

王强 阮晓 颜启传 著

红景天

珍稀药用植物

 科学出版社
www.sciencep.com

珍稀药用植物红景天

王 强 阮 晓 颜启传 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书系统全面地介绍了分布于我国的红景天植物资源的内容。包括红景天的植物学特征和地理分布、不同器官特种药理成分含量及药用价值等,并介绍了促进红景天种子发芽、种质资源鉴定、繁殖和栽培、开发和利用技术等方面国内外最新的研究进展。本书为发掘保护、开发利用珍稀药用植物资源红景天起到重要作用,同时也为红景天药物及其保健品的产业化发展提供资料。

本书可为中医药研究机构和高等院校中从事资源植物学、植物药化学方面的科研与教学工作的人员提供参考,同时也可供资源植物利用方面以及相关学科的人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

珍稀药用植物红景天/王强,阮晓,颜启传著. —北京:科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-017992-0

I. 珍… II. ①王…②阮…③颜… III. 红景天属-药用植物-研究 IV. S567.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 104806 号

责任编辑:李 悦 李久进 沈晓晶/责任校对:桂伟利

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007年7月第一次印刷 印张:23 3/4

印数:1—1 000 字数:550 000

定价:78.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

前 言

全世界红景天有 90 种，分布在北半球高寒地区。我国有 73 种、2 亚种和 7 变种，主要分布在新疆天山山脉、西藏、四川、云南、贵州和东北三省等生态环境恶劣的高寒山区。红景天植形奇特，植株矿物质含量丰富，化学成分独特，药用价值高，但稀少，已被列为珍稀药用植物。

早在 1200 年的藏医《四部医典》中红景天已被作为“神药”。1596 年，李时珍《本草纲目》中已记述“景天，上品、甘涩、寒、无毒、治肺疾”。1995 年版《中华人民共和国药典》已将其作为“九味石灰华散”成方中的一种成分，具有清热、滋补元气的功效。20 世纪 60 年代中期，前苏联基洛夫军事学院发现红景天具适应原作用。随后，前苏联科学家对红景天进行了大量的研究，并于 1970 年将红景天作为“适应原”样药物，由前苏联保健部审定为“人参型兴奋剂”，用作宇航员、飞行员、潜水员、运动员等的必备保健品，以消除疲劳、增强活力。国内外新近药理研究认为，红景天具有抗缺氧、抗衰老、抗不良刺激、抗辐射、抗病毒、抗肿瘤、消除疲劳、活血化瘀和提高记忆力等多种功效。现已有将其开发为药物和饮料的发展利用。因此，了解红景天资源的植物学特征和地理分布，研究红景天植物器官化学成分和药用价值，探讨红景天繁殖和种植技术、鉴定方法，以及细胞悬浮培养、人工合成药物和保健食品开发利用等问题，对更好地利用红景天这一珍稀植物资源是很有意义的工作。

近 30 年来，为了保护红景天珍稀野生药用植物资源和提高更有价值的次生代谢物质的产量，以及开发新途径，许多学者致力于红景天快速繁殖、细胞悬浮培养、人工合成等新技术的开发，并在提取技术、测定方法、药用和食品开发等多方面进行了大量的研究。这些方面的研究成果大大丰富了红景天资源的开发和利用途径，有效地推动了红景天在药物和食品领域的开发及利用。

为了开发和利用珍稀药用植物红景天种质资源，笔者综合博士论文的文献综述和科研成果，以及正在研究的国家自然科学基金项目的研究成果和专利，并查阅大量国内外最新研究的有关资料，著成《珍稀药用植物红景天》一书。本书分为红景天植物资源和药用价值概述、红景天种质资源、植物学特征特性及地理分布、红景天植物的化学研究、红景天植物特种成分的药理功效、红景天种子休眠生理和促进发芽技术的研究、红景天种质资源鉴定技术的研究、红景天药物资源的开发和利用概况、红景天种质的繁殖与人工栽培技术、红景天快速繁殖原理与技术、红景天细胞悬浮培养的原理和技术、红景天苷的人工合成的研究、红景天原料的采收和提取工艺、红景天药物成分的测定方法、红景天药物的开发与应用及红景天功能性食品的开发共 15 章。本书比较系统全面地介绍了红景天植物资源的植物学特征和地理分布、不同器官特种成分的含量和药用价值、促进种子发芽技术、资源鉴定技术、繁殖和栽培技术、开发和利用技术等最新研究的重要内容，希望为发掘和保护、开发和利用珍稀药用植物资源红景天起到抛砖引玉的作用，为红景天药物和保健食品的产业化发展做点工作。

本书的出版得到浙江大学宁波理工学院的资助和许多朋友的热情帮助，谨此表示衷心谢意。

由于作者水平所限，疏漏错误之处在所难免，谨请读者批评指正。

作者

2005 年 12 月

目 录

前言

第一章 红景天植物资源和药用价值概述	1
第一节 红景天植物学特征和分布	1
第二节 红景天植物药用历史和价值	3
第三节 红景天植物的化学成分	4
第四节 红景天植物资源保护的迫切性	4
第五节 红景天植物资源的认识和研究结果	4
第六节 红景天药物资源生产途径的发展和创新	5
参考文献	8
第二章 红景天种质资源、植物学特征特性及地理分布	9
第一节 红景天种质资源的植物学特征和地理分布	9
第二节 库页红景天植物学特征特性和生长发育特性	35
第三节 高山植物唐古特红景天抗寒性的形态学和生理学特性	40
第四节 库页红景天生殖生态和遗传变异的研究和分析	43
第五节 库页红景天濒危原因的生态学分析	48
参考文献	49
第三章 红景天植物的化学研究	51
第一节 红景天植物的化学研究	51
第二节 红景天种质资源特种化学成分的研究和评价	58
第三节 丽江产红景天化学成分的研究	63
第四节 红景天根茎挥发性物质和油类	66
参考文献	70
第四章 红景天植物特种成分的药理功效	73
第一节 红景天的抗辐射作用	73
第二节 红景天苷对免疫功能的调节作用	74
第三节 红景天苷的抗病毒作用	79
第四节 红景天提取物的抗缺氧和抗缺糖作用	81
第五节 红景天苷的抗衰老作用	86
第六节 红景天苷的抗疲劳作用	96
第七节 红景天素的抗癌作用	109
第八节 红景天多糖的降血糖作用	110
第九节 红景天药物的强壮作用	113
第十节 红景天药物对机体损伤的治疗作用	116
第十一节 红景天的抗痴呆效应	122

第十二节	红景天提取物对改善记忆力的作用	125
第十三节	红景天治疗急性高原反应的作用	128
第十四节	红景天药物对防治肝病的功效	130
第十五节	藏药红景天对高血压病患者降压治疗功效	136
第十六节	红景天苷对心血管系统的保护作用	137
第十七节	红景天提取物没有致突变及致畸变作用而有抑制作用	142
第十八节	红景天药物药理作用的研究进展	144
	参考文献	151
第五章	红景天种子休眠生理和促进发芽技术的研究	156
第一节	种子休眠研究的进展和存在问题	156
第二节	红景天种子休眠生理和促进发芽技术的研究	174
第三节	库页红景天种子散布模式与种子发芽技术	186
	参考文献	187
第六章	红景天种质资源鉴定技术的研究	191
第一节	种质资源鉴定技术的发展	191
第二节	红景天种子的 RP-HPLC 蛋白质生化标记鉴定	197
第三节	红景天不同种植物 RAPD 分析与分类鉴定	205
第四节	野生和栽培库页红景天的核磁共振指纹图谱鉴定	209
	参考文献	211
第七章	红景天药物资源的开发和利用概况	214
第一节	库页红景天资源应用与开发研究进展	214
第二节	西藏红景天资源的调查和利用	216
第三节	红景天属植物资源利用与开发研究新进展	217
第四节	红景天药物开发的创新	220
	参考文献	220
第八章	红景天种质的繁殖与人工栽培技术	221
第一节	红景天种质的繁殖技术	221
第二节	生态因子和土壤对红景天生物量和红景天苷含量的影响	222
第三节	红景天的栽培技术	232
第四节	栽培红景天主要性状研究	236
	参考文献	242
第九章	红景天快速繁殖原理与技术	243
第一节	库页红景天愈伤组织的诱导和植株的再生	243
第二节	库页红景天愈伤组织诱导及生长研究	248
	参考文献	249
第十章	红景天细胞悬浮培养的原理和技术	250
第一节	库页红景天愈伤组织的诱导及培养研究	250
第二节	库页红景天细胞悬浮培养中 pH 对红景天苷胞外释放及细胞活性的影响	255

第三节	气升式反应器培养库页红景天愈伤组织颗粒的动力学与氧传递特性研究.....	262
第四节	利用库页红景天培养细胞生物转化外源酪醇生产红景天苷的研究.....	269
第五节	库页红景天细胞悬浮培养中红景天苷生物合成代谢调控Ⅱ：真菌诱导物的影响.....	275
第六节	红景天致密愈伤组织颗粒培养中利用肉桂醇生物转化增加肉桂糖苷产量的研究.....	280
第七节	影响库页红景天细胞悬浮培养中细胞生长和红景天苷积累的几个因素.....	281
第八节	库页红景天细胞悬浮培养生长和营养成分摄取动力学研究.....	284
第九节	库页红景天愈伤组织中红景天苷的微波破细胞提取.....	288
	参考文献.....	291
第十一章	红景天苷的人工合成的研究.....	292
第一节	以对羟基苯乙酸为原料的红景天苷合成方法.....	292
第二节	以对羟基苯乙酸乙酯为原料合成红景天苷的改进合成方法.....	294
第三节	以 2-(对-氨基苯基)乙醇制备酪醇,再以酪醇为原料合成红景天苷的方法.....	296
第四节	红景天苷合成的新途径.....	297
	参考文献.....	299
第十二章	红景天原料的采收和提取工艺.....	300
第一节	利用高速对流色谱分析提取红景天苷的方法.....	300
第二节	红景天苷超临界萃取法.....	302
第三节	红景天苷的分离提纯方法.....	308
第四节	红景天苷的提取工艺.....	309
第五节	红景天苷的制备工艺的改进.....	310
第六节	狭叶红景天总黄酮的微波提取及含量测定.....	312
	参考文献.....	313
第十三章	红景天药物成分的测定方法.....	315
第一节	HPLC 测定红景天植物中红景天苷含量的方法.....	315
第二节	高效液相色谱测定红景天中红景天苷和酪醇含量.....	317
第三节	RP-HPLC 法测定库页红景天中红景天苷含量.....	320
第四节	高效毛细管电泳法测定红景天苷和酪醇含量的研究.....	321
第五节	西藏红景天超临界 CO ₂ 萃取物的 GC-MS (色谱-质谱联用) 分析.....	326
第六节	酚-硫酸比色法对红景天根多糖含量测定.....	328
第七节	薄层-紫外法测定红景天植物中红景天苷含量.....	331
	参考文献.....	333
第十四章	红景天药物的开发与应用.....	334
第一节	红景天药物的临床应用及前景.....	334
第二节	红景天药物开发专利技术.....	334

参考文献.....	338
第十五章 红景天功能性食品的开发	339
第一节 红景天保健功能食品的开发现状.....	339
第二节 红景天保健面包的研制.....	343
第三节 红景天豆奶粉的研制和延缓衰老的作用.....	347
第四节 红景天固体饮料配方的研究.....	357
第五节 红景天保健茶的研制.....	360
第六节 红景天蜜酒的研制.....	365
第七节 红景天纯净水的试制.....	368
参考文献.....	371

第一章 红景天植物资源和药用价值概述

第一节 红景天植物学特征和分布

红景天属于被子植物门 (Angiospermae) 景天科 (Crassulaceae) 红景天属 (*Rhodiola* L.) 多年生草本。根茎 (collum) 肉质, 粗或细, 被有基生叶或鳞片状叶, 先端部分通常出土。花茎发自基生叶或鳞片状叶的腋部, 一年生, 老茎有时宿存, 茎不分枝, 多叶。茎生叶互生, 厚, 无托叶, 不分裂。花序顶生, 通常为复出或简单的伞房状或二歧聚伞状, 少有为螺状聚伞花序, 更少有为花单生, 通常有苞片, 有总梗及花梗。花辐射对称, 雌雄异株或两性; 萼 (3~) 4~5 (~6) 裂; 花瓣几分离, 与萼片同数; 雄蕊 2 轮, 常为花瓣数的 2 倍, 对生雌雄蕊贴生在花瓣下部, 花药 2 室, 底着, 极少有背着的, 一般在开花前花药紫色, 花药开裂后黄色; 腺状鳞片线形、长圆形、半圆形或近正方形; 心皮基部合生, 与花瓣同数, 子房上部。蓇葖有种子多数。该属的模式种: 红景天 (*Rhodiola rosea* L.) 分布在亚欧大陆北部。

红景天属有 90 种, 分布在北半球高寒地区。我国有 73 种 2 亚种 7 变种。

为了研究和认识方便, 已把红景天属分为 8 个组, 根据基生叶发达程度、花药着生位置、鳞片形状、植株高矮、茎叶着生方式、花序形状、根茎生长状态和花的单性及两性制定有关分组检索表。

红景天属分组检索表

- 1. 基生叶发达。
 - 2. 花药背生; 花序为螺状聚伞状; 基生叶脱落; 鳞片状叶二型, 大型的有一个线形或长圆形的顶生附属物, 长 1~1.5mm, 宽 0.5mm; 茎生叶狭倒披针形或长圆形, 宽 2~4.5mm 组 1. 背药红景天组 Sect. *Hobsonia* (H. Ohba) S. H. Fu
 - 2. 花药基生; 花序单生或成伞房状花序; 基生叶脱落, 但其长叶柄宿存, 密集簇生; 茎生叶宽 1~2.4mm 组 2. 报春红景天组 Sect. *Primuloides* (Praeg.) S. H. Fu
- 1. 基生叶不发达, 变为鳞片状。
 - 3. 鳞片状叶显为二型, 大型的有一个线形或长圆形的顶生附属物, 长 1.5~3mm, 宽 0.3~0.8mm 组 3. 异鳞红景天组 Sect. *Smithia* (H. Ohba) S. H. Fu
 - 3. 鳞片状叶不为二型, 不具顶生附属物。
 - 4. 植株矮小, 高不及 5cm, 茎生叶 4~6, 近轮生 组 4. 四轮红景天组 Sect. *Prairia* (H. Ohba) S. H. Fu
 - 4. 茎生叶多数, 互生、聚生或近轮生, 如为轮生则植株高 10cm 以上, 极少有 6 叶轮生的。
 - 5. 总状花序长圆柱形 组 5. 柱花红景天组 Sect. *Clementsia* (Rose) A. Bor.
 - 5. 花序不为总状。
 - 6. 地面上的根茎多少伸长, 有或多或少的残留老茎枝; 一年生茎多数; 叶常全缘 组 6. 四裂红景天组 Sect. *Chamaerhodiola* (Fisch. et Mey.) A. Bor.
 - 6. 根茎少有伸长到地面上的, 不具宿存的老茎枝, 或有少数存留; 一年生花茎少数, 常有 1~

- 10 条；叶边缘有齿或缺刻，或为全缘。
7. 花通常单性；对瓣雄蕊通常着生花瓣基部；叶常为全缘或有浅裂 组 7. 红景天组 Sect. *Rhodiola*
7. 花通常两性；对瓣雄蕊通常着生在花瓣中部；叶有浅裂或深裂 组 8. 三裂红景天组 Sect. *Trifida* (Frod.) S. H. Fu

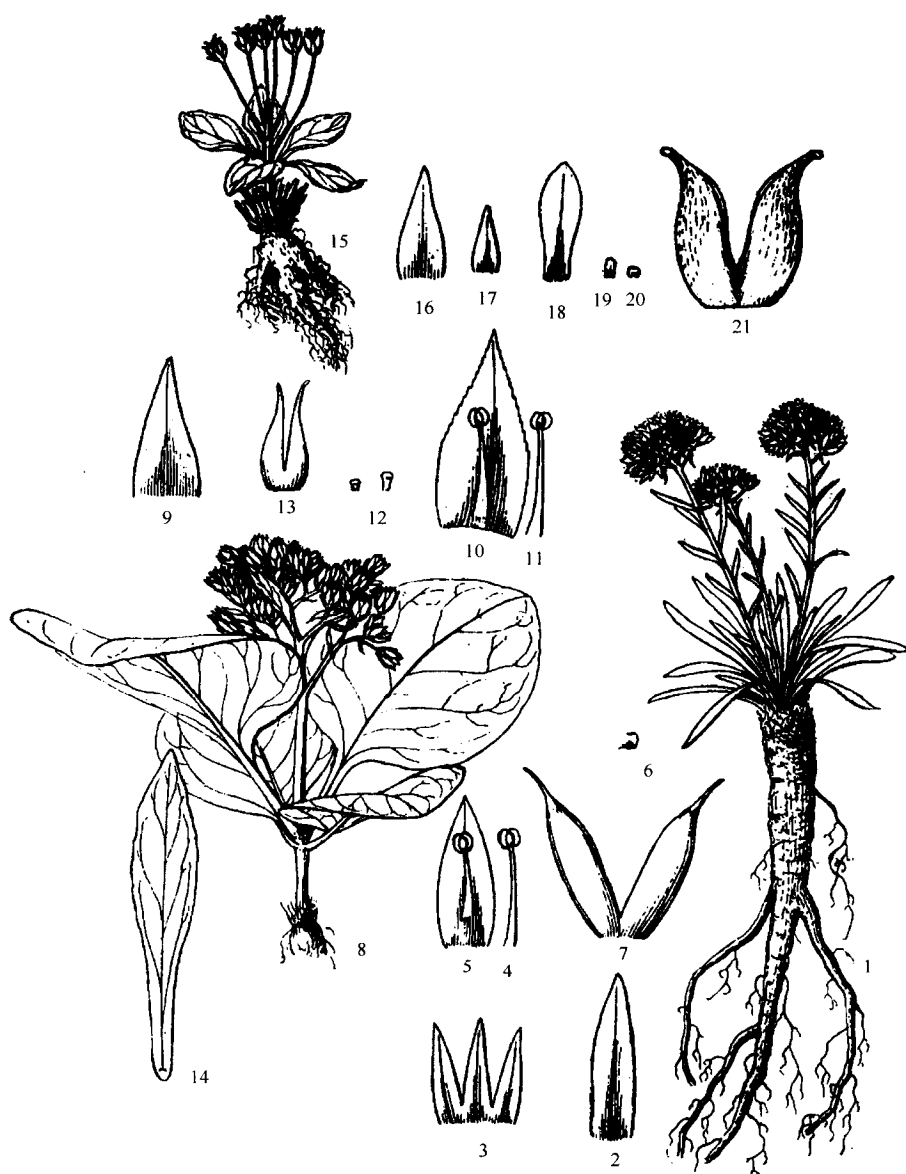


图 1-1 异鳞红景天 *Rhodiola smithii* S. H. Fu

1. 植株；2. 苞片；3. 萼片；4. 对萼雄蕊；5. 花瓣及对瓣雄蕊；6. 鳞片；7. 心皮。8~14 四轮红景天 *Rhodiola prainii* (Hamet) H. Ohba；8. 植株；9. 萼片；10、11. 花瓣及雄蕊；12. 鳞片；13. 心皮；14. 苞片。15~21 托花红景天 *Rhodiola stapfii* (Hamet) S. H. Fu；15. 植株；16、17. 萼片；18. 雌花花瓣；19、20. 鳞片；21. 心皮

为了了解红景天属植物形态特征,这里选择第3组异鳞红景天组为代表模式种,对异鳞红景天组的植物形态特征介绍如下:

异鳞红景天组的植物形态特征是基生叶不发达,根茎上鳞片二型,大的鳞片先端有附属物,附属物线形或长圆形,长1.5~3mm,宽0.3~0.8mm,有两性花,花药底着。

模式种及单一种:异鳞红景天 [*R. smithii* (Hamet) S. H. Fu]。

多年生草本。根茎直立,粗,不分枝。基生叶鳞片状,外面的三角状半圆形,先端有线形或长圆形附属物,里面的宽线形,长5.5~35mm,先端有长尾。花茎长1.7~7cm,直立,细弱,不分枝,基部被鳞片;花茎的叶互生,长卵形或卵状线形,长7~14mm,宽1.2~2.2mm,钝,全缘。伞房状花序,花疏生;花两性;萼片5,披针形,长2.5~4mm,宽1~1.8mm;花瓣5,近长圆形,长3.7~6.2mm,宽1.4~2mm,先端尖,外面上部呈龙骨状,全缘;雄蕊10,对瓣的长1.5~3.2mm,着生花瓣中部以下,对萼的长3~6mm;鳞片5,近正方形,长0.5~0.6mm,宽0.6~0.9mm,先端有微缺;心皮5,基部1mm合生,分离部分长2~4.5mm,花柱长1.4~2mm。蓇葖直立,种子少数;种子近倒卵状长圆形,长1.3mm,钝形(图1-1),花期7~9月,果期8~12月。

生长在西藏日喀则至亚东一带。生于海拔4000~5000m的河滩砂地、砂质草地及石缝中。模式标本采自锡金¹⁾。

第二节 红景天植物药用历史和价值

红景天最早作为药用见记载于公元1200年的藏医《四部医典》中,记为“神药——苏罗玛葆”,即指现在的宽果红景天(*R. eurycarpa* S. H. Fu)。而公元1596年李时珍《本草纲目》中记为“景天,上品、甘涩、寒、无毒、治肺疾”。现代的医药书籍中根据红景天植物学特征分成多种,作为药用的见记载的有《中华人民共和国药典》(1985年版)和《四川省中成药标准》(1993年版)记载的大花红景天(*R. crenulata* H. Ohba)和狭叶红景天(*R. kirilowii* Maxim)。《中华人民共和国药典》(1995年版)中的成方制剂“九味石灰华散”中有红景天,它是作为“清热、滋补元气”的原料。药理学研究发现,红景天具有抗衰老作用、抗缺氧作用、抗不良刺激作用、对机体双向调节作用、抗病毒及抗肿瘤作用、抗疲劳及提高学习记忆力等许多新的作用。

对红景天资源研究与应用较早的国家是前苏联。20世纪60年代,他们研究证实红景天的免疫补益作用强于人参、刺五加,服用时无人参燥热不宜久服及刺五加易引起便秘的缺点,无副作用,无成瘾性,并能使服用者的身体在多方面受益。他们将红景天制剂推入市场,作为宇航员、飞行员、潜水员等从事特殊工种人员的保健品,促进了红景天产业的开发研究向纵深方向发展。我国对红景天药用开发研究始于20世纪80年代初,广大科研工作者对红景天的生理、生态、栽培、药理、化学成分等方面进行了广泛的研究,并取得很多研究成果。红景天作为保健药物资源和食品资源已得到了国家的

1) 锡金于1975年正式成为印度的一个邦。

认可。

第三节 红景天植物的化学成分

国内外进行过化学成分研究及成分预试的红景天属植物约 30 种。分别是库页红景天 (*R. sachalinensis* A. Bor.)、大花红景天 (*R. crenulata* H. Chba)、四裂红景天 (*R. quadrifida* Fisch. et Mey.)、大紫红景天 (*R. atropurpurea* Trautv. et Mey.)、云南红景天 (*R. yunnanensis* S. H. Fu)、长圆红景天 (*R. forrestii* S. H. Fu)、紫绿红景天 (*R. purpureoviridis* S. H. Fu)、长鞭红景天 (*R. fastigiata* S. H. Fu)、红景天 (*R. rosea* L.)、唐古红景天 (*R. algida* Fisch. et Mey.)、长鳞红景天 (*R. gelida* Schrenk)、线叶红景天 (*R. linearifolia* A. Bor.)、羽裂红景天 (*R. pinnatifida* A. Bor.)、浅绿红景天 (*R. viridula*)、异齿红景天 (*R. heterodonta* A. Bor.)、谢氏红景天 (*R. semenovii*)、多花红景天 (*R. litwinowii* A. Bor.)、大红红景天 (*R. coccinea* S. H. Fu)、狭叶红景天 (*R. kirilowii* Maxim)、*R. borealis*、*R. integrifolia* 等种。从上述种中已分离出九大类 60 多种化合物,即香豆素类、黄酮类、苷类、生物碱类、无机元素、氨基酸、纤维素类、淀粉类、维生素类,尤以黄酮类居多。药理学研究表明它们所含的红景天苷、红景天素、酪醇、二苯甲基六氢吡啶、超氧化物歧化酶 (SOD)、岩白菜素等为其有效生物活性成分,另外,还含有 21 种微量元素和 18 种氨基酸,其中,7 种为人体必需氨基酸,但各个种间含有的微量元素及氨基酸种类和含量差异较大。

第四节 红景天植物资源保护的迫切性

我国红景天属植物约占世界红景天种质资源总量的 80%。尽管在东北、华北、西南、西北均有分布,但由于其生长在高海拔的高寒区,资源相对分散,使得目前对红景天属植物的研究处于发现什么种就研究什么种的状态。另外,由于不同地区所采用的研究方法、研究手段及评价标准不同,造成红景天研究缺乏系统性和可比性。究竟存在于我国的 70 多种红景天中哪种是有效成分含量最高或最有价值的,还没有答案。此外,红景天属植物果实结籽率、种子萌发率和幼苗存活率均不高的生殖生理学特性,已造成了该属植物的濒危状况。随着人们对红景天新的药理学作用认识的不断深入、需求的不断扩大,如果资源供给问题得不到有效解决,红景天本身脆弱的原生生态系统将难以支撑如此巨大的市场需求,这必将导致红景天属植物生物资源的减少和遗传多样性资源的丧失。

第五节 红景天植物资源的认识和研究结果

根据目前对资源植物红景天生存状况、研究现状和我国加入 WTO 后给中草药产业发展带来的机遇与挑战的分析,可提出以下三个新的认识:①有必要对全国范围内的该属植物进行调查、收集、整理,选择适当的质量性状指标对红景天资源进行综合评价,筛选出最具潜在利用价值的红景天种;②资源植物红景天的利用,应该是基于对其引种

驯化，而不是对野生植物群体的继续破坏，必须建立可资利用的红景天引种驯化群体；③有必要选择适当的研究方法，对已被破坏了、正在被破坏的和将可能被破坏的红景天属植物的遗传多样性和种的真实性的分析鉴定，为这一珍贵植物资源的保护与可持续性利用提供理论依据。

本书作者之一王强在对红景天种质资源进行收集、整理和有效成分的分析与评价的基础上，对红景天种子休眠生理和促进发芽成苗技术进行了研究，并对红景天种质资源的生化鉴定（高效液相色谱）技术进行了研究，已取得满意的结果和明确的结论。

1) 关于红景天种子解除休眠和促进发芽机制前人未做过系统研究。作者采用发芽温度调控、4℃预冷处理和外源植物激素刺激等处理方法的组合，已获得解除休眠、促进种子发芽并获得高质量的红景天实生苗的结果。并且探索了外源植物激素刺激、内源植物激素的变化、种子的发芽和实生苗生长之间的生理相关性。结果发现：①单独采用3周4℃预冷处理的红景天种子在25/10℃条件下发芽，发芽率可达到 $(48 \pm 2)\%$ ，比对照（12%）提高3倍；②对红景天种子用外源赤霉素（gibberellic acid, GA_3 ）、2,4-二硝基苯胺（2,4-dinitro-aniline, 2,4-D）或赤霉素+2,4-二硝基苯胺浸润24h后，经3周4℃预冷组合处理，能降低红景天种子胚中内源脱落酸（abscisic acid, ABA）的浓度，并使其保持在较低的水平，其发芽率可提高到98%，比对照（12%）提高7倍，比单独预冷处理发芽率 $(48 \pm 2)\%$ 提高1倍。这就表明，经过组合处理已完全解除种子休眠，获得最高发芽率；③研究还发现种子内源生长素（鲜重）吲哚乙酸（3-indole acetic acid, IAA）浓度水平在611.8ng/g到494.6ng/g之间变化时，实生苗子叶和根生长较为平衡，实生苗的存活率也较高，采用外源处理控制其浓度水平在这一范围内，是获得高质量红景天实生苗的有效方法。作者的研究结果揭示出红景天种子休眠、萌发和实生苗生长发育的内在生理规律，并探讨了解除休眠、促进发芽和实生苗平衡生长的最佳技术。国内其他植物未见如此深入的研究，也未见前人在红景天这方面的研究报道。

2) 国际上已经开始应用先进的RP-HPLC蛋白质生化标记技术进行品种鉴定和种内遗传多样性的研究，而国内这方面研究工作报道很少。本研究首次采用RP-HPLC蛋白质生化标记技术对红景天野生种进行鉴定，摸索出优化的色谱分析条件和分离蛋白质柱保留时间重现性，所获得的RP-HPLC分析条件能满足红景天鉴定工作要求，并取得有效的鉴定效果。

第六节 红景天药物资源生产途径的发展和创新

一、红景天资源的应用和开发

鉴于红景天有类似中医“扶本固正”的“适应原”样作用，且其增强免疫功能优于人参，当疲劳机体不能自然恢复时，服用红景天制剂有显著的效果且无毒无成瘾性。前苏联卫生部已批准将红景天用作宇航员、潜水员、运动员等特殊职业的保健药品。我国已明确将红景天作为保健药物资源和保健食品资源，为其广泛开发应用提供了依据。目前，国内外大都将红景天用作滋补强壮药，用于消除疲劳、抵御寒冷以及治疗老年性心

衰、糖尿病等，效果好，而且不产生人参那种燥热。近年来，红景天渐渐被国人所认识，掀起一股“红景天热”。许多企业有相应的产品，然而，目前红景天基本上仍为天然资源。由于其生存环境恶劣，生长缓慢且年产量低，红景天需求量的日益增大，使得原本就稀少的野生资源更加显得严重匮乏。大量的无限制的开发利用将导致三个严重的问题：① 红景天这一珍稀药用植物物种灭绝；② 红景天产区的生态环境不断恶化；③ 以红景天为原料的公司倒闭，在一定程度上制约了当地经济的可持续发展。因此，如何利用生物技术、生物工程的手段开发红景天资源及提高其有效成分含量便成为亟待解决的问题。

二、开发红景天资源的途径

（一）人工栽培

由于红景天适合在高寒干燥的环境中生长，不耐高温、潮湿的气候及易发病等原因，大面积栽培至今尚未成功。目前尚无良策解决不耐高温的问题，而且在人工引种栽培时根茎腐烂较为严重。室内实验表明，农药恶苗灵（Ermilin）是防治红景天根腐病的较好药剂，其次为福美双（Fumemsum），但红景天根腐病防治及其发病关键原因的研究还不深入。据报道，利用植物激素处理红景天种子可有效促进种子的发芽。实验结果表明，播种前用 50mg/L 赤霉素加 50mg/L 生根粉（ABT-R）或 100mg/L 赤霉素加 100mg/L 生根粉进行浸种，均可促进种子发芽。据田间播种、出苗、保苗及幼苗生长情况看，播种时间以 8 月上旬为好。

（二）组织培养及快速繁殖

红景天组织培养的诱导方式很多，国内以库页红景天的研究报道最多，通过探讨其不同外植体脱分化能力的差异，不同种类及浓度的生长素和细胞分裂素的组合对愈伤组织的生长和分化的影响，从而筛选出较高愈伤组织诱导频率和植株再生能力的适宜培养基和培养条件。研究表明：库页红景天组织培养的最适温度为 21~25℃，最适 pH 为 5.8，自然光照辅助 1000lx 照明 10~12h，光照对愈伤组织生长影响不显著，但不利于红景天苷的合成，黑暗对愈伤培养有利；诱导材料方面以种子、叶片、茎为外植体诱导的愈伤组织分化能力较强，以根为外植体则不易诱导出愈伤组织，以胚轴为外植体诱导的愈伤组织不能分化。从不同激素种类和浓度的组合对愈伤组织的生长和分化的效果看，MS（Murashige & Skoog）基本培养基附加 1.5mg/L 6-BA（苄基腺嘌呤）、0.2mg/L 萘乙酸（naphthyl acetic acid, NAA）最有利于愈伤组织分化，而附加 3.0mg/L 6-BA、0.3mg/L NAA 最有利于愈伤组织生长；附加 2.0mg/L 6-BA、0.25mg/L 生长素（3-吲哚乙酸）（3-indole acetic acid, IAA）芽的分化率高，加入 GA（赤霉素）0.05mg/L 可使芽伸长速度加快，丛生芽在 MS 培养基上或 B5 附加 IAA 0.5mg/L 的培养基上可诱导生根并形成完整植株，完全苗经练苗后可移栽定植。另外，为保持愈伤组织的新鲜状态和旺盛的细胞分裂、生长能力，应在培养第 20~25 天转接继代，而作为培养物的收获可在培养第 30 天后进入缓慢静止期进行。可见，利用诱导愈伤组织分化成植株的方法可作为快速繁殖红景天的有效手段。

(三) 细胞培养

利用植物细胞培养技术筛选出快速生长又能产生红景天有效生物活性成分的愈伤组织、细胞系来大规模生产药用成分,是解决红景天供不应求的有效方法之一。国内正在进行高山红景天细胞大规模培养的研究,以大连理工大学最为成熟。他们系统地研究了高山红景天细胞悬浮培养的动力学规律及过程调控,发现:红景天苷合成与细胞生长偶联;在高山红景天细胞悬浮培养过程中,3mg/L 6-BA+0.3mg/L NAA、60mmol/L 氮源(其中 $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 为1:1)、0.5~0.125mmol/L KH_2PO_4 和200mg/L 蛋白胨较适合于细胞生长和红景天苷的积累;通过降低培养基 pH 能有效地诱导培养细胞中红景天苷的细胞释放,将诱导释放过的细胞组织转入到新鲜的生产培养基中,细胞仍然具有合成红景天苷的能力。并建立了细胞悬浮生长和营养成分摄取动力学及其计量关系;研究了致密愈伤组织颗粒内氧传递特性与细胞活性的关系;建立了高山红景天致密愈伤组织颗粒悬浮培养结构化动力学模型;还探索了红景天苷生物合成的可能途径:认为苷原酪醇是经由莽草酸途径合成的,在此基础上又研究了前体及真菌诱导物的加入对红景天生物合成的调控作用。通过两种调控机制组合运用最终使得培养细胞中红景天苷量达到1.7%,已大大超过野生植株的含量。并进行了气升式反应器培养高山红景天愈伤组织颗粒的动力学与氧传递特性研究,最终已在气升式反应器中实现了大规模培养,这都为高山红景天资源的开发和利用开辟了新的有效途径。

(四) 其他可能途径

通过组织和细胞培养的方法能使红景天苷产品大幅度得到提高,但成本的增加使商业应用价值受到了限制。因此,一方面在生物工程技术领域里要借鉴人参、紫杉醇等药用植物在生物技术上的方法,如建立毛状根培养系统、进行冠瘿组织培养或毛状根与冠瘿组织共培养等途径生产红景天的有效活性成分;另一方面对红景天主要有效活性成分的代谢途径进行探索,利用分子生物学方法尽快找出功能基因或功能基因簇及相关基因和次生代谢酶基因,进行基因的克隆和表达,就可能在实验室内研制和生产其基因药物;或通过代谢途径合成或人工合成具有预防和治疗作用的小分子化合物,最终实现红景天产品生产的现代化。

三、应用研究展望

红景天独特药效的药用成分及其在纯净少污染的环境下的生长,为红景天产品的研制开发创造了广泛的前景。改进其生产工艺并开发多种产品也是一项重大的任务。

将红景天作为药物开发,应从保健、预防和治疗三个方面,对其有效成分的结构和理化性质研究的基础上,在中医理论的指导下,应用现代制药知识,积极地进行红景天的单方和复方的研究,要扬长避短,将其突出的抗疲劳、促进睡眠、提高机体免疫力、延缓衰老四大临床药理作用开发出来,同时充分利用先进的提取分离手段,将红景天具有较高药用价值的成分提取精制为相应制剂,这也是红景天研究开发的主要任务之一。

参 考 文 献

- 李伟, 黄勤妮. 2003. 红景天属植物的研究及应用. 首都师范大学学报 (自然科学版), 24 (1): 55~59
- 王强, 颜启传. 红景天种子休眠生理与蛋白质 HPLC 生化标记鉴定技术的研究. 浙江大学 2003 博士论文
- 周太炎. 1987. 中国植物志. 第三十四卷第一分册. 北京: 科学出版社. 161~216