因解析

李静雯¹, 李婷婷¹, 李富云², 罗文蓉^{3*}, 杨扶德^{1*}

1. 甘肃中医药大学 药学院, 甘肃 兰州 730000

2. 甘肃中医药大学附属医院 药学部, 甘肃 兰州 730020

3. 甘肃省中医院 药学部, 甘肃 兰州 730050

摘要: 党参作为我国药食同源中药材之一, 临床与使用开发用量巨大, 针对其开展质量评价研究意义重大。“辨状论质”作为凝聚历代医药学家实践经验与智慧的质量评价方法, 具有独特的参考价值。通过对党参“辨状论质”理论的本草考证、党参状-质相关性分析的现代研究及其品质成因进行综述, 为党参质量评价的现代研究提供参考。

关键词: 党参; 辨状论质; 品质评价; “状-质”关联; 质量评价方法

中图分类号: R282 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2026)18-7488-13

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2026.18.034

Scientific implications of “distinguishing characteristics and assessing quality” in *Codonopsis Radix* and analysis of its quality determinants

LI Jingwen¹, LI Tingting¹, LI Fuyun², LUO Wenrong³, YANG Fude¹

1. College of Pharmacy, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

2. Department of Pharmacy, Affiliated Hospital of Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730020, China

3. Department of Pharmacy, Gansu Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730050, China

Abstract: As one of China's medicinal herbs with dual food and medicinal properties, *Codonopsis Radix* sees extensive clinical practice and industrial development, making quality evaluation research critically important. The “quality assessment through morphological analysis” methodology, which synthesizes the practical experience and wisdom of generations of medical experts, holds unique reference value. This paper reviews the herbal textual research of the “quality assessment through morphological analysis” theory for *C. pilosula*, modern research on the correlation between its morphological features and quality, and the determinants of its quality. This review aims to provide a reference for contemporary research on the quality evaluation of *Codonopsis pilosula*.

Key words: *Codonopsis Radix*; quality assessment through morphological analysis; quality evaluation; form-quality correlation; quality evaluation methods

党参为桔梗科植物党参 *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.、素花党参 *C. pilosula* Nannf. var. *modesta* (Nannf.) L. T Shen 或川党参 *C. tangshen* Oliv.的干燥根, 性味甘、平, 归脾、肺二经, 具有健脾益肺、养血生津的功效^[1]。现代药理研究表明党参具有增强机体免疫功能、改善消化系统、抗炎、抗肿瘤、调节心脑血管系统及抗衰老等多种药理作

用, 可用于治疗慢性低血压、高脂血症、慢性贫血、急性高原反应、高原红细胞增多症、功能失调性子宫出血及糖尿病并发症等多种疾病^[2-5]。近年来, 伴随国家大健康战略的推行, 党参凭借其独特的临床疗效与保健作用备受关注。党参品质评价是保证其临床药效的关键, 而党参品质受生长环境、栽培技术、加工方式等多种因素影响。目前, 党参质量标

收稿日期: 2026-03-02

基金项目: 国家药品监督管理局中药材及饮片质量控制重点实验室项目 (2024GSMPA-KL/5); 2025 年度甘肃省药品监管科学研究项目 (2025GSMPA072); 甘肃高等学校产业支撑计划项目 (2021CYZC-40); 甘肃省重点研发计划-社会发展类 (23YFFA0069); 甘肃省中医药研究中心开放课题 (zyzx-2023-10)

作者简介: 李静雯, 硕士研究生, 研究方向为中药鉴定与质量评价。E-mail: lijingwen75@163.com

***通信作者:** 杨扶德, 教授, 博士研究生导师。E-mail: gszyyfd@163.com

罗文蓉, 主任中药师。E-mail: gszyylwr@163.com

准主要聚焦于主观评价(如性状鉴别、显微特征及理化反应等基础指标),对药效物质基础的化学成分群、生物活性关联评价等内在质量维度缺乏系统性的评价规范,内在品质评价方面尚存一定局限^[3,6]。

历代本草学家通常根据中药的形状、大小、色泽、表面特征、质地、断面特征及气味等性状来判别其真伪优劣,谢宗万先生将其归纳为“辨状论质”^[7],此概念也被视为中药传统质量评价的精髓。现代研究表明,药材的外部性状特征(色、形、气、味)与其内在品质存在关联,可在一定程度上体现其内在品质的优劣。随着电子感官等现代科学技术的引入,进一步突破了传统方法“主观、难量化、无标准”的瓶颈,让“辨状论质”成为衔接传统经验与现代标准的核心桥梁,尤其是在划分中药材商品等级与质量评价中,更是发挥着不可替代的作用^[8-9]。近年来,大量学者以“辨状论质”为纲,对党参外观性状与化学成分间的量化关系也进行了系统解析,本文通过查阅相关文献,论述党参“辨状论质”与品质成因的相关研究进展,为系统性建立党参质量评价方法提供参考。

1 党参的品质内涵

阐明党参“辨状论质”科学内涵的关键在于科学评价其品质。《中国药典》2025 年版中党参的质量控制标准未收录含量测定项。由于中药材的化学成分多、靶点多,未明确中药发挥药效的有效成分或指标成分,很难评价党参的整体品质价值。党参作为一种药食同源中药材,具有多种临床药效与保健作用。因此,整合药物代谢动力学与药效学的研究方法是揭示党参品质内涵的关键切入点。目前,探究党参外观形态-化学成分-药理作用间关联的研究较少,应深入研究党参药理作用,基于多重指标预测其品质优劣,以期全面阐释党参外观形态-化学成分-药理作用的内涵联系。

刘昌孝院士 2016 年提出了质量标志物(quality marker, Q-Marker)用于中药质量控制^[10]。据报道^[11-13],党参炔苷、党参苷 I、管花党参碱 A、党参低聚糖、苍术内酯 II、苍术内酯 III、党参碱、木犀草素、党参总黄酮、党参总皂苷及丁香苷可作为党参质量标志物备选项。Gao 等^[14]还发现了与党参造血和免疫功能相关的潜在生物活性化学指标。目前,党参炔苷常被用作评估党参品质的化学指标,有研究表明党参炔苷与总皂苷含量相关而与总多糖不成正比^[15],且党参炔苷在所测党参样品中的含量变化较大,其掺伪品中也能检测出党参炔苷^[6]。因此,仅选择 1~2 种物

质作为党参的质量标志物具有片面性。党参的药效是多成分相互作用的结果,在确定党参质量标志物时,应全面考虑其药效物质基础。除了上述成分外,党参还含有黄酮、生物碱、苯丙素、甾体、有机酸等多种成分,这些成分具有广泛的药理作用^[16],但这些化学产物成分群发挥药理作用的机制尚未阐明。因此,以药理作用为导向,系统溯源党参有效成分,是深刻阐释其“辨状论质”科学内涵的核心。

现有药理研究为这一方向提供了重要依据。党参多糖具有缓解大鼠的糖尿病症状、降低 PC12 衰老细胞数量并抑制 P16 与 P21 蛋白的表达、调节 CDK1/PDK1/ β -catenin 信号轴,抑制肿瘤生长,诱导细胞凋亡的作用^[17-19]。轮叶党参根中的三萜皂苷类 lancemaside A 可抑制卵巢癌细胞侵袭^[20]。党参炔苷可促进胆固醇分解代谢,并可以靶向下调 HIF-1 α ,改善小胶质细胞极化失衡,减轻脑缺血缺氧炎症损伤^[21-22]。因此,从党参药理作用出发,通过关联质量标志物与有效化学成分,可以准确分析党参复杂化合物的有效活性成分。

2 党参的状-质关联

“辨状论质”是传统中药质量控制的经验范式,通过“形、色、气、味”等宏观性状判断药材内在品质,该理念在党参质量评价中尤为重要。本文按照时间先后顺序对党参“辨状论质”相关内容进行梳理(表 1),发现历代典籍主要以党参外观性状“狮子盘头”作为鉴别要点和评价标准,部分典籍强调了以产地划分党参真伪优劣的观点,如《本草汇纂》与《本草纲目拾遗》认为山西潞党参品质较好,《本草正义》则认为陕西甘肃所产西党参最佳,并描述了其横纹、质地和气味等特点。现代党参品质评价仍以“狮头凤尾菊花心”为优,2018 年颁布的标准《中药材商品规格等级-党参》(T/CACM1021.8-2018)通过环状横纹、直径等指标划分党参规格等级。随着现代测量技术与电子感官技术的发展,实现了中药材“形色气味”的客观表达。大量学者通过研究党参外观性状与化学成分的相关性,为进一步阐明党参“辨状论质”理论提供了科学依据(图 1)。

2.1 形-质相关性

从“辨状论质”观点来看,药材的外观性状是判断药材品质的指标之一,“形”通常包括形状、大小、质地、表面、断面(横切、纵切、折断)等。党参有以“狮头凤尾菊花心”为优、“根有狮子盘头者真”的观点^[29-30]。

表 1 党参“辨状论质”理论的本草考证

典籍	品质评价	文献
《本草从新》	唯防风党参，性味和平足贵，根有狮子盘头者真，硬纹者伪也	23
《百草镜》	党参，一名黄参，黄润者良，出山西潞安、太原等处，有白色者，总以净软壮实味甜者佳，嫩而小枝者名上党参，老而大者名黄党参	24
《本草纲目拾遗》	翁有良辨误云：‘党参功用，可代人参，皮色黄，而横纹有类乎防风，故名防党。江南徽州等处呼为狮子参，因芦头大而圆凸也，古名上党人参。产于山西太行潞安州等处为胜，陕西者次之，味甚甜美，胜如枣肉’	25
《本草汇纂》	吴遵程虽言防风、党参性味和平为贵，而究以潞党为佳；根有狮子盘头者真，硬纹者伪也	26
《本草正义》	惟市肆中亦有数种，以西党参为最佳，枝不必其巨，但以近芦处横纹缜密者为真；皮肉不必其白，但取其柔润不枯，生嚼之，甘味极浓而多脂膏，无渣滓者为上	27
《本草用法研究》	按党参之形，略似根有狮子盘头者为上，其余所出者皆次之	28

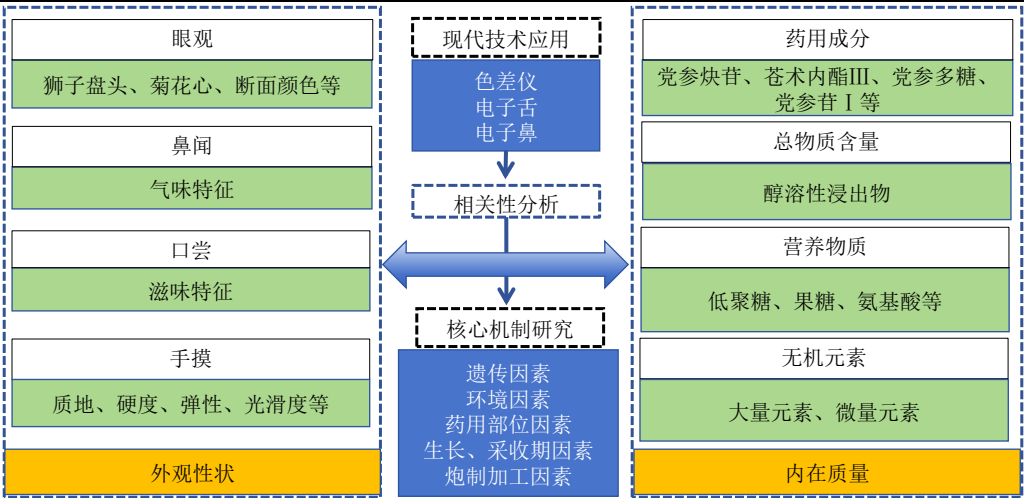


图 1 党参的状-质关联

Fig. 1 Appearance-quality association of *C. pilosula*

研究表明，不同商品规格等级的党参内在质量与其基于性状和基原的规格等级划分标准是基本一致的^[31]。张林等^[32]对不同规格九寨党参进行不同外观性状主成分分析发现党参上部主根宽度、上部菊花心厚度与宽度在其在质量综合评价方面起到较大的作用。上述研究表明，在党参质量评价中外观性状指标具有重要作用，现代研究利用效应物质与外观性状的量化分析，发现党参环状横纹占比、芦头不定芽数、“菊花心”、根粗等性状都与党参体内物质含量相关^[33-35]。党参显微特征指标与有效物质含量也具有一定相关性，冯建红^[36]对不同产地党参中党参有效成分含量吸光度值与中药横切面显微组织体视学参数进行相关分析与判别分析，发现党参韧皮部体积分数与党参皂苷含量吸光度值呈正相关，党参韧皮部体积分数、木质部体积分数、石细胞费雷特直径（Feret）直径与导管 Feret 直径可作为党参的鉴定指标。党参品质评价有“口嚼无渣者”

为佳的观点，李家宇^[37]通过观察比较 3 种不同基原党参的横切面，发现党参“不化渣”的口感与导管数目及壁厚有关。兰晓燕等^[38]发现野生潞党参与栽培潞党参的石细胞数目、木质部占比、是否存在成环的木栓细胞、导管直径与排列程度存在差异，推测该差异是由于生长环境与生长年限不同导致的，这些研究均可形为形-质内涵的深入阐明提供依据。

综上，党参的外观性状与其有效成分存在部分关联，这为深入阐明党参“形-质”相关性奠定了基础，同时也验证了传统鉴别方法中根据药材外观性状判断其内在品质这一经验的合理性。

2.2 色-质相关性

“色”指药材在自然光下呈现的颜色与光泽，包括表观色泽特征、断面颜色及其在炮制前后的色泽变化，色泽的差异通常与药材内在物质基础相关，与有效物质密切相连^[39]。传统经验认为党参以表皮黄棕色或灰黄色、断面菊花心明显者为佳。

目前药材 CIELAB 色度空间技术被广泛应用于颜色数值量化表征研究中。通过分析色度值 L^* (表征颜色亮度)、 a^* (红绿色度)、 b^* (黄蓝色度) 与其药效成分的相关性, 来阐明“色-质关联”的科学内涵^[40-41]。戴俊利等^[40]采用 CIELAB 色度空间技术对党参颜色进行了定量表征, 发现党参色泽与水分含量有关, 党参果聚糖含量与 L^* 呈正相关, 与木质部、韧皮部和整体粉末 a^* 、 b^* 均呈显著性负相关。张陈了一等^[42]以 Pearson 系数和偏最小二乘分析-变量投影重要性 (partial least squares-variable importance in projection, PLS-VIP) 分析党参不同炮制制品的主要质量指标与其对应的色度值相关性, 发现蜜炙、酒炙党参 E_{ab}^* 与党参炆苷和多糖含量呈正相关, 与醇溶性浸出物含量呈负相关。其中醇溶性浸出物与三萜含量越高, 其炮制品颜色越偏向于黄棕色; 水分、多糖、党参苷 I、党参炆苷和苍术内酯 III 的含量越高, 其表面颜色趋向于亮红。周洁等^[43]则发现红党参中 5-羟甲基糠醛 (5-hydroxymethylfurfural, 5-HMF) 和醇溶性浸出物与 E_{ab}^* 呈负相关, 党参炆苷和多糖含量则相反。此外, 党参经米炒后, 其外观色泽和内在化学成分均发生改变, 炮制过程中, 两者之间存在相关性^[44-47]。

以上研究表明, 党参色度数值与党参所含的化学成分或其比例关系密切, 验证了党参色泽与其品质存在关联。同时, 不同炮制方式也会影响党参表面色泽和内在化学成分, 后续应深入研究党参炮制前后表面色泽与内在化学成分的关联性。

2.3 气味-质相关性

药材气味可反映出药材固有属性, 是中药鉴定的重要指标。传统鉴别方法中党参以气味浓, 味甜者为上品。中药气味大多与挥发性成分有关, 党参的特殊香气可能来源于党参中的愈创木二烯、2,8-茨烷二醇等挥发性成分^[48]。其甜味主要源于单糖和低聚糖成分, 如山梨糖、半乳糖、葡萄糖、D-甘露糖、果糖、肌醇和蔗糖等 7 种糖及糖醇的含量高低共同决定了党参的甜度^[37]。刘海萍等^[49]采用气相色谱-质谱联用技术 (gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS) 分离鉴定党参及其炮制品中的挥发性成分, 发现米炒及麸炒处理会降低党参所含的挥发油含量, 改变挥发油成分, 推测其原因为党参在炮制中需要加热, 炮制过程中不断有香气逸出, 因此党参气味与其质量存在一定关联。电子鼻和电子舌模拟生物嗅觉及味觉系统, 通过传感器阵

列和模式识别算法, 实现了气味的自动化检测与识别^[50-55]。Guo 等^[56]采用电子舌技术获取党参甜度值, 通过电子鼻捕获气味指纹信息。结果发现党参甜度对应的甜味敏感传感器值与电子鼻的多个传感器之间存在相关性, 在醇溶性浸出物、多糖和色度值与电子鼻的所有传感器记录的最大响应值之间观察到较强的相关性。目前, 研究表明党参味甜主要与党参所含糖类有关, 但其气味与内在药效组分的关联性研究尚少, 深入研究将能够更加全面阐释党参的“状-质关联”。

3 党参品质成因研究

关键次生代谢物含量是评价党参品质的核心, 常受到遗传、生长发育、环境因子的影响^[57]。因此, 党参的品质受到遗传特性、基原、环境因子、生长采收期、产地加工方法、炮制等多个因素的交叉影响。

3.1 遗传特性

优良的种质资源是影响党参产量和品质的主要因素, 研究优质的种质资源有益于剖析其遗传学特征, 促进党参的可持续性发展。随着党参市场需求增加, 野生资源匮乏, 当前主流商品为栽培党参, 其品种多为农家地方品种杂合群体。渭党 1 号、2 号、3 号、4 号为选育品种, 综合性状优良^[58], 可作为优异种质资源重点培育。目前, 甘肃是党参主产区, 甘肃党参产量占中国总产量的 70%, 出口量占 80%^[59], 主要栽培品种为党参和素花党参^[60]。相比下, 川党参市场占有率较小^[61]。

植物自身遗传特性是决定其次生代谢物含量的关键因素。目前, 党参多糖生物合成途径、关键基因功能及调控机制等方面的研究较为明确。党参多糖主要由单糖及衍生物组成, 其生物合成主要依赖于 3 大核心代谢途径: 氨基糖和核苷糖代谢途径 (amino sugar and nucleotide sugar metabolism, ko00520)、淀粉和蔗糖代谢途径 (starch and sucrose metabolism, ko00500) 及糖酵解/糖异生代谢途径 (glycolysis/gluconeogenesis, ko00010)。蔗糖作为碳源, 经韧皮部长距离运输至党参根部后, 通过 3 个主要步骤合成多糖: 葡萄糖-6-磷酸 (Glu-6-P) 和果糖-6-磷酸 (Fru-6-P) 形成 UDP-葡萄糖 (UDP-Glu) 和 GDP-甘露糖 (GDP-Man) 后转化为其他活化单糖。最后, 活性单糖在各种糖基转移酶的作用下, 被依次添加到各种多糖或糖缀合物的糖残基中从而合成了党参多糖^[62-63]。郑庆红等^[64]研究发现 *CpSUC* 基因参与合成党参多糖。吉娇娇等^[65]分析党参不同组织转录组特征时发现淀

表 2 基原对党参品质的影响
Table 2 Effects of origin on quality of *C. pilosula*

化学成分	研究方法	主要结论	文献
党参炔苷、苍术内酯 III	HPLC-Triple-TOF-MS/MS	党参和素花党参党参炔苷含量较高，党参中苍术内酯 III 含量明显高于素花党参及川党参	70
	HPLC	党参炔苷含量：党参>川党参>素花党参>洛党参，苍术内酯 III 含量：党参>素花党参>洛党参>川党参	75
	HPLC	党参与素花党参的苍术内酯 III 含量显著高于洛党参和川党参，且在洛党参中未检测出	76
	HPLC	素花党参和川党参中党参炔苷含量显著高于党参，党参中苍术内酯 III 含量显著高于川党参	77
	苯酚硫酸法	党参的水提取物、粗党参低聚糖得率最高，川党参的粗党参多糖得率最高	78
糖类	HPLC-ELSD	3 种糖类成分及其总量的分布高低：白条党参>潞党参>川党参	79
	HPLC	在 3.78×10^3 、 1.59×10^3 多糖含有量分布方面具有显著性差异，与基原无关	80
氨基酸	氨基酸自动分析仪	素花党参和党参氨基酸含量较高	81

综合质量评价。

3.3 生态环境

“离其本土，则质同而效异”，生态环境因子、与中药材品质形成有着密切的关系。气候因子、土壤因子及地理因素等都影响着中药生长发育，决定着中药的产量和品质，牛昱婷等^[82]研究发现不同品种党参适宜种植区域海拔与 9 月降水量存在差异，且预测生长环境与党参实际产区相吻合。郭皓等^[83]研究发现月气温极值主导党参有效成分的含量变化，党参多糖含量与土壤有机质、10 月降水量及碱性磷酸酶活力有关，党参炔苷含量与土壤速效氮、土壤酸性磷酸酶活力及 5 月、7~8 月最低气温和土壤 pH 有关。孟彤彤等^[84]发现土壤 pH 和养分的变化可促进党参生长和糖分积累，而党参生长和糖分积累也会反过来影响土壤环境。此外，根际细菌抗逆性指标丙二醛(malondialdehyde, MDA)和脯氨酸(proline, Pro)的变化对党参的生长不利。栽培过程中，人为干预会影响土壤性质，进而导致党参代谢物发生变化。研究^[85-86]发现施用微生物肥料和纳米零价铁等土壤改良剂，可改变党参根中多种代谢物水平，影响其品质。詹海仙等^[87]的研究发现土壤有机质和全氮与道地产区潞党参土壤专属细菌鞘氨醇单胞菌的相对丰度呈正相关，为潞党参优良品质的形成提供了依据。Liu 等^[88]利用 16S rRNA/ITS 测序和生物活性化合物分析，证实了种植环境对 4 个主要产区党参内生群落的影响显著。

不同产地党参性状存在明显差异，包括形态、表面纹理、“狮子盘头”明显程度、质地、断面皮部所占的比例和裂隙及气味等，见表 3。研究者^[89-90]发现党参无机元素及有效化学成分含量与其产地具有相关性，如潞党参和纹党参的苍术内酯 III 含量高于白条党参、板桥党参和刀党^[77]。杨静^[91]发现山西所产党参苍术内酯 III 最高。郭琼琼等^[48]研究发现潞党参挥发性成分种类最丰富，含有 8 种特异性成分。黄健等^[92]发现山西五台山产党参炔苷含量最高。现代代谢组学研究表明不同产地党参间存在多种差异显著的次生代谢成分，且多种化学成分代谢水平存在显著差异^[93-95]。田星锐等^[96]通过基因组学与转录组学分析，从潞党参与白条党中筛选出了 98 条糖基转移酶基因，并发现糖基转移酶基因 *CpUGT73AH2* 参与萜类和聚酮类化合物代谢及响应环境胁迫，该基因表达与党参多糖、党参苷 I、苍术内酯 III 含量呈显著正相关，且在潞党参中高表达。这为不同产区对党参品质的影响提供了分子水平的依据。

3.4 药用部位

中药传统理论认为，芦头能涌吐风痰但补气之力稍逊，主根药效最佳，参尾药效较弱。现代研究通过对党参不同部位中化学成分含量进行分析，证实了党参不同部位化学成分含量存在差异。宋平等^[104]测定了白条党参不同部位醇提物的指纹图谱及党参炔苷、糖和氨基酸含量。结果显示，主根和

表 3 不同道地产区党参品质评价
Table 3 Quality evaluation of *C. pilosula* from different producing areas

道地产区	品质评价	文献
潞党(山西长治市、晋城市)	表面黄棕色，根头部有多数疣状突起的茎痕及芽痕，习称“狮子盘头”。根头下有致密的环状横纹，向下渐稀疏。皮部棕色，木部淡黄色，断面较为平坦。味甜，嚼之无渣	61、69
威宁党参(贵州威宁县)	呈圆锥形，芦头较大，芦下有横纹，体较松，质硬；表面土黄色或灰黄色，粗糙；断面黄白色，中心淡黄色，显裂隙；味甜	69
洛龙党参(贵州洛龙镇)	长圆柱形，狮子盘头明显，表面黄色或灰黄色，几乎无横环纹，散在的横长皮孔突起，有特殊香气，味微甜。与其他党参相比，洛党参无硬心，木质部柔软	97
东党(吉林延边、朝鲜自治根类圆柱形，常分枝，根头大而明显，全体如“狮头蛇尾”，根外皮黄色及灰黄色，粗	糙，有明显纵皱，皮孔短而突出，呈点状突起，质疏松，易折断，断面皮部黄色，木部黄白色，皮部占木部的 1/3，皮部具横向裂隙，木部射线有裂隙。味淡，嚼之有渣	98
西党(青海大通县、平安县)	呈圆锥形，头大尾小，上端多横纹；外皮粗松，表面米黄色或灰褐色；断面黄白色，有放射状纹理；糖质多、味甜	98
台党(山西五台山地区)	弯曲的纺锤状圆柱形，狮子盘头特征更为明显，根头下密布环纹，环纹分布长度约占整体的 1/2	99
板桥党参(湖北恩施市)	与潞党参相似，但根上部环状横纹较少，下部很少分枝。皮部灰白至淡棕色，木部淡黄色，断面裂隙较少，嚼之渣较少	99
凤党(陕西凤县)	“狮子盘头”大、根上部环状横纹密、菊花心明显、气浓、味甜	100
白条党(甘肃渭源县、陇西具有“蛇形根头”，而无明显的“狮子盘头”，全体有不规则纵皱纹，质较柔软带韧性，	皮紧，表面淡黄色至灰白色，断面较平坦，为白色或淡黄色，弱显“菊花心”在根头处存在绳孔	101
纹党(甘肃文县)	外表浅黄，呈长圆锥状柱形；横断面为黄白色，有菊花心；有“狮子盘头”；下部则疏生横长皮孔，根头部下根体过半外皮生致密的环状横纹，故称“纹党参”	101
刀党(四川九寨沟县)	刀党与潞党参相似，区别在于根头下致密的环状横纹常达全长的一半以上，下部分枝较少。皮部灰白至淡棕色，木部淡黄色，断面裂隙较多。嚼之有渣	102
庙党(重庆市庙宇镇)	以皮细色白、结构紧密、肉厚味甘、嚼之无渣	103

参尾功能因子组成相似，芦头中富含党参炔苷、氨基酸、脂溶性物质，但醇浸出物、水浸出物及糖类成分含量在芦头最低。另一项研究^[105]表明纹党参主根和支根主要成分含量相近，且浸出物、总糖、多糖和低聚糖含量最高，而芦头中氨基酸和脂溶性成分含量最高，党参炔苷含量在纹党参芦头、主根和支根之间差异无统计学意义。陈梦丝^[106]测定素花党参不同部位粗多糖与酸性多糖，并在 IPEC-J2 细胞系中评估了 3 种多糖组分体外抗氧化活性。结果显示，主根抗氧化活性最好，其次是地上部分，芦头及须根效果最差。李瑞燕等^[107]分析了野生党参芦头和参尾的 HPLC 特征图谱，发现两者相似度达 0.90 以上。其中，参尾的多糖、苍术内酯 III 及 5-HMF 的含量远高于芦头，而党参炔苷含量在两者间相差不大。赵晓华等^[108]则发现芦头中党参炔苷的含量不低于参体中的含量。这种差异可能源于所研究党参品种及生长环境不同。秦蕾等^[109]通过建

立党参根和芦头的高效液相指纹图谱及分析成分后发现，芦头中脂溶性成分和总氨基酸含量高于根，而总多糖和总皂苷的含量则相反。除 5 种氨基酸接近党参根外，其余种类氨基酸含量均高于根。李德永^[110]测定了党参中 5 种无机元素的含量，发现参体和参尾的 Cu、Zn 的含量低于芦头。这些研究从化学成分角度，为阐明党参不同药用部位有效化学成分差异性提供了理论依据。

3.5 生长期与采收期

生长期与采收期是影响中药品质的关键因素，对中药有效成分的积累、药效均有影响。Wang 等^[111]研究发现党参根部生物量随发育阶段持续增长；随着温度下降，粗多糖和可溶性蛋白含量先升后降，而总酚和黄酮含量则相反，提示秋季可能为适宜采收期。其中尿苷二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶 CpUGPase 基因与党参多糖呈高度正相关，表明不同生长阶段基因差异性表达可影响党参在不同生长阶段的物

质积累。Wang 等^[112]分析了不同生长年限党参的 6 种功效相关成分和 28 种营养相关成分的含量。结果显示,随着生长年限增加,部分成分含量上升,部分下降。通过层次分析法-权重确定法(analytic hierarchy process-criteria importance through intercriteria correlation, AHP-CRITIC)对不同生长年限的党参综合评分,发现生长年限越高,党参的综合得分越高,其脾淋巴细胞增殖活性和 DPPH 自由基清除活性也随之提高,其中 5 年生党参得分最高。然而,郭美玲等^[113]综合评估认为 4 年生巫山庙党品质最佳,陈松树等^[114]则发现 2 年生贵州威宁党参质量最佳,周茂嫦等^[115]指出贵州省威宁县商品党参最佳采收期为 11 月底。郭彦芳^[70]对不同生长年限及不同采收期的潞党参药材中 4 种有效化学物质的含量进行测定,发现各成分含量均随生长时间增加先升后降,综合评估后确定 2 年生为最佳采收年限,每年 10 月 20 日~11 月 5 日间为最佳采收期,类似的结论在胡涛^[116]、葛鑫^[117]的研究中也有报道。

3.6 产地加工

产地加工是中药饮片炮制的基础,规范的产地加工是中药品质形成的重要影响因素。搓揉为党参产地加工的一项特殊传统加工方法,可能通过打破其内部细胞的排列,促进有效物质溶出^[118],从而影响党参品质。贺玉林等^[119]实验发现揉搓的党参含糖量比不揉搓的要高出 2.6 倍。戴海蓉等^[120]研究发现揉搓可使党参中浸出物和苍术内酯 III 的含量增加,最佳工艺为揉搓 2~3 min,晒干或 50 °C 烘干。Liu 等^[121]发现不同储存时间和揉捏工艺的党参中代谢物存在显著差异,其中经揉制保存 0 年的党参质量最佳,说明传统的党参揉制工艺具有重要意义。毛常清等^[122]则发现随着揉搓次数的增加,醇溶性浸出物、党参炔苷及苍术内酯 III 含量有差异但无规律,党参多糖含量随揉搓次数的增加呈现先升后降的趋势。但郭振宇等^[123]实验得出醇浸出物量和党参炔苷含量与揉搓次数有关。这些研究表明,对于揉搓后党参的品质进行多元综合评价更为全面合理。

不同的干燥方法对党参品质也具有影响。郭彦芳等^[124]对比分析 6 种不同干燥方式后认为,温度为 60 °C 的红外干燥与热风干燥为潞党参适宜干燥方法。李越峰等^[125]研究发现微波干燥法相对于自然干燥法能提高党参炔苷的含量,但郑娅^[126]的研究结果表明隧道式微波干燥处理技术对党参炔苷

无显著性影响。这提示我们干燥过程中需结合多种有效物质以及外观性状,综合考虑不同干燥方法对党参品质的影响。Yue 等^[127]研究发现,旋转微波真空干燥的产品干燥时间最短,且能保留更多的多糖、总黄酮、总酚等活性成分。Wang 等^[128]研究发现当辐射温度为 50 °C、超声功率为 48 W、频率为 28 kHz 时,超声协同真空远红外干燥法较真空远红外干燥法,不仅能缩短时间,且能提高党参总酚含量和抗氧化活性,降低色差,党参的微毛细管扩张和生成更明显,这与先前的研究结果一致^[129]。因此,结合超声和真空远红外等技术,有望优化党参药材的干燥工艺。

3.7 炮制

《中国药典》2025 年版仅收录米炒党参作为党参炮制品。除药典记载的米炒党参外,还有各省市炮制规范收载的特殊炮制品如蜜炙党参、土炒党参、麸炒党参、炒党参、蒸制党参、蜜麸炒党参^[130-133]。研究表明,党参经不同方式炮制后,党参炔苷含量均呈下降趋势^[134],炒制、土制、米制可导致党参多糖含量降低,酒制和蜜炙可使其多糖的含量增加^[135],而 5-HMF 含量均有不同程度增加^[136]。刘海萍等^[49]研究发现,米炒和麸炒会减少挥发油的含量,且二者炮制品的成分差异较大。汪存根等^[136]发现,党参 6 种不同炮制品中,土炒党参微量元素含量高,生党参居中,蜜制党参含量最低。张陈了一等^[42]测定色度、水分、多糖、紫丁香苷、党参炔苷、党参苷 I、苍术内酯 III、醇溶性浸出物的含量,运用熵权法计算内在指标的综合评分,得出蜜炙党参最佳炮制工艺为加蜜量 18%、闷润时间 6.5 h、炒制温度 113 °C,酒炙党参最佳炮制工艺为炒制时间 9 min、闷润时间 3 h、炒制温度 107 °C。郭福贵等^[137]以 5-HMF、党参炔苷、白术内酯 III、党参多糖的含量结合外观性状为评价指标,结合 APH 及 CRITIC 权重法,通过 Box-Behnken 响应面法设计优化得出米炒炮制工艺参数为每 100 千克党参加小米 20 kg,165 °C 下炒制 5 min。药效研究显示,不同炮制品的功效各有侧重。郝艳艳^[138]基于核磁共振(¹HNMR)代谢组学技术研究发现,蜜党参改善环磷酰胺所致的大鼠免疫低下、脾虚的效果最好。韦露等^[139]发现米党参对大黄苦寒泻下法建立的大鼠脾虚模型疗效更好。邹利等^[140]发现米炒党参后产生的 5-HMF 可能通过影响与其协同调控胃肠平滑肌 N₂ 受体和 β 肾上腺素能受体,进而调控胃肠平滑肌的兴

奋性收缩功能。王艳^[14]则利用 UPLC-Q-TOF-MS 鉴定了党参炮制后的 70 个代谢物, 筛选出 36 个次生代谢组的差异性成分。综上所述, 炮制会改变党参的颜色、有效成分及药效等特性, 因此, 在进行党参炮制品的质量评价时, 可将外观表征与指标性成分含量相结合。

4 结语与展望

党参“辨状论质”的现代研究已突破传统经验鉴别, 其根形、色泽、气味等宏观性状可客观映射多糖、党参炔苷、挥发油等关键成分的含量与药效差异。当前, 多糖合成通路虽已阐明, 但更多功效物质的生物合成链条仍有待破解。同时, 遗传背景、生态环境、加工炮制等多元因素持续重塑着“性状-成分-药效”的复杂网络。面向未来, 研究需以“辨状论质”理念为纲, 依托电子感官、液质联用与生物评价等多维技术, 系统构建“性状-成分-药效”关联模型, 贯通宏观表象与微观机制, 为党参品质科学评价与优质生产提供坚实理论支撑, 最终实现从“经验辨状”到“精准论质”的跨越。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2025: 302.
- [2] 张重阳, 于淼, 陈荣昌, 等. 党参药理作用的研究进展 [J]. 中药新药与临床药理, 2024, 35(5): 765-770.
- [3] 李富云, 南丽丽, 杨锡仓, 等. 党参化学成分、药理作用及质量控制研究进展 [J]. 甘肃中医药大学学报, 2024, 41(5): 79-83.
- [4] 王涵, 林红强, 谭静, 等. 党参药理作用及临床应用研究进展 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(07): 21-22+24.
- [5] 巩延婷, 胡仁春, 岳小强. 党参本草源流考证及临床应用研究进展 [J]. 中华中医药学刊, 2025, 43(4): 33-37.
- [6] 邹元锋, 曹朝生, 刘江, 等. 党参质量评价研究进展 [J]. 中草药, 2010, 41(3): 503-506.
- [7] 谢宗万. 中药品种传统经验鉴别“辨状论质”论 [J]. 时珍国药研究, 1994, 5(3): 19-21.
- [8] 周正宗, 吕尚, 金浩鑫, 等. 基于“辨状论质”结合指纹图谱的杜仲药材质量等级标准研究 [J]. 中药新药与临床药理, 2023, 34(5): 668-674.
- [9] 秦雪梅, 孔增科, 张丽增, 等. 中药材“辨状论质”解读及商品规格标准研究思路 [J]. 中草药, 2012, 43(11): 2093-2098.
- [10] 刘昌孝, 陈士林, 肖小河, 等. 中药质量标志物(Q-Marker): 中药产品质量控制的新概念 [J]. 中草药, 2016, 47(9): 1443-1457.
- [11] Zhang T J, Bai G, Liu C X. Innovation theory, technical methods and industrial application of quality marker of traditional Chinese medicine [J]. *Chin Herb Med*, 2025, 17(1): 84-86.
- [12] 祁金丽, 梁洁, 胡珏, 等. 党参的质量控制状况及质量标志物预测分析 [J]. 中华中医药学刊, 2022, 40(5): 255-258.
- [13] He J Y, Zhu S, Goda Y, et al. Quality evaluation of medicinally-used *Codonopsis* species and *Codonopsis radix* based on the contents of pyrrolidine alkaloids, phenylpropanoid and polyacetylenes [J]. *J Nat Med*, 2014, 68(2): 326-339.
- [14] Gao S M, Liu J S, Wang M, et al. Exploring on the bioactive markers of *Codonopsis radix* by correlation analysis between chemical constituents and pharmacological effects [J]. *J Ethnopharmacol*, 2019, 236: 31-41.
- [15] 时军, 马方励, 王晓燕, 等. 党参药材中党参炔苷与总多糖、总皂苷含量的相关性研究 [J]. 中华中医药学刊, 2011, 29(12): 2779-2781.
- [16] 张欢, 李超, 汲晨峰. 药食同源党参化学成分、药理作用及应用研究进展 [J]. 食品科学, 2024, 45(23): 338-348.
- [17] Liu W, Lv X, Huang W H, et al. Characterization and hypoglycemic effect of a neutral polysaccharide extracted from the residue of *Codonopsis pilosula* [J]. *Carbohydr Polym*, 2018, 197: 215-226.
- [18] 胡怡然, 邢三丽, 陈川, 等. 党参多糖对 A β 1-40 诱导 PC12 细胞衰老的影响与机制研究 [J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(11): 6695-6699.
- [19] Li N, Yang C, Xia J, et al. Molecular mechanisms of *Codonopsis pilosula* in inhibiting hepatocellular carcinoma growth and metastasis [J]. *Phytomedicine*, 2024, 128: 155338.
- [20] Ahn J H, Jang D S, Choi J H. Lancemaside a isolated from the root of *Codonopsis lanceolata* inhibits ovarian cancer cell invasion via the reactive oxygen species (ROS)-mediated p38 pathway [J]. *Am J Chin Med*, 2020, 48(4): 1021-1034.
- [21] 杨瑞玲, 陈强, 熊桂斌, 等. 党参炔苷对 HepG2 细胞胆固醇代谢的影响及机制研究 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2025, 27(1): 154-160.
- [22] Wang J, Liu X, Wei W Y, et al. Regulation of oxygen-glucose deprivation/reperfusion-induced inflammatory responses and M1-M2 phenotype switch of BV2 microglia by Lobetyolin [J]. *Metab Brain Dis*, 2023, 38(8): 2627-2644.
- [23] 吴仪洛. 本草从新 [M]. 天津: 天津科学技术出版社,

- 2003: 8.
- [24] 杨扶德, 李成义. 党参历代本草考证 [J]. 中国中医药信息杂志, 2007, 14(2): 100-101.
- [25] 赵学敏. 本草纲目拾遗 [M]. 刘从明, 校注. 北京: 中医古籍出版社, 2017: 68.
- [26] 屠道和. 本草汇纂 [M]. 苗彦霞, 赵宏岩, 校注. 北京: 中国中医药出版社, 2016: 54.
- [27] 张山雷. 本草正义 [M]. 程东旗, 点校. 福州: 福建科学技术出版社, 2006: 16.
- [28] 周志林. 本草用法研究 [M]. 中华书局股份有限公司, 1951.
- [29] 金世元. 金世元中药材传统鉴别经验 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2010: 42-43.
- [30] 康廷国, 闫永红. 中药鉴定学 [M]. 第 5 版. 北京: 中国中医药出版社, 2021: 157.
- [31] 张小慧, 仝立国, 王亦冰, 等. 不同商品规格等级党参药材的质量分析 [J]. 中国药房, 2023, 34(11): 1363-1369.
- [32] 张林, 夏燕莉, 朱彦西, 等. 九寨党参商品规格等级研究 [J]. 时珍国医国药, 2020, 31(11): 2775-2778.
- [33] 田星锐. 基于转录组学的潞党参“优形”与“优质”特征形成的分子机制研究 [D]. 太原: 山西医科大学, 2022.
- [34] 陆国弟, 侯嘉, 陈正君, 等. 甘肃不同产地党参性状、无机元素、党参炔苷差异及相关性研究 [J]. 山东中医药大学学报, 2024, 48(5): 613-621.
- [35] 王月英, 陈慧芝, 宋乐, 等. 不同规格党参饮片质量状况研究 [J]. 中国民族医药杂志, 2024, 30(11): 20-23.
- [36] 冯建红. 防风、党参、牛膝横切面上的形态计量研究 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2015.
- [37] 李家宇. 不同基原党参异性分析和甜度评价方法构建 [D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2018.
- [38] 兰晓燕, 田春芳, 詹志来, 等. 基于传统品质评价的野生与栽培潞党参比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(14): 156-164.
- [39] 刘天睿, 金艳, 孟虎彪, 等. 论中药“辨状论质”之辨色泽与品质评价的生物学内涵研究 [J]. 中国中药杂志, 2020, 45(19): 4545-4554.
- [40] 戴俊利, 王利珍, 田星锐, 等. 不同栽培方式对党参性状和指标成分含量的影响 [J]. 中药材, 2023, 46(11): 2651-2657.
- [41] 熊吟, 赵婷, 闫永红, 等. 基于电子感官技术的中药贮存有效期评价方法探讨 [J]. 现代中药研究与实践, 2013, 27(1): 69-70.
- [42] 张陈了一, 李阳阳, 李明星, 等. 党参炮制工艺优化及颜色与其内在关键质量属性相关性研究 [J]. 中草药, 2024, 55(23): 8023-8034.
- [43] 周洁, 周晶晶, 甄小龙, 等. 基于“表里关联”和化学计量学的红党参炮制过程中成分含量与色度相关性研究 [J]. 时珍国医国药, 2024, 35(4): 877-880.
- [44] 张桂梅, 岳珠珠, 王慧楠, 等. 基于 AHP-熵权法结合色差原理评价不同辅料大米对米炒党参饮片的影响 [J]. 中草药, 2021, 52(24): 7447-7454.
- [45] 陈江鹏, 戴俊东, 裴纹萱, 等. 基于功效成分与形性指标相关性分析的米炒党参炮制工艺标准化研究 [J]. 中国中药杂志, 2018, 43(12): 2543-2551.
- [46] 王清浩, 王云, 张雪, 等. 基于“表里关联”的米炒党参炮制过程质量传递规律研究 [J]. 中草药, 2019, 50(12): 2848-2855.
- [47] 王梅, 王越欣, 武英茹, 等. 5-羟甲基糠醛在中药加工过程中的变化及药理作用研究概况 [J]. 药物评价研究, 2020, 43(11): 2319-2327.
- [48] 郭琼琼, 李晶, 孙海峰, 等. 党参挥发性成分分析及其特殊香气研究 [J]. 中药材, 2016, 39(9): 2005-2012.
- [49] 刘海萍, 郭雪清, 王英锋, 等. 米炒党参与麸炒党参挥发性成分 GC-MS 分析 [J]. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2006, 27(3): 41-44.
- [50] Wasilewski T, Migoń D, Gębicki J, *et al.* Critical review of electronic nose and tongue instruments prospects in pharmaceutical analysis [J]. *Anal Chim Acta*, 2019, 1077: 14-29.
- [51] Zhou H Y, Luo D H, Gholamhosseini H, *et al.* Identification of Chinese herbal medicines with electronic nose technology: Applications and challenges [J]. *Sensors*, 2017, 17(5): 1073.
- [52] Poeta E, Liboà A, Mistrali S, *et al.* Nanotechnology and E-sensing for food chain quality and safety [J]. *Sensors*, 2023, 23(20): 8429.
- [53] 赵小勤, 许莉, 杨小艳, 等. 智能感官技术在中药领域的应用研究进展 [J]. 中国药事, 2025, 39(1): 96-104.
- [54] Imam M, Nagpal K. The electronic tongue: An advanced taste-sensing multichannel sensory tool with global selectivity for application in the pharmaceutical and food industry [J]. *Pharm Dev Technol*, 2023, 28(3/4): 318-332.
- [55] 姜涵, 尚超凡, 卢琪, 等. 基于电子鼻和电子舌识别侧柏叶炒炭程度 [J]. 中成药, 2025, 47(7): 2178-2184.
- [56] Guo X Y, Yang R Q, Wang Y S, *et al.* Prediction of chemical composition and sensory information of *Codonopsis radix* based on electronic nose [J]. *Molecules*, 2025, 30(5): 1146.
- [57] 王景顺, 吴秋芳, 路志芳. 植物次生代谢物与林木抗虫性研究进展 [J]. 江苏农业科学, 2015, 43(8): 4-7.
- [58] 王红燕, 陈垣, 郭凤霞, 等. 党参属种质资源多样性及可药用种质创新研究进展 [J]. 中草药, 2024, 55(3): 978-988.
- [59] 李成义. 甘肃道地药材党参质量分析及商品标准研究 [D]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2016.

- [60] 崔治家, 张启立, 任路明, 等. 甘肃省党参种植生产现状的调查分析 [J]. 中国药房, 2014, 25(47): 4494-4496.
- [61] 张向东, 高建平, 曹铃亚, 等. 中药党参资源及生产现状 [J]. 中华中医药学刊, 2013, 31(3): 496-498.
- [62] Gao J P, Wang D, Cao L Y, *et al.* Transcriptome sequencing of *Codonopsis pilosula* and identification of candidate genes involved in polysaccharide biosynthesis [J]. *PLoS One*, 2015, 10(2): e0117342.
- [63] 孙晓琛, 栗锦鹏, 原静静, 等. 基于转录组测序分析干旱胁迫对党参不同组织基因表达的调控 [J]. 中草药, 2022, 53(14): 4465-4475.
- [64] 郑庆红, 李晶, 吉姣姣, 等. 党参 *CpSUC4* 基因全长克隆及表达分析 [J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2018, 41(4): 831-838.
- [65] 吉姣姣, 戴俊利, 李建宽, 等. 党参不同组织化学成分分布及转录组学分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(18): 117-125.
- [66] 贺晓岚, 王建伟, 李文旭, 等. 华山新麦草蔗糖: 蔗糖1-果糖基转移酶基因 Ph-1-SST 的克隆及序列分析 [J]. 西北农业学报, 2018, 27(4): 491-498.
- [67] Li C, Li K N, Liu X Y, *et al.* Transcription factor GmWRKY46 enhanced phosphate starvation tolerance and root development in transgenic plants [J]. *Front Plant Sci*, 2021, 12: 700651.
- [68] 孙晓琛, 原静静, 栗锦鹏, 等. 干旱胁迫对党参苯丙素及倍半萜和三萜类成分合成相关基因的调控 [J]. 中成药, 2022, 44(12): 3902-3909.
- [69] 张开弦, 姚秋阳, 任艳, 等. 党参道地品种起源、变迁、现状研究进展 [J]. 中成药, 2024, 46(1): 211-216.
- [70] 郭彦芳. 潞党参规范化种植关键技术研究 [D]. 南京: 南京中医药大学, 2021.
- [71] 安太勇. 不同基源党参及党参硫熏前后的化学成分对比研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2018.
- [72] Bai R B, Wang Y P, Zhang Y J, *et al.* Analysis and health risk assessment of potentially toxic elements in three *Codonopsis radix* Varieties in China [J]. *Biol Trace Elem Res*, 2022, 200(5): 2475-2485.
- [73] Bai R B, Wang Y P, Cao Y Y, *et al.* Discrimination of three varieties of *Codonopsis radix* based on fingerprint profiles of oligosaccharides by high performance liquid chromatography- evaporative light scattering detector combined with multivariate analysis [J]. *J Chromatogr A*, 2022, 1685: 463642.
- [74] 兰晓燕. 党参化学成分分析及质量标准研究 [D]. 北京: 中国中医科学院, 2022.
- [75] 刘付松, 陈翠莎, 孙佩, 等. 不同品种及采收期党参药材中 5 种有效成分含量的比较研究 [J]. 中国药房, 2020, 31(14): 1677-1682.
- [76] 刘付松, 刘莎, 陈翠莎, 等. 洛党参与党参药典品种的质量比较研究 [J]. 时珍国医国药, 2020, 31(2): 420-423.
- [77] 张小婷, 张芮铭, 牛媛婧, 等. 基于多成分含量测定及化学计量学的党参质量评价 [J]. 中药材, 2022, 45(10): 2411-2417.
- [78] 窦娟. 不同品种党参提取物的抗氧化活性研究 [J]. 北方药学, 2022, 19(7): 1-4.
- [79] 王丽梅, 宋平顺. 基于 3 种糖类成分含量测定的党参质量评价 [J]. 中国民族民间医药, 2024, 33(24): 46-51.
- [80] 张霞, 李建宽, 曹玲亚, 等. 不同基源、产地对党参总多糖中低分子量果聚糖的影响 [J]. 中成药, 2020, 42(1): 145-149.
- [81] 王艳, 王燕萍, 崔方, 等. 3 种党参药材氨基酸组成与营养评价分析及品种分类研究 [J]. 时珍国医国药, 2021, 32(10): 2421-2425.
- [82] 牛昱婷, 张娟, 王惠珍, 等. 党参种植适宜性研究 [J]. 中国中医药信息杂志, 2021, 28(6): 13-16.
- [83] 郭皓, 陈彩霞, 安晓静, 等. 环境因子对党参有效成分含量的影响 [J]. 植物研究, 2025, 45(4): 518-532.
- [84] 孟彤彤, 赵涛涛, 王永刚, 等. 季节驱动下的土壤微生态环境与党参生长的动态关系 [J]. 基因组学与应用生物学, 2023, 42(7): 744-756.
- [85] 王丹. 两种芽孢杆菌施纳纳米铁对党参土壤养分及微生物类群和党参药材品质及生理机制的影响 [D]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2023.
- [86] 王超群. 矮壮素对党参代谢产物及其土壤微生态的影响 [D]. 兰州: 兰州大学, 2021.
- [87] 詹海仙, 刘晓丽, 张月荣, 等. 不同产地党参土壤细菌群落组成分析 [J]. 分子植物育种, 2023, 21(13): 4510-4517.
- [88] Liu Y J, Niu Y Q, Zhou Z K, *et al.* Insight into endophytic microbiota-driven geographical and bioactive signatures toward a novel quality assessment model for *Codonopsis Radix* [J]. *Plant Physiol Biochem*, 2025, 223: 109888.
- [89] 黄延盛, 张欣, 刘耀军, 等. 不同产地党参中小分子类化学成分差异比较分析研究 [J]. 当代化工研究, 2022(22): 55-60.
- [90] 王亚飞, 张明童, 李君翔, 等. ICP-MS 结合化学计量学用于党参产地分析及健康风险评估 [J]. 中国中医药信息杂志, 2022, 29(1): 103-109.
- [91] 杨静. 不同产地党参质量比较及党参多糖滴丸的研究 [D]. 太原: 山西医科大学, 2010.
- [92] 黄健, 车晓平, 陈志峰, 等. 不同产地党参中党参炔苷的含量测定 [J]. 北京中医药, 2011, 30(6): 467-468.
- [93] 黄延盛, 张欣, 刘耀军, 等. 我国不同产地党参指纹图谱分析比较 [J]. 食品研究与开发, 2022, 43(23): 158-167.

- [94] 李玲玉, 王德富, 李振方, 等. 基于广泛靶向代谢组学的不同产地党参次生代谢产物比较分析 [J]. 药学报, 2023, 58(11): 3421-3427.
- [95] 牛媛婧, 温嘉琪, 姬惠鑫, 等. 基于超高效液相色谱串联高分辨质谱技术的不同产地党参的非靶向代谢组学研究 [J]. 药学报, 2023, 58(7): 1842-1850.
- [96] 田星锐, 吉姣姣, 李建宽, 等. 基于转录组的不同产地党参糖基转移酶鉴定及分析 [J]. 药学报, 2022, 57(7): 2216-2223.
- [97] 韩丰, 张建攀, 李乾碧, 等. 洛党参无公害生产技术规程研究 [J]. 农技服务, 2015, 32(10): 83-85.
- [98] 谭丽荷, 黄妙燕. 不同商品党参的鉴定 [J]. 当代医学, 2017, 23(15): 199-200.
- [99] 赵凌云. 道地药材“潞党参”与常用商品党参鉴别研究 [J]. 中国处方药, 2019, 17(5): 114-115.
- [100] 周莉英, 王西芳. 不同类型陕产凤党的质量比较研究 [J]. 中医药导报, 2015, 21(14): 42-44.
- [101] 刘峰林, 崔治家, 柴烨, 等. 纹党研究进展 [J]. 中兽医医药杂志, 2017, 36(5): 30-32.
- [102] 邹元锋. 九寨刀党质量评价研究 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2011.
- [103] 杨军宣, 郭振宇, 张毅, 等. 不同生长年限重庆庙党 3 种成分的动态变化 [J]. 中国现代应用药学, 2018, 35(1): 98-102.
- [104] 宋平平, 崔方, 张亚杰, 等. 白条党参芦头、主根、参尾功能因子分析 [J]. 食品科学, 2022, 43(14): 242-248.
- [105] 宋平平, 曹阳洋, 王楠, 等. 纹党参不同部分质量比较研究 [J]. 兰州大学学报: 医学版, 2022, 48(11): 14-19.
- [106] 陈梦丝. 素花党参药用部位和非药用部位酸性多糖的提取纯化、抗氧化活性评价及结构解析 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2022.
- [107] 李瑞燕, 来丽娜, 杨雪, 等. 野生党参芦头与参尾的质量评价研究 [J]. 食品研究与开发, 2018, 39(19): 141-146.
- [108] 赵晓华, 刘养清, 王润生, 等. 党参不同部位中党参炔苷的 RP-HPLC 分析 [J]. 中成药, 2007, 29(7): 1046-1047.
- [109] 秦蕾, 祝慧凤, 王涛, 等. 党参芦头与根化学成分比较分析 [J]. 食品科学, 2015, 36(14): 135-139.
- [110] 李德永. 党参不同部位金属元素的含量测定 [J]. 光谱实验室, 2012, 29(3): 1551-1554.
- [111] Wang S S, Zhang T, Wang L, *et al.* The dynamic changes in the main substances in *Codonopsis pilosula* root provide insights into the carbon flux between primary and secondary metabolism during different growth stages [J]. *Metabolites*, 2023, 13(3): 456.
- [112] Wang Y P, Wang Z X, Zhang J J, *et al.* Evaluation of the quality of *Codonopsis radix* in different growth years by the AHP-CRITIC method [J]. *Chem Biodivers*, 2023, 20(6): e202201108.
- [113] 郭美玲, 王文品, 黄璐璐, 等. 不同生长年限巫山庙党质量评价 [J]. 食品工业科技, 2025, 46(4): 279-290.
- [114] 陈松树, 赵致, 王华磊, 等. 不同生长年限的贵州党参质量和矿质元素分析 [J]. 时珍国医国药, 2020, 31(6): 1461-1463.
- [115] 周茂嫦, 阮培均, 严显进, 等. 不同采收期对党参产量的影响 [J]. 耕作与栽培, 2017, 37(6): 11-13.
- [116] 胡涛. 不同生长年限与采收期川党参中主要成分含量的比较研究 [J]. 药学研究, 2017, 36(10): 571-574.
- [117] 葛鑫, 陈垣, 郭凤霞, 等. 白条党参生理特性与品质评价 [J]. 草原与草坪, 2023, 43(5): 67-74.
- [118] 邱亚磊, 李玮, 王建科, 等. 党参产地加工方法对有效成分的影响 [J]. 贵州农业科学, 2017, 45(9): 84-88.
- [119] 贺玉林, 李先恩, 潘广州, 等. 党参质量变异研究 [J]. 时珍国医国药, 2006, 17(9): 1727-1728.
- [120] 戴海蓉, 马冬妮, 杨秀娟, 等. 基于多指标评价揉搓及干燥加工对党参品质的影响 [J]. 时珍国医国药, 2018, 29(11): 2651-2653.
- [121] Liu X, Chen Z, Wang X, *et al.* Quality Assessment and Classification of *Codonopsis Radix* Based on Fingerprints and Chemometrics [J]. *Molecules*, 2023, 28(13): 5127.
- [122] 毛常清, 张超, 彭芳, 等. 基于综合评分法优选刀党参产地加工工艺 [J]. 现代中药研究与实践, 2023, 37(5): 77-82.
- [123] 郭振宇, 张毅, 张正锋, 等. 川党参产地加工方法对化学成分的影响 [J]. 中药材, 2018, 41(12): 2807-2810.
- [124] 郭彦芳, 谷巍, 邱蓉丽, 等. 不同干燥方法对潞党参药材品质的影响 [J]. 南京中医药大学学报, 2020, 36(5): 600-606.
- [125] 李越峰, 徐富菊, 张泽国, 等. 微波干燥对党参中党参炔苷含量的影响 [J]. 中兽医医药杂志, 2015, 34(1): 55-58.
- [126] 郑娅, 颜敏华, 王晓璇. 隧道式微波干燥处理对党参炔苷含量和菌落数的影响 [J]. 保鲜与加工, 2019, 19(6): 148-153.
- [127] Yue Y M, Zhang Q, Wan F X, *et al.* Effects of different drying methods on the drying characteristics and quality of *Codonopsis pilosulae* slices [J]. *Foods*, 2023, 12(6): 1323.
- [128] Wang T X, Ying X Y, Zhang Q, *et al.* Drying kinetics prediction and quality effect of ultrasonic synergy vacuum far-infrared drying of *Codonopsis pilosula* [J]. *J Food Sci*, 2024, 89(2): 966-981.
- [129] Wang T X, Ying X Y, Zhang Q, *et al.* Evaluation of the effect of ultrasonic pretreatment on the drying kinetics and quality characteristics of *Codonopsis pilosula* slices based on the grey correlation method [J]. *Molecules*, 2023,

- 28(14): 5596.
- [130] 湖北省食品药品监督管理局. 湖北省中药饮片炮制规范: 2018年版 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2019.
- [131] 江苏省卫生局. 江苏省中药饮片炮制规范: 1980 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1980: 92.
- [132] 四川省食品药品监督管理局. 四川省中药饮片炮制规范: 2015年版 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2016.
- [133] 上海市食品药品监督管理局. 上海市中药饮片炮制规范: 2008年版 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2008: 121-122.
- [134] 吕立铭, 高娟, 李大炜, 等. 不同炮制方法对党参指标性成分含量的影响 [J]. 沈阳药科大学学报, 2020, 37(7): 650-656.
- [135] 陈皓, 王瑞, 董敬远, 等. 不同炮制方法对党参化学成分及产品质量的影响 [J]. 中成药, 2019, 41(7): 1631-1634.
- [136] 汪根存, 吴启勋. 主成分分析用于党参不同炮制品中微量元素的研究 [J]. 微量元素与健康研究, 2008, 25(3): 20-21.
- [137] 郭福贵, 兰子君, 张月, 等. 基于 AHP-CRITIC 权重分析法 and 热分析技术的小米炒党参炮制工艺研究 [J]. 中华中医药学刊, 2023, 41(12): 211-217.
- [138] 郝艳艳. 党参不同炮制品化学成分和健脾益气作用的差异及机制研究 [D]. 太原: 山西省中医药研究院, 2019.
- [139] 韦露, 马秀梅, 覃树先, 等. 三种党参不同炮制品对脾虚模型大鼠肠道菌群的影响 [J]. 湖北农业科学, 2021, 60(18): 125-128.
- [140] 邹利, 邱炳勋, 刘珂, 等. 党参米炒前后党参多糖与 5-羟甲基糠醛的变化及其对胃肠平滑肌运动的影响 [J]. 中草药, 2017, 48(1): 149-154.
- [141] 王艳. 党参炮制前后化学成分分析与功效相关性研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2022.

[责任编辑 时圣明]