DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2025.04.028

红景天的质量控制现状及质量标志物预测分析

贺嘉,杨蒙恩,史晶晶,苗明三
(河南中医药大学药学院,河南 郑州 450046)

摘要:红景天中含有黄酮类、苯烷基苷类、有机酸类、多糖类等多种活性成分。现代药理研究表明,红景天具有抗炎、抗氧化、抗疲劳、抗缺氧、抗衰老、抗癌、保肝护肝、减缓轻度阿尔茨海默病症状以及具有潜在治疗帕金森病、重度抑郁病症的药理作用,且有良好的应用前景。在概括红景天质量控制现状以及理解质量标志物概念的基础上,从植物亲缘性、药性、药效、新的药效用途、不同配伍、化学成分的可测性、不同采收期及不同炮制方法、不同产地等8个方面对红景天的质量标志物进行了预测分析,以期为建立红景天中药材的质量标准提供参考。

关键词:红景天;质量控制;质量标志物
中图分类号:R284.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2025)04-0176-05

Quality Control Status and Predictive Analysis of Quality Markers of Hongjingtian (Rhodiolae Crenulatae Radix et Rhizoma)

HE Jia, YANG Meng'en, SHI Jingjing, MIAO Mingsan
(Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, Henan, China)

Abstract: Hongjingtian (Rhodiolae Crenulatae Radix et Rhizoma) contains various active ingredients, including flavonoids, phenylethanoid glycosides, organic acids and polysaccharides. Modern pharmacological studies indicate that Hongjingtian (Rhodiolae Crenulatae Radix et Rhizoma) has pharmacological effects such as anti-inflammatory, antioxidant, anti-fatigue, anti-hypoxia, anti-aging, anticancer, hepatoprotective and symptom-alleviating properties in mild Alzheimer's disease. It also shows potential pharmacological effects in treating Parkinson's disease and severe depressive disorders, with promising application prospects. On the basis of summarizing the current status of quality control of Hongjingtian (Rhodiolae Crenulatae Radix et Rhizoma) and understanding the concept of quality markers, this study predicted and analyzed the quality markers of Hongjingtian (Rhodiolae Crenulatae Radix et Rhizoma) from eight aspects, including plant phylogeny, medicinal properties, medicinal efficacy, new medicinal uses, different compatibilities, measurability of chemical components, different harvesting periods and processing methods and different geographical origins, hoping to provide reference for establishing quality standards for Hongjingtian (Rhodiolae Crenulatae Radix et Rhizoma).

Keywords: Hongjingtian (Rhodiolae Crenulatae Radix et Rhizoma); quality control; quality markers

红景天基源为景天科红景天属植物大花红景天、高山红景天、圣地红景天、唐古特红景天等的根或根茎[1]。2020年版《中华人民共和国药典》收载品种为景天科植物大花红景天 *Rhodiola crenulata* (Hook. f. et Thoms.) H. Ohba[2]。红景天入药始载于藏药著作《四部医典》[3],传统医书中将红景天列为药中上品[4]。红景天生于海拔2800~5600 m的山坡草地灌丛或石缝中,主要分布在西藏、云南、四川等地。红景天主要功效为益气活血,通脉平喘,用于气虚血瘀,胸痹心痛,中风偏瘫,倦怠气喘。现代药理研究发现,红景天中含有黄酮类、苯烷基苷类、有机酸类、多糖类等化合物,具有抗炎、抗氧化、抗疲劳、抗缺氧、抗衰老、抗癌、保肝护肝、减缓轻度阿尔茨海默病症状以及具有潜在治疗帕金森病、重度抑郁病症的药理活性[5]。本研究概括了红景天的质量控制现状,根据质量标志物(Quality marker, Q-Maker)的概念[6],对红景天潜在的质量标志物进行预测分析,以期为红景天质量标准的完善提供依据。

基金项目:国家中医药管理局开放课题(GZYKJS-2022-040-1);国家中医药管理局岐黄学者项目(国中医药人教函2022-6);河南省豫药全产业链协同创新中心(豫科技〔2023〕175号);河南省国际合作重点项目(豫财科〔2023〕16号)

作者简介:贺嘉(1999-),男,河南漯河人,硕士在读,研究方向:中药药理学。
通讯作者:苗明三(1965-),男,河南郑州人,教授,博士研究生导师,博士,研究方向:中药药理教学与研究。E-mail:miaomingsan@163.com。

1 红景天质量控制现状

2020 年版《中华人民共和国药典》一部记载了红景天的鉴别检查和含量测定，把红景天苷（Rhodiola Rosea）在红景天中的含量占比作为含量测定的标准，方法是通过高效液相色谱法（High performance liquid chromatography，HPLC）测定，红景天苷不得少于 0.50%。但是仅将一种成分作为质量控制指标，不能全面展现红景天药材的品质。程益清等[7]使用高效液相色谱法对红景天中的红景天苷和酪醇（4 - Hydroxyphenyl ethanol）成分进行含量测定，此方法高效可靠稳定性好，可作为红景天多种有效成分的含量测定方法，为红景天品质控制提供了参考。李志强等[8]用超高压液相色谱 - 三重四极杆串联飞行时间质谱法（Ultra - performance liquid chromatography - quadrupole time - of - flight/mass spectrometry，UPLC - Q - TOF/MS）对长鞭红景天提取物进行定性鉴别分析，鉴别出有机酚酸类、苯乙醇苷类、黄酮及萜类等 36 个化合物。李冲等[9]使用指纹图谱结合化学模式识别的方法分类鉴定红景天的品种，结果发现对长鞭红景天和四裂红景天有很好的区分效果，为控制红景天的质量提供了依据。马小东等[10]用超高效液相色谱法（Ultra - high - performance liquid chromatography，UHPLC）法同时测定唐古特红景天根中没食子酸（Gallic acid）、酪醇、红景天苷、没食子酸乙酯（Ethyl gallate）和对香豆酸（Cis - 4 - coumaric acid）的含量，为质量标志物的选择提供了参考。刘丹妮等[11]采用超高效液相色谱法同时测定蔷薇红景天中络塞维（Rosavin）、络塞琳（Rosarin）和络塞定（Rosiridin）的含量。邹亮等[12]采用 HPLC - 小粒径色谱柱法测定了红景天提取物中的红景天苷、酪醇和络赛维的含量。以上方法多以一种或一类成分对红景天进行质量控制的研究，有一定作用，但是中药化学成分复杂，且经过加工、炮制、提取、制剂、代谢等程序效应成分与原有成分已不太一致。因此，本研究结合红景天的最新质量研究现状从以下几个方面对红景天的质量标志物进行预测，为红景天的质量控制提供参考依据。

2 红景天质量标志物的预测分析

红景天成分复杂，需要从红景天种植、采收、炮制、制剂及代谢全过程进行把控，筛选质量标志物，在概括红景天质量控制现状以及理解质量标志物概念的基础上，从植物亲缘性、传统药性、传统药效、新的药效用途、不同配伍、化学成分的可测性、不同采收期及不同炮制方法、不同产地等 8 个方面对红景天的质量标志物进行了预测分析，以期为红景天的质量控制提供参考。

2.1 基于植物亲缘学及化学成分特有性证据的红景天 Q - Marker 预测分析 红景天是景天科红景天属植物，红景天属植物全世界约产 90 种，我国约有 73 种，另有 2 亚种和 7 变种[13]，主要分布在东北、甘肃、新疆、四川、西藏及云贵等地区。景天科植物全世界共有 34 属超过 1500 种，中国有 10 属 242 种[14]。从植物亲缘学方面出发，景天科红景天属的植物很多，但是在药典中已经清楚地规定了红景天属用来入药的品种，并说明了其品质控制的标准。《中华人民共和国药典》明确指出红景天药材红景天苷所占比例应高于 0.50%、醇浸出物不得少于 22%。目前我国具有质量标准的药用红景天共有五种，分别为大花红景天、狭叶红景天、唐古红景天、长鞭红景天和高山红景天，宋霞等[15]使用气相色谱 - 串联质谱（Gas chromatography - tandem mass spectrometry，GC - MS/MS）建立了这 5 种红景天的指纹图谱并用化学模式识别，结果发现大花红天素（Crenulatin）、酪醇（4 - Hydroxyphenyl ethanol）和红景天苷等成分指纹图谱出现明显差异，为不同红景天的主要差异成分，其中大花红天素为大花红景天的特异性成分。吕秀梅等[16]用高效液相色谱法同时测定大花红景天、狭叶红景天和长鞭红景天药材中没食子酸、红景天苷、酪醇、咖啡酸（Caffeic acid）、对香豆酸含量，结果发现不同品种红景天中化学成分含量存在较大差异，其中大花红景天红景天苷、没食子酸及咖啡酸含量最高，差异最明显。长白山地区同时存在高山红景天及易混淆的长白红景天，包文芳等[17]同时测定高山红景天和长白红景天中红景天苷含量，结果长白红景天中未检测出红景天苷。《中华人民共和国药典》记载的大花红景天与其他红景天的区别见表 1。综上所述，可以将大花红天素、酪醇、红景天苷、没食子酸、咖啡酸作为红景天质量标志物的重要参考。

2.2 基于药性的红景天 Q - Marker 预测分析 药性是中药理论必不缺少的一环，中药药性主要包括性味归经、升降浮沉、有毒无毒等。

张铁军等[18]认为药性物质基础的发现和确定有助于反映中药有效性的完整性，凸显中医药理论体系特点，可以帮助质量标志物的确定。红景天性寒味甘，归肺经。甘味药多用治正气虚弱、身体诸痛及调和药性、中毒解救等几个方面[19]。《素问·至真要大论篇》曰："甘能补能缓"。甘味药化学成分以糖类、蛋白质、氨基酸类偏多[20-21]。林晓月等[22]优化了红景天多糖的制备工艺，并系统评价红景天多糖清除自由基的能力，研究结果表明红景天多糖具备抗氧化作用。王小雪等[23]发现归肺经中药主要化学成分包括黄酮类、挥发油类、苷类和萜类，这些成分具有抗菌、抗炎、抗病毒的作用，可以治疗感冒、咳喘等症状。综上所述，可以将糖类、蛋白质、氨基酸类、黄酮类、挥发油类、苷类和萜类作为红景天质量标志物的重要参考。

2.3 基于药效的红景天 Q - Marker 预测分析 中药药效是中药治疗疾病性能的客观描述，是中医理论的核心理念[24]。2020 版《中华人民共和国药典》记载红景天具有益气活血，通脉平喘的功效。《四部医典》中记载其功效为抗炎、清热、消肿。马莹慧等[25]的研究发现，红景天黄酮经过纯化后可显著

表 1 大花红景天与其他红景天的主要特征区别

中药	来源	产地	药用部位	性味	归经	化学成分
大花红景天	景天科红景天属	中国西藏、云南西北部、四川西部	根及根茎	甘、苦、平	归心、肝经	红景天苷（Rhodiola Rosea）和大花红天素（Crenulatin）
狭叶红景天	景天科红景天属	西藏、云南、四川、新疆等地	根茎	微苦、涩、温	归心、肺、大肠经	红景天苷（Rhodiola Rosea）和酪醇（4 - Hydroxyphenyl ethanol）
高山红景天	景天科红景天属	黑龙江、吉林	全草	甘、涩、平	归心、肺、脾经	红景天苷（Rhodiola Rosea）和没食子酸（Gallic acid）

抑制炎症因子(Tumor necrosis factor - alpha,TNF - α)的分泌,阻断炎症的发生。李英英等[26]探讨了有氧运动联合红景天口服液(主要成分为红景天苷、酪醇)对大鼠抗疲劳能力的影响。结果发现大鼠抗疲劳能力显著上升。潘梦之等[27]评价了红景天苷对脓毒症小鼠脾脏免疫细胞数量及功能的影响,发现红景天苷可显著改善脓毒症小鼠脾脏免疫功能。付金容等[28]研究了红景天苷对慢性间断性缺氧大鼠心肌炎症反应的影响,发现红景天苷可以抑制炎症反应,改善心功能。综上所述,可以将红景天黄酮、红景天苷、酪醇作为红景天质量标志物的重要参考依据。

2.4 基于新的药效用途的红景天Q - Marker预测分析 现代研究表明红景天具有抗氧化、抗高原反应、抗肿瘤、抗衰老的作用。祁永章等[29]研究了红景天苷在高海拔地区干预大鼠创伤性慢性创面后对创面愈合的影响,结果发现红景天苷可以促进微血管生成,减轻组织损伤,加速创面愈合。叶刚等[30]通过动物实验研究发现云南红景天可以通过提高机体抗氧化和清除机体自由基能力而发挥延缓衰老作用。申洪娇等[31]探究了红景天苷对结肠癌细胞SW480增殖、凋亡和裸鼠移植瘤生长的影响,结果发现红景天苷具有抑制结肠癌细胞增殖、迁移、侵袭的作用。周通等[32]探索了红景天苷对胆囊癌细胞生物学行为的影响及其抗肿瘤的分子机制,发现红景天苷可能通过介导糖酵解效应和ERK/HIF - 1α通路抑制胆囊癌细胞增殖、迁移和侵袭。综上所述,可以将红景天苷作为红景天质量标志物的重要参考依据。

2.5 基于不同配伍中表达组分的红景天Q - Marker预测分析 中药一般具有多种功效,中药理论中可以通过复方配伍增加或增强药效,针对不同病证使用不同复方以达到治疗效果[33]。何鑫等[34]研究了人参鹿茸复方(人参、鹿茸、黄精、红景天)组方及单味药对小鼠体力疲劳的影响,结果发现红景天可以协同起到明显的抗疲劳作用。谭晓宇等[35]探究了灵芝红景天复方制剂对免疫低下小鼠免疫功能的影响,发现红景天可以显著增加免疫缺陷小鼠的免疫功能。钟壮聪等[36]研究了红景天虫草复方对短期高原训练后骨骼肌与大脑组织氧合作用影响,发现红景天可以有效预防高原训练后大脑组织总血红蛋白浓度、携氧血红蛋白与脱氧血红蛋白浓度下降的情况。付健阳等[37]研究了红景天、蛹虫草、大黄配伍(中药复方FF)对1型糖尿病大鼠肾脏的保护作用,红景天在组方中起到改善氧化应激水平等作用。李晶等[38]研究了红参和红景天配伍前后主要成分及抗疲劳活性的变化,结果配伍后抗疲劳效果增强,同时红景天成分没食子酸、红景天苷和没食子酸乙酯含量增加。综上所述,可以将抗疲劳、增强免疫、抗氧化、保护肾脏等有效成分及没食子酸、红景天苷和没食子酸乙酯作为红景天不同配方中的质量标志物的重要参考依据。

2.6 基于化学成分可测性的红景天Q - Marker预测分析 中药化学成分复杂,需要将易于检测且性质稳定的有效化成分作为质量标志物评价中药质量[39]。王金荣等[40]采用HPLC法对红景天中的有效成分没食子酸、红景天苷、酪醇进行含量测定。任卫合等[41]采用电感耦合等离子体发光光谱和高效液相色谱测定了红景天矿物元素及有效成分红景天苷、芦丁(Rutin)、没食子酸的含量,并分析了矿物元素的分布特征,结果发现硼(B)、铬(Cr)、锶(Sr)等元素含量与有效成分含量呈正相关。于然等[42]利用超高效液相色谱 - 串联质谱(Ultra - high - performance liquid chromatography - tandem mass spectrometry,UHPLCMS - QQQ)负离子检测模式同时测定红景天中红景天苷、酪醇、没食子酸和鞣花酸(Ellagic acid)的含量。综上所述,可以将红景天苷、没食子酸、酪醇、芦丁、鞣花酸及B、Cr、Sr等矿物元素作为红景天质量标志物的重要参考依据。

2.7 基于不同采收期、炮制加工前后成分含量的红景天Q - Marker预测分析 中药材的品质与其种植地与采收时间也密切相关,不同的采收期会导致中药材成分出现差异。强巴卓嘎等[43]对4种采收时期的西藏红景天不同部位中红景天苷、酪醇、络赛维进行分析,结果发现3种活性成分均在9月中下旬时含量达到最大。任艳艳等[44]对两个不同采收时间蔷薇红景天的红景天苷含量进行测定,结果发现8月采收的蔷薇红景天中红景天苷的含量比7月份高。中药炮制时,不同的炮制方法会对中药的化学成分造成不同影响,导致中药的性质和药效受到影响[45]。因此可以将炮制前后改变的化学成分作为红景天的质量标志物。王洋等[46]对34批不同红景天建立HPLC特征图谱,结果发现红景天素(Rhodiosin)、草质素 - 7 - O - 鼠李糖苷(Rhodionin)两个成分含量保留外表皮的大花红景天饮片比除去外表皮的更高。何宝佳等[47]用HPLC法测定不同炮制方法对红景天中红景天苷和酪醇的含量的变化,结果发现酒蒸品的红景天苷和酪醇含量明显升高。综上所述,可以将红景天苷、酪醇、络赛维、草质素 - 7 - O - 鼠李糖苷作为红景天质量标志物的重要参考依据。

2.8 基于不同产地的红景天Q - Marker预测分析 中药材的产地也是质量控制的重要组成部分,同种药材不同产地也会影响到药材的品质。李霓冰等[48]用HPLC法测定了西藏、四川、云南、吉林、新疆等9个不同产地红景天中红景天苷的含量,结果发现西藏红景天中所含的红景天苷明显高于其他产地的红景天。时文娟等[49]用HPLC法测定新疆、四川、西藏等产地大

表2 红景天质量标志物预测

名称	英文名称	分子式	文献
大花红天素	Crenulatin	$C_{25}H_{20}O_{10}$	[15]
酪醇	4 - Hydroxyphenyl ethanol	$C_8H_{10}O_2$	[16]
红景天苷	Salidroside	$C_{14}H_{20}O_7$	[17]
没食子酸	Gallic acid	$C_7H_6O_5$	[16]
咖啡酸	3 - (3,4 - Dihydroxyphenyl) prop - 2 - enoic acid	$C_9H_8O_4$	[16]
没食子酸乙酯	Ethyl gallate	$C_9H_{10}O_5$	[38]
芦丁	Rutin	$C_{27}H_{30}O_{16}$	[41]
鞣花酸	Ellagic acid	$C_{14}H_6O_8$	[42]
络赛维	Rosavin	$C_{20}H_{28}O_{10}$	[43]
草质素 - 7 - O - 鼠李糖苷	Rhodionin	$C_{21}H_{20}O_{11}$	[46]
草质素	Herbacetin	$C_{15}H_{10}O_7$	[50]
山柰酚	Kaempferol	$C_{15}H_{10}O_6$	[50]

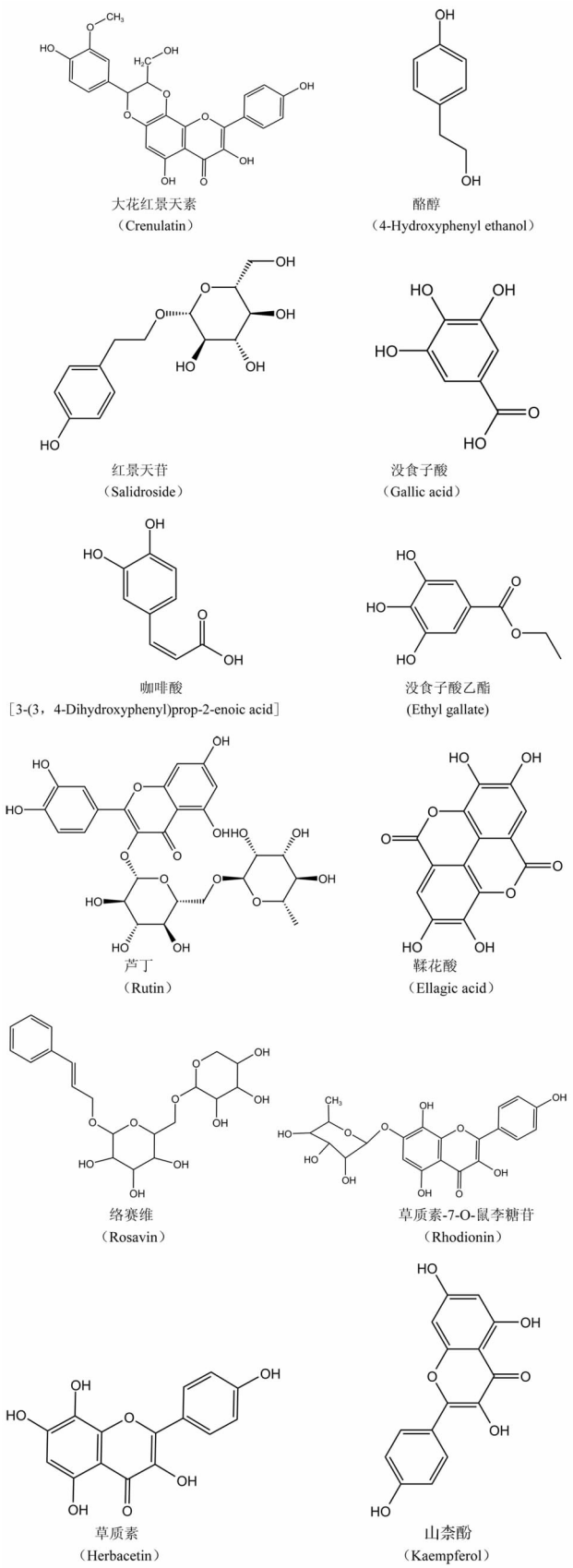


图 1 红景天预测质量标志物结构式

花红景天中红景天苷和酪醇的含量，其中新疆红景天苷含量最高为 1.25%，西藏红景天苷含量最低为 0.58%，西藏酪醇含量最高为 0.38%，四川酪醇含量最低为 0.29%。张杰等[50]采用高效液相色谱－二级线性阵列检测器法（High Performance Liquid Chromatography with Diode Array Detector，HPLC－DAD）同时测定不同产地红景天中的 Ternatumoside Ⅱ、红景天欧素、红景天宁、草质素（Herbacetin）、山柰酚（Kaempferol）、大花红景天素等成分，比较它们的差异性，结果表明不同来源及不同品种的红景天各成分差异显著。方勇[51]采用硫酸蒽酮法测定了 6 个不同产地红景天的多糖成分含量，结果发现高山红景天多糖含量最高为 4.87%，四川大花红景天含量最低只有 1.06%。综上所述，可以将红景天苷、酪醇、Ternatumoside Ⅱ、红景天欧素、红景天宁、草质素、山柰酚、大花红景天素、红景天多糖作为红景天质量标志物的重要参考依据。

3 结语

红景天是我国传统中药材，红景天具备诸多功效，是疗效较好的补益药。红景天在我国主要分布在四川、西藏及云南等地域。目前红景天市场上品种混乱，质量参差不齐的现象仍然存在[52]。为保证临床安全有效用药，应当建立和完善科学的红景天的质量控制体系。本研究依据中药质量标志物的筛选原则从红景天植物亲缘学、药性、药效、新药效用途、配伍、可测化学成分、炮制前后化学成分的对比、不同采收期和产地等多方面对红景天的质量标志物进行预测分析。得出大花红天素、酪醇、红景天苷、没食子酸、咖啡酸、没食子酸乙酯、芦丁、鞣花酸、络赛维、草质素－7－O－鼠李糖苷、草质素、山柰酚等成分可作为红景天质量标志物的筛选对象（见表 2 及图 1）。本文为红景天质量标志物的筛选与确定进行了探讨，以期为红景天质量标准的建立提供依据。

参考文献

[1] 赵国平，戴慎，陈仁寿，主编. 南京中医药大学，编著. 中药大辞典[M]. 2 版. 上海：上海科学技术出版社，2006：1217－1218.
[2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：一部[S]. 北京：中国医学出版社，2020：161－162.
[3] 张玉芹，翟宇. 红景天的有效成分及其在动物生产中的应用研究进展[J]. 饲料研究，2023，46(5)：160－163.
[4] 杨明爽，边雨，曲佳乐，等. 红景天标准汤剂制备及质量标准研究[J]. 中国民族民间医药，2021，30(19)：22－26.
[5] 胡樱，甘禹鑫，贾慧萍，等. 红景天化学成分及药理活性研究进展[J]. 青海草业，2021，30(2)：53－56.
[6] 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.
[7] 程益清，彭韦楠，毛丹，等. 红景天提取物的特征图谱及主要成分含量研究[J]. 中国药师，2022，25(9)：1647－1650.
[8] 李志强，张皓男，何明珍，等. 基于 UHPLC－Q－TOF/MS 分析的长鞭红景天化学成分及其体外抗氧化活性研究[J]. 时珍国医国药，2021，32(10)：2361－2365.
[9] 李冲，李涛，司梦鑫，等. 1HNMR 指纹图谱技术分类及鉴别红景天的品种[J]. 华西药学杂志，2018，33(6)：608－612.
[10] 马小冬，李占强，苏姗姗，等. UHPLC 测定唐古特红景天根中 5 种酚类成分的含量[J]. 中药材，2017，40(8)：1895－1897.

[11] 刘丹妮，张珂，陈晓祥，等. UPLC 法同时测定蔷薇红景天中络塞维、络塞琳和络塞定的含量[J]. 石河子大学学报(自然科学版)，2020，38(5)：615－619.
[12] 邹亮，王战国，胡慧玲，等. HPLC－小粒径色谱柱法测定红景天提取物中红景天苷、酪醇和络赛维[J]. 中草药，2011，42(7)：1334－1337.
[13] 高贝贝，鲁同所，张弘尧. 红景天属植物研究进展[J]. 中华中医药杂志，2023，38(8)：3740－3743.
[14] 高丽莉. 景天科多肉植物在兰州市的栽培管理和景观应用[J]. 山西农经，2019(4)：116，136.
[15] 宋霞，刘亚蓉，李永鹏，等. 基于气相色谱－串联质谱指纹图谱与化学模式识别法研究不同品种药用红景天[J]. 医药导报，2023，42(6)：876－883.
[16] 吕秀梅，范芳芳，文检，等. HPLC 法同时测定 3 种红景天药材中 5 种化学成分的含量[J]. 中国药房，2018，29(18)：2515－2519.
[17] 包文芳，李欣. 四种国产红景天中红景天甙的含量分析[J]. 沈阳药科大学学报，1995(4)：263－265.
[18] 张铁军，白钢，刘昌孝. 中药质量标志物的概念、核心理论与研究方法[J]. 药学学报，2019，54(2)：187－196.
[19] 张静雅，曹煌，龚苏晓，等. 中药咸味药性表达及在临证配伍中的应用[J]. 中草药，2016，47(16)：2797－2802.
[20] 严永清，吴建新. 药物的甘味与归经、作用及化学成分的关系[J]. 中药通报，1988(5)：52－55.
[21] 洪宗国，程望元. 甘味药的疗效及其化学基础[J]. 中医药学刊，2003，21(9)：1594－1595.
[22] 林晓月，齐珈娆，王丹丹，等. 红景天多糖的提取及体外抗氧化活性研究[J]. 北华大学学报(自然科学版)，2016，17(3)：330－334.
[23] 王小雪，卢杉，郑思悦，等. 归经中药化学成分、药理作用及临床应用的实证分析[J]. 中华中医药杂志，2018，33(11)：5193－5197.
[24] 张铁军，王杰，陈常青，等. 基于中药属性和作用特点的中药质量标志物研究与质量评价路径[J]. 中草药，2017，48(6)：1051－1060.
[25] 马莹慧，熊馨，李月，等. 长白山红景天黄酮组分的提取工艺及抗炎作用[J]. 中国兽医杂志，2021，57(11)：56－61.
[26] 李英英，李晨，高刚. 有氧运动联合红景天口服液提高大鼠抗疲劳作用的机制研究[J]. 新疆师范大学学报(自然科学版)，2023，42(2)：91－96.
[27] 潘梦之，赵剑秋，宋颖，等. 红景天苷对脓毒症小鼠脾脏免疫功能的影响[J]. 复旦学报(医学版)，2022，49(5)：690－696.
[28] 付金容，杨靖，黎明江. 红景天苷对慢性间断性缺氧心肌炎症反应的作用及其机制[J]. 三峡大学学报(自然科学版)，2018，40(5)：109－112.
[29] 祁永章，陈亚莉，王滋兴，等. 红景天苷在高海拔地区创伤性慢性创面愈合中的作用及其研究[J]. 中国美容医学，2022，31(3)：96－99.
[30] 叶刚，杨锐，杨怀铭. 云南红景天对衰老模型大鼠的抗衰老作用[J]. 中国老年学杂志，2014，34(14)：3960－3962.
[31] 申洪娇，张红鸽，李晓静，等. 红景天苷通过 AKT/mTOR 信号通路对结肠癌细胞 SW480 增殖、凋亡和裸鼠移植瘤生长的影响[J]. 沈阳药科大学学报，2023，40(7)：908－914，926.
[32] 周通，张晓霞，张国华，等. 红景天苷通过 ERK/HIF－1α 通路介导 Warburg 效应抗胆囊癌的机制研究[J]. 中药材，2023，46(6)：1537－1541.
[33] 张媛鑫，孔小莉，李晨辉，等. 猫爪草质量控制现状及标志物预测分析[J]. 中华中医药学刊，2023，41(9)：115－119，286.
[34] 何鑫，张凤清. 人参鹿茸复方及单组分酒剂对小鼠抗疲劳作用的研究[J]. 食品研究与开发，2020，41(23)：32－36.
[35] 谭晓宇，杨勇，王科斯，等. 灵芝红景天复方制剂对小鼠免疫功能的影响[J]. 免疫学杂志，2019，35(1)：59－64.
[36] 钟壮聪，刘晓海. 红景天虫草复方可促进骨骼肌和大脑组织氧合作用[J]. 基因组学与应用生物学，2018，37(9)：4069－4075.
[37] 付健阳，张晓琳，田金英，等. 红景天、蛹虫草、大黄配伍治疗代谢综合征的实验研究Ⅵ——对糖尿病大鼠肾脏保护作用[J]. 中国中药杂志，2013，38(22)：3961－3966.
[38] 李晶，李瑞刚，睢博文，等. 红参和红景天配伍前后主要成分及抗疲劳活性的变化[J]. 中国实验方剂学杂志，2020，26(13)：87－96.
[39] 张铁军，白钢，陈常青，等. 基于“五原则”的复方中药质量标志物(Q－marker)研究路径[J]. 中草药，2018，49(1)：1－13.
[40] 王金荣，徐怀利. 红景天药材有效成分没食子酸红景天苷及酪醇的含量测定[J]. 四川中医，2016，34(9)：145－147.
[41] 任卫合，王丽萍，罗龙龙，等. 不同品种红景天矿物元素特征及与有效成分相关性研究[J]. 中药材，2021，44(12)：2781－2786.
[42] 于然，陈亮，王晓杰. UHPLC MS－QQQ 同时测定红景天中 4 种有效活性成分研究[J]. 中国食品添加剂，2019，30(8)：154－157.
[43] 强巴卓嘎，白玛玉珍，欧珠，等. 采收期对红景天活性成分的影响[J]. 中国食物与营养，2019，25(9)：20－23.
[44] 任艳艳，王晓琴，赵文彬，等. 不同产地不同采收期蔷薇红景天中红景天苷的含量测定[J]. 时珍国医国药，2013，24(2)：377－378.
[45] 张淑娟，张育贵，辛二旦，等. 中药炮制对中药化学成分及药理作用的影响[J]. 中兽医医药杂志，2020，39(2)：40－42.
[46] 王洋，关潇滢，苏畅，等. 基于 HPLC 特征图谱结合化学计量学的大花红景天质量研究[J]. 中药材，2022，45(2)：405－409.
[47] 何宝佳，钱丽，魏蔚. 红景天不同工艺炮制品中红景天苷和酪醇含量比较[J]. 通化师范学院学报，2016，37(4)：46－49.
[48] 李霓冰，邓青. 不同产地红景天药材 HPLC 指纹图谱分析[J]. 辽宁中医杂志，2021，48(8)：190－193.
[49] 时文娟，李中东，钟明康. 不同产地大花红景天中红景天苷和酪醇的含量比较[J]. 中国临床药学杂志，2017，26(1)：35－38.
[50] 张杰，金诗雪，耿冰，等. HPLC－DAD 法测定不同产地红景天中 6 个黄酮类成分[J]. 中草药，2016，47(23)：4253－4256.
[51] 方勇. 不同产地红景天中红景天多糖含量的测定和对比分析[J]. 现代中西医结合杂志，2011，20(31)：3988－3989.
[52] 宋霞，刘亚蓉，徐智玮，等. 药用红景天的品种整理及生药学鉴别研究[J]. 沈阳药科大学学报，2023，40(5)：637－648.