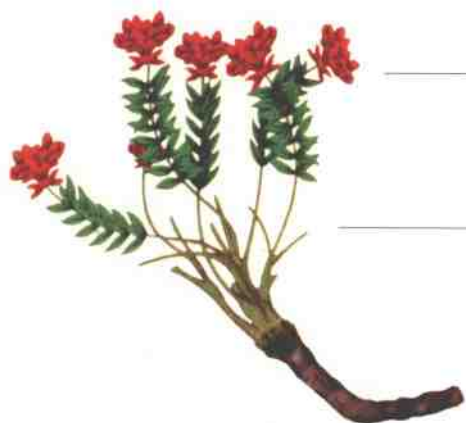


中国科学院西北高原生物研究所
青海省药品检验所 编

青藏红景天

资源·开发·研究



陕西出版集团
陕西科学技术出版社

青藏红景天

资源·开发·研究

责任编辑 / 宋宇虎
封面设计 / 富 贵



ISBN 978-7-5369-4630-9



9 787536 946309 >

定价：20.00元

青藏红景天

资源·开发·研究

中国科学院西北高原生物研究所
青海省药品检验所 编

陕西出版集团
陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

青藏红景天:资源·开发·研究/张晓峰,刘海青主编.

—西安:陕西科学技术出版社,2009.10

ISBN 978-7-5369-4630-9

I. 青… II. ①张…②刘… III. 青藏高原-景天属
-药用植物-研究 IV. R282.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 090834 号

出 版 者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社

西安北大街 131 号 邮编 710003

电话(029)87211894 传真(029)87218236

<http://www.snstp.com>

发 行 者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社

电话(029)87212206 87260001

印 刷 西安新华印务有限公司

规 格 880mm × 1230mm 32 开本

印 张 7.375 1 插页

字 数 222 千字

版 次 2009 年 10 月第 1 版

2009 年 10 月第 1 次印刷

定 价 20.00 元

版权所有 翻印必究

(如有印装质量问题,请与我社发行部联系调换)

《青藏红景天——资源·开发·研究》编委会

主 编	张晓峰	刘海青				
编 者	张晓峰	刘海青	王 环	沈建伟	芦启琴	
	杨晓艳	张本印	骆桂法	王晓春	王慧春	
	李普衍	郑永彪	李耀华	史公权	吴海峰	
	扎西才吉	田养东	赵锋仓			

前 言

红景天为景天科红景天属植物,以根和根茎入药,性寒,味甘涩,能活血止血,清肺止咳;具有扶正固本、调和阴阳、益气补血,通脉养心、健脑益智、滋补强身之功效,外用治疗跌打损伤、烫火伤等。红景天的药用历史悠久,早在公元8世纪即我国唐代就已成为藏医的常用药,藏医药名著《四部医典》载其功效“性凉、清热、滋补天气”,誉其为“长生不老草”“九死还生草”;《神农本草经》盛赞红景天“主养命以应天,无毒,多服、久服不伤人”,列为上品之药;《本草纲目·草部》第二十卷中注明红景天为“草本上品”;清代藏药著作《晶珠本草》对其功效描述得更为详细。清朝康熙皇帝钦封红景天为“仙赐草”,皇室将其作为贡品索取。

20世纪60年代,红景天得到前苏联科学家的极大重视,前苏联保健部将其作为“适应原”样药物,作为宇航、飞行、潜水、运动等特种作业和高山作业的必需保健品。以消除疲劳、增加活力。我国卫生部也于1991年批准红景天为保健品和药品新资源,国家药品标准相继收录了多种红景天。红景天是继人参、刺五加之后发现的又一极有前途的环境“适应原”性药物和保健食品资源,素有“高原人参”“雪山仙草”“东方仙草”等美誉,具有抗缺氧、抗疲劳、抗衰老、抗病毒、抗辐射等功效。近年来,红景天被广泛应用于加强新陈代谢、调节生理机能、轻身延寿的营养保健,航天事业的发展以及太空、深海、电子、沙漠等特殊地区特种行业的开发,也促进了对红景天利用开发的纵深发展。

近年来,国内外学者对红景天属植物的研究不断深入,本书立足于青藏高原红景天资源的研究与开发,回顾红景天的药用历史,综述红景天的研究进展,系统总结了国内外研究成果,同时融入了本课题组多年研究红景天积累的经验 and 数据,编写了这本书。本书包括红景天植物的分布、种类、化学成分、指纹图谱、药材鉴别、产品开发、药理

作用和临床应用等方面,研究扩展到红景天药材和成方制剂的检测、红景天苷的合成、人工栽培、组织培养、药用和保健食品开发等多种领域,涉及化学、生物、药学等诸多学科,力求对红景天属植物在较高层次上的开发利用提供全面的研究信息和方法,同时希望为充分挖掘、保护和开发利用红景天资源起到抛砖引玉的作用。

青海省药学会、西藏民族学院及许多同行对编写工作给予了大力支持,在此深表感谢!虽然本书的编写人员都是生物学、药学第一线的科研工作者,但是由于时间和条件所限,本书的编写难免出现差错和疏漏,敬请同行、读者批评指正,以便进一步完善。

张晓峰

2009 年元月

目 录

第一章 红景天的药用历史	(1)
参考文献	(3)
第二章 红景天属植物的资源与分布	(5)
第一节 红景天植物学特征和主要分布	(5)
第二节 西藏自治区红景天属植物种类及分布	(6)
第三节 四川省红景天属植物种类及分布	(13)
第四节 新疆维吾尔自治区红景天属植物种类及分布	(17)
第五节 陕、甘、宁等省区红景天属植物种类及分布	(19)
第六节 青海省红景天属植物种类及分布	(21)
第七节 东北和华北地区红景天属植物种类及分布	(25)
参考文献	(27)
第三章 红景天的人工种植与栽培	(29)
第一节 红景天的生物学特性	(31)
第二节 红景天的栽培技术	(34)
参考文献	(44)
第四章 红景天属植物的化学成分	(47)
第一节 化学成分类型及研究概况	(47)
第二节 红景天有效成分的提取分离	(70)
第三节 红景天有效成分的含量测定	(78)
第四节 红景天苷的合成	(87)
参考文献	(92)
第五章 红景天指纹图谱与药材鉴别	(97)
第一节 红景天指纹图谱	(97)

第二节 红景天药材鉴别	(101)
参考文献	(108)
第六章 红景天的药理研究	(111)
第一节 抗应激作用	(111)
第二节 抗疲劳作用	(115)
第三节 抗衰老作用	(118)
第四节 对心血管系统的作用	(121)
第五节 对免疫系统的作用	(123)
第六节 抗肿瘤、抗病毒作用	(124)
第七节 抗辐射作用	(127)
第八节 抗损伤作用	(129)
第九节 止血作用	(130)
第十节 其他作用	(131)
第十一节 毒理研究	(135)
参考文献	(143)
第七章 红景天的临床应用	(149)
第一节 预防高原反应	(149)
第二节 治疗高原红细胞增多症	(150)
第三节 抗缺氧和抗疲劳	(151)
第四节 延缓机体衰老	(151)
第五节 治疗冠心病心绞痛	(152)
第六节 治疗脑动脉硬化症	(153)
第七节 治疗心脑血管神经衰弱	(154)
第八节 治疗原发性高血压	(155)
第九节 治疗低血压	(155)
第十节 治疗慢性肺心病	(156)
第十一节 治疗类风湿性关节炎	(157)
第十二节 治疗高脂血症	(157)
第十三节 降低血液黏度	(157)
第十四节 治疗糖尿病肾病	(159)
第十五节 延缓慢性肾衰竭	(160)

第十六节	治疗硫化氢气体慢性中毒	(160)
第十七节	治疗高原老年抑郁症	(161)
第十八节	调节肿瘤患者的免疫功能	(161)
参考文献		(162)
第八章	红景天产品的开发现状和应用研究	(164)
第一节	红景天产品的开发现状	(164)
第二节	红景天的开发利用前景	(175)
参考文献		(179)
附录 A	中药材生产质量管理规范	(181)
附录 B	红景天系列产品及技术专利概况	(188)
附录 C	保健食品功能学评价程序和检验方法及其补充规定	(193)
附录 D	食品安全性毒理学评价程序	(214)
附录 E	英文缩略词表	(221)

第一章 红景天的药用历史

红景天是景天科 (Crassulaceae) 红景天属 (*Rhodiola*. L.) 植物, 为多年生草本, 是继人参、刺五加之后发现的又一具有发展前途的环境适应性药物和保健食品资源, 而其效果明显优于人参和刺五加。现代研究证明, 它具有极高的药用价值和保健功效, 素有“高原人参”“雪山仙草”“东方神草”“黄金植物”等美誉。

红景天主要以根和根茎入药, 性寒, 味甘涩, 能活血止血, 清肺止咳; 具有扶正固本、调和阴阳、益气补血、通脉养心、健脑益智、滋补强身的功效, 用于治疗肺热咳嗽、咳血、白带, 外用治疗跌打损伤、烫火伤等。红景天生长在极其恶劣而多变的自然环境中, 生长环境的特殊性决定了该药材药效成分和功效的特殊性, 特别是在抗缺氧、抗寒冷、抗疲劳、抗辐射、抗病毒等方面有其独特的功能, 同时它还具有延缓机体衰老、防止老年性疾病的功效, 是一种适用于特殊地区的具有很大开发前途的环境适应性药物。

我国使用红景天的历史悠久。清代就有人将它作为滋补强壮药, 用来消除疲劳, 抵御寒冷。东北部分地区, 民间常用红景天煎水或泡酒来消除重体力劳动带来的疲劳和抵抗高寒地区的寒冷。藏族人民使用红景天的历史更早, 西藏民间经常用红景天来治疗咳血、咯血、肺炎咳嗽和妇女白带等症, 藏医用圆齿红景天(藏语: 苏罗玛宝)、长鞭红景天、狭叶红景天等治疗肺结核、肺炎、神经麻痹等疾病。

在 1200 多年前的藏医巨著《四部医典》中, 便有“神药苏罗玛宝”的记载, 将其归为涩药部, 记载红景天“性凉、清热、滋补元气”, 称红景天为“长生不老草”“九死还生草”。《神农本草经》第二十卷载, 服用红景天“轻身益气、不老延年”, 盛赞红景天“主养命以应天, 无毒, 多服、久服不伤人”, 列其为上品之药; 明代李时珍在《本草纲目·草部》中称其为“本草上品”, 有扶正固本、补气养血、清热润肺、醒脑明目、久服通神不老之功效。清代另一部藏医药名著《晶珠本草》也记载了红

景天,对其记述更为详细。康熙皇帝曾赐名红景天为“仙赐草”,皇室将其作为贡品索取。

20 世纪 60 年代,红景天得到前苏联科学家的极大重视,成为潜水员、运动员等的必需保健品,用来消除疲劳、增强体力。随着前苏联对其大量研究,对红景天属植物的研究也就进入了现代生药学研究阶段。我国卫生部也于 1991 年批准红景天为保健品和药品新资源。2002 年 3 月中国卫生部《进一步规划保健食品原料管理》已将红景天列为可用于保健食品原料,将其有效成分红景天苷作为新增对照品写入《中华人民共和国药典》2005 年版。

现代研究证明,红景天含 40 余种化合物,主要含多种黄酮苷及二萜类,此外还有香豆素、淀粉、蛋白质、脂肪、鞣质、黄酮类、挥发油,以及铁、锌、锡、铜、锰等微量元素,还有 18 种氨基酸;如苏氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、组氨酸等,其中含 8 种人体必需氨基酸;另含 35 种无机元素;15 种人体必需的大量和微量元素;其根茎中还含有维生素 A、C、D、E、B₁、B₂、B₆,其中维生素 C 的含量为 90.5mg/100g,比苹果中维生素 C 的含量高 15 倍,比柑橘中维生素 C 的含量高 2.7 倍;并蕴含大量具有抗衰老活性的超氧化物歧化酶及种类繁多的营养物质,营养价值极高。

根据药理学、病理学及临床疗效观察,红景天被证明是一种对心、脑血管疾病有显著疗效的天然草药。红景天含有丰富的红景天苷、醌醇、黄酮、维生素等物质。它可以清除血中过多的脂质,防止动脉粥样斑块的形成,降低血液黏滞度,加速红细胞流速、改善微循环,并使外周阻力降低,从而降低动脉压;红景天能够有效地扩张冠状动脉,抗心肌缺血,提高心脏功能,亦可改善脑组织的血液循环,加快脑梗塞病灶的恢复,对缓解头痛,解除疲劳、增强记忆力等也有显著功效;红景天可增强人体对缺氧的耐受性,降低氧耗量,同时又加大动脉氧压差,提高氧的利用率,保护机体各器官在低氧环境中不受损害,使细胞代谢旺盛;红景天还具有良好的抗疲劳作用,功效类似人参,可明显提高运动员的无氧阈,降低心肌和脑组织的血乳酸值,加快清除疲劳、恢复体力,可提高运动成绩和人们的工作效率,增强记忆能力。能使“亢进”的功能下降,也能使衰弱的机体兴奋,从正负两方面使机体趋向正常,

具有明显的双向调节作用。对糖尿病、甲亢、甲低、高血压、低血压也有明显的治疗作用,对高血压患者的降压作用优于复方降压片。在活血化瘀方面,能够防止缺氧使血液流变发生“黏、浓、聚”而形成血栓,还可用于妇女月经不调、红崩、白带,外用止血消肿等。在抗病毒作用方面,能阻止病毒颗粒的吸附,保护细胞不受病毒的损害,并有一定抑制病毒的作用。在抗衰老、悦颜、健美作用方面,红景天能消除自由基,阻止过氧化反应,抑制脂褐素形成和堆积,从而提高细胞生命力,延缓细胞衰老。在抗辐射、抗癌方面,红景天能抑制癌细胞,减轻化疗、放疗的副作用。长期服用红景天可预防或减缓脑中风和心脏病的发生。红景天是治疗和预防冠心病、高血压、脑血管病、更年期综合征、神经衰弱等疾病及其所引发的心绞痛、胸闷、心悸、气短、失眠、神疲乏力、高原反应等的良药,对多种癌症亦有明显的辅助疗效。

参 考 文 献

- [1] 蓝晓红. 红景天的现代研究与进展. 中国新医药, 2003, 2(2): 27-28
- [2] 王家明. 红景天的药理作用研究进展. 中医药学报, 2003, 31(4): 57-59
- [3] 董滢. 红景天的药用价值与临床应用. 四川中医, 1998, 16(7): 17-18
- [4] 李刚, 张述禹. 藏药红景天的研究进展. 中国民族医药杂志, 2004(7): 40-42
- [5] 李君, 陈志, 李建民. 红景天的研究进展. 云南农业大学学报, 2007, 22(1): 62-64
- [6] 滕静如, 熊佳鹏, 肖诚. 红景天的现代药理学研究进展. 中国中医基础医学杂志, 2006, 12(4): 319-320
- [7] 中华人民共和国药典委员会. 中华人民共和国药典(2005年版). 化学工业出版社, 2005
- [8] 陈亚东, 曹秀兰, 田长有, 等. 高山红景天对小鼠耐缺氧、抗疲劳及耐低温作用的影响. 高原医学杂志, 2002, 9(3): 157-158
- [9] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 34卷(第一分册). 科学出版社, 1986: 161-220
- [10] 徐宝军, 郑毅男, 李向高, 等. 红景天属植物研究新进展. 中药材, 2000, 23(9): 580-584

- [11] 宋月英,韩慧文,郝素云.红景天研究进展.武警医学院学报,2004,13:66-68
- [12] 龚钢明,王化田,韩娜.超声波法提取红景天多糖.食品科学,2005,26:127-129
- [13] 全国中草药汇编编写组.全国中草药汇编(下).人民卫生出版社:1996:273-274
- [14] 顾艳丽,王东凯,陈修毅,等.红景天的研究概况.中国医药学报,2003,18(9):560-561

第二章 红景天属植物的资源与分布

第一节 红景天植物学特征和主要分布

红景天属 (*Rhodiola* L.) 为被子植物门 (Angiospermae) 景天科 (Crassulaceae) 植物, 多年生草本。根茎肉质, 粗或细, 被基生叶或鳞片状叶, 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, 对瓣雄蕊贴生在花瓣下部, 花药 2 室, 底着, 极少为背着的, 一般在开花前花药为紫色, 花药开裂后为黄色; 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, 子房上位。蒴果有种子多数。

红景天属模式种: 红景天 (*Rhodiola rosea* L.), 分布在亚欧大陆北部。

红景天属植物在全世界有 96 个种, 分布于东亚、中亚、西伯利亚以及北美地区, 我国有 73 种 2 亚种 7 变种, 约占世界红景天资源的 90%, 主要分布于我国东北、华北、西北及西南地区, 尤以云南、四川及西藏、青海等高寒地区居多。红景天属植物除少数种生长于海拔 2000m 左右的高山草地、林下灌丛或沟旁岩石附近外, 大部分种类生长于海拔 3500 ~ 5000m 的石灰岩、花岗岩、山地冰川、山梁草地或山谷岩石上, 常呈数十平方米密集生长的片状分布, 少见散生。

第二节 西藏自治区红景天属植物种类及分布

西藏自治区位于我国西南部,介于东经 78°25'至 99°06',北纬 26°44'至 36°32'之间,海拔最高处 5300m,最低处 3700m。属喜马拉雅山脉东段高山峡谷区,垂直气候明显,山顶可终年积雪,年平均气温 0 ~ 2℃,极端最高温度 21℃,极端最低温度 -28.1℃,气候年温差 19℃,年降雨量 656mm,年平均相对湿度 59%。11 月到 4 月气温在 0℃以下,年平均风速为 2.1m/s,紫外线反射强度在 25% 左右。西藏特殊的地理环境及复杂的自然条件,适合多种红景天属植物的生长,全区有红景天属植物约 32 种以上,种类及数量占世界首位。多种红景天分布在西藏各地,其中西藏南部、东部及东南部种类较多,蕴含量丰富;北部及西北部分布较少。柴胡红景天、长鞭红景天、狭叶红景天、圣地红景天、四裂红景天、藏布红景天、大花红景天、条叶红景天、帕里红景天、喜玛红景天等 10 多种红景天分布较广,其中大花红景天的蕴藏量最大;互生红景天、卡伯红景天、藏布红景天、帕里红景天、齿叶红景天、六叶红景天、长蕊红景天为西藏特产。具体分布见表 2-1。

表 2-1 西藏红景天的种类、地理分布及生境

中文名	拉丁学名	分布	生境	海拔/m
互生红景天	<i>Rhodiola alterna</i> S. H. Fu	类乌齐、比如、索县	石缝中、灌丛岩缝中、林下苔藓或阴湿处	3800 ~ 4600
亚查红景天	<i>R. atsensis</i> (Fröd.) H. Ohba	察隅		
云南红景天	<i>R. yunnanensis</i> (Franch.) S. H. Fu	错那、林芝、波密、察隅	林下石上、河沟岩上	2750 ~ 3200
粗茎红景天	<i>R. wallichiana</i> (Hook.) S. H. Fu	林芝、墨脱	山坡铁杉林下、岩石上或山坡上	4360

续表

中文名	拉丁学名	分布	生境	海拔/m
西藏红 景天	<i>R. tibetica</i> (Hook. f. et Thoms.) S. H. Fu	日土、革吉、噶 尔、普兰、札 达、仲巴、	山谷温泉边、河漫 滩、高山碎石坡、砂 砾地、河滩草丛中、 山间谷地	4050 ~ 5300
托花红 景天	<i>R. stapfii</i> (Hamet) S. H. Fu	泽当、乃东、加 查、朗县、隆 子、亚东	古冰川湖边或高山 草甸	4200 ~ 5000
长蕊红 景天	<i>R. staminea</i> (O. Pauls.) S. H. Fu	西藏西南部雅 鲁布江上游	山地	5015
异鳞红 景天	<i>R. smithii</i> (Hamet) S. H. Fu	日喀则至亚东	河滩砂砾地、砂质 草地及石缝中	4000 ~ 5000
裂叶红 景天	<i>R. sinuata</i> (Royle ex Edgew.) S. H. Fu	吉隆、比如、 索县	山坡高山栎林下石 上、云杉林下石上、 河边林下阴湿处苔 藓上	3200 ~ 4300
小杯红 景天	<i>R. sheriffii</i> H. Ohba	丁布江达、 亚东	草坡灌丛中、湿处、 石上	4000 ~ 5000
齿叶红 景天	<i>R. serrata</i> H. Ohba	加查、朗县	山坡下、农田边	3300 ~ 3800
六叶红 景天	<i>R. sexifolia</i> S. H. Fu	昌都、察雅、贡 觉、丁布江达、 曲水	山坡云杉林下石 上、屋顶背阴处	3550 ~ 4100
藏布红 景天	<i>R. sangpo tibetana</i> (Fröd.) S. H. Fu	仲巴、吉隆、聂 拉木、萨噶、南 木林、双湖、那 曲、普兰	洪积扇或河滩砂砾 地、山坡砂土、多石 或粗砂山坡岩石缝 间、砂质草地	4000 ~ 5100

续表

中文名	拉丁学名	分布	生境	海拔/m
长圣地 红景天	<i>R. sacra</i> var. <i>tsuiiana</i> (S. H. Fu) S. H. Fu	拉萨、昌都	山坡草地	4800 ~ 5000
圣地红 景天	<i>R. sacra</i> (Prain ex Hamet) S. H. Fu	萨噶、定日、拉 夜、日喀则、南 木林、林周、拉 萨、隆子、朗 县、米林、贡觉 噶尔、札达、普 兰、吉隆、聂拉 木、定日	山坡岩石缝中、砾 石中、山坡草地	3500 ~ 4700
四裂红 景天	<i>R. quadrifida</i> (Pall.) Fisch. et Mey.	吉隆	高山草甸、灌丛中、 山坡石缝中、沼泽 和水沟	3000 ~ 5700
四轮红 景天	<i>R. prainii</i> (Hamet) H. Ohba	吉隆	山坡石缝中或阔叶 林下	2200 ~ 3600
帕里红 景天	<i>R. phariensis</i> (H. Ohba) S. H. Fu	亚东		
线萼红 景天	<i>R. ovatisepa laxa</i> , <i>ch-</i> <i>ingii</i> S. H. Fu	米林	山坡沟边林下	3000 ~ 3900
卵萼红 景天	<i>R. ovatisepala</i> (Hamet) S. H. Fu	错那	山坡上	2700 ~ 4200
大果红 景天	<i>R. macrocarpa</i> (Praeger) S. H. Fu	察隅	山坡上石缝中	2900 ~ 4000
狭叶红 景天	<i>R. kirilowii</i> (Regel) Maxim.	仲巴、聂拉木、亚 东、错那、加查、 林芝、波密、察 隅、索县、类乌 齐、昌都、江达	山坡灌丛中、林下 岩石上或苔藓丛 中、山顶草甸中、冰 碛石石缝中或沟边	3100 ~ 5600

续表

中文名	拉丁学名	分布	生境	海拔/m
卡伯红 景天	<i>R. karpelesae</i> (Hamet) S. H. Fu	拉 萨、林 周、 当雄	山坡石缝中	3700 ~ 4500
矮生红 景天	<i>R. humilis</i> (Hook f. et Thoms.) S. H. Fu	朗县	高山草甸	4500
背药红 景天	<i>R. hobsonii</i> (Prain ex Hamet) S. H. Fu	亚东、错那、林 周、工布江达、 米林	山坡岩缝中、林下、 高山栎、云杉、桦木 及灌丛下	2650 ~ 4100
柴胡红 景天	<i>R. bupleuroides</i> (Wall. ex Hook. f. et Thoms.) S. H. Fu	普兰、仲巴、吉 隆、米林、林芝	山坡流石滩、冲积 平原、亚高山草甸、 山坡砂砾地、沼泽 地、山坡石缝中、草 丛中	2400 ~ 5200
异齿红 景天	<i>R. heterodonta</i> (Hook. f. et Thoms.) A. Boriss.	吉隆、聂拉木、 嘉黎	山坡林下石坡上、 湖边砂坝上、河边 或灌丛中	3400 ~ 4800
长鞭红 景天	<i>R. fastigiata</i> (Hook. f. et Thoms.) S. H. Fu	日土、普兰、聂 拉木、错那、拉 萨、加查、米 林、林芝、波 密、察隅	山坡湿润石缝中、 河边砂砾地、山坡 草地、山坡水沟边、 古冰碛石缝、山顶 高山灌丛中、高山 草甸中	3300 ~ 5400

续表

中文名	拉丁学名	分布	生境	海拔/m
大花红景天	<i>R. crenulata</i> (Hook. f. et Thoms.) H. Ohba	普兰、聂拉木、定日、南木林、亚东、拉萨、巴青、左贡、察隅	高山碎石滩、山坡沟边草地、石缝中、高山灌丛中	3400 ~ 5600
根出红景天	<i>R. cretinii</i> (Hamet) H. Ohba	亚东	山坡灌丛、林缘	3700 ~ 4100

西藏产红景天属植物分种检索表:

1. 主轴上具有明显绿色叶片。
 2. 主轴上叶为二型:外部的为鳞片状或膜状,内部的为明显的叶片状。
 主轴上叶基部无距状物茎生叶(7~14)mm×(1.3~2.2)mm……
 ……………异鳞红景天 *R. smithii*
 2. 主轴上叶为单型,都为绿色明显的叶片状(有时叶脱落后,黑棕色的叶柄宿存)。
 3. 花药背着;花序为螺状聚伞状……………背药红景天 *R. hobsonii*
 3. 花药基生;花序为伞房状,有时退化为单花或单歧聚伞花序。主轴上叶片为线状倒披针形至线状菱形,叶宽约1.5mm;花瓣长2.5~3mm……
 ……………矮生红景天 *R. humilis*
1. 主轴上无叶片,或退化,通常为鳞片状,不为绿色。
 4. 茎生叶以4~6轮生,植株不高于5cm。
 5. 花两性;花序具13~18朵小花,具苞片,花梗长1.5~2.5mm;茎生叶片(2~6)cm×(2.5~4)cm……………四轮红景天 *R. prainii*
 5. 花单性;花序具1~6朵小花,无苞片,花梗长10~13mm;茎生叶片(0.8~1.5)cm×(0.4~0.7)cm……………托花红景天 *R. stapfii*
 4. 茎生叶多数,互生;簇生或近轮生,若为轮生植株高于10cm,且通常轮生叶数少于6。
 6. 老花茎宿存;其基部中部有囊状物。

6. 残留老枝茎少;花稍大。
7. 新生部分的主轴当年并不增粗,花瓣通常为红色……………长鞭红景天 *R. fastigiata*
7. 新生部分的主轴当年有所增粗。
8. 花茎干枯时通常呈麦秆色;叶光滑;植株被绒毛……………喜玛红景天 *R. himalensis*
8. 花茎干枯时通常呈紫红色或粉红色;叶表面有细绒毛。
9. 茎生叶全缘;花瓣黄绿色;花梗密被乳突状物……………小林红景天 *R. sherriffii*
9. 花茎叶全缘或顶部具锯齿;花瓣深紫色;花梗光滑。茎生叶(1.7 ~ 2.7)cm × (0.4 ~ 1)cm……………喜玛红景天 *R. himalensis*
6. 残留老枝条多数;花小。
10. 茎生叶椭圆形至卵状或卵状披针形;植株高达 30cm;茎生线形至细卵圆形;花通常 5 基数……………西藏红景天 *R. tibetica*
10. 茎生叶披针形至卵圆形或长倒披针形,罕有线形至长条形。根状茎顶部具明显的冬芽;花茎长 6 ~ 9cm……………四裂红景天 *R. quadrifida*
6. 老花茎不宿存;几乎没有囊状物。
11. 花通常两性。
12. 花茎中部或近顶部具叶。
13. 花茎中部具轮生叶……………六叶红景天 *R. sexifolia*
13. 花茎近顶部生有多个叶;茎生叶长 2 ~ 3cm……………卵萼红景天 *R. ovatisepala*
12. 整条花茎上具叶。
14. 茎生叶长 2 ~ 4cm,叶缘具开裂状;花茎长约 15cm;生叶椭圆形至倒卵圆形,长 5 ~ 7cm;萼片长约 3mm……………裂叶红景天 *R. sinuata*
14. 茎生叶长 1 ~ (2.3) ~ 3cm,叶缘锯齿状。
15. 茎生叶叶缘具 4 或 5 个锯齿……………圣地红景天 *R. sacra*
15. 茎生叶叶缘具 2 至多个浅锯齿缺刻。
16. 茎生叶宽 0.2 ~ 0.3cm……………粗茎红景天 *R. wallichiana*
16. 茎生叶宽 0.4 ~ 1.1cm;茎生叶长椭圆形至长倒卵形;茎生叶叶缘

- 具2个浅锯齿缺刻;基部窄;花瓣顶部啮蚀状……………
…………… 互生红景天 *R. alterna*
11. 花通常单性。
17. 子房顶部下弯。萼片长0.5~1mm;花瓣竹片状至长披针形……………
…………… 云南红景天 *R. yunnanensis*
17. 子房顶部不下弯。
18. 子房卵形或近卵形,基部狭窄。
19. 花通常两性…………… 粗茎红景天 *R. wallichiana*
19. 花单性。子房卵形,长9~11mm;茎生叶线状倒披针形至倒披针形
…………… 大果红景天 *R. macrocarpa*
18. 子房椭圆形或近椭圆形,基部宽。
20. 子房椭圆形,大小约为宽的3倍。
21. 主轴半俯卧状,向上生长,或半直立;茎生叶下面常苍白色;雄花花
瓣大小(5~6)mm×(1.2~2)mm,雌花花瓣大小(3~4)mm×
(0.9~1.2)mm…………… 异色红景天 *R. discolor*
21. 主轴直立;茎生叶下面不呈苍白色;雄花花瓣大小(2.8~4)mm×
(1.2~1.6)mm,雌花花瓣大小(1.5~3)mm×(0.5~0.7)mm……………
…………… 柴胡红景天 *R. bupleuroides*
20. 子房狭椭圆形,大小大于宽的3倍。
22. 茎生叶线形至倒披针形,叶全缘或疏锯齿形。
23. 主轴俯卧状,直径0.2~0.4cm;花茎直径2~12mm;萼片长3~
4.5mm,顶端钝…………… 根出红景天 *R. cretinii*
23. 主轴直立,直径1.5~2.5cm;花茎直径15~60mm;萼片长1.5~
3mm,顶端急尖到尖…………… 狭叶红景天 *R. kirilowii*
22. 茎生叶长椭圆形、椭圆形、披针形、菱形状卵形、卵状三角形或圆
心脏形,叶全为细圆齿状,顶部有锯齿,或有时半全缘。
24. 茎生叶菱形状卵形至椭圆形…………… 美花红景天 *R. calliantha*
24. 茎生叶不为上述。
25. 花茎顶部不具叶;茎生叶短小,最宽的叶在基部;叶基呈心脏形,抱
茎,顶端急尖;萼片线形,大约7mm×1.3mm;雄蕊微红……………
…………… 异齿红景天 *R. heterodonta*

25. 花茎顶部具叶;茎生叶长,通常中部最宽。
26. 花茎顶部具乳突状物;茎生叶,叶缘具锯齿……………齿叶红景天 *R. serrata*
26. 花茎光滑;茎生叶半全缘,顶部有时具锯齿。干燥时宿存老花茎和枝条……………大花红景天 *R. crenulata*

第三节 四川省红景天属植物种类及与分布

四川省位于我国西南部,介于东经 97.3°~110.1°,北纬 26.02°~34.2°,全省是青藏高原与长江中下游平原的过渡地带,地势高低悬殊,地貌类型复杂,有盆地、高原及高山峡谷。川西北海拔一般在 3000m 以上。本省地貌、气候、土壤、水文等自然条件错综复杂,西部及西北部为温带高原气候,常年气温偏低,冬季严寒漫长,昼夜温差大,辐射强,风大,日照强烈,降水量大。高原顶部多为高山、流石滩植被。高原地区的特殊自然环境适合各类红景天的生长,是红景天属植物的主产区,全省有红景天属植物约 26 种,已鉴定 22 种,集中分布在川西高原地区,即西部、北部及西北部,一般多生长在海拔 2000~4500m 的山坡草地、砾石滩、沟边、山谷石上、流滩及山坡石缝中,有药用记录而且资源较为丰富的主要有小丛红景天、狭叶红景天、喜玛红景天、大花红景天、长鞭红景天、唐古特红景天、云南红景天、菱叶红景天。无药用历史记录的主要有报春红景天、川西红景天、短柄红景天、粗糙红景天、柴胡红景天、异色红景天等,近年在卧龙地区发现一新种——卧龙红景天。四川省红景天种类较多,资源较丰富,有很好的开发利用前景。主要红景天种类见表 2-2。

表 2-2 四川红景天的种类及地理分布

中文名	拉丁学名	分布	海拔/m
川西红景天	<i>Rhodiola alsia</i> (Fröd.) S. H. Fu	康定	3500 ~ 4800
短柄红景天	<i>R. brevipetiolata</i> (Fröd.) S. H. Fu	康定、小金、马尔康	4000 ~ 4500

续表

中文名	拉丁学名	分布	海拔/m
柴胡红 景天	<i>R. bupleuroides</i> (Wall. ex Hook. f. et Thoms.) S. H. Fu	康定、木里	3000 ~ 4500
菊叶红 景天	<i>R. chrysanthemi folia</i> (Lévl.) S. H. Fu	康定、壤塘、马尔康	2100 ~ 3300
大花红 景天	<i>R. crenulata</i> (Hook. f. et Thoms.) H. Ohba	大金、小金、诺尔盖、马 尔康	4200 ~ 5600
异色红 景天	<i>R. discolor</i> (Franch.) S. H. Fu	松潘、小金、红原	3200 ~ 4300
小丛红 景天	<i>R. dumulosa</i> (Franch.) S. H. Fu	平武、旺苍、金川、黑水、诺 尔盖	1600 ~ 3900
宽果红 景天	<i>R. eurycarpa</i> (Fröd) S. H. Fu	松潘、红原、理县、南坪、壤 塘、马尔康	3000 ~ 4300
长鞭红 景天	<i>R. fastigiata</i> Fröd	平武、旺苍、松潘、白玉、诺 尔盖、马尔康	3500 ~ 4500
长圆红 景天	<i>R. forrestii</i> (Harnet) S. H. Fu	布拖、金川、茂汶	2600 ~ 3200
菱叶红 景天	<i>R. henryi</i> (Diels) S. H. Fu	南川、峨眉、宝兴、康定、平 武、江油	1600 ~ 3300
喜玛红 景天	<i>R. himalensis</i> (D. Don.) S. H. Fu	松潘、小金、黑水、诺尔盖	3700 ~ 4200
狭叶红 景天	<i>R. kirilowii</i> (Regel) Maxim.	小金、茂县、诺尔盖、理县、 汶川、平武	3200 ~ 4500
大鳞红 景天	<i>R. macrolepis</i> (Franch.) S. H. Fu	康定、宝兴、小金、马尔康、 诺尔盖	
报春红 景天	<i>R. primuloides</i> (Franch.) S. H. Fu	越西	2500 ~ 4450
紫绿红 景天	<i>R. purpureoviridis</i> (Praeg.) S. H. Fu	康定、宝兴、美姑	3000 ~ 4100

续表

中文名	拉丁学名	分布	海拔/m
四裂红景天	<i>R. quadrifida</i> (Pall.) Fisch. et Mey.	南坪、茂县、木里、白玉、九龙、乡城	2900 ~ 5100
粗糙红景天	<i>R. scabrida</i> (Franch.) S. H. Fu	松潘	3200 ~ 4700
唐古特红景天	<i>R. tangutica</i> (Maxim.) S. H. Fu	理县、诺尔盖、小金、德格	3400 ~ 4700
巴塘红景天	<i>R. tieghemii</i> (Hamet) S. H. Fu	壤塘	
卧龙红景天	<i>R. wolongensis</i> F. AN et S. J. Yue	卧龙自然保护区	2000 ~ 2800
云南红景天	<i>R. yunnanensis</i> (Franch.) S. H. Fu	南川、奉节、峨眉、天全、康定、雅安、诺尔盖	2950 ~ 4000
大紫红景天	<i>R. atropurpurea</i> (Turcz.) Trautv. et Mey	川西北	
川西红景天	<i>R. dielsiana</i> (Limpr. f.) S. H. Fu	川西	3800
小株红景天	<i>R. handelii</i> H. Ohba	盐源	4150 ~ 4300
大叶红景天	<i>R. megalophylla</i> (Fröd.) S. H. Fu	道孚	4500 ~ 4700

四川产红景天属植物分种检索表:

1. 基生叶发达, 叶片倒卵形, 宽至 5mm, 中部狭。基部宽广, 花药基生 报春红景天 *R. primuloides*
1. 基生叶不发达, 蜕变为鳞片状。
2. 地面上的根茎多伸长, 被多或少的老茎皮; 一年生茎多数; 叶常全缘。
3. 花瓣大, 直立, 长约 1cm, 边缘流苏状或稍不整齐, 叶为线形 小丛红景天 *R. dumulosa*
3. 花瓣或大或小, 边缘全缘; 叶狭或宽。
4. 根头常有一宽而短的分枝, 根茎稍伸长, 或留老枝多数, 花小, 常

5mm 以下。

5. 叶无柄, 线形或线状披针形; 雄蕊与花瓣同长或稍长。
6. 花茎直立, 高 5 ~ 15mm, 橘黄色; 叶长 5 ~ 8 (12) mm, 蓇葖果 4 枚
..... 四裂红景天 *R. quadrifida*
6. 花茎多少弯曲, 高 2 ~ 5cm, 红褐色; 叶长 3 ~ 5mm, 蓇葖果 4 ~ 5 枚
..... 粗糙红景天 *R. scabrida*
5. 叶有短柄, 卵形; 雄蕊较花瓣较短..... 短柄红景天 *R. brevipetiolata*
4. 根茎常无宽而短的分枝处, 根茎伸长, 呈长鞭状, 残留老枝少数, 花大, 长约 1cm。
7. 花茎午后常为红色, 密被细小乳头状突起; 对萼雄蕊长度不足 4mm。
8. 植株较高, 高 20 ~ 50cm, 叶宽 4 ~ 9cm, 雄蕊长 2 ~ 3mm.....
..... 喜玛红景天 *R. himalensis*
8. 植株较矮, 高 10 ~ 20cm, 叶宽约 2cm, 雄蕊长达 7mm.....
..... 西川红景天 *R. alsia*
7. 花茎常为绿色, 少有红色, 不被或稀被细小乳头状突起; 对萼雄蕊长度 4 ~ 5mm。
9. 叶非线形, 宽 1 ~ 4mm, 蓇葖果长 7 ~ 8mm.....
..... 长鞭红景天 *R. fastigiata*
9. 叶狭线形, 宽 1mm, 蓇葖果长 10mm..... 唐古特红景天 *R. tangutica*
2. 根茎较少伸长到地面上, 不具或少具残存老枝; 一年生茎少数; 叶边缘有齿或近全缘。
10. 花蕊雌雄异株。
11. 心皮直立, 先端不反卷。
12. 心皮长圆形, 基部粗。
13. 心皮为长的长圆形, 长为宽的 3 倍以上。
14. 叶条形, 花茎浅黄色, 花瓣黄绿色..... 狭叶红景天 *R. kirilowii*
14. 叶宽卵形, 花茎红色, 花瓣红色..... 大花红景天 *R. crenulata*
13. 心皮为短的长圆形, 长为宽的 2 倍以上。
15. 植株被腺毛..... 紫绿红景天 *R. purpureoviridis*
15. 植株不被腺毛。
16. 根茎近横走, 较细小, 叶下面苍白色..... 异色红景天 *R. discolor*

16. 根茎直立,较粗大,叶下面绿色……………柴胡红景天 *R. bupleuroides*
12. 心皮狭卵形,基部较细。
17. 根茎细,横走;叶狭倒披针形,边缘疏锯齿……………宽果红景天 *R. eurycarpa*
17. 根茎短粗,直立;叶线状披针形,近全缘……………大鳞红景天 *R. macrolepis*
11. 心皮直立,先端反卷。
18. 叶常为3叶轮生,叶宽1.5cm以上。
19. 叶较长,4~6cm,多为长圆形……………云南红景天 *R. yunnanensis*
19. 叶较短,2~3.5(5)cm,多菱形……………菱叶红景天 *R. henryi*
18. 叶常为4叶轮生,若有3叶轮生,则叶宽不超过1cm。
20. 花4基数……………卧龙红景天 *R. wolongensis*
20. 花5基数……………长圆红景天 *R. forrestii*
10. 花两性。
21. 叶生长在花茎各部……………巴塘红景天 *R. tieghemii*
21. 叶生长在花茎顶部……………菊叶红景天 *R. chrysanthemifolia*

第四节 新疆维吾尔自治区红景天属 植物种类及分布

新疆维吾尔自治区位于我国西北,境内有东西走向的3条高大山脉,北部有阿尔泰山,海拔一般在2000~3000m以上;中部是天山山脉,海拔一般为3000~5000m;南部有喇嘛昆仑山、阿尔金山及帕米尔高原,海拔一般在5000~6000m。全境的气候类型大致有2种:一是暖温带大陆性干旱气候,山地气候垂直差异显著,降雨稀少,年温差、日温差极大,年平均气候7~14℃,1月平均气候-10~-5℃,无霜期180~240d。二是温带大陆性干旱气候,年平均气候-4~9℃,1月平均气候-20~-15℃,无霜期120~180d。阿尔泰山海拔3000m左右,地形较为平缓,西北部为高原,东南部比较干旱,冬季积雪较多。天山、阿尔泰山年降雨量600mm左右,气候较为湿润,植物种类丰富,多种红景天分布在海拔3000~3600m的山上。

新疆有红景天属植物约 13 种以上,分布范围较广,蕴藏量较大,尤其以三大山脉及帕米尔高原人烟稀少的高海拔地区分布数量较多,生长较为集中。常见的红景天种类有红景天、羽裂红景天、四裂红景天、直茎红景天等 8 种,柱花红景天、长鳞红景天、条叶红景天、东疆红景天、狭叶红景天等较为少见。主要种类见表 2-3。多数红景天生长在海拔 1500~4500m 高山地带的岩石缝隙、干山坡的低凹处、砾石堆及林缘的灌丛中。

新疆地区丰富的红景天资源,为红景天的开发利用提供了优越的条件。红景天对环境的适应能力较强,新疆的地理环境又适宜红景天的生长繁殖,这给红景天的引种栽培提供了良好的条件,因此,新疆地区的红景天开发前景是美好的。

表 2-3 新疆红景天的主要种类及地理分布

中文名	拉丁学名	分布
长鳞红景天	<i>Rhodiola gelida</i> Schrenk	天山中部
异齿红景天	<i>R. heterodonta</i> (Hook. f. et Thoms.) A. Bor.	南疆各地
狭叶红景天	<i>R. kirilowii</i> (Regel.) Maxim.	北疆各地
条叶红景天	<i>R. linearifolia</i> A. Bor.	伊犁各地、天山
黄萼红景天	<i>R. litwinowii</i> A. Bor.	温宿托木尔峰
帕米尔红景天	<i>R. pamiroalaica</i> A. Bor.	温宿、塔什库干
羽裂红景天	<i>R. pinnatifida</i> A. Bor.	阿尔泰地区
四裂红景天	<i>R. quadrifida</i> (Pall.) Fisch. et Mey.	阿尔泰地区
直茎红景天	<i>R. recticaulis</i> A. Bor.	帕米尔高原
红景天	<i>R. rosea</i> L.	阿尔泰地区
柱花红景天	<i>R. semenovii</i> (Regel et Herd.) A. Bor.	天山西部地区
东疆红景天	<i>R. telephioides</i> (Maxim.) S. H. Fu.	天山东部地区

新疆产红景天属植物分种检索表:

1. 叶较宽, 圆心形、长圆形、椭圆形、长椭圆状倒卵形至线状披针形, 边缘具齿或全缘。
2. 叶各式, 但不为线形或线状披针形。
3. 叶较大, 长宽常在 1 cm 以上。
4. 叶三角状卵形, 长 1.5 ~ 2 cm, 宽 1.4 cm, 先端急尖。边缘有粗锯齿
..... 异齿红景天 *R. heterodonla*
4. 叶圆形或圆倒卵形, 长 1.5 ~ 3 cm, 宽 2 ~ 3 mm, 先端不具短尖头
..... 东疆红景天 *R. telephioides*
3. 叶较小, 长 3 ~ 10 cm, 宽 2 ~ 3 mm。先端稍急尖, 边缘有粗牙齿, 花瓣黄色, 花萼红色..... 直茎红景天 *R. recticaulis*
2. 叶长圆形, 长椭圆形至线状披针形。
5. 花的鳞片线形..... 长鳞红景天 *R. gelida*
5. 花的鳞片四方形、半圆形或长圆形。
6. 花茎高不及 20 cm, 雄蕊与花瓣等长或短于花瓣。
7. 根茎扩大或稍扩大, 伸长或不伸长, 叶长圆形或线状披针形, 先端钝, 全缘..... 喀什红景天 *R. kaschgarica*
7. 根茎伸长, 上下粗细差不多, 成鞭状, 每年生新花茎处不大, 叶椭圆形边缘有钝牙齿..... 黄萼红景天 *R. litwinowii*
6. 花茎高 20 ~ 30 cm, 雄蕊较花瓣长..... 红景天 *R. rosea*
1. 叶狭窄, 线形至线状披针形..... 柱花红景天 *R. semenovii*

第五节 陕、甘、宁等省区红景天属 植物种类及分布

陕西、甘肃、宁夏三省区地理位置相连, 地形、地貌、气候相近, 全区主体为青藏高原旁的黄土高原, 境内以高原、山地为主, 此三省区北部为高原和荒漠或荒漠草原, 海拔 800 ~ 1500 m, 是世界著名的干旱区之一。甘肃的西北部为青藏高原主体的一部分, 甘肃、青海两省边界为祁连山脉, 本区的多种红景天都生长在这里, 见表 2-4。

本区气候多为高寒半干旱气候及大陆性高原气候, 冬寒夏凉, 日照长, 降雨少, 太阳辐射强, 空气稀薄, 干、湿季分明。全区有红景天植

物 14 种。多数分布在海拔 2000 ~ 5000m 的高山草甸、灌丛、碎石山坡、山脊石缝及沟边等地。本地资源较丰富的有狭叶红景天、四裂红景天等。从 20 世纪 80 年代开始,青海省高原医药科研所、甘肃省药物研究所、青海省中医药研究所等单位对狭叶红景天的药理作用、化学成分、临床应用等进行了深入研究,证明其具有较好的抗疲劳、抗缺氧等功能,是一种很好的治疗高原疾病的药用植物资源。

表 2-4 陕甘宁等省区红景天的种类及地理分布

中文名	拉丁学名	分布	海拔/m
喜冷红景天	<i>Rhodiola algida</i> var. <i>jenisense</i> (Maxim.) S. H. Fu.	甘肃	2900 ~ 3200
唐古特红景天	<i>R. algida</i> var. <i>tangutica</i> (Maxim.) S. H. Fu.	甘肃、宁夏	2000 ~ 4700
小丛红景天	<i>R. dumulosa</i> (Fröd.) S. H. Fu.	陕西、甘肃、宁夏	1600 ~ 3900
宽果红景天	<i>R. eurycarpa</i> (Fröd.) S. H. Fu.	甘肃	2800 ~ 5600
长鞭红景天	<i>R. fastigiata</i> (Hook. f. et Thoms.) S. H. Fu.	甘肃	2500 ~ 5400
菱叶红景天	<i>R. henryi</i> (Diels) S. H. Fu.	陕西、甘肃	1000 ~ 3300
圆丛红景天	<i>R. juparensis</i> (Fröd) S. H. Fu.	甘肃	3500 ~ 4200
狭叶红景天	<i>R. kirilowii</i> (Regel) Maxim.	陕西、甘肃	2000 ~ 5600
四裂红景天	<i>R. quadrifida</i> (Pall.) Fisch. et Mey.	甘肃	2900 ~ 5100
小叶红景天	<i>R. ralosea</i> var. <i>macrophylla</i> (Fröd.) S. H. Fu.	甘肃	
对叶红景天	<i>R. subopposita</i> (Maxim.) Jacobsen	甘肃	
洮河红景天	<i>R. taohoensis</i> S. H. Fu.	甘肃临潭、卓尼	2600 ~ 3000
大株粗茎红景天	<i>R. wallichiana</i> var. <i>cholaensis</i> (Praeg) S. H. Fu.	青、甘交界处	2600 ~ 3800

第六节 青海省红景天属植物种类及分布

青海地处青藏高原世界“第三极”之上，幅员辽阔，草原广袤，资源丰富。东部和北部与甘肃省相接，西北部和新疆相接，西南部与西藏相接，东南部和四川接壤。高原独特的自然景观与复杂的自然环境条件，孕育了丰富多样的动植物物种。

一、地理位置与地貌

青海省位于青藏高原的东北隅，地处北纬 $31.39^{\circ} \sim 39.19^{\circ}$ ，东经 $89.25^{\circ} \sim 103.04^{\circ}$ 之间，南北跨纬度 8° ，宽约 800 km；东西跨经度 13° 之多，长约 1200 km，面积 $72.37 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。省域北部与蒙新高原接壤，东部与黄上高原交汇，山脉绵亘，地势高耸，地形复杂多样，祁连山、阿尔金山、昆仑山、唐古拉山脉等绵延境内，高峰终年积雪，夏季冰雪融化，成为许多河流的水源，是世界屋脊青藏高原的主体构成部分之一。平均海拔在 3500 m 以上，依据总的地形结构特征，可分为祁连山地—黄土丘陵区、柴达木盆地和青南高原等 3 个地貌区域。

二、气候条件

青海省冬长夏短，春秋不分，冷季长达 6 个月，暖季凉爽而短暂，年均温度偏低，日温差大，年温差小，白天温度高，光照强，有利于绿色植物进行光合作用，夜晚温度降低，植物呼吸减弱，可以减少物质消耗，有利于物质积累。空气稀薄而干燥，透明度大，晴日多，日照时间长，太阳辐射强烈。年日照时数在 840 ~ 3500 h 之间，与西藏近似。全省年降水分布地区差异显著，季节变化大，且高度集中，降水日多，强度小。最多的久治县达 774 mm，最少的冷湖地区只有 17.4 mm；降水多集中在 6 ~ 9 月，约占全年降水的 80% ~ 90%。

三、土壤与水文

青海省土壤受自然因素和人类经济活动的综合影响，垂直性与地带性分布明显，土壤类型与分布复杂多样，主要有高山寒漠土、高山草

甸土、山地草甸土、黑钙土、栗钙土等 17 个类别。有机质含量高,具有缺磷、少氮、钾丰富的特征。全省地处江河源头,河流纵横,地表水资源丰富。地表河川径流,可分为黄河、长江、澜沧江及内陆河四大水系。流量在 $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 的干支流有 278 条,年平均径流量 $622 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}$;湖泊众多,全省有大小湖泊 2 万多个,水面在 0.5 km^2 以上的有 458 个。全省淡水资源总量为 $636.7 \times 10^8 \text{ m}^3$,人均占有近 $2 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

四、资源及分布

青海省的红景天资源主要分布在海北、海西、海南、黄南、玉树、果洛等州县,品种有大株粗茎红景天、长鞭红景天、唐古特红景天、宽果红景天、小丛红景天、狭叶红景天、四裂红景天、川西红景天等 10 余种,见表 2-5。此外,在环湖地区和青南高原的中藏药材种植基地有红景天的种植。

表 2-5 青海红景天的种类、地理分布及生境

中文名	拉丁学名	分布	生境
川西红景天	<i>Rhodiola alsia</i> (Fröd.) S. H. Fu	玛沁、黄南	山坡、石缝中
柴胡红景天	<i>R. bupleuroides</i> (Wall. ex Hook. f. et Thomas.) S. H. Fu	杂多、称多	山坡石缝、灌丛或草地上
优美红景天	<i>R. concinna</i> (Præg.) S. H. Fu	杂多、称多及湖西	草甸、山坡和石缝中
大花红景天	<i>R. crenulata</i> (Hook. f. et Thomas.) H. Ohba	达日、同仁、玉树、囊谦	山坡碎石带、灌丛及石缝中
小丛红景天	<i>R. dumulosa</i> (Franch.) S. H. Fu	互助、循化、乐都、湟中、玉树、玛沁	山坡、岩石上

续表

中文名	拉丁学名	分布	生境
宽果红景天	<i>R. eurycarpa</i> (Fröd.) S. H. Fu	环湖地区、久治	山坡、林下、沟边 及石缝中
长鞭红景天	<i>R. fastigiata</i> (Hook. f. et Thomas.) S. H. Fu	祁连、门源、互助、 久治、海南	高山灌丛、山坡、 石缝中
四裂红景天	<i>R. quadrifida</i> (Pall.) Fisch. et Mey.	都兰、循化、玛沁、 互助、湟源、海北、 海南、黄南、玉树、 果洛	沟边、山坡、草甸、 石缝中
圆丛红景天	<i>R. juparensis</i> (Fröd.) S. H. Fu	门源、祁连、黄南、 海南、玉树	石崖上
狭叶红景天	<i>R. kirilowii</i> (Regel) Maxim.	大通河林区、玉树、 果洛、黄南、海北	山地、草地、灌丛、 石坡
大鳞红景天	<i>R. macrolepis</i> (Franch.) S. H. Fu	环湖地区	山坡上
红景天	<i>R. rosea</i> L.	海北	高山草地、林下、 沟边
圣地红景天	<i>R. sacra</i> (Prain ex Hamet) S. H. Fu	环湖地区	山坡、石缝中、林 内岩石上
对叶红景天	<i>R. subopposita</i> (Maxim.) Jacobsen	大通、门源、互助	高山石崖上
唐古特红景天	<i>R. tangutica</i> (Maxim.) S. H. Fu	大通、湟源、达日、 共和、同仁、乌兰、 班玛、玛多、久治、 祁连、海南	高山石缝、草甸或 近水边

续表

中文名	拉丁学名	分布	生境
西藏红景天	<i>R. tibetica</i> (Hook. f. et Thomas.) S. H. Fu	称多	山沟、碎石坡和石缝中
大株粗茎红景天	<i>R. wallichiana</i> var. <i>cholaensis</i> (Praeg.) S. H. Fu	湟源、大通、互助、称多、果洛、黄南、海北	灌丛、林下岩石上

青海产红景天属植物分种检索表:

1. 根茎在地面上多少伸长, 一年生茎通常多数, 叶全缘。
 2. 花大, 花瓣边缘流苏状或稍不整齐, 叶狭, 几为线形……………小丛红景天 *R. dumulosa*
 2. 花稍大或小, 花瓣全缘, 叶狭或宽。
 3. 根茎短, 有分枝, 或稍伸长, 残留老枝茎多数, 花小。
 4. 叶披针形或线状披针形。
 5. 根茎稍丛生或不丛生, 不呈圆形, 花 4 基数……………四裂红景天 *R. quadrifida*
 5. 根茎密丛生, 圆形, 花 5 基数……………圆丛红景天 *R. juparensis*
 4. 叶椭圆形至卵形。
 6. 叶有短柄, 宽椭圆形至卵形……………对叶红景天 *R. subopposita*
 6. 叶无柄, 线形至狭卵形……………西藏红景天 *R. tibetica*
 3. 根茎多少伸长, 上下粗细稍同, 残留老枝稍少, 花稍大。
 7. 根茎伸长, 呈鞭状, 每年生新花茎处不扩大。
 8. 根茎粗 1 ~ 1.5cm, 花茎 7 ~ 15 条, 作扇状排列, 花 5 基数……………长鞭红景天 *R. fastigiata*
 8. 根茎粗 0.5 ~ 0.7cm, 花茎 1 ~ 5 条, 挺直, 花 4 基数……………优美红景天 *R. concinna*
 7. 根茎稍伸长或少伸长, 每年在新生花茎处稍扩大。
 9. 花茎干后常带紫红色或粉红色……………川西红景天 *R. alsia*
 9. 花茎干后常为稻秆色……………唐古特红景天 *R. tangutica*
 1. 根茎稀伸出地面, 一年生花茎少数, 叶有齿或缺刻, 或几全缘。

10. 花通常两性,对瓣雄蕊通常着生在花瓣中部…………… 圣地红景天
10. 花通常单性,对瓣雄蕊通常着生在花瓣基部。
11. 心皮长圆形,基部粗。
12. 心皮为短的长圆形,长为宽的 2 倍以上…………… 柴胡红景天 *R. bupleuroides*
12. 心皮为长的长圆形,长为宽的 3 倍以上。
13. 叶狭线形至线状披针形,全缘或边缘有疏齿…………… 狭叶红景天 *R. kirilowii*
13. 叶宽,心形至长圆形,先端有齿或全部有稀齿。
14. 残留茎枝干后不变黑色…………… 红景天 *R. rosea*
14. 残留茎枝干后变黑色…………… 大花红景天 *R. crenulata*
11. 心皮狭卵形,基部狭细。
15. 根茎短粗,不为横走…………… 大鳞红景天 *R. macrolepis*
15. 根茎细,横走。
16. 花单性,雌雄异株…………… 宽果红景天 *R. eurycarpa*
16. 花两性…………… 大株粗茎红景天 *R. wallichianu var. cholaensis*

第七节 东北和华北地区红景天属 植物种类及分布

东北和华北地区面积较大,除松辽平原和华北平原外,多为丘陵和山地。因地理位置及地形、地貌的较大差异,海拔高度的逐渐降低,气候、土壤等自然环境的改变,这两个地区的红景天属植物种类及蕴藏量与西北、西南地区比相差悬殊,种类少,分布范围窄,蕴藏量也十分有限。两区共有红景天植物 6 种(见表 2-6)。东北地区产 4 种,主要分布在吉林省长白山区及黑龙江省张广才岭东南部、大兴安岭南南部等少数地区,蕴藏量不多;华北地区产 3 种,主要分布在山西省五台山地区、河北省太行山山脉和燕山山脉等地。该区红景天多生长在海拔 1700~2400 m 的高山顶部及高山冻原带的碎石山地、草地、池塘、岩石缝,少数生长在岳华林带的树林下。土壤多为山地暗棕壤及火山灰,土层很浅。

东北和华北地区红景天属植物资源较少,但是该区海拔较高的山区面积较大,土壤、气候等自然条件适合某些红景天种类生长繁殖,可进行人工栽培,而且当地也已经有了一定的规模。红景天、狭叶红景天、库页红景天在吉林、辽宁两省已经栽培成功。研究表明,家栽红景天与野生红景天质量相近,可以入药。目前东北三省推广的人工栽培红景天技术已经取得了很好的社会效益和经济效益。

表 2-6 东北和华北地区红景天植物种类及分布

中文名	拉丁学名	分布	海拔/m
长白红景天	<i>Rhodiola angusta</i> Nakai	长白山、尚志	1700 ~ 2500
小丛红景天	<i>R. dumulosa</i> (Franch.) S. H. Fu	山西、河北、内蒙古	1700 ~ 2400
狭叶红景天	<i>R. kirilowii</i> (Regel) Maxim.	五台山、河北省 兴隆、蔚县、房山	1700 ~ 2200
蔷薇红景天	<i>R. rosea</i> L.	河北、山西、内蒙古	1900 ~ 2400
库页红景天	<i>R. sachalinensis</i> A. Bor	黑龙江、吉林	1700 ~ 2300
兴安红景天	<i>R. stephanii</i> (Cham.) Trautv. et Mey.	大兴安岭南	

东北和华北地区红景天植物分种检索表:

1. 地面上主轴多少伸长,被残留老茎枝,叶常全缘,叶狭,几为线形。
2. 花白色,直立,花大,花瓣边缘流苏状或不整齐,花茎较多(5 ~ 30)
..... 小丛红景天 *R. dumulosa*
2. 花淡黄色,花略小,花瓣全缘,花茎少(1 ~ 5)
..... 长白红景天 *R. angusta*
1. 地面上主轴少有伸长,不具残留老茎枝,叶边缘有牙齿或缺刻。
3. 心皮狭卵形,基部渐细 兴安红景天 *R. stephanii*
3. 心皮为长圆形,长为宽的 3 倍以上。
4. 叶线形、狭披针形,花茎少(5 以下),花茎 40 ~ 60cm
..... 狭叶红景天 *R. kirilowii*

4. 叶长圆形、长椭圆形、长圆状披针形,花茎多(15~50),花茎高40 cm 以下。
5. 花茎高25~40 cm,叶椭圆形,长圆状卵形……………红景天 *R. rosea*
5. 花茎高15~30cm,叶长圆状匙形,长圆状菱形、长圆状披针……………
……………库页红景天 *R. sachalinensis*

参 考 文 献

- [1] 吴维春,包文芳,丁志国,等. 东北和华北地区红景天属植物分布及保护. 基层中药杂志,1992,6(2):1-2
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:34卷(第一分册). 科学出版社,1986:161-220
- [3] 熊荣先. 西藏红景天资源的调查. 华西药学杂志,1995,10(3):187-188
- [4] 安丰,岳松健,果德安,等. 四川红景天属植物资源调查. 中国中药杂志,1993,18(8):455-457
- [5] 李红旗. 青海省红景天属药用植物资源. 中草药,2001,32(增):162-164
- [6] 邢世忠. 宁夏中药志. 宁夏人民出版社,1987:133
- [7] 邢世忠. 宁夏中药资源. 宁夏人民出版社,1991:387
- [8] 云南省药材公司. 云南中药资源名录. 科学出版社,1993:176-178
- [9] 张无敌,刘世清. 藏药红景天的开发利用. 中国民族民间医药杂志,1995,12:7-11
- [10] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志(第二卷). 青海人民出版社,1999:3-18
- [11] 钱彦丛,秦百宜. 河北省红景天属药用植物资源调查. 基层中药杂志,1998,12(1):3
- [12] 包文芳,吴维春,李葆华,等. 抗疲劳药用植物红景天. 人民军医出版社,2003:1
- [13] 吴征镒. 西藏植物志(第二卷). 科学出版社,1985
- [14] 戴良先. 川西高原红景天产业化开发的思考. 四川草原,2000(2):61-64
- [15] 帝玛尔·丹增彭措. 晶珠本草. 民族出版社,1986
- [16] 琼次仁,扎西次仁,索朗白珍. 西藏红景天植物资源及其利用. 西藏大学学报,2006,21(3):1-4
- [17] 倪志成,除金瑞,蒋思萍. 西藏红景天的研究与应用. 植物杂志,1993,116

(6):6-7

- [18] 陈玉珍,卢存福.珍稀濒危植物红景天生物学研究进展.特产研究,2001(4):51-53
- [19] 吴玉虎,梅丽娟.昆仑山地区红景天属植物资源的种类分布及其开发利用前景.干旱区研究,1991(3):1-6
- [20] 王强,阮晓,颜启传.珍稀药用植物红景天种质资源的研究及开发利用.中国农业出版社,2004
- [21] 王强,阮晓,李荷迪,等.珍稀药用资源植物红景天研究现状、问题与对策.自然资源学报,2007,27(6):880-887
- [22] 张凤山,迟振文,裴铁,等.长白山高山冻原带夏季小气候.森林生态系统研究,1981(2):179-186
- [23] 吴维春,刘义,于庆海,等.长白山珍贵药用植物高山红景天.吉林科学技术出版社,1987
- [24] 贾国夫.红景天的研究概况及展望.四川草原,1997,3:38-40
- [25] 徐宝军,郑毅男,李向高,等.红景天属植物研究新进展.中药材,2000,23(9):550-584
- [26] 周元川,张明云.怒江州长鞭红景天资源及其评价.中国民族民间医药杂志,1999,37:102-105

第三章 红景天的人工种植与栽培

红景天又称“高原人参”，为景天科红景天属(*Rhodiola* L.)多种多年生草本植物，以根和根茎入药，全株亦可入药。近年来，国内外对红景天进行了多学科的综合研究，如化学分析、药理作用、保健作用、人工栽培及生物学研究。研究表明，红景天具有抗衰老、抗缺氧、抗微波辐射，调节神经及内分泌系统等疗效。与人参、刺五加相比，红景天不仅有类似功能，而且在某些方面更优于前两种药物，如人参兴奋作用过强，刺五加能引起便秘，均不宜久服；而红景天则无上述副作用，其效果远远超过人参、刺五加。红景天因其疗效显著很早就被人们发现并作为药物利用。我国古代已将其作为滋补强壮药，清代还把库页红景天作为进贡皇帝的珍稀贡品。前苏联科学家把红景天定为“适应原”样药物，广泛应用于抗疲劳、抗衰老和提高脑力及体力，并把它开发为宇航食品。目前，红景天日益受到人们的重视，被广泛应用于医药、食品等行业，现已研制出多种药品制剂、保健食品、饮料及凉茶等，仅国内以红景天为主要原料生产药品及保健品的企业就有近 30 家，每年需要红景天药材原料 2000 吨以上，因此它是极有发展前途的环境适应药物，越来越受到人们的青睐，国内外市场对它的需求量逐年增加。由于野生红景天多分布于寒温带、冻原带，在自然界分布较窄，生长缓慢，总量甚微，且生境恶劣，自然更新能力低，加上近年来大量采挖，使资源遭到严重破坏，处于濒危状态。为确保不同生境下红景天的种质资源，提出建议：一是选择适宜生境，扩大红景天的栽培数量，以缓解市场对红景天的需求量大的压力。二是建立红景天的自然保护区，并对其生态学特征进行深入的研究，为保护和合理开发利用红景天资源提供科学依据。三是用科学的方法采集：①部分采集：采集时，在每株上取 1/2 或 1/3 切割采集。采集后将腐烂的茎叶堆积于

被切割过的植物周围,使之继续生长繁殖,几年后可继续采收。②有计划地采收:对所发现和调查清楚的每处植物,均须心中有数,逐年轮换采集,杜绝连续在同一处药材基地采集,禁止一次性连根拔掉。尽管这样,野生红景天目前仍无法满足市场的需求量。所以加大红景天的引种试验,实行人工种植与栽培已被提上日程。

在红景天的人工栽培中,亟待解决的几个问题:一是出现高温多湿、易徒长,出现的根茎比例失调的现象,造成抗逆性弱,常引起大面积死亡。二是种子发芽率低(5%~8%),出苗率和移栽成活率亦低,难以保全苗。三是易遭病虫害,影响品质和产量。四是栽培的红景天地上部分的生长比原产地过旺,导致利用根茎的生物产量比例降低的问题。

在红景天的人工栽培中,需注意栽培环境的选择。红景天中主要活性成分红景天苷是次生代谢产物,环境直接影响它的形成和积累。次生代谢产物是植物的保护囊,在环境胁迫下,植物通过向外界环境释放次生代谢产物来抑制其他植物的生长,以提高自身的竞争能力。因此,逆境(如干旱、严寒、伤害、高温、重金属等)能刺激植物次生代谢产物的积累和释放,使次生代谢产物增加,这是植物长期适应环境的结果。另外,环境的变异影响着红景天苷成分的变异并对变异进行着选择。例如,广布种常呈连续分布,其化学成分的变异通常也会呈现出连续变异的特点,而一旦其分布区气候出现明显变化,尤其是影响其化学成分生态主导因子发生明显变异,则其挥发油的变异则可能相应地出现由连续变异的量变转变为非连续变异的质变。环境对化学成分含量有很大的影响,主要通过栽培时间和生长地来反映,其中栽培时间对异黄酮总含量的影响更为显著,这很可能是由气候变化所致。生长地和栽培环境对其有效成分含量和各类分布有影响,一般来说,纬度越高,日照时间越长,红景天苷的含量越高。红景天各个不同地区居群往往具有不同的基因型或称地方性特化基因型(local specialized genotype),而这些基因型是由于不同的生态或地理条件的长期选择作用塑造而成。因此引种时,要选择与野生红景天相同或相似的生境进行栽培。

第一节 红景天的生物学特性

一、种子的生物学特性

(一)形态特征

红景天的种子呈长圆形或宽披针形,略扁圆,长约 2 mm,宽不足 0.5 mm,新采收的种子表面呈黄褐色或淡棕色,晾晒后颜色变浅,呈棕褐色或棕色。种子很小,千粒重为 0.12 ~ 0.14 g,种子顶部具膜质状种脊,种孔位于基部,种皮表面在放大镜下可见数条均匀的纵向纹理。

(二)生物学特性

野生的红景天种子,由于受秋季低温、多雨或早霜等不良气候的影响,往往不能完全成熟,饱满成熟的种子约占总数的 30 % 左右。种子适宜的萌发温度为 15 ~ 20 ℃,适宜的湿度为 60 % ~ 70 %,播种时如果气候和土壤湿度适宜,5 ~ 7d 就可以出苗,若低于 15 ℃,出苗需 10d 以上,秋季播种,翌年早春地表温度达 8 ~ 10 ℃ 时就开始出苗。

红景天种子具有不完全休眠的特性,播种前种子需要经过处理。否则,尽管温度和湿度适宜,出苗率也仅有 10 % 左右,种子的休眠特性是长期生长在恶劣的自然环境中形成的,它是本身生命力的自我保护,使之能在合适的条件下生长。研究发现,种子内含有抑制种子发芽的物质,该物质易溶于水,在水中极易被冲洗掉,因此播种前,用流动水清洗种子可以大大提高种子的出苗率;此外,用赤霉素处理种子也可以打破种子的休眠。提高种子发芽率的方法还有:①种子采收后,选择合适的环境进行保存。种子有一定寿命,它的寿命除受自身生理遗传特性的制约外,还受贮存条件的影响。研究表明,植物的种子贮存在湿度 5 % ~ 15 %,温度为 -20 ~ -10 ℃ 的低温干燥条件下有利于其生命力的保持。贮存时间的长短对种子也有影响,新采收的种子在室温 15 ~ 20 ℃ 条件下干燥贮藏,8 个月后发芽率明显下降,贮存 1 年以后几乎全部失去发

芽能力,低温冷冻贮藏可提高种子的发芽率和贮藏时间。②温水浸种法。温水浸种法可使种皮软化,增加种皮透性,促进种子萌发前的代谢过程。浸种时间长短应根据种子大小、种皮厚薄而定。③机械处理法。如有坚硬的种皮的或种皮表面有蜡质等,利用擦伤种皮的方法,增强种子的通透性,有助发芽。④层积处理法。有些药用植物的种子在贮藏期,用1层湿沙1层种子进行堆积,有利于种子后熟和提高发芽率,此法适于休眠期长、需经后熟或种皮坚硬不易发芽的种子。⑤低温处理方法。有深休眠期的植物种子需低温处理,可打破休眠,提早发芽。⑥药剂处理方法。用药剂处理药用植物种子能提高种子的发芽率和整齐度,但不同植物所使用的药剂浓度和处理时间不同。⑦激素处理方法。常用的生长激素有吲哚乙酸、萘乙酸、赤霉素。应用较多的是赤霉素,适宜浓度的赤霉素有代替低温打破种子休眠的作用。⑧射线和超声波处理方法。用射线、超声波处理植物种子均能提高种子的发芽率,并促进植物生长,增加产量。

二、红景天对环境的要求

(一) 温度

温度对红景天生长的影响是多方面的,年平均气温的高低,积温的多少及持续时间的长短都会影响植物的生长发育。红景天生长在高山带及亚高山带,环境条件十分恶劣,春季干燥多风,夏季短而多雨,秋季凉爽,冬季漫长而寒冷,常年气温偏低,四季温差较大、昼夜温差较大,无霜期短,植物生长期也短。恶劣的环境造就了红景天顽强的生命力,具有抗严寒、耐低温、喜冷凉、不耐炎热和高温的特性。高山上的红景天一般6月中旬开始萌动,7月上旬开花,8月下旬停止生长,9月初进入长时间的休眠状态。

人工栽培红景天要注意防止夏季高温多雨的危害,采取有效措施进行排水,降低温度,加强通风性。

(二) 光照

阳光是植物进行光合作用的能量源泉,是影响生长发育的重要因素,光照时间、光照强度、光质等都会影响植物的生长发育。光强和光质能刺激和影响植物分化,光照时间能制约植物的发育。光强随纬度

的增加而减弱,随海拔的升高而加强,光质在低纬度短光波较多,在高纬度长光波较多,随海拔的升高,短光波量逐渐增加。

红景天生长在高山地带,强光照和低温使其形成了特殊的生态类型,白天的强光刺激了植物的光合作用,夜间的低温降低了植物的呼吸作用,相对增加了干物质的积累,有利于植物的分化和花芽的形成,使其能在短的生长周期内完成各个发育期。低温和强紫外线能抑制植物茎秆的生长,促进根向下生长,促进花青素的形成。所以,高山植物一般具有茎秆短矮、叶片小、花色鲜艳的特征。

红景天喜光照、不耐阴湿,全部生长期需要充足的阳光。光照对植物的生长发育影响较大,生长在高山冻原带全光照射下的红景天,植株健壮,色泽深绿,花茎多,叶片肥厚;生长在光照不足条件下的红景天,长势细弱,花茎少,叶片黄绿,根也较细。

人工栽培红景天应注意选地,选光照较好的地方,要充分利用中午的强光照和早晚的散射光,以保证红景天的正常生长。但是,刚出土的幼苗不宜强光照射。

(三) 水分

水既是光合作用的起始物质又是生理代谢的重要反应物,因此水分对植物的生长有重要的作用。红景天原产地为高山地带,海拔较高,降水量较多,大气湿度较大,红景天生长期有充分的水分供应。夏季多雨季节,由于山坡坡度较大,又多为砂石地,排水较好,不会发生水涝。相反,对于强光的照射,巨大风力造成的干旱,红景天也有很好的适应性,因此红景天耐干旱而怕水涝。

人工栽培红景天要注意防止水涝,但是幼苗期要有充足的水分。栽培红景天有“小苗喜水,大苗怕水”的说法。因此,栽培时应根据需水情况进行灌溉或防涝。

(四) 土壤

土壤能供给植物水分、养分、空气等,因此土壤的质地、有机质、土壤成分、空气、水分、土壤微生物等均能影响植物的生长发育。红景天多种生长在砂土地上,喜欢质地较疏松、含腐殖质较多、排水较好的土壤。人工栽培红景天应注意土壤的选择和排水等情况。黏土地和碱性土地都不适合红景天的生长。

第二节 红景天的栽培技术

目前,野生红景天在自然界分布较窄,而且其生存环境恶劣,生长缓慢且年产量低,再加上开采过度,野生红景天严重匮乏,处于濒危状态,其资源连续利用问题已受到广泛关注。为解决这个问题,人们开始从多种途径来解决红景天的需求问题,如加大红景天的引种试验,实行人工种植与栽培等。

如何提高红景天的产量和质量,使其适于大规模的人工栽培,提供切实可行的栽培措施,是研究人员追求的目标。在国内外很多专家的努力下,人工栽培红景天已经取得了初步的进展,组织培养、快速繁殖、细胞大规模培养等也有了很大的发展。

一、红景天的人工栽培技术

(一) 红景天人工栽培取得的经验

鉴于自然资源恢复缓慢和产区狭窄而且日益减少的现状,开展引种工作,变野生为家生,既可以解决红景天紧缺的状况,又可以为农牧民提供一条致富的道路。但是红景天的生存环境比较特殊,对环境要求比较苛刻。人工栽培红景天时遇到以下几个难点:一是红景天适宜生长在高海拔的地区,引种到低海拔地区时红景天苷等有效成分的含量会降低。二是种子发芽率低(5%~8%),出苗率、移栽成活率亦低,难以保全苗,根茎易腐烂等。三是遇到高温多湿的气候容易徒长出现根茎比例失调的现象,抗逆性弱,常引起大面积死亡。四是栽培的红景天其地上部分的生长比原产地过旺,导致利用根茎的生物产量比例降低的问题。如何提高红景天的产量和质量,使其适应大规模的人工栽培,提供切实可行的栽培措施,是研究人员追求的目标。近年来国内外学者对红景天的栽培、生理、药理和生态等问题进行了大量的研究。

1. 采用育苗移栽的方法

红景天的种子极小,自然萌发率很低仅为10%左右,造成种子发芽率低的原因有3个:其一,种子未能完全成熟且具有休眠的特性。其二,种子或果实中含有抑制种子发芽的物质。其三,种皮厚,在种子

萌发时不能顺利完成吸涨过程,或呼吸不到足够的空气而不能萌发。因此采集后的种子在短期内很难萌发。直播出苗率低,且幼苗初期不便于管理。常用育苗移栽的方法,既可以保证出苗率高,又便于管理。

育苗移栽技术的经验可概括为如下几点:

(1)种子处理:山泉流动水冲洗法,简便、省工、经济。

(2)选地:育苗选海拔 700m 的水源充足、有机质含量中等的林缘地。

(3)苗床和播种时间:苗床地为 1.2m 宽的长条畦,浇足水,种子拌中等含量腐殖土的泥土撒播。播后以同样土 0.2~0.3cm 厚度覆土、镇压、盖草帘子以利保湿,播种春秋两季均可。据调查秋播比春播好,这可能是秋播种子经冬季的低温而接近于原产地的环境,初春雪水融化,保证发芽所需水分,对种子发芽有促进作用。

(4)温度和湿度:在育苗管理中严格控制温度和湿度,出苗后正好赶上晚春,初夏土壤温度渐高,以喷水、畦边上间作高秆作物遮阴,控制土壤温度为 24℃,湿度为 70% 左右。当出心叶后,土壤湿度降到 40% 左右促根生长。在苗床上以 700~1000 株/hm² 为宜,1hm² 苗圃能供 12hm² 左右大田移栽。

(5)移栽:育苗 1 年后移栽到海拔 1000m 左右的土地上。

(6)无性繁殖技术:以分株、根茎段、潜伏芽进行无性繁殖,其成活率分别为 100%、90%、68%,可作为人工栽培的补充途径。

2. 病虫害防治

蒋文春等报道,在栽培过程中引种的植株有前期根部严重腐烂现象,并且蔓延迅速。通过调查统计,发现其中 1~2 年生的植株发病率平均为 36% 左右,3~4 年生的植株有惊人的死亡率,平均高达 95% 以上。可见红景天的根腐病是限制其产量的主要原因,必须加以严格防治。

根腐病发病的典型症状为:地上部分下部叶片变黄,叶片细小,逐步向上发展直至整个植株变黄全部枯萎。地下部分受害根部深黄褐色逐渐呈灰白色腐浆状,有腥臭味。6~8 月雨季严重,种植年限越长,发病越严重,病株常由侧根先烂,延及主根,或在根状茎头及茎基部出现黄褐色病斑,不断扩大蔓延,致使全部腐烂,病株出现叶色不正常,

继而地上部分萎蔫,全株枯死。剖开病根可见沿维管束组织变黄褐色,后期病根全部呈黑褐色或灰白色稀泥浆状。根和根茎表皮出现褐斑,最后全部腐烂变成灰红色。

根腐病的主要病原菌是镰孢属的尖镰孢菌和霉菌,栽培条件对根腐病也有一定的影响,如果土壤过湿,土温上不去,不利于红景天的幼苗生长发育,自身抗性低下,容易感染病害,并且极有利于各种病原菌的发生和繁殖。地老虎、蛴螬、蟋蟀、线虫等这些害虫是红景天根腐病的间接致病的原因。红景天根部被地下害虫咬伤后,会流出汁液,是微生物病原菌的良好营养品,伤口是微生物侵入的最好途径。低温冻害,可能造成无菌腐烂现象发生,腐烂的组织又可造成微生物病原的进一步侵袭,形成恶性循环。移栽可能会造成幼苗根部产生机械损伤而被病原菌感染,间接致病。还可能通过移植过程带有病原菌的土壤,进而传播感染,病株幼苗也是传染根腐病的一种途径。

针对这些问题,蒋文春等提出了一系列的综合防治措施,要点如下:

(1)土壤消毒:用天诺线净颗粒剂 $45 \sim 60\text{kg}/\text{hm}^2$ (线虫、地老虎、蛴螬、蟋蟀为害较重的地块)或 1.5% 菌线威 $30 \sim 45\text{kg}/\text{hm}^2$ (对根腐病、立枯病、炭疽病、疫病、黑斑病都有很好的防治效果)均匀撒在畦面上,耕入畦内 $6 \sim 10\text{cm}$ 的土层中。亦可将农药拌入过筛的腐熟有机肥施入播种或移栽沟内。

(2)种子消毒:种子播种前,用天诺苗菌杀 $300 \sim 500$ 倍或金消毒(杀菌王) 2000 倍或 $(0.2 \sim 0.3) \times 10^{-6}$ 石硫合剂,消毒 10min 。

(3)加强栽培管理:注意排水、防止积水、做好越冬防寒工作是防治根腐病的重要措施。红景天在生长期喷洒天诺喷冲宝、天诺颗粒丰能提高红景天的防寒、抗旱、抗病虫能力,有利于提高产量,改善品质。

(4)药物防治:在出苗期和雨后,可喷洒 30% 中诺新型悬浮剂 $350 \sim 500$ 倍或 75% 甲基托布津 1000 倍,控制多种病害的发生。根腐病、立枯病、疫病等根部病害发生后应及时拔除病株,并进行灌根处理消毒,药剂可用苗菌杀 $300 \sim 500$ 倍或 1.5% 菌线威 3500 倍灌根处理,也可施用甲基托布津或百菌清加以预防,效果很好。地老虎、蛴螬、蟋蟀等地下害虫发生严重的地块,可用天诺线净 $45 \sim 75\text{kg}/\text{hm}^2$ 或天诺地

正丹 $45 \sim 60\text{kg}/\text{hm}^2$ 灌根防治。

(二) 红景天人工栽培的大体步骤

为探索红景天的人工栽培技术,国内不少单位通过试验,摸索出一套栽种红景天的较为科学的方法,并已在东北等地区推广种植。有关红景天的人工栽培环节的研究简述如下:

1. 选地

根据其生物学特性要求,红景天栽培地应选择海拔较高、昼夜温差较大、无霜期短的山地或阳光充足、排水良好、土层稍厚、腐殖质较多、土壤中性或偏酸性的缓坡沙质土壤。其中排水良好是红景天播种育苗的必备条件。盐碱地、涝洼地、重黏土地、重茬地不宜栽培,低海拔的平原地区,夏季高温多雨的地区也不宜栽培。

2. 整地及土壤消毒

春灌后,将选好的地段深翻 $30 \sim 40\text{cm}$,打碎土块,平整后做成长 $10 \sim 20\text{m}$,高 $0.2 \sim 0.3\text{m}$,宽 $1 \sim 1.2\text{m}$ 的畦床,作业道宽 0.7m 。将道沟内的好土全部翻到床面上,搂平。播种前 $2 \sim 3$ 个月,施足基肥,进行土壤消毒。消毒方法:用天诺线净颗粒剂 $45 \sim 60\text{kg}/\text{hm}^2$ (线虫、地老虎、蛴螬、蟋蟀为害较重的地块)或 1.5% 菌线威 $30 \sim 45\text{kg}/\text{hm}^2$ (对根腐病、立枯病、炭疽病、疫病、黑斑病都有很好的防治效果)均匀撒在畦面上,耕入畦内 $6 \sim 10\text{cm}$ 的土层中。亦可将农药拌入过筛的腐熟有机肥施入播种。

3. 繁殖方法

红景天的繁殖方法有 2 种:种子繁殖和根茎繁殖。

1) 种子繁殖

(1) 种子处理:将前 1 年秋季采集的野生种子装入布袋,充分润湿后,用 1000×10^{-6} 赤霉素溶液处理 10min ,立即用流动水冲洗 $10 \sim 20\text{min}$,可使发芽率从 15% 左右提高到 90% 以上。亦可将种子用 3% 高锰酸钾溶液浸泡,或将浸湿的种子置于 $2 \sim 4^\circ\text{C}$ 的冰箱处理 4 周左右,可使发芽率提到 80% 左右。

(2) 育苗时间及播种量:可于春秋两季育苗。春季采用温室育苗,于 3 月底至 4 月初播种;秋季可在 9 月下旬至封冻前播种。红景天种子空瘪及成熟度差的较多,应适当增加播种量,以每平方米 $2 \sim 3\text{g}$ 为

宜,室外育苗宜秋播,在9月下旬至10月上旬播种。播种时,将种子均匀地撒在畦面上,覆土0.2~0.3cm,最好用筛过的细土加细沙拌均后覆盖。覆土后喷透水,采用塑料小拱棚保温保湿,并经常喷水保持土壤湿润。

(3)播种方法:苗床用过筛腐殖土加1/3过筛细沙。播种时先整平床面,用喷壶浇透水,将种子均匀撒于床面上,再覆土2~4mm,床面覆盖塑料薄膜保温保湿。秋季播种,床面可适当多加覆盖物。播种后应加强苗床管理,控制床内温度及保持土表湿润。浇水宜用细孔喷壶,以防冲刷。出苗后要逐渐除去覆盖物,并结合松土除草。幼苗要有充足的光照,并适当施入少量氮肥,以促进长。

(4)移栽:幼苗生长1年后,既可在春季移栽也可在秋季移栽。春栽在5月上旬,秋栽于9月下旬回苗后移栽。秋季栽后生长时间长,成活率高。定植行距30cm、株距15cm,栽后稍施压,并浇足水。秋季移栽可在畦面上盖上3cm左右的厩肥,以利安全越冬。

2)根茎繁殖

红景天除用种子繁殖外,亦可用根茎繁殖,红景天地下根茎生长快、芽眼多、易繁殖而且成活率达95%以上。将5月初或10月下旬采集的野生红景天根茎切成3~5cm的小块,每块应带有已经萌发的2~3个幼芽。切好的根茎先用草木灰拌匀放在阴凉通风处1~2d或用50%多菌灵1000倍液浸20min消毒后,栽培效果较好。移栽时在畦面开沟,沟深10cm,稍加镇压。移栽后浇足水,并保持土壤湿润不板结,直到苗出齐为止。移栽后要搭遮阴棚,以防阳光直接照射。

4. 田间管理

以除草防涝为主,须经常松动锄草,但不可伤及根茎。红景天幼苗期要经常保持床土湿润。干旱时及时浇水,阳光过强时应及时遮阴。幼苗出土1月后要增加光照和通风,1年后分栽。红景天喜光照,耐干旱,怕水涝,高温多雨季节要注意防涝排水,以防烂根。并要搭棚遮阴,或在行间盖枯枝落叶,降低土表温度,或间种其他高秆植物。干旱季节注意防治蚜虫。2~3年以上的植株,尖孢镰刀菌引起的根腐病较重,可用代森锌、多菌灵等药剂防治。越冬前要在畦面上盖3cm左右的防寒土(最好为腐熟牛粪)以利越冬。每年结合中耕除草追肥2

次,每次每亩(约为 667m^2)施稀人粪尿 1000kg 或尿素 5kg,硫酸钾 5kg。

5. 病虫害防治

虫害主要有蚜虫和小红珠绢蝶等鳞翅目害虫,在卵孵化盛期和老熟幼期化蛹前喷高效低毒的环保型杀虫剂,效果可达 90% 以上。红景天在生长过程中病虫害较少。在干旱季节,时有蚜虫发生,危害幼嫩茎叶,可用 40% 的乐果乳化剂 1500 倍液喷杀。

病害主要发生在根茎繁殖苗的切口处,易形成根腐病。在高温多雨季节,根腐病也比较严重,用 75% 百菌清可湿性粉剂 600 倍液浇灌植株根部,有良好的效果。为避免农药在药材中残留,收获前 1 个月内不要喷施杀虫剂及追施化肥。

鼠害主要为中华鼯鼠,俗称“瞎瞎”,除毁掉肉质根茎外,还在畦内钻洞拱起土堆,常将整畦的苗木毁掉。防治时,将拱起土堆的地方用铁锹挖开洞口,放入鼯鼠灵毒饵 10 ~ 20g,再将洞口填平即可,防治效果达 90% 以上,1 年防治 2 ~ 3 次。

6. 采收与加工

红景天因其栽培地点的不同,环境条件的不同,管理技术上的差异等原因,同年生的红景天生长状况、根茎的大小、质量均有不同。所以采收年限也各不相同。采收年限的确定要根据根和根茎的大小、有效成分含量及经济效益大小来确定。

(1) 根茎的采收:用种子繁殖的植株生长 4 年后采收,用根茎繁殖的生长 2 年后采收。采收的季节最好在秋季地上部分枯萎后,割去枯萎茎叶,将根茎挖出,去掉泥土,冲洗干净,切成片,60℃ 烘干或晾干,也可将洗干净的药材蒸 10min 后晒干或烘干(红景天根和根茎耐干旱,采收后直接在阳光下很难完全干燥,而且有效成分损失极大)。将根茎分类理顺,顶部对齐,捆成小把,贮藏销售。以其个大、粗壮、质硬实、体重、断面为紫红色为佳。春季也可以采收,但不如秋季采收的有效成分含量高,折干率也低,因为红景天进入休眠以后仍然是个活体,进行着物质能量消耗,春季来临之时,生命活动的物质能量转换加速,在土壤解冻时顶芽已开始萌动,消耗了大量的营养物质,所以不提倡春季采收。夏季是红景天地上部分生长旺盛之季,此时更不能采收。

所以最好的采收季节为秋季。

(2) 种子的采收:繁殖用的种子于8月中旬以后开始成熟,3~4年生的植株结实多,种子饱满,要随熟随采,当果穗变成褐色,果皮变干,将果穗剪下,晾干后用木棒将种子打下,除去果皮及杂质,装入布袋,放在阴凉处通风,干燥后保藏,待用。

二、红景天的组织培养与快速繁殖

随着人们对红景天药用价值的认识,野生红景天资源遭到了空前破坏,有些品种甚至濒临灭绝。花粉败育是高山红景天濒危的内在原因,恶劣的生境条件、人工栽培难和大量的滥采滥挖是其濒危的外在原因。红景天组织培养可以克服野生资源短缺、自然繁殖率低和人工栽培烂根等棘手问题,国内在红景天组织培养再生植株的研究方面取得了一定进展。刘世强等报道用高山红景天种子作外植体可诱导出具有分化能力的愈伤组织,但以胚轴为外植体诱导的愈伤组织不能分化。秦佳梅等采用高山红景天的叶片作为外植体,接种在MS培养基上诱导形成愈伤组织,在MS附加6-BA(2mg/L)和IAA(0.25mg/L)的培养基上可以分化出大量丛生芽,丛生芽培养于B₅附加IAA(0.5mg/L)的培养基上可诱导生根形成完整植株。泽仁旺姆等报道,以红景天的叶片为外植体,接种到添加6-BA(2mg/L)与NAA(0.2mg/L)的MS培养基上3个月后分化出芽,并发现1/2MS附加IBA(0.3mg/L)为最佳的生根培养基。晏婴才等对云南几个红景天品种的组织培养进行了简要的报道。刘海军等对4种珍稀红景天品种云南红景天、大花红景天、库页红景天和长鞭红景天的组织培养进行了系统研究,对芽诱导和生根过程中的激素比例配比进行了细致的考察,建立了快速再生组织培养工艺。尹文兵等报道了以红景天嫩叶和幼茎为材料研究其不同外植体的离体培养试验。组织培养与快速繁殖的主要环节可概括为下面4个方面:

(一)培养基的配制

以MS为基本培养基。

(1)愈伤组织诱导培养基:MS+6-BA2.0mg/L(单位下同)+NAA0.2,MS+6-BA3.0+NAA0.3。

(2) 生芽诱导培养基: MS + 6-BA 2.0 + IAA 0.25。

(3) 生根培养基: MS + IAA 1。

以上培养基均添加 3% 蔗糖、0.8% 琼脂, pH 5.8。培养温度 24 ~ 26℃; 愈伤组织诱导在黑暗中进行, 芽诱导和生根时光照 10 ~ 12h/d, 光照度 1500 ~ 2000lx。

(二) 外植体的处理与愈伤组织的诱导

选取幼嫩的茎、叶, 用洗衣粉漂洗 5min, 流动水冲洗 10min, 在超净工作台上, 先用 70% 的乙醇浸泡 30s, 再用 0.1% 的 HgCl_2 浸泡 2 ~ 3min, 用无菌水冲洗 3 ~ 5 次, 然后用无菌滤纸将外植体表面的水吸干。将其切成大小相近的小块(约 1cm 的茎段, 5mm × 5mm 的叶片), 然后接种到加有不同浓度配比生长调节剂的培养基(1)上。7d 左右叶片和幼茎开始膨大, 15d 左右诱导出愈伤组织。3 ~ 4 周继代 1 次。用幼叶作外植体诱导愈伤组织的诱导率可达到 92%, 而幼茎作外植体的诱导率只有 20%, 因此, 幼叶是诱导愈伤组织较为理想的外植体。

(三) 生芽诱导与增殖

将继代 3 ~ 4 次的愈伤组织转至培养基(2)上, 10d 后愈伤组织体积显著增大, 同时出现许多绿色芽点, 此时可以反复切割、继代愈伤组织进行扩大培养。2 次继代后便可诱导出丛生芽, 部分产生白色不定根。以 30d 为 1 个生长周期, 每 100mL 三角瓶愈伤组织产生不定芽增殖数达 5 倍以上。待芽生长至 2 ~ 3cm 时, 将其成簇地分离, 继续继代扩繁培养。当幼苗长至 4 ~ 7cm 时, 将苗分成单株培养, 约 3 ~ 4 周继代 1 次, 可进行生根培养。组织培养过程见图 3-1。

(四) 生根培养及移栽

将长至 5cm 以上的单株幼苗转至培养基(3)上进行生根培养。培养过程中需要不断观察, 如发现苗的基部出现褐化, 及时继代转移到新培养基上。20d 左右便可长出约 3cm 微红色的根, 平均每株生根 6 条。根长至 5cm 长时揭盖, 相同环境下炼苗 5 ~ 7d, 取出后洗去根上的琼脂, 移栽至事先准备好的已灭菌的基质(腐叶土: 新黄土 = 2:1)中, 浇透定根水, 以后注意遮阴, 保温和定时通风透气, 等小苗长出新根或新叶, 可完全去除遮阴保湿膜, 小苗成活率可达 90% 左右。

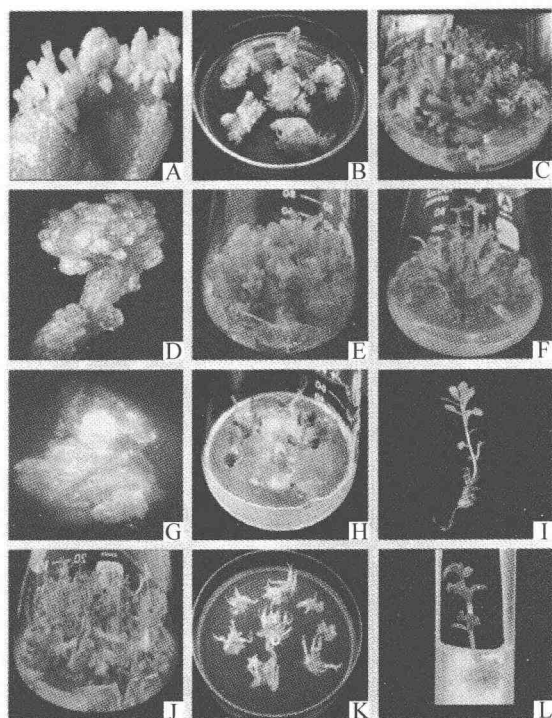


图 3-1 4 种红景天植物的组织培养过程

- A. 云南红景天芽的发生 B. 云南红景天芽的增殖 C. 云南红景天芽的伸长
 D. 大花红景天芽的发生 E. 大花红景天芽的增殖 F. 大花红景天芽的伸长
 G. 库叶红景天芽的发生 H. 库叶红景天芽的增殖 I. 库叶红景天再生植株
 J. 长鞭红景天芽的发生 K. 长鞭红景天芽的增殖 L. 长鞭红景天再生植株

目前,对不同种红景天的快速繁殖已有很多报道,但是要通过组织培养技术进行红景天工厂化生产尚需要解决很多问题,其中比较关键的几个环节是:

(1)针对每一种红景天详细筛选适合芽分化和根生长的激素配比,对再生过程中的每一个环节进行深入的研究。

(2)植物组培苗的移栽一直是一个比较棘手的问题,红景天组培苗的移栽更是这样,所以必须重视这个环节,可以通过一些化学试剂,如用稀土等进行处理来提高组培苗的成活率。

(3)红景天属于高山植物,在低海拔区生长时,其生长状态会受到一定的影响,最直接的表现是生长速度有可能减慢,而且红景天苷等有效成分的含量会发生变化。目前,在这方面的研究工作还很少,很大程度上阻碍了红景天工厂化生产的进程。

这几个关键性问题的解决,不仅能为红景天这一重要的药用植物规模化生产提供可行的基础,而且能为其他珍稀濒危药用植物的开发和可持续生产提供很好的借鉴。

三、红景天的细胞培养

利用植物细胞培养技术筛选出既能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,也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。研究发现,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、0.5 ~ 0.25mmol/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 值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新鲜的生产培养基中,细胞仍然具有合成红景天苷的能力。李伟等在红景天属植物的研究及应用中,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;此外,还探索了红景天苷生物合成的可能途径,认为苷元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含量达到 1.7%,已大大超过野生植株的含量。进行的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、其他生物工程的途径

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,但成本的提高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,如通过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;另一方面要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,或功能基因族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;或通过代谢工程克隆表达植物次生代谢酶基因,按其次生代谢途径合成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。

五、野生红景天的资源保护

目前,红景天的市场需求量日益增加。虽然我国红景天蕴藏量丰富,但是国内外对红景天药材进行深入开发、应用,大量野生资源被采挖、收购,而且红景天的生态环境特殊,天然更新较差,更新的速度远远满足不了开发应用的需要,致使有限的红景天野生资源日趋减少。因此对于红景天资源的保护和开发利用,我们应重点考虑保护原有野生资源,选择合理的采收方法,做到采收与资源保护相结合,并建立资源保护区,保护区内的资源禁止或控制采挖;可以用无性繁殖或有性繁殖方法,将野生红景天变为家栽;同时也可以建立人工的种源繁殖基地,选育优良品种,进行异地引种或推广栽培,保证红景天原料的供应;利用诱导愈伤组织分化成植株的方法也可作为快速繁殖红景天的有效手段。此外,利用植物细胞培养技术筛选出既能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,也是解决红景天供不应求问题的有效方法之一。

参考文献

- [1] 宋月英,马玉珍,韩慧文,等.红景天属植物化学成分及药理作用的研究进展.中草药,2004,35(2):235

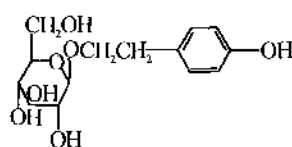
- [2] 王强,阮晓,颜启传,等. 资源植物红景天研究综述. 新疆农业大学学报,2002,25(4):57-62
- [3] 李伟,黄勤妮. 红景天属植物的研究及应用. 首都师范大学学报,2003,24(1):55-57
- [4] 石铁源,蔡兴福,蒋基建,等. 高山红景天生物学及人工栽培研究进展. 延边大学农学学报,1999,21(2):152-154
- [5] 陈玉婷,谷燕莉,李佳. HPLC 测定红景天药材主流品种及同属 5 种植物的红景天甙含量. 北京中医药大学学报,2003,26(6):50-51
- [6] 徐振彪,傅作中,原亚萍. 植物组织培养过程中的褐化现象. 国外农学:杂粮作物,1997(1):55-56
- [7] 盛长忠,胡铁强,毕浩. 植物生长物质对红景天愈伤组织诱导和培养的影响. 中国中药杂志,30(16):1237-1239
- [8] 孟庆勇,钟文田. 植物激素对长白山红景天种子发芽的影响. 沈阳农业大学学报,1992,23(2):147-148
- [9] 晏晏才,程治英,虞泓. 云南野生红景天的组织培养与快速繁殖. 植物生理学通讯,2005,41(3):341-342
- [10] 张永乐. 红景天栽培中应注意的几个问题. 牡丹江师范学院学报:自然科学版,2007(1):21-22
- [11] 苏丽明,黄建龙. 红景天栽培试验的研究. 中国林副特产,2001(1):20-21
- [12] 魏先运,秦佳梅,张卫东,等. 红景天有性繁殖技术概要. 特产研究,1997(1):50
- [13] 石铁源,全雪丽,张美淑. 高山红景天栽培条件探讨. 中药材,2006,29(2):107-108
- [14] 石铁源,郑明焕,李熙英. 高山红景天育苗技术. 林业科技,2006,31(2):60-62
- [15] 吴维春. 高山红景天引种栽培的研究. 沈阳药学院学报,1985,2(2):131-132
- [16] 王一明,刘义,吴维春. 高山红景天引种栽培的研究. 沈阳药学院学报,1986,3(4):285-287
- [17] 刘义,王一明,吴维春. 高山红景天引种栽培的研究. 沈阳药学院学报,1985,2(4):298-300
- [18] 段全猛,于红革,吴允森. 高山红景天人工栽培技术. 特种经济动植物,2001(12):23
- [19] 孙福岭,肇贵超. 高山红景天及其栽培技术. 内蒙古农业科技,2005(5):45

- [20] 曾基,刘振山,段全猛.高山红景天的推广繁殖技术.中国林副特产,2002(1):8
- [21] 代苏伟.高山红景天的快繁引种技术.特种经济动植物,2003(8):23
- [22] 张静,张玉华.大兴安岭药用植物种类特性及引种栽培的调查.特产研究,2002(1):41-43
- [23] 丛建华,张静,张兰.大兴安岭药用植物繁殖技术.中国林副特产,2002(2):6-7
- [24] 洋仁旺姆,潘多,尼珍.柴胡红景天的组织培养.西藏科技,2001(10):28-29
- [25] 刘海军,郭斌,晏琼.4种红景天植物的组织培养研究.西北植物学报,2006,26(10):2023-2027
- [26] 南桂仙,许明子,李美善.不同培养条件对高山红景天愈伤组织红景天甙含量的影响.延边大学农学学报,2006,28(1):2-3
- [27] 尹文兵,李伟,周燕.大花红景天的组织培养和快速繁殖.植物生理学通讯,2005,41(4):493
- [28] 颜廷峰.高山红景天播种育苗.中国林副特产,1994(3):32
- [29] 颜廷峰.高山红景天采收加工.中国林副特产,1995(4):22
- [30] 蒋文春,孟庆勇,贾燕.高山红景天根腐病的病因与综合防治.辽宁农业科学,2005(3):90-91
- [31] 陈勇军,段全猛,杨建,等.高山红景天三段育苗技术.特种经济动植物,2006(7):20-21
- [32] 王占伟,谭振军,赵国亮.高山红景天栽培技术.辽宁林业科技,1999(2):52-54
- [33] 成玉怀,李鹏,王琪.红景天引种及栽培试验.中药材,2003,26(11):775-776
- [34] 揣冰洁,张甲生.红景天园栽与野生根中化学成分研究.农业与技术,2000,20(6):17-19
- [35] 赫锐.库页红景天及其栽培技术.中国农技推广,2006(2):33-34

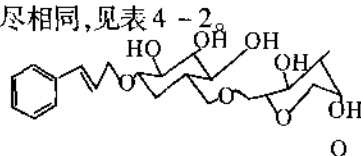
第四章 红景天属植物的化学成分

第一节 化学成分类型及研究概况

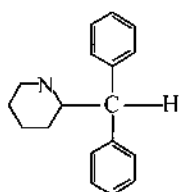
关于红景天化学成分的研究,前苏联报告很多,并已有综述报道。近年来,国内外进行化学成分研究及成分预测的品种约 20 个,国内对以下种类研究较多:库页红景天 *Rhodiola sachalinensis* A. Bor. 大花红景天 *Rhodiola crenulata* (Hook. f. et Thoms)、狭叶红景天 *Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim.、喜玛红景天 *Rhodiola himalensis* (D. Don.) S. H. Fu、帕里红景天 *Rhodiola phariensis* (H. Ohba.) S. H. Fu、菱叶红景天 *Rhodiola henryi* (Diels) S. H. Fu、圣地红景天 *Rhodiola sacra* (Prain ex Hamet) S. H. Fu、云南红景天 *Rhodiola yunnanensis* (Franch.) S. H. Fu、小丛红景天 *Rhodiola dumulosa* (Franch.) S. H. Fu、德钦红景天 *Rhodiola atuntsuensis* (Praeg.) S. H. Fu 等。国内外目前已先后从各种红景天中分离得到 40 多种化学成分,主要类型有苷类、黄酮类、香豆素类、挥发油、微量元素、氨基酸及相关化合物,如表 4-1 所列。其主要药理活性成分为红景天苷 (Salidroside) 及其苷元酪醇 (Ptyrosol)、酪萨维 (Rosavin)、二苯甲基六氢吡啶 (Pyridrole)、红景天素 (Rhodiosin) 即草质素-7-氧-(3-氧-β-D-吡喃葡萄糖基)-α-L-吡喃鼠李糖苷和草质素-7-氧-α-L-吡喃鼠李糖苷 (Rhodionin),它们的结构式如图 4-1。不同种类的红景天,其主要化学成分亦不尽相同,见表 4-2。



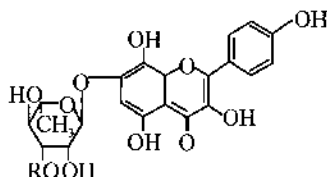
红景天苷 (Salidroside)



酪萨维 (Rosavin)



二苯基甲基六氢吡啶 (Pyridole)



草质素-7-氧- α -L-吡喃鼠李糖苷
(Rhodionin, R=H)红景天素(Rhodiogin,
R= β -D-Glucopyranosyl)

图 4-1 红景天主要活性成分结构式

表 4-1 红景天属植物化学成分

主要化学 成分类型	化学成分
苷类	黄酮醇所成的苷类化合物。主要是苯烷基苷类,绝大部分红景天含有苯烷基苷类,包括苯乙基苷类(红景天苷)、苯丙素苷类(酪萨维)和酚苷。另外红景天还有含有单萜苷、云杉素、芦丁苷、熊果苷、茵芋苷、异槲皮苷等苷类化合物
黄酮类	黄酮醇、槲皮素、山柰酚等
香豆素类	香豆素、7-羟基香豆素、茛苳醇等
挥发油类	主要有肉桂醇、二十碳四烯酸、黑蚁素、榄香烯、香茅醇、桃金娘烯醇、对伞花醇等
宏、微量元素	Na、K、Mg、Ca、Mn、Ni、Fe、Cr、Zn、Cu、Se 等
氨基酸	天门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、组氨酸、苏氨酸、丙氨酸、亮氨酸、赖氨酸等 18 种氨基酸,其中 7 种为人体必需氨基酸
其他成分	谷甾醇、单宁、蒽醌、草酸、阿魏酸、儿茶酚、三萜、多糖、脂肪、蛋白质、有机酸、鞣质等
毒性成分	生肌苷(heterodendrin)和百脉根苷(lotaustralin),相对狭叶红景天的生肌苷和百脉根苷含量均最高

表 4-2 不同红景天的主要化学成分

名称	化学成分
德钦红景天 <i>R. tibetica</i> <i>abundisensis</i>	3,5,7,8-四羟基-黄酮-4'-氧- α -L-鼠李糖吡喃甙,草质素-8-甲醚,槲皮素,芦丁,酪醇,红景天苷,没食子酸和 β -谷甾醇
帕米尔红景天 <i>R. pamiroalica</i>	正二十二烷, Glutin-5-en-3-one, β -谷甾醇, 二十六烷酸, 对羟基苯乙酮, 山柰酚, 没食子酸, 云杉苷
喜玛红景天 <i>R. himalensis</i>	β -谷甾醇, 胡萝卜甾醇, 小麦黄素, 没食子酸, 没食子酸乙酯, 麦芽糖
优美红景天 <i>R. concinna</i>	Anthocyanin, arbutin, 氢醌, 槲皮素, 异槲皮素, 没食子酸-6-O-galloyl-arbutin, urbelliferone, 异槲皮素葡萄糖苷, 没食子酸, 草酸
长鳞红景天 <i>R. gelida</i>	Gelidolir, gelalir, 酪醇, 红景天苷, 对-羟苯乙酮, 没食子酸
小丛红景天 <i>R. dumulosa</i>	β -谷甾醇-3-O- β -D-葡萄糖苷, 山柰酚-7-O- α -L-鼠李糖苷, 草质素-7-O-(3'-O- β -D-葡萄糖基)- α -L-鼠李糖苷, 草质素-7-O- α -L-鼠李糖苷
大花红景天 <i>R. crenulata</i>	红景天苷, 酪醇, 大花红景天素, 异戊烯-3-O- β -D-葡萄糖苷, 6-O-galloyl-salidro-side, 没食子酸, 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl- β -D-glu-copyranoside, 草质素-7-O-D-L-吡喃鼠李糖, 阿拉伯糖, 葡萄糖, 甘露糖, 半乳糖
异齿红景天 <i>R. heterodonta</i>	红景天苷, 山柰酚, 酪醇, urbelliferone, 槲皮素, 异槲皮素, 没食子酸, ferulic acid
克氏红景天 <i>R. krylovii</i>	Acetyl rhodolgin, herbacetin-8-O- α -L-鼠李糖吡喃糖苷, herbacetin-8-O- β -D-木糖-4-O-D-木糖苷

续表

名称	化学成分
条叶红景天 <i>R. linearifolia</i>	Rhodolide, daucosterol, 酪醇, 红景天苷, β -谷甾醇, 焦没食子酸, phloroglucinl, 没食子酸, rosildin rosiridol
黄萼红景天 <i>R. litwinowii</i>	Picein, herbacetin 山柰酚, litrinolin 对-羟苯乙酮
狭叶红景天 <i>R. kirilowii</i>	酪醇, 红景天苷, β -谷甾醇, 白脉根苷, 蔗糖
帕里红景天 <i>R. phariensis</i>	1 - docosanol, cerotic acid, 1 - nonadecanol, β -谷甾醇, 1 - heptacosanol, 红景天苷, 酪醇, caffeic acid, 没食子酸, umbelliferone, 帕里苷
羽裂红景天 <i>R. pinnatifida</i>	Herbacetir, myricetin 酪醇, 红景天苷, 草酸, 山柰酚, 槲皮素, myricetin 3 - O - β - D - glucoside, 没食子酸
四裂红景天 <i>R. quadrifida</i>	rosin, rosavin, rhodiolin, rhodiosin, rhodionin, 8 - rrethylherbacetin acetyl rhodalin
红景天 <i>R. rosea</i>	红景天苷, 酪醇, 没食子酸甲酯, β -谷甾醇, 二十六烷醇, 没食子酸, 山柰酚, 草质素 - 7 - O - (3' - O - β - D - 葡萄糖基) - α - L - 鼠李糖苷, 德钦红景天苷, 对经基苯甲酸, Geranyl 1 - O - α - L - arabinopyranosyl(1 $\rightarrow$ 6) - β - D - glucopyranoside, 2,7 - Anhydro - B - D - heptulopyranose, 乙酸二十六烷醇酯, D - glucoside, 山柰酚 - 7 - O - α - L - 鼠李糖苷
库页红景天 <i>R. sachalinensis</i>	酪醇, 红景天苷, β -谷甾醇, β -(E)-肉桂醇基 - O - 16 - O - α - L 呋喃型阿拉伯糖基 - D - 呋喃葡萄糖苷, β -(E)-肉桂醇基 - O - (6 - O - α - L 呋喃型葡萄糖基) - D - 吡喃葡萄糖苷
谢氏红景天 <i>R. serrenanii</i>	儿茶酚, (-)-表儿茶酚, (-)-表儿茶酚没食子酸酯, Acetyl rhodalin, 红景天苷, 酪醇 acetyl rhodagin

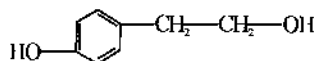
续表

名称	化学成分
唐古特红景天 <i>R. tangutica</i>	Algin(alginoside) , 没食子酸, diacetyl rhodalgin rhodalide , rhodalgin rhodalgin rhodalginin , rhodalginide , alginin , triacetyl - rhodalgin
浅绿红景天 <i>R. viridula</i>	Umbelliferone, 酪醇, 红景天苷, 槲皮素, 芦丁, 山柰酚, skimmion 没食子酸
长鞭红景天 <i>R. fastigiata</i>	红景天苷, 酪醇, 胡萝卜苷, 草质素 8 - O - α - D - 来苏糖苷, 4 - 甲氧基草质素, 双氢山柰素
菱叶红景天 <i>R. henryi</i>	琥珀酸, 没食子酸, 小麦黄素, 小麦黄素 - 7 - O - β - D - 葡萄糖苷, 胡萝卜苷, 呋喃阿卓庚酮糖 - 3, 生氰苷, 1, 2, 3, 4, 6 - 五氧没食子酰基 - β - D - 吡喃葡萄糖
圣地红景天 <i>R. sacra</i>	咖啡酸, 伞形花内酯, 酪醇, 没食子酸, 没食子酸乙酯, 山柰酚, β - 谷甾醇, 胡萝卜甾醇, 红景天苷

1. 苷类

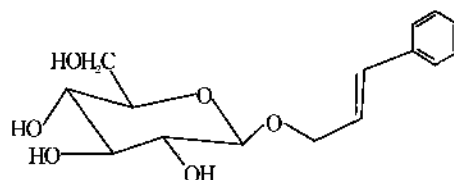
主要是苯烷基苷类, 包括苯乙基苷类(红景天苷(Salidroside)及其酪醇(p-Tyrosol))和苯丙素类(红景天素(Rhodosin)、红景天文(Rosavin)及红景天林(Rosarin))。其中, 红景天苷被认为是红景天保健功效的最重要成分。红景天苷分子式 $C_{14}H_{20}O_7$, 相对分子质量为 300, 为无色透明针状结晶(乙醇), 熔点为 158 ~ 160 °C, 溶于水、乙醇、正丁醇、微溶于丙酮、乙醚。红景天苷在酸性条件下, 水浴加热回流 2 h 完全水解, 水解产物是 1 分子的葡萄糖和 1 分子的苷元酪醇(对羟基苯乙醇)。其苷类成苷的位置在 3、7、8 或 4 位, 以及 1 分子糖或 2 分子糖在上述不同位置成苷, 糖的种类包括葡萄糖、鼠李糖、木糖、阿拉伯糖等及糖的乙酰化物苯烷基苷类, 绝大部分红景天含有苯烷基苷类, 包括苯乙基苷类(红景天苷)、苯丙素苷类(酪萨维)和酚苷。另外红景天还含有单萜苷、云杉素、芦丁苷、熊果苷、茵芋苷、异槲皮苷等苷类。包文芳等从国产红景天(*Rhodiola rosea*. L.) 的干燥根茎中, 提取出 2 个苷类化合物, 分别鉴定为红景天苷和 β - (E) - 肉桂醇基 - O - (6' - O - L - 吡喃型阿拉伯糖基)

-D-吡喃葡萄糖苷(Rosavidine)。目前,对红景天属 40 多种植物进行了化学成分及其他方面的研究,发现 35 种以上植物中含有红景天苷,先后从这些植物中提取分离并鉴定了红景天苷类成分。

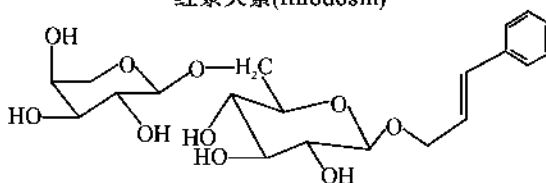


酪醇(Tyrosol)

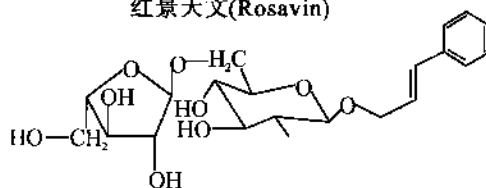
前苏联学者 Satsyperova IF 等从红景天的根及根茎中提取分离并鉴定了红景天素、红景天文及红景天林。国内学者从国产红景天的根及根茎中也分离得到红景天文。



红景天素(Rhodosin)

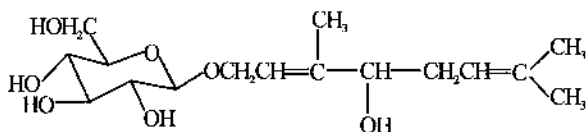


红景天文(Rosavin)



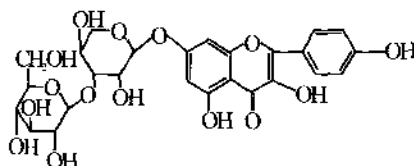
红景天林(Rosarin)

从红景天的根茎中还分得 Rosiridin。



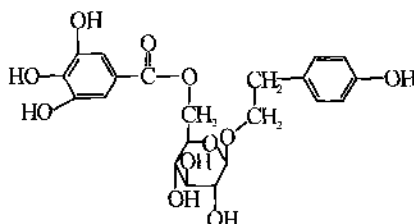
Rosiridin

从大花红景天的根茎中还分得一个新的山柰酚苷,即大花红景天苷(Crenuloside)。



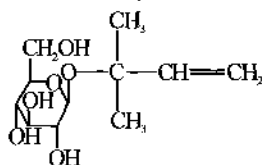
大花红景天苷(Crenuloside)

从大花红景天的根茎中还分离得6-O-没食子酰基红景天苷(6-O-galloyl-salidroside)。



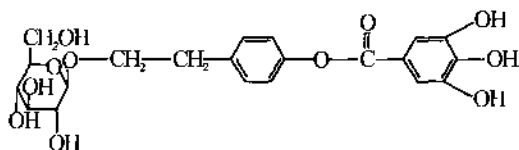
6-O-galloyl-salidroside

从大花红景天中分得一新化合物: Δ -异戊烯-3-氧- β -D-葡萄糖苷(Δ -siopentenyl-3-O- β -D-glucopyranoside)。



1-3-O- β -D-glucopyranoside

从帕里红景天的根茎中分得一新化合物:帕里苷(Pharienside)。



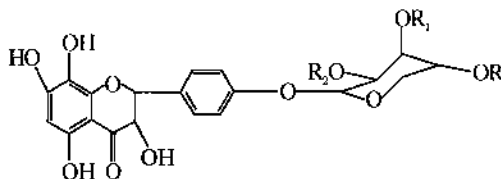
Pharienside

2. 黄酮类

国内外学者从红景天属植物中分离鉴定了 50 多种黄酮类化合物,大多数为小麦黄素、皮黄素、草棉黄素和棉籽皮醇的衍生物,此类化合物是红景天属植物化学研究中主要集中报道的成分,其苷类成苷的位置在 3、7、8 或 4' 位,以及 1 分子糖或 2 分子糖在上述不同位置成苷,糖的种类包括葡萄糖、鼠李糖、木糖、阿拉伯糖等及糖的乙酰化物。值得一提的是黄酮木脂素红景天灵是草棉黄素的独特衍生物,它的结构是已知的 20 个黄酮木脂素中唯一的一个松柏醇与黄酮 A 环联结的物质。但是,红景天地下和地上部分同时存在的黄酮苷,仅有红景天灵一个。此外,尚有少量的儿茶素类和花青素类。

另外,红景天植物中黄酮类化合物含量和海拔高度有关,生长在低海拔地区的种类,其黄酮化合物含量甚微。

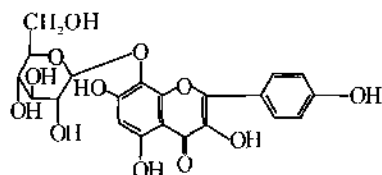
对红景天属植物黄酮类成分研究比较多的是前苏联学者。Pangarova TT 等从吉氏红景天的根茎中确定了 6 种黄酮醇葡萄糖苷,分别为:



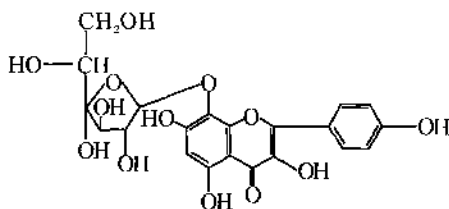
Rhodalgin	$R = R_1 = R_2 = H$	
Acetylrodelgin	$R = R_2 = H$	$R_1 = Ac$
Diacetylrodelgin	$R = H$	$R_1 = R_2 = Ac$
triacetylrodelgin	$R = R_1 = R_2 = Ac$	

Zapesochnoya GG 等从红景天的根茎中分离得多种黄酮苷, Rhodi-onin、Rhodiosin、Rhodi-oln, 又从其地上部分中提取多种黄酮及其乙酰化合物; Rhodalidin、Rhodal-in、Rhodionin、Rhodionidin、Rhodi-olgin、Rhodi-olgidin。从其全草中提取到小麦黄素, 小麦黄素-5-葡萄糖苷, 小麦黄素-7-葡萄糖苷, 山柰酚, 山柰酚-7-鼠李糖苷, acetyl-rhodalgin 和 8-甲基草质素等。

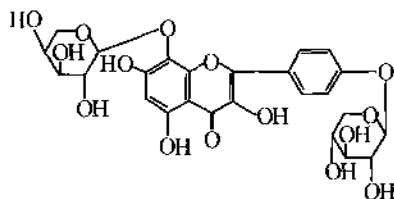
Krasnov EA 等从唐古特红景天的根茎中分得 Acetylrodelgin, Rhodalgin, Rhodalgin, Rhodalide。



Rhodalgisin



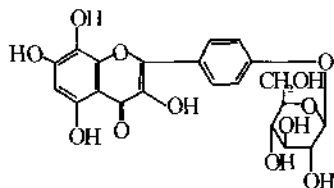
Rhodalgide



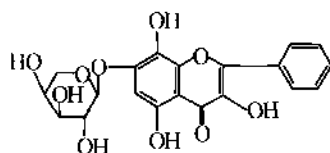
Rhodalide

Krasnov EA 等从 *R. kirilowii* 的根茎中分离得 4 种黄酮类化合物, 分别为 Acetyl rhodalgin, Rhodalide, 3,5,7,4-tetrahydroxyflavone-8-O- α -L-rhamnopyranoside, 3,5,7-trihydroxyflavone-8-O- β -D-xylopyranosyl-4-O- β -D-xylopyranoside。

Krasnov EA 等从长鳞红景天的根茎中分离鉴定了 2 种黄酮苷: Gelidolin 和 Gelolin。

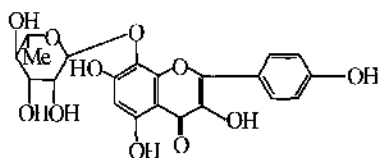


Gelidolin



Gelolin

Krasnov EA 等从黄萼红景天的根茎部及地上部分分得 Afzelin、山柰酚、草质素和 Litvinolin。

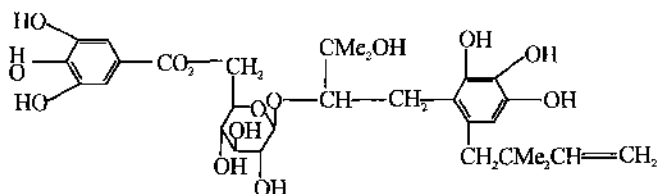


Litvinolin

Krasnov EA 等从优美红景天的根茎中分离得槲皮素、异槲素和山柰酚等化合物。该作者还从浅绿红景天和异齿红景天的根茎提得山柰酚、槲皮素。

此外,从羽裂红景天的根茎中分得草质素。从谢氏红景天的根茎分得(+)-儿茶酸,(-)-表儿茶酸,(-)-表没食子儿茶酸和(-)-表儿茶酸没食子酸酯;从长鞭红景天的根茎分得 herbacetin-8-arbinoside。同时发现四裂红景天及唐古特红景天中含有山柰酚,蔷薇红景天中含有槲皮素,羽裂红景天和唐古特红景天中含有草质素的葡萄糖苷。四裂红景天和优美红景天中含有花青苷。

国内学者对红景天的黄酮成分也做了较多的研究。从大花红景天的根茎中不仅分得 Rhodionin 及 Rhodiosin,还分到山柰酚,山柰酚-7-O- α -L-鼠李糖苷和一个新的大花红景天苷。同时也从中分离得到大花红景天素(Crenulatin),为一种天然产物中很少见的黄酮醇与苯丙素结合而成的化合物。



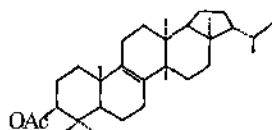
Crenulatin

从菱叶红景天的根茎中分离得到小麦黄素和小麦黄素-7-O- β -D-葡萄糖苷。从圣地红景天的根茎中提到山柰酚。从喜玛红景天中提得小麦黄素。从云南红景天的根茎中分离得1-表没食子儿茶素-3-没食子酸酯和1-表儿茶素。从小从红景天的根茎中提得山柰酚-7-O- α -L-鼠李糖苷,草质素-7-O-(3-O- β -D-葡萄糖基)- α -L-鼠李糖苷和草质素-7-O- α -L-鼠李糖苷。

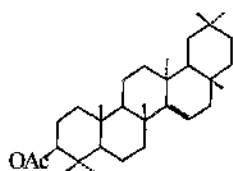
3. 三萜、甾体类

前苏联学者从红景天根茎中分得胡萝卜甾醇、Rosiridin 及 Rosiridol。我国学者先后从长鞭红景天、狭叶红景天、喜玛红景天、云南红景天、大花红景天及圣地红景天中分得 β -谷甾醇和胡萝卜甾醇。从长鞭红景天中分得 β -谷甾醇-3- β -D-半乳糖苷。

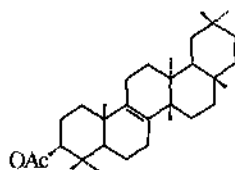
娄红祥等从菱叶红景天的根茎中分得3个三萜类化合物,分别为异莫替醇醋酸酯(isomotirol-3- β -acetate)、蒲公英赛醇醋酸酯(taraxerol-3- β -acetate)及 isomultiflorenyl acetate。



isomotirol-3- β -acetate



taraxerol-3- β -acetate



isomultiflorenyl acetate

刘健新等从高山红景天的茎叶中分得 β -谷甾醇、胡萝卜苷、蒲

公英赛醇醋酸酯及异莫替醇。

4. 糖类

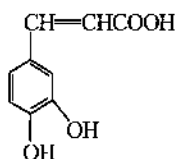
从狭叶红景天中提得蔗糖,从喜玛红景天中分得麦芽糖,从菱叶红景天中分得呋喃阿卓庚酮糖-3。

从库页红景天(*Rhodiola sachalinensis* A. Bor.)根茎中提出水溶性粗多糖,从粗多糖中分离出均一多糖,并用 PC 和 GC 法测其单糖组成,单糖组成为: Axa, Rha, Xyl, Glc, Gal, GalA。

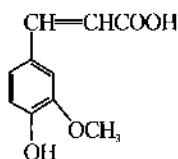
从大花红景天的根茎中提得红景天多糖,经 H_2SO_4 水解为单糖后,经气-质联用法测试,表明红景天多糖由鼠李糖、阿拉伯糖、甘露糖、葡萄糖、半乳糖和一待确定组分组成。

5. 有机酸

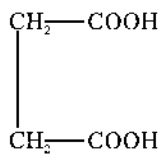
从菱叶红景天分得琥珀酸(succinic acid),从圣地红景天分得咖啡酸(caffeic acid)及对羟基苯甲酸,从四裂红景天和优美红景天分得草酸(oxalic acid),从异齿红景天及云南红景天分得阿魏酸(ferulic acid)及阿魏酸二十八烷醇酯。



Caffeic acid



ferulic acid



succinic acid

6. 内酯和香豆素

从唐古特红景天地上部分的乙醇提取物中分离得到唐古特苷(Alginoside),结构式为 $\alpha-O-(\beta_1-\text{葡萄糖吡喃糖基})-\beta-\text{甲基}-\beta-\text{乙基}-\text{丁酰内酯}$ 。从红景天属植物中发现的香豆素有香豆素(Coumarin),7-羟基香豆素(Umbelliferone),莨菪醇(Scopoletin),如条叶红景天根茎内的七叶内酯,四裂红景天和优美红景天地上部分的东莨菪内酯和伞形花内酯,后者还从浅绿红景天和异齿红景天根茎分得。浅绿红景天尚含有茵芋苷 $C_{15}H_{16}O_8$,结构为伞形花内酯-7-O- β -D-葡萄糖吡喃糖苷。

7. 氨基酸

红景天中含有丰富的氨基酸,包括苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨

酸、缬氨酸、赖氨酸等 17 种,其中有 7 种必需氨基酸(EAA)。

阮晓等采用氨基酸分析仪对新疆地区红景天、狭叶红景天、高山红景天、小叶红景天、大花红景天、线叶红景天 6 种红景天的根及根茎中所含氨基酸进行了测定,结果表明这 6 种红景天中含有氨基酸的种类和含量差异较大,结果见表 4-3。从表中可以看出,新疆地区 6 种红景天根及根茎中以蔷薇红景天中氨基酸种类最为丰富。

6 种红景天中含有的人体必需氨基酸种类:

红景天、狭叶红景天中含有 7 种人体必需氨基酸:苏氨酸、缬氨酸、甲硫氨酸、异亮氨酸、色氨酸、赖氨酸、亮氨酸。小叶红景天、大花红景天分别含有除缬氨酸、异亮氨酸外的以上 5 种人体必需氨基酸。

高山红景天含有除异亮氨酸、色氨酸外的以上 5 种人体必需氨基酸。线叶红景天含有缬氨酸、赖氨酸、亮氨酸 3 种人体必需氨基酸。

6 种红景天根及根茎中的赖氨酸、亮氨酸、甲硫氨酸含量相近,红景天、狭叶、小叶红景天中苏氨酸、色氨酸含量相近而明显高于另 3 种红景天,狭叶红景天中异亮氨酸含量最高,线叶红景天中缬氨酸含量最高。

6 种红景天中的其他含量最高的氨基酸种类。红景天:天门冬氨酸、谷氨酸、脯氨酸、胱氨酸。狭叶红景天:胱氨酸。大花红景天:精氨酸。高山红景天:组氨酸、 α -氨基丁酸。线叶红景天:丙氨酸、氨基乙磺酸。

表 4-3 新疆 6 种红景天中氨基酸的含量(%)

氨基酸	红景天	狭叶红 景天	小叶红 景天	大花红 景天	高山红 景天	线叶红 景天
天门冬氨酸	0.918	0.385	0.475	0.645	0.730	-
谷氨酸	1.618	1.471	1.013	0.500	0.730	-
甘氨酸	0.833	0.814	0.720	0.809	-	-
β -丙氨酸	1.270	1.349	-	-	1.341	-

续表

氨基酸	红景天	狭叶红 景天	小叶红 景天	大花红 景天	高山红 景天	线叶红 景天
氨基乙磺酸	0.848	-	-	0.526	-	1.121
组氨酸	-	-	-	0.778	1.600	0.653
苏氨酸	1.293	1.349	1.201	0.711	0.746	-
丙氨酸	0.717	0.817	0.870	-	0.710	1.151
精氨酸	1.380	1.080	1.135	1.808	-	-
脯氨酸	2.702	1.882	1.950	0.270	-	-
α -氨基丁酸	1.098	0.752	0.982	-	2.322	-
缬氨酸	2.260	0.302	-	0.370	0.294	3.678
甲硫氨酸	2.890	2.889	2.745	2.893	2.890	-
胱硫醚	2.989	12.099	3.473	1.341	1.345	1.038
胱氨酸	7.496	16.891	13.400	6.197	7.281	7.000
异亮氨酸	0.367	1.712	0.780	-	-	-
色氨酸	9.084	8.889	8.955	2.172	-	-
鸟氨酸	-	-	-	0.793	-	-
赖氨酸	0.635	0.610	0.635	0.628	0.630	0.868
亮氨酸	3.067	3.071	3.011	3.899	4.111	3.994

王陆黎等采用岛津高效液相色谱仪测定了高山红景天根中的水

解氨基酸,所测 18 种氨基酸含量各异,且因产地、年度、野生、园栽不同而异,其中 14 种药效、12 种必需、半必需和 13 种香甜味氨基酸的含量都较高。

8. 无机元素

王陆黎等将样品硝化后用原子荧光、火焰光度和 ICP 法测定 28 种无机元素加和量;叶 > 种子 > 果皮 > 根和根茎 > 须根 > 茎秆,叶是富含部位;加和量均值植株地上部分比地下部分高 38.7%,其中 10 种人体必需微量元素含量和则高 4 倍,有害微量元素低于药用限定范围见表 4-4。Komar 和 Kazarinova 等就从红景天根茎中检测出如下无机元素:Zn,Be,Li,Co,V,Cu,Cr。相对含量的关系为:V > Zn > Cu > Li > Co > Be > Cr。此外,库页红景天中 Mg、Ca、K、P、Al、Fe 等的含量都大于 100 $\mu\text{g/g}$,Ba、Mn、Sr、Zn、Ti 的含量也较高,大都在 2~20 $\mu\text{g/g}$,另外还含有 Cr、U、Ni、Co 等微量元素。

表 4-4 红景天不同部位无机元素含量($\mu\text{g/g}$)

元素	地上部分					地下部分			总平均数	土壤
	果皮	种子	叶	茎秆	平均数	须根	根及根茎	平均数		
Ca	11364	5696	23715	12350	13281	4311	5635	4973	10512	9955
K	1567	5971	1771	864	2543	7476	7517	7496	4194	23950
P	1418	9586	1693	1369	3517	2639	2934	2786	3273	1069
Mg	1736	2759	2271	1179	1986	2181	1875	2028	2000	9875
Fe	2759	198	3940	284	1795	393	281	337	1309	29519
Al	2726	166	3874	266	1758	412	236	324	1280	56398
Zn	186	86	558	47	219	46	33	40	159	97
Na	83	120	108	50	90	317	197	257	146	11339
Mn	87.5	37.5	138.6	26	72.4	24.7	19.4	22.1	55.6	515
Ba	46.7	22.9	88	34.3	48	21	14.2	17.6	37.90	425.8

续表

元素	地上部分					地下部分			总平均数	土壤
	果皮	种子	叶	茎秆	平均数	须根	根及根茎	平均数		
Ti	62.2	5.2	105.6	5.2	44.6	8.3	3.7	6.0	31.7	2691.8
Sr	28.7	19.2	60.5	28.6	34.3	19.8	15.3	17.6	28.7	109
B	10.2	13.9	14.2	12.9	12.8	13.9	9.9	11.9	12.5	46.3
Cu	6.5	11.4	9.2	6.1	8.3	2.8	3.0	2.9	6.5	17.4
Ni	2.93	7.06	4.71	0.83	3.88	1.11	1.11	1.11	2.96	25.24
La	5.05	-	0.35	2.65	2.01	5.8	0.75	3.28	2.43	40.70
V	4.07	0.11	5.66	0.92	2.69	3.31	0.53	1.92	2.43	70.48
Cr	3.62	2.67	5.50	0.24	3.01	0.87	0.45	0.66	2.23	49.46
Pb	1.01	1.91	1.68	2.80	1.85	1.54	0.60	1.07	1.59	6.01
As	0.630	0.630	1.55	0.620	0.860	0.530	1.170	0.850	0.860	7.180
Co	1.543	0.175	2.069	0.283	1.018	0.198	0.098	0.148	0.728	15.295
Zr	-	0.754	-	0.419	0.293	2.119	0.385	1.252	0.613	48.670
Mo	-	0.751	-	0.188	0.235	1.005	1.466	1.236	0.568	-
Y	1.180	-	1.682	-	0.716	0.107	0.036	0.072	0.501	13.360
Cd	0.232	0.172	0.284	0.089	0.194	0.026	0.017	0.022	0.137	0.215
Be	-	-	-	-	-	0.678	0.065	0.372	0.124	-
Hg	0.089	0.034	0.159	0.053	0.084	0.052	0.047	0.050	0.072	0.160
In	-	0.244	-	-	0.061	-	-	-	0.041	-
加和量	22101	24706	38370	16531	25427	17883	18780	18332	23062	146284

9. 挥发油

黄荣清等采用气相色谱-质谱-计算机联用法对西藏红景天挥发油的化学成分进行了分析,从挥发油中分离出约 87 个峰,经分析鉴定了其中 31 种成分,用峰面积归一化法测定各成分相对含量,结果见表 4-5。所鉴定成分约占挥发油色谱峰总面积的 89%。西藏红景天

挥发油以醇类、烯烃、烷烃和酯类化合物为主,主要成分为牻牛儿醇(40.19%)、1-辛醇(13.74%)、芳樟醇(12.02%)、甲酸辛酯(5.51%)、桃金娘醇(3.00%)、顺-里那醇(2.69%)等。

表 4-5 西藏红景天挥发油的化学成分及相对含量

化学成分	分子式	分子质量	相对含量/%
4-甲基-3-戊烯-1-醇	$C_6H_{12}O$	100	< 0.10
4-methyl-3-penten-1-ol			
1-己醇 1-hexanol	$C_6H_{14}O$	102	0.59
环己醇 cyclohexanol	$C_6H_{12}O$	100	0.20
环己酮 cyclohexanone	$C_6H_{10}O$	98	0.12
苯甲醛 benzaldehyde	C_7H_6O	106	< 0.10
2-四氢乙烯-2,6,6-三甲基-2H-吡喃	$C_{10}H_{18}O$	154	< 0.10
2-ethenyltetrahydro-2,6,6-trimethyl-2H-pyran			
1-辛烯-3-醇 1-octen-3-ol	$C_8H_{16}O$	128	1.06
6-甲基-5-庚烯-2-酮	$C_8H_{14}O$	126	0.74
6-methyl-5-hepten-2-one			
6-甲基-5-庚烯-2-醇	$C_8H_{14}O$	128	1.78
6-methyl-5-hepten-2-ol			
辛醛 octanal	$C_8H_{16}O$	128	0.26
δ -蒎烯 δ -pinene	$C_{10}H_{16}$	136	< 0.10
3,7-二甲基-1,3,6-庚三烯	$C_{10}H_{16}$	136	< 0.10
3,7-dimethyl-1,3,6-octatriene			
萜烯 3-carene	C_9H_{16}	124	< 0.10
顺-里那醇 cis-linaloxide	$C_{10}H_{18}O_2$	170	2.69
1-辛醇 1-octanol	$C_8H_{18}O$	130	13.74
甲酸辛酯 formic acid, octyl ester	$C_9H_{18}O_2$	158	5.51

续表

化学成分	分子式	分子质量	相对含量/%
芳樟醇 linalool	$C_{10}H_{18}O$	154	12.02
松香芹醇 pinocarveol	$C_{10}H_{16}O$	152	1.91
异长叶薄荷醇(-)-2-isopulegol	$C_9H_{18}O$	142	0.11
松樟酮 pinocamphone	$C_{10}H_{16}O$	152	0.81
α -松油醇 α -terpineol	$C_{10}H_{18}O$	154	1.28
桃金娘醇 myrtenol	$C_{10}H_{16}O$	152	3.00
对乙基苯酚 phenol, 4-ethyl	$C_8H_{10}O$	122	0.44
3,7-二甲基-2,6-二辛烯-1-醇 3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-ol	$C_{10}H_{18}O$	154	<0.10
牻牛儿醇 geraniol	$C_{10}H_{18}O$	154	40.19
1-癸醇 1-decanol	$C_{10}H_{22}O$	158	1.50
十五烷 pentadecane	$C_{15}H_{32}$	212	0.18
芴 fluorene	$C_{13}H_{10}$	166	<1.10
十七烷 heptadecane	$C_{17}H_{36}$	240	0.15
十八烷 octadecane	$C_{18}H_{38}$	254	<1.10
二十一烷 heneicosane	$C_{21}H_{44}$	296	0.64

李向高等采用气相色谱法-质谱-计算机联用仪对长白山产高山红景天的根及根茎中的挥发油成分进行了分析,共分离鉴定出 26 种化合物,其中以肉桂醇含量最高,相对含量达 26%;挥发油中含有 7 种倍半萜成分,其中以 β -丁香烯、 γ -藿香烯含量较高,分别占总挥发油的 12%,1.86%,见表 4-6。

表 4-6 长白山高山红景天根及根茎中挥发油成分

化合物	分子式	相对含量/%
α -橄榄烯	$C_{15}H_{24}$	0.68
β -马利烯	$C_{15}H_{24}$	0.46
α -依兰烯	$C_{15}H_{24}$	0.82
α -丁香烯	$C_{15}H_{24}$	0.13
1-十七碳烯	$C_{17}H_{34}$	0.48
橄榄醇	$C_{15}H_{26}O$	0.13
1,2-二甲氧基-4-(2-丙烯基)-苯	$C_{11}H_{14}O_2$	3.32
4-异丙基苯酸	$C_{10}H_{12}O$	0.27
β -丁香烯	$C_{15}H_{24}$	12.28
黑蚁素	$C_{15}H_{20}O$	0.54
二十碳四烯酸	$C_{20}H_{32}O$	12.31
肉桂醇	$C_9H_{10}O$	25.85
十九碳二烯酸甲酯	$C_{20}H_{36}O_2$	0.81
2,6-特丁基-4-甲基苯酸	$C_{15}H_{24}O$	0.54
1-苯基-2-甲基丙烷	$C_{10}H_{12}$	2.70
藏红花醛	$C_{10}H_{14}O$	2.00
3-溴癸烷	$C_{10}H_{21}Br$	1.99
γ -广藿香烯	$C_{15}H_{24}$	1.87
六氢法呢醇	$C_{15}H_{32}O_2$	1.70
十八酸乙酯	$C_{20}H_{40}O_2$	0.80
2,6-二特丁基-1,4-苯醌	$C_{14}H_{20}O_2$	0.96
羧戊苯酮-三甲基硅氧烷醚	$C_{15}H_{22}O_2Si$	0.58
草酸特二丁基酸酯	$C_{15}H_{26}O_2$	0.62
1-氮双环	C_5H_9N	0.84
十四碳二烯酸甲酯	$C_{15}H_{26}O_2$	1.25
1,3-二环乙烯环戊烷	$C_{17}H_{30}$	0.93

阎吉昌等应用 GC/MS 和 GC/IR 2 种联用法对比研究了天然和人工栽培红景天挥发油成分,分别鉴定出了 27 和 24 个化合物,见表 4-7 及表 4-8。

表 4-7 人工栽培红景天挥发油成分

化合物	分子式	相对含量/%
丙酸	$C_3H_6O_2$	0.14
氯仿	$CHCl_3$	3.91
1-丁醇	$C_4H_{10}O$	6.84
1,1-二乙氧基乙烷	$C_6H_{14}O_2$	0.37
2-甲基-1-丁烯	C_5H_{10}	1.89
环辛烷	C_8H_{16}	0.46
4-戊烯醇	C_5H_8O	0.16
(1-甲基丁基)-环氧乙烷	$C_7H_{14}O$	1.31
2-乙基-4-戊烯醇	$C_7H_{12}O$	0.44
3-甲基环己烷	C_7H_{14}	1.11
1-甲氧基-1-丁烯基-3-炔	C_5H_6O	0.61
双环(2,2,1)庚-2,5-二烯基-7-醇	C_7H_8O	1.61
焦二酸癸二酯	$C_{22}H_{44}O_7P_2$	4.41
十二烷基硫醇	$C_{12}H_{26}S$	0.85
苯乙醇	$C_8H_{10}O$	1.24
松香芹醇	$C_{10}H_{16}O$	3.98
桃金娘烯醇	$C_{10}H_{16}O$	9.51
苯丙醇	$C_9H_{12}O$	0.86
香茅醇	$C_{10}H_{18}O$	16.83
对伞花醇	$C_{10}H_{14}O$	3.95

续表

化合物	分子式	相对含量/%
肉桂醇	$C_9H_{10}O$	27.97
4-(1-甲基乙基)-1,4-环己二烯-1-甲醇	$C_{10}H_{12}O$	4.06
3,3,6-三甲基-1,4,6-庚三烯	$C_{10}H_{16}$	1.12
苯二甲酸二丁酯	$C_{16}H_{22}O_4$	6.13

表 4-8 天然红景天挥发油成分

名 称	分子式	相对含量/%
1,3,5-环庚三烯	C_7H_8	4.88
2-乙氧基-丙烷	$C_5H_{12}O$	3.36
2-丁醇	$C_4H_{10}O$	9.10
1-丁醇	$C_4H_{10}O$	3.54
1,1-二乙氧基乙烷	$C_6H_{14}O_2$	2.16
2-乙基-4-戊烯醇	$C_7H_{12}O$	0.97
1-甲氧基-1-丁基-3-炔	C_5H_6O	7.36
1-甲基-2-(1-甲基乙基)-苯	$C_{10}H_{14}$	3.16
双环(2,2,1)-庚-2,5-二烯基-7-醇	C_7H_8O	4.21
$C_5H_{12}O$ 2,3-二羟基-4-(1-甲基乙基)-呋喃	$C_7H_{12}O$	0.90
1-辛烯	C_8H_{16}	1.22
月桂烯醇	$C_{10}H_{18}O$	1.05
松香芹醇	$C_{10}H_{16}O$	0.97
松茨酮	$C_{10}H_{16}O$	6.23
2,6,6-三甲基-双环(3,1,1)庚-3-酮	$C_{10}H_{16}O$	1.75
桃金娘烯醇	$C_{10}H_{16}O$	11.10
4-(1-甲基乙基)-苯甲醛	$C_{10}H_{12}O$	2.80
香茅醇	$C_{10}H_{18}O$	6.20
3-苯基-2-丙烯醛	C_9H_8O	2.26
茨烯		

续表

名 称	分子式	相对含量/%
$C_{10}H_{16}$	0.47	
对伞花醇	$C_5H_{12}O$	6.44
肉桂醇	$C_{10}H_{14}O$	12.10
苯乙醇	$C_9H_{10}O$	0.97
(1-甲基丁基)-环氧乙烷	$C_7H_{14}O$	0.74
丁字香烯	$C_{15}H_{24}$	0.43
香橙烯	$C_{15}H_{24}$	0.51
金合欢醇	$C_{15}H_{26}O$	0.61

10. 脂肪酸

李建新等用乙醚对高山红景天的根及茎叶粉末进行提取,继用 10% NaOH 溶液萃取,萃取液再用 10% 盐酸酸化,得到乙醚萃取的总脂肪酸。总脂肪酸甲酯化后,进行 GC/MS 分析,计算机检索并与标准图谱对照。根部色谱图给出 23 个色谱峰,鉴定出 12 种脂肪酸成分。茎叶色谱图给出 20 个色谱峰,鉴定出 14 个脂肪酸成分,已检测出的脂肪酸见表 4-9。

表 4-9 高山红景天根及茎叶中脂肪酸成分

根部分/%		茎叶部分/%	
名称	相对含量	名称	相对含量
醋酸	3.10	甲基丁二酸	2.20
缬草酸	1.86	4-甲氧基丁酸	0.23
毒水芹酸	1.71	4-异丙氧基丁酸	0.27
4-异丙基苯甲酸	2.40	杜鹃花酸	1.91
4-甲基蒲桃酸	0.26	10-十一碳烯酸	0.34
8-十八碳烯酸	0.56	环戊烷二十一酸	0.45
10-十八碳烯酸	0.60	5,9,13-三甲基十四酸	0.78
油酸	0.57	16-甲基十七酸	10.96

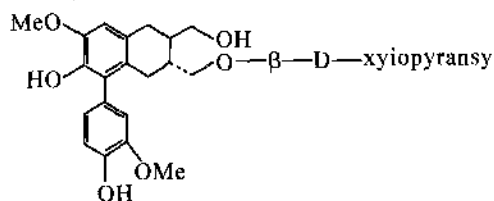
续表

根部分/%		茎叶部分/%	
名称	相对含量	名称	相对含量
3-辛基-2 (E)-丙烯酸	8.75	2-甲基-3-辛基- 2-十一碳烯酸	0.34
棕榈酸	5.82	12-乙酰氧基油酸	42.56
12-乙酰氧基油酸	8.16	花生酸	8.82
杜鹃花酸	42.17	二十-酸	2.65
-		山萘酸	11.90
-		2-辛基环丙烷十四酸	1.09

从表中可以看出,根部的 12 种脂肪酸中有 6 种不饱和脂肪酸。在茎叶中多为饱和脂肪酸,只有 3 种不饱和脂肪酸,根与茎叶脂肪酸成分差异较大,只有 2 种相同成分杜鹃花酸和 12-乙酰氧基油酸,且分别为根和茎叶脂肪酸的主要成分。

11. 其他成分

Pangarova TT 等从 *R. algida* 的地上部分分离出 Algin 及其葡萄糖苷 Alginoside。从红景天地上部分亦分得此 2 种化合物。从藏药大株红景天根中分得岩白菜素 (Bergenin)。Adamchuk LV 等从红景天中分得二苯甲基六氢吡啶 (Pyridrole)。李建新等从高山红景天的根及茎叶分得总脂肪酸。郭运通等从云南红景天的根茎分离并鉴定了黑五味子苷 (Schizandriside)。



Schizandriside

从红景天属植物中还分得大黄酚、氢醌、果胶、鞣质、维生素等成分。

第二节 红景天有效成分的提取分离

一、红景天有效成分的提取

红景天有效成分的提取,既要保证有效成分的最大得率,又要保证其活性,同时还要考虑提取成本的问题。对于有效成分的提取,分2种情况:一是实验室制备,二是大规模生产。有效成分得率的大小,与提取方法有很大的关系。

提取方法从原理上分,有常规提取和特殊工艺提取2大类。常规提取即溶剂提取,一般选用甲醇、乙醇作为提取溶剂,可以把不同类型有效成分提取出来。提取液浓缩后再依次进行分离。根据提取溶剂的不同,常规的方法有水提法和醇提法。其中对提取率的影响因素有提取溶剂的种类、用量、提取时间、提取温度、原料粒度等。近年来,随着提取方法研究的不断深入,一些新方法随即被提出使用,如超声法、超临界流体萃取法、微波法等。在这些新方法应用中,人们不断探讨各种影响因素对提取的影响程度,寻求简便、快捷的最佳工艺。下面分述目前应用的各种提取方法,并对一些新方法的应用作重点介绍。

(一)溶剂提取法

它是根据红景天中各组分在不同溶剂中的溶解度的不同,从而选用适当的溶剂把各组分分别提取出来,是一种使用最广泛的方法。红景天苷是到目前为止研究得最多也是最明确的已知有效成分。红景天苷的提取以醇提法和水提法为主,余华等采用薄层色谱和高效液相色谱相结合的方式测定了红景天提取液中的红景天苷含量,结果表明,醇提法更有利于红景天有效成分的提取,醇提液中红景天苷和可溶性固形物的含量以及红景天苷的抽提率均高于水提法,但提取成本较高,因提取出一些醇溶性色素而呈深棕红色。

根据提取时所采用的条件不同,溶剂提取法可细分为不同的工艺提取:

1. 冷浸法

取狭叶红景天生药粗粉100g,用4倍于粗粉体积的80%乙醇浸泡

72h,共重复3次,合并提取液,减压浓缩至30mL,得提取液。

2. 煎煮法

取狭叶红景天生药粗粉100g,用4倍于粗粉体积的去离子水进行煎煮,共重复3次,每次1.5h,合并提取液,减压浓缩至300mL,得提取液。

3. 回流法

取狭叶红景天生药粗粉100g,用3倍于粗粉体积的60%乙醇,于水浴上回流提取,共3次,每次时间分别为2h、1.5h、1h,合并提取液,减压浓缩至300mL,得提取液。

4. 索氏提取法

取狭叶红景天生药粗粉5g,滤纸包好,置于索氏提取器中,用70%乙醇100mL提取,减压浓缩至15mL提取,得提取液。

5. 渗漉法

取狭叶红景天生药粗粉100g,加入60%乙醇至面高于药粉3cm,保持该状态72h,收集滤出液,减压浓缩至300mL,得提取液。

(二) 超声法

超声萃取作用机理主要是超声力学产生的空化效应。空化效应存在于萃取液中的微气泡,微气泡在声场的作用下振动,当声压达到一定值时,气泡迅速增长,然后突然闭合。在气泡闭合时产生激波,造成很大的压力将植物组织中细胞破裂,以利于溶剂浸透到植物细胞内部,使细胞中的有效成分更多地溶于溶剂中。超声提取法所用时间短,对有效成分的破坏作用小。王洋等系统探讨了用超声法从高山红景天根中提取红景天苷以制备分析样品的方法,确定的最佳条件为:以蒸馏水为提取溶剂,在60℃下超声提40min。同溶剂提取法相比,超声提取法缩短了提取时间,增加了提出率。为了考察超声提取与溶剂提取所得的红景天苷是否有差异,用高效液相色谱测定,结果表明两种提取法所得图谱一致,说明超声提取法对红景天苷的结构无破坏作用。

(三) 超临界流体萃取法

超临界流体萃取法是新用于红景天有效成分提取的方法。该方法借助于超临界条件下的流体所具有的高溶解性,使天然植物中的许多成分溶解在超临界流体中,操作过程中采用降压的方法,将溶解到超临界流体中的溶质“脱溶”,从而达到分离的目的。

1. 超临界流体萃取技术原理

超临界流体萃取分离是利用超临界流体的溶解能力与其密度的关系,即利用压力和温度对超临界流体溶解能力的影响而进行的。在超临界状态下,将超临界流体与待分离的物质接触,使其有选择性地依次把极性大小、沸点高低和相对分子质量大小不同的成分萃取出来。

2. 超临界流体萃取技术的主要特点

(1)超临界流体既具有液体对溶质有较大溶解度的特点,又具有气体易于扩散和运动的特性,传质速率大大高于液相过程(超临界流体的扩散系数为 $\sim 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$,液体的扩散系数为 $\sim 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$)。也就是说超临界流体兼具气体和液体的性质,即具有较低的黏度和较高的扩散力。所以超临界流体萃取率高,萃取速度快。

(2)当饱含溶解物的超临界流体流经分离器时,由于压力下降使得流体与萃取物迅速成为两相(气液分离)而立即分开,不存在物料的相变过程,无需回收溶剂,操作方便;不仅萃取效率高,而且能耗较少,节约成本。

(3)超临界流体萃取通常在较低温度下进行,可以有效地防止热敏性成分的氧化和逸散,特别适合于那些对热敏感性强、容易氧化分解成分的分离提取。

(4)超临界二氧化碳流体常态下是气体,无毒,与萃取成分分离后,完全没有溶剂的残留,有效地解决了传统提取方法的溶剂残留问题。

(5)流体的溶解能力与其密度的大小相关,而温度、压力的微小变化都会引起流体密度的大幅度变化,并相应地表现为溶解度的变化。因此,可以利用压力、温度的变化来实现萃取和分离的过程。

(6)提取速度快、生产周期短,超临界二氧化碳提取(动态)循环一开始,分离便开始进行。一般提取 10min 便有成分分离析出,2~4h 便可完全提取。同时它无需浓缩等步骤,即便加入提携剂,也可通过分离功能除去。

(7)分离工艺流程简单,超临界萃取只由萃取器和分离器 2 部分组成,不需要溶剂回收设备,操作方便,节省劳动力和大量的有机溶剂,减小污染。而且操作参数容易控制,因此,有效成分及产品质量稳定可控。

(8)超临界二氧化碳流体萃取技术能应用到不同类型的系统中,

如分析型设备(萃取釜容积一般在 500ml 以下),中试设备(1 ~ 20L),以及工业化生产装置(萃取釜容积 50L 至数立方米)等。

3. 流体材料的选择

作为萃取溶剂的超临界流体必须具备以下条件:萃取剂需具有化学稳定性,对设备没有腐蚀性;临界温度不能太低或太高,最好在室温附近或操作温度附近;操作温度应低于被萃取溶质的分解温度或变质温度;临界压力不能太高,可节约压缩动力费;选择性要好,容易得到高纯度制品;溶解度要高,可以减少溶剂的循环量;萃取溶剂要容易获取,价格要便宜。

符合上述要求,可作为 SCF 的物质很多,如二氧化碳、一氧化亚氮、六氟化硫、乙烷、甲醇、氨和水等,但用超临界萃取方法提取天然产物时,一般用 CO_2 作萃取剂。这是因为: CO_2 临界温度(31.06°C),是临界溶剂临界点最接近室温的,所以萃取可在接近室温下完成整个分离操作;临界压力($P_c = 7.39\text{MPa}$)适中; CO_2 的临界密度 $\rho = 0.448\text{g/cm}^3$ 是常用超临界溶剂中最高的,因而对有机物溶解能力强、选择性好; CO_2 廉价易得;无毒、惰性、易分离;不会产生任何新的“三废”物质,对环境保护有利。

4. 超临界流体萃取在红景天有效成分提取中的应用

龚钢明等采用超临界萃取对高山红景天样品进行了分析。王化田等比较了超临界萃取和乙醇常温浸提红景天苷及其苷元酪醇的效果,研究结果表明,用超临界 CO_2 萃取红景天生药中的红景天苷效率很低,只能萃取出红景天生药中 1.2% 的红景天苷,但是对苷元酪醇的提取效果却很好,能将红景天生药中 80% 以上的苷元酪醇萃取出来,萃取液中苷元酪醇的相对含量可达 45.68%;乙醇常温浸提法虽然能将红景天苷、苷元酪醇同时有效萃取,且得率较高,但是萃取液中两物质相对含量较低,红景天苷含量为 10% 左右,苷元酪醇含量仅为 1.46% 左右,进一步分离纯化这 2 种物质将有很大难度。但如果将超临界 CO_2 萃取法和乙醇常温浸提法有效地结合,即先把红景天原料用超临界 CO_2 萃取其中的苷元酪醇,然后再用乙醇常温浸提法提取其中的红景天苷,这样既保证了两物质的较高得率,又易于实现两物质的有效分离,推进红景天有效成分的产业化进程。

超临界流体萃取是近代分离领域出现的新技术,具有萃取效率和选择性高、省时、萃取溶剂便于挥发、提取物较为“干净”、环境污染小、操作条件易于改变等特点。近年来,关于超临界萃取在天然植物中应用的报道越来越多,这一技术对天然植物的提取方式产生了重大影响。

(四)微波法

国内外学者将微波技术应用于麻黄、丁香、槐花等很多中药有效成分的提取后,又将该技术用于提取红景天有效成分。微波是一种超高频电磁波,具有很强的穿透作用,可以在药材颗粒内外同时均匀、迅速地加热。它极大地促进了中药材有效成分的浸出,而且在浸出过程中,药材细粉不凝聚、不焦化。王威等采用微波破壁法从高山红景天(*Rhodiola sachalinensis*)根茎中提取红景天苷,同70%乙醇溶液回流提取比较,两者对红景天苷的提取效率相当。但乙醇回流需2 h,而微波处理只需1.5倍水提10 min,并且杂质蛋白的浓度前者是后者的1.6倍。聂建群等采用微波辅助提取方法对大花红景天红景天苷提取工艺做了系统的研究,结果表明,微波辅助提取最佳提取工艺条件为:95%乙醇体积分数,1:20料液比,功率中频,提取时间30min,提取次数2次;微波辅助提取在提取时间和有效成分提取率方面与热回流提取有着很大差别,微波辅助提取率高于热回流提取率40%以上,所需时间大大缩短。而且比索式提取省时,比CO₂超临界萃取成本低,投资少,在天然成分的提取中有广阔的应用前景。微波技术应用于生物细胞内耐热物质的分离提取具有显著的特点,在分析方面体现了操作简便、快速、高效的优点,并且显著降低了提取液中杂蛋白的含量,在实际生产过程中具有安全、节能的潜力,但微波处理是否影响药物的药理作用尚有待进一步研究。

在红景天提取的工艺研究方面,不少学者引入了一些特殊工艺作为提取的前处理。毕会敏等以红景天为原料研究了纤维素酶与乙醇溶液协同提取黄酮类物质的作用规律。

二、红景天有效成分的分离

(一)柱色谱法

卢希贤报道了依次用石油醚、氯仿、乙酸乙酯和正丁醇萃取,进行

Al_2O_3 柱层析的方法,从红景天醇提取物中制备酞醇和红景天苷,流程图见图4-2。

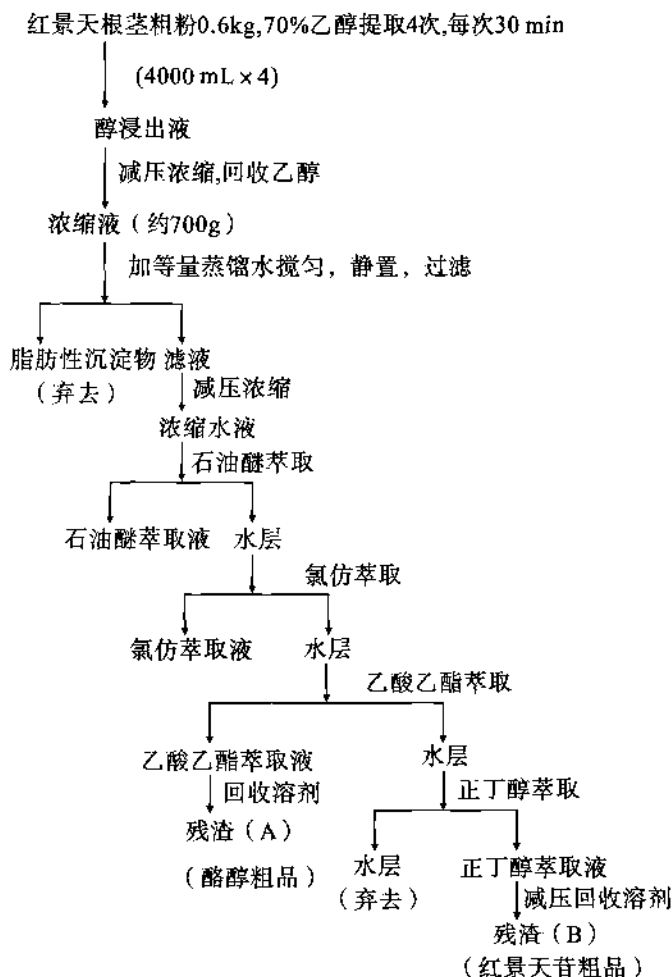


图4-2 红景天提取分离流程图

葛永潮等依次用聚酰胺、大孔树脂、硅胶及葡聚糖凝胶4种柱层析,对红景天苷的提取、分离工艺进行了改进,成功地从大花红景天的醇提取物里制备出克量级红景天苷,详见流程图4-3。

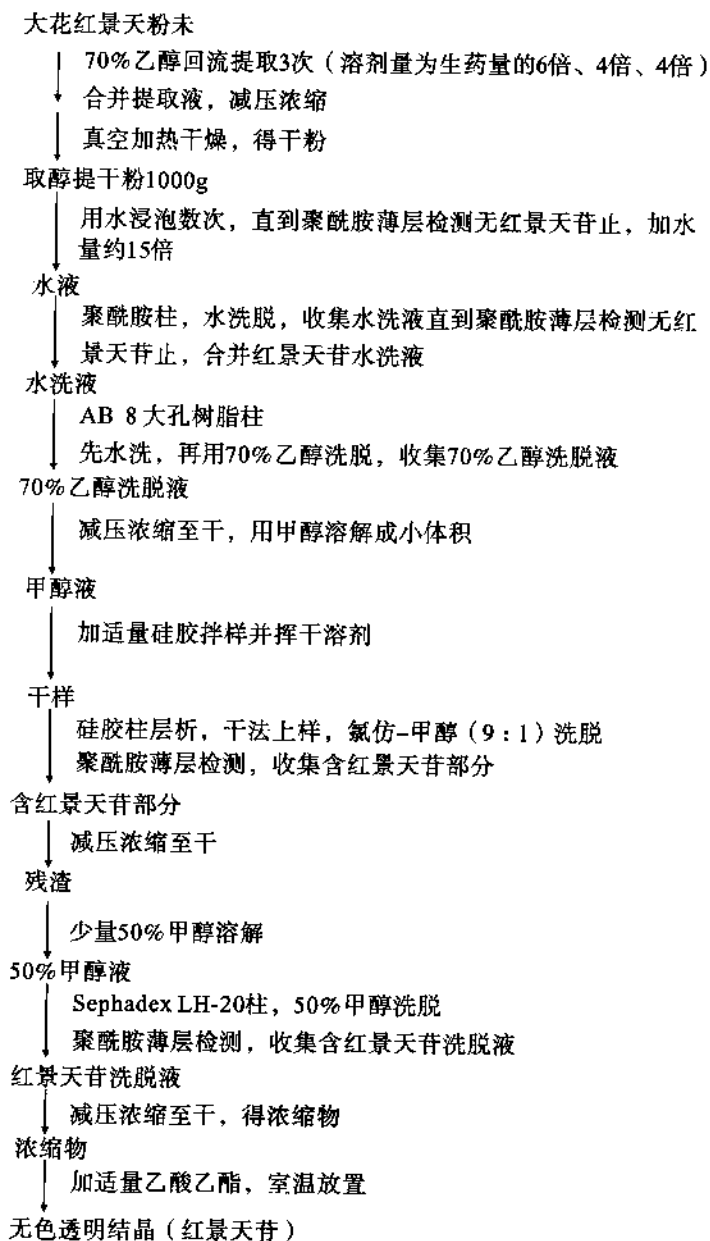


图 4-3 红景天苷分离提取流程图

杨智蕴等用大孔吸附树脂和硅胶柱获得红景天苷。丁朝武等采用乙酸铅、活性炭处理红景天提取物,用高效液相色谱分离与制备红景天苷。咸漠等利用乙酸铅沉淀分离、正丁醇萃取、硅胶柱层析的方法,从红景天醇提物制备红景天苷。李静等也报道了用水饱和的正丁醇萃取结合大孔树脂吸附和硅胶柱层析的方法,从红景天醇提物制备红景天苷。

(二) 高效毛细管电泳法

高效毛细管电泳(HPCE)亦即毛细管电泳(CE),是一种发展迅猛的新型的分离分析技术,与常用的高效液相色谱法(HPLC)相比,具有分析时间短,分离效率高,适应性广,检测限低,进样量小,溶剂消耗少,自动化程度高等优点,近 10 多年来已被广泛应用于蛋白质、氨基酸、无机离子、有机化合物、药物的分离分析,在生物医学领域备受青睐。

与传统的电泳相比,毛细管电泳主要特点有 4 个:一是高效,二是快速,三是微量,四是自动化。在毛细管区带电泳中,柱效一般为每米几十万理论板数,高的可达每米 100 万以上,而在凝胶电泳中这一指标竟能达到几百万甚至上千万,通常的分析时间不超过 30min,在采用电流检测器时,毛细管电泳的最低检测极限可达 10^{-9} ,即使是一般的紫外检测器,大体也在 $10^{-5} \sim 10^{-3}$ mol 之间,因此样品用量仅为纳升而已,商品仪器的操作已可全部自动化。

王洪伦等利用毛细管电泳法分离测定了 2 种红景天中红景天苷和酪醇的含量。祝馨怡等用毛细管电泳法测定了红景天中没食子酸的含量。

(三) 高速逆流色谱法

高速逆流色谱(HSCCC)是一种基于液-液多级逆流萃取建立的色谱体系,它利用溶质在 2 种互不相溶的溶剂系统中分配系数的不同,从而实现分离。

互不相溶的 2 相溶剂组成溶剂系统,依靠轻巧的聚四氟乙烯蛇形管的方向性及特定的高速行星式旋转所产生的离心场作用,将 2 相溶剂固定于管中,分别充当固定相和流动相,由于样品中各溶质组分在 2 相中的分配能力不同,故其在蛇形管中的移动速度也不同,因而使样

品组分得到分离,而且其分离效果较好。所以 HSCCC 是属于分离比较完全的液液分配色谱。

HSCCC 技术不用任何固态支撑体,从而具有诸多优点:排除了对样品的玷污、失活、变性等影响,能实现对复杂混合物中各组分的高纯度制备量分离。避免了有效成分被固相载体的不可逆吸附和峰形拖尾等缺点。样品粗提物可进样分离,分离纯化与制备可同步完成,有机溶剂消耗少,无损失、无污染,能高效、快速和大制备量分离。柱子可以用合适的溶剂很容易地清洗,可重复使用。滞留在柱中的样品可以通过多种洗脱方式予以完全回收。

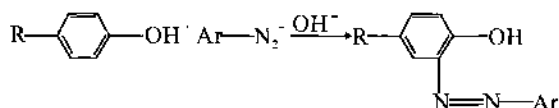
高速逆流色谱法是一种液液分配色谱法,本法适用于以各种含红景天苷的天然植物、天然植物的提取物为原料制备高纯度的红景天苷,适用于各种型号的逆流色谱仪分离制备红景天苷,从天然植物红景天浸提液中经过 2 次纯化可以得到 98% 纯度的红景天苷。此法制备红景天苷可连续,高效、快速地分离,具有分离量大、样品无损失、回收率高、分离环境温和、节约溶剂等特点。

第三节 红景天有效成分的含量测定

关于红景天化学成分的研究,目前约从 20 种红景天中分离得 40 多种化合物,其主要药理活性成分为红景天苷(Salidroside)及其苷元酪醇(Ptyrosol)、酪萨维(Rosavin 或 Rosavidine)、二苯甲基六氢吡啶(Pyridrole)、红景天素(Rhodosin)。测定红景天中主要活性成分作为评价红景天品质的一种科学手段具有十分重要意义。红景天有效成分的测定方法主要有高效液相色谱法、薄层色谱法、比色法、高效毛细管电泳法、气相色谱法和极谱法。

一、比色法

红景天酚性成分(红景天苷及酪醇)与重氮盐在碱性条件下耦合生成橙色偶氮化合物,在一定范围内这种橙红色化合物与酚性成分含量呈直线相关,可用比色法定量。此方法仪器设备简单,操作方便,费用低,一般控制回收率范围应为 85% ~ 115 %。



注意以下几点:①重氮盐要在强酸性条件下配制。温度小于5℃,否则不稳定。采用-5~-1℃的冰浴,此试剂要现用现配。②要保证显色反应在弱碱性条件下进行。③要做试剂空白,以试剂空白为对照比色,消除重氮化试剂配制和显色过程中生成的酚给测定结果带来的误差。

邓昌国等用比色法测定了红景天药材中红景天苷及酪醇的含量。

标准曲线制备:精密称取红景天苷适量,用蒸馏水溶解,配成0.240 mg/mL的标准溶液。再准确吸取标准溶液0.5 mL、1.0 mL、1.5 mL、2.0 mL、2.5 mL,分别置25 mL容量瓶中,加2%碳酸钠液和重氮化黄乙酰胺钠液各2.5 mL,放置5 min后加入2% NaOH 2 mL,加蒸馏水至刻度,摇匀。以蒸馏水作空白,在波长486 nm处测定吸收值。绘制标准曲线,以浓度对吸光值进行回归,得回归方程: $Y = 3.62 \times 10^{-2} X - 4.884 \times 10^{-4}$ ($r = 0.9995$)。结果表明,红景天苷水溶液浓度在 $4.7 \times 10^{-3} \sim 2.36 \times 10^{-2}$ mg/mL范围内与吸光度有良好的线性关系。

样品测定:准确称取红景天干药粉末0.5 g,用10 g硅藻土拌匀,置索氏提取器中,用95%乙醇回流提取12 h,回收乙醇,用少量蒸馏水将提取物转移定容至50 mL容量瓶,加 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ 液6 mL,饱和 Na_2SO_4 液2 mL,加蒸馏水至刻度,摇匀。离心沉淀20 min,取上清液作为供试液。

精密吸取供试液3 mL,置25 mL容量瓶中,用标准液显色法进行显色,以蒸馏水作空白对照,测定吸收值,结果见表4-10。

表4-10 红景天药材中红景天苷含量测定结果

编号	吸光度(A)	测定值/(mg/g)
1	0.408	11.9108
2	0.398	11.8942
3	0.396	11.7894
4	0.416	11.9132
5	0.424	11.9918

吴锦键、张群等采用重氮盐比色法确定了不同红景天中红景天苷的含量。赵永焕等人采用重氮盐比色法测定红景天有效成分,得出3年生高山红景天根茎中红景天苷的含量最高,样品平均回收率为100.33%。

二、薄层扫描法和薄层紫外法

薄层扫描法是用一定波长的光照射薄层板,对薄层色谱有吸收紫外光和可见光的斑点,或经激发后能发射出荧光的斑点进行扫描,将扫描得到的图谱及积分数据用于药品的鉴别、检查和含量测定的方法。薄层扫描法具有分离效能高、快速、简便等特点,因而适用于中药制剂的分析。

薄层条件的选择:组分应能完全分离,斑点对称,均匀,不拖尾。

扫描方式:双波长可以消除薄层不均匀的影响,使基线变得平稳。测定波长一般选测定组分的最大吸收波长,参比波长可选在组分无吸收的位置,若背景有均匀的污染时,可选择背景光谱中与 λ_s 的等吸收处,可达到排除背景干扰的目的。锯齿扫描是用一微小的光束同时在互相垂直的两个方向上进行锯齿状扫描。由于光束微小,光束内部浓度的差异可以忽略,因而受斑点形状和浓度分布的影响小。

注意事项:薄层的厚度应均匀,表面应均匀平整,最好使用预制板。点样应准确,原点大小应一致。喷洒显色剂应均匀,量应适中。某些斑点颜色易挥发或对空气不稳定,可用一洁净的玻板盖在薄层板上,并用胶布加以固定。本法的线性范围一般较窄,应在其线性范围内测定。

徐晓莹等采用薄层光密度法对5种红景天生药及2种生药浸膏中红景天苷的含量进行了测定。

扫描条件:岛津CS-930双波长薄层扫描仪。 $\lambda_s = 226\text{nm}$, $\lambda_R = 350\text{nm}$,反射法线性扫描,用随行标准品回归方程法进行计算。用红景天苷含量对峰面积作图,回归方程为 $Y = 5515.6X + 4181.6$, $r = 0.9990$ 。

95%乙醇热提5h得供试液。称取已知含量的样品适量,加红景天苷对照品2mg,测得平均回收率97.04% ($n=3$)。样品测定结果见

表 4-11。

表 4-11 红景天样品中红景天苷的含量测定结果

样品	含量/%
狭叶红景天	0.93
深红红景天	0.44
唐古特红景天	1.61
长鞭红景天	0.032
大花红景天	痕量
红景天总苷	1.43
狭叶红景天醇提浸膏	0.088

安丰等同样采用薄层-紫外法对红景天属 8 种植物的红景天苷的含量进行了测定。

分析条件:GF₂₅₄薄层硅胶板,展开系统:氯仿:甲醇:水(26:14:3)。仪器:岛津 UV-260 型紫外分光光度计,测定波长 223.8 nm。

标准曲线:配制合适浓度的红景天苷对照品溶液,吸取不同体积的对照品溶液,以甲醇作空白,于 223.8 nm 处测定吸收值,以吸收度对浓度作回归,得回归方程为 $Y = 210.6X + 6.2330$, $r = 0.9953$,线性关系良好。

回收率实验:同条件测定红景天苷 8 次,回收率平均值为 99.05%。

样品测定:各取样品粉末 1g,精密称定,置 50mL 索氏提取器中,加 25mL 甲醇,置水浴中回流提取至完全,冷却,过滤浓缩后移至 10mL 容量瓶中,甲醇洗涤并稀释至刻度,摇匀,吸取各样品溶液 100 μ L,点样于硅胶 GF₂₅₄板上,同板随行红景天苷对照品,测定结果见表 4-12。

表 4-12 8 种红景天属植物中红景天苷的含量

样品	含量/%	RSD/%
狭叶红景天	0.58	1.5
四裂红景天	1.73	0.6

续表

样品	含量/%	RSD/%
大花红景天	0.76	1.0
喜玛红景天	1.21	1.1
短柄红景天	0.69	5.0
粗糙红景天	0.10	3.2
云南红景天	1.31	2.5
长鞭红景天	0.14	4.8

李伯祥等采用薄层-紫外法对小丛红景天中2种黄酮类成分及总黄酮进行了含量分析。田亚辉等人根据红景天苷在223.8nm波长处具有最大吸收,用薄层色谱-紫外分光光度法测定了塞北红景天中红景天苷的含量。

三、气相色谱

气相色谱具有分离效能高、选择性好、灵敏度高、样品用量少、分析速度快(几秒至几十分钟)及应用广等优点。缺点是受样品蒸气压限制,对于挥发性较差的液体、固体,需采用制备衍生物或裂解等方法,增加挥发性。色谱柱分为一般填充柱和毛细管柱2类。检测器有热导检测器(TCD)、氢焰离子化检测器(FID)和电子捕获检测器(ECD)。

目前用此法测定红景天苷的含量的报道很少,1997年康胜利等采用硅醚化方法,以甘露醇丙酰化物作内标,建立了红景天药材的气相色谱分析法,并对比分析了10种红景天属植物中红景天苷的含量。

四、极谱法

极谱分析法是通过测量电解过程中所得到的电流-电压(或电位-时间)曲线来确定电解液中含被测成分的浓度,从而实现分析测定的电化学分析法。

特点:不需检测器。适于多种离子的同步分析:在 1 份试液中同时测定几个元素。底液组分复杂,操作繁琐。底液里含有除试液外的各种试剂,配制底液通常遵循的原则:极谱波形好,极限扩散电流与被测物质的浓度的线性关系好;干扰少,成本低、便于配制。选择性差、分辨力低,除非 2 种被测物质的半波电位相差 100 mV 以上,否则要准确测定各个波高会有困难。

熊晓燕等人用极谱法测定了保健酒中的红景天苷含量。他们发现红景天苷经亚硝基化后,其亚硝基衍生物在饱和硼砂溶液中具有电活性,能在滴汞电极上还原产生极谱波。并得出红景天苷在 $0.0 \sim 10.0 \mu\text{g}$ 内线性关系良好,其相关系数(r)为 0.9998,回收率范围为 86.5% ~ 96%。

五、高效液相色谱法

高效液相色谱法分离效能高,分析速度快,应用范围广,其重现性和准确度均优于薄层扫描法,是目前中药制剂含量测定首选的方法。

中药制剂分析中,多使用反相高效液相色谱法(RP-HPLC),即使用非极性的固定相,其中又以十八烷基键合硅胶(ODS)应用最多,使用甲醇-水或乙腈-水的混合溶剂作为流动相。使用反相色谱,制剂中极性的附加剂及其他干扰组分先流出,不会停留在柱上污染色谱柱。一般使用紫外检测器检测,紫外检测器灵敏、稳定。一般只有在紫外-可见区具有吸收的组分才适宜用高效液相色谱法测定。由于中药制剂中测定组分含量的波动范围较大,最好采用标准曲线法定量。

由于高效液相色谱法本身具有分离的功能,因此所用供试液一般经提取制得,不再需要纯化处理。但化学组分复杂的制剂,仍采用萃取、柱色谱等预处理方法对供试品进行纯化处理。分析完毕后,一般用水或低浓度的醇水先洗去糖等水溶性杂质,再用甲醇等有机溶剂将色谱柱冲洗干净。

用 HPLC 法测定红景天生药及制剂中的红景天苷的含量同样具快捷、准确、简便的优点。HPLC 分析测定法如表 4-13 所示。

表 4-13 红景天苷的高效液相色谱分析

样品	色谱柱	流动相	检测器
大花红景天 野生及栽培品	Kromasil C ₁₈	甲醇-水-冰醋酸	紫外(UV)
红景天注射液	YWGC ₁₈	甲醇-乙腈	紫外(UV)
红景天胶囊	TURNER YWG C ₁₈	乙腈-水	紫外(UV)
红景天粉末	Eclipse XDB C ₈	甲醇-水	荧光(FD)
红景天药材	Hypersyl ODS (反相)	甲醇-乙腈-水	二极管阵列 检测器(DAD)
高山红景天	Bondapak C ₁₈ (反相)	甲醇-乙腈-水	紫外(UV)
复方红景天片剂	Kromasil C ₁₈ (反相)	乙腈-水-磷酸	紫外(UV)

陈志英等曾以红景天苷作为指标,采用 HPLC 对 4 种主流红景天(大花红景天、库页红景天、红景天、狭叶红景天)及其他 9 种野生同属植物的药材标本、原植物根及根茎进行含量测定,结果发现红景天商品药材的红景天苷含量相差较大,以青海产大花红景天含量最高,为 1.515%,库页红景天次之,为 1.088%,云南红景天和长鞭红景天最低。

芦启琴等采用 HPLC 法测定了 6 种红景天属植物中红景天苷、酪醇的含量。

1. 色谱条件:色谱仪:Waters2487 型高效液相色谱仪, Waters2487 紫外检测器, Waters-515 泵, Empower 色谱工作站。色谱柱: Lichrospher C₁₈ (4.6 mm × 200 mm, 5 μm), 流动相: 甲醇-0.5% 磷酸 (5:95), 流速 1 mL/min, 柱温 40 °C, 检测波长 278 nm, 进样量 10 μL。

2. 标准曲线制备:各精密称取红景天苷、酪醇对照品适量,分别加甲醇配制成 0.316 mg/mL, 0.511 mg/mL 的对照品溶液;分别精密吸取红景天苷对照品溶液 6 μL, 8 μL, 10 μL, 12 μL, 14 μL;酪醇对照品溶液 4 μL, 8 μL, 12 μL, 16 μL, 20 μL, 按上述条件分别注入色谱仪测定,以进样量对峰面积进行回归,得回归方程为:红景天苷: $Y = 731956X - 334603$, $r = 0.9998$;酪醇: $Y = 164536X - 29566$, $r = 0.9996$ 。结果表明红景天苷在 7.596 ~ 17.724 μg, 酪醇在 2.044 ~ 10.22 μg 范围内线性关系良好。

3. 供试品溶液的制备:将本品根粉碎,过 60 目筛,70 °C 烘干至恒

重。精密称取 0.5g,置具塞三角瓶中,精密加入甲醇 10mL,密塞称重,超声处理 1h,取出冷至室温,称重,用甲醇补足减失的重量,摇匀,滤过,取滤液以 0.45 μ m 滤膜过滤,作为供试品溶液。

4. 精密度试验:精密吸取上述对照品溶液 10 μ L,重复进样 5 次,按上述色谱条件操作,测峰面积,以峰面积计算 $RSD = 0.46\%$,结果表明,本方法精密度良好。

5. 重现性试验:分别精密称取 4 号样品 0.5g,按样品溶液的制备方法制备 6 份供试液,按上述色谱条件分别测定,测得峰面积,计算 $RSD = 0.63\%$,结果表明,本方法重现性良好。

6. 回收率试验:精密称取已测含量的 4 号样品 6 份,各 0.25g,分别精密加入红景天苷对照品 1.5660mg,酪醇对照品 1.9710mg,按样品溶液的制备方法制备,按上述色谱条件测定,计算加样回收率,结果红景天苷平均回收率 99.9%, $RSD = 1.86\%$;酪醇平均回收率 100.7%, $RSD = 0.74\%$ 。结果表明,本方法回收率良好。

7. 样品测定:分别取不同地区红景天样品,按样品溶液制备方法处理后在上述色谱条件下测定,以外标法计算样品中红景天苷和酪醇的含量,结果见表 4-14。

表 4-14 样品含量测定结果

编号	产地	红景天苷含量/%	酪醇含量/%
1	西藏拉萨	2.527	1.004
2	西藏山南	2.736	0.4642
3	西藏林芝	1.767	1.3181
4	西藏拉萨	3.108	0.782
5	青海	0.2031	1.0281
6	新疆	1.295	0.4898

六、高效毛细管电泳法

高效毛细管电泳法(HPCE)是近年来发展起来的一种具有高效、快速、进样体积小和抗污染能力强等特点的分离分析技术。HPCE 是以高压电场为驱动力,以毛细管为分离通道,依据样品中各组分之间淌度和分配系数的不同而实现分离的一类液相分离技术。具有如下

优点:高效、高速、微量、低消耗。

王洪伦等人利用毛细管电泳法分离测定 2 种红景天中红景天苷和酪醇的含量,检测器为二极管阵列紫外检测器(DAD),得到红景天苷峰面积与浓度的线性方程。

1. 分析条件:毛细管规格为 $48.5\text{cm} \times 50\mu\text{m}$,二极管阵列紫外检测器(DAD)检测波长 221nm ,最佳分离条件:电压 21kV ,分离温度 25°C ,背景电解质为含有 30mmol/L 十二烷基硫酸钠(SDS), $2.5:97.5$ (V/V)乙腈的 14mmol/L 硼酸溶液, pH 值为 10.7 。

2. 线性关系与精密性:对一系列红景天苷和酪醇的标准品混合液进行分析,测定其峰面积与质量浓度,得到红景天苷峰面积与浓度的线性方程为: $Y = 1.4544 + 0.2456X$, $r = 0.9954$,线性范围为 $60.0 \sim 7.5\mu\text{g/mL}$,检出限为 $3.0\mu\text{g/mL}$ (按 3 倍噪声计算)。酪醇峰面积与浓度的线性方程为 $Y = 0.5348 + 0.5140X$, $r = 0.9988$,线性范围为 $27.5 \sim 3.5\mu\text{g/mL}$,检出限为 $1.5\mu\text{g/mL}$ 。取一定浓度的标准品混合液,重复进样 6 次,测定其迁移时间与峰面积的 RSD 值。结果测得红景天苷与酪醇的迁移时间 RSD 分别为 0.25% 和 0.39% ,两者的峰面积 RSD 分别为 5.26% 和 3.52% 。

3. 样品制备:称取研碎的红景天样品 1.00g ,置于 10.0mL 体积分数 80% 乙醇溶液中浸泡过夜,然后室温下超声提取 1h , 4000r/min 离心 15min ,取上层清液用于分析。

4. 样品测定:将制得的样品液在最佳条件下作毛细管电泳分离分析。利用图谱中各个峰的迁移时间和紫外吸收与标准品图谱相比较,从而确定红景天苷与酪醇峰的位置。大花红景天和狭叶红景天中红景天苷和酪醇的测定结果见表 4-15。

表 4-15 样品测定结果

样品	编号	红景天苷含量(质量分数)/%	酪醇含量(质量分数)/%
大花红景天	1	0.421	0.089
	2	0.417	0.085
	3	0.420	0.084
	平均值	0.419	0.086

续表

样品	编号	红景天苷含量(质量分数)/%	酪醇含量(质量分数)/%
狭叶红景天	1	0.301	0.011
	2	0.301	0.015
	3	0.302	0.013
	平均值	0.301	0.013

祝馨怡等用 P/ACEMDQ 型毛细管电泳仪,以压力进样 0.0034MPa $\times$ 8s、分离电压 20kV、柱温 25℃、检测波长 214nm 为分析条件,测定了不同批次红景天样品中没食子酸的含量,结果见表 4-16。

表 4-16 红景天中没食子酸的含量

编号	没食子酸/(mg $\cdot$ g ⁻¹)	RSD/%
1	2.56	0.68
2	4.18	0.99
3	4.88	1.34
4	3.50	1.83

第四节 红景天苷的合成

红景天苷是红景天属植物的主要活性成分,近年来研究证明其具有抗疲劳、抗衰老、免疫调节、清除自由基、增强记忆、改善睡眠等多种作用,经常作为药材质量的评价。因其显著的疗效引起广大学者的关注,本节主要介绍红景天苷的合成方法。

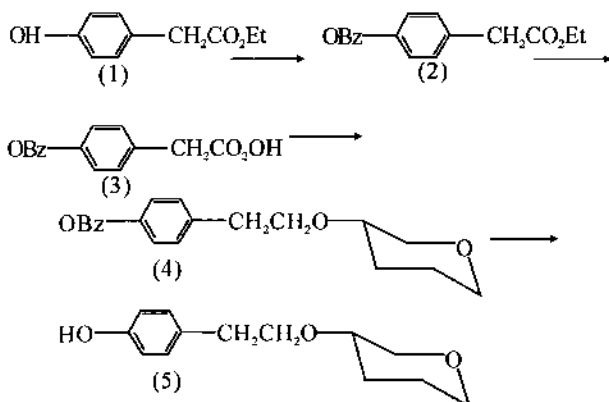
1969 年, Trosheko 等首先用酪醇经缩合得中间体四乙酰基红景天苷后,再经脱乙酰基合成了红景天苷。1976 年, Lalonda RT 等较为详细地介绍了红景天苷的合成方法和脱乙酰基的方法。

红景天苷的原料酪醇的合成方法有许多种:以对甲氧基苯乙醇为原料,与 47% 氢碘酸进行脱甲基和取代反应,再水解;以对羟基苯乙醇为原料,经乙酰化、亚硝化、重排、水解;以对氨基苯乙醇为原料,经重氮化,水解;以对羟基苯乙酸乙酯为原料,经苄基保护,四氢锂铝还原,

再脱苄基制得酯醇;以对溴苯酚为原料,制备酯醇等多种方法。

1. 酪醇的制备:取 10g(4-氨基苯基)乙醇与硫酸中进行重氮化反应,至终点后加热放氮,处理得酪醇(4-羟基苯基乙醇)。

李国青等为了避免因为酚羟基糖化而不得不用大量酪醇的缺点,对以往红景天苷合成的方法进行了改进,以对羟基苯乙酸乙酯为原料,经过苯甲基化、还原、苄化和脱苯甲基合成红景天苷。



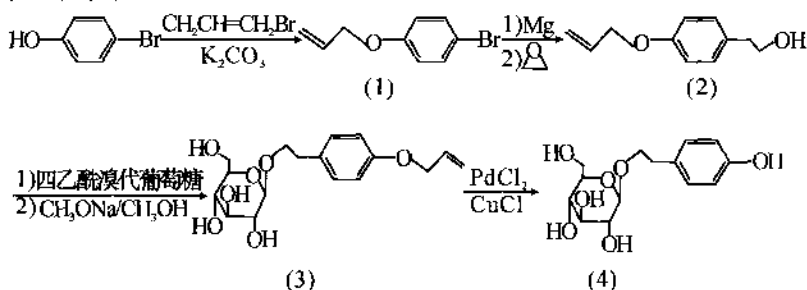
红景天苷,但是红景天苷的收率较低。

宋丹青等对纪淑芳的方法进行了改进,通过对投料方式的改进和反应条件的优化,明显提高了红景天苷的收率。

1. 四乙酰红景天苷的制备:将乙酰溴葡萄糖与酞醇溶解于无水乙醚和1,2-二氯乙烷中,于0℃下加入新制备的碳酸银,维持0℃继续搅拌,约6h反应液颜色变深后,过滤,补加碳酸银,5℃下继续搅拌8h,次日再补加1次碳酸银,5℃下搅拌8h。过滤,减压蒸除溶媒。

2. 红景天苷的制备:将上述产物溶解于甲醇钠的甲醇溶液中,室温下搅拌22h。减压浓缩后,柱色谱分离,以氯仿和甲醇作梯度洗脱,先洗脱未反应的酞醇,再洗脱,得白色晶体,用乙醇-二氯乙烷重结晶得红景天苷。

张三奇等以对-溴苯酚为原料,选择烯丙基保护酚羟基,制备了2-(4-烯丙氧苯基)乙醇(2),后者经成苷及脱乙酰基得到中间体(3),采用并改进氯化钯/氯化亚铜法脱除(3)中的烯丙基,合成了红景天苷(4)。



在碳酸钾存在下,对-溴苯酚与烯丙基溴在丙酮中搅拌回流6h得到(1),(1)经过格氏反应方便地制备了2-(4-烯丙氧苯基)乙醇(2),在碳酸银催化下,(2)与2,3,4,6-四-O-乙酰基- α -D-溴代吡喃葡萄糖反应,产物不经分离纯化,直接用甲醇钠脱去乙酰基后快速柱色谱分离得到(3),(3)脱去烯丙基后即可得到红景天苷(4)。

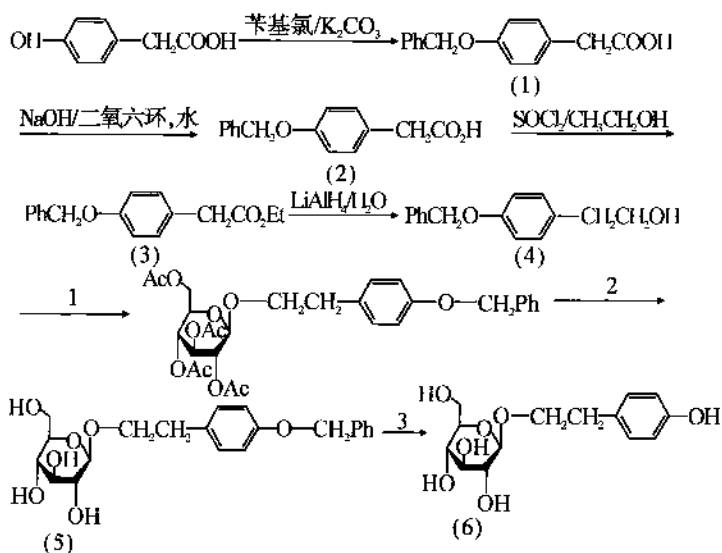
张莲姬等以对羟基苯乙酸为原料,合成了红景天苷,合成过程如下:

1. 对苯甲氧基苯乙酸苄基酯(1)的制备:5g 对羟基苯乙酸和 8.25mL 苄基氯,用 40mL DMF 进行溶解,加入 9g 无水碳酸钾,回流反应 1d,抽滤得(1)。

2. 对苯甲氧基苯乙酸(2)的制备:将 16.7g(1)溶解在 165mL 二氧六环和 56mL 水中,加 51mL,1N 的 NaOH,室温反应约 1d,反应液用乙酸乙酯萃取,水层用盐酸化至 pH 值约为 4,然后,用乙酸乙酯萃取水层,收集有机层,有机层用水洗涤,用无水硫酸钠干燥,过滤。减压浓缩得(2)。

3. 对苯甲氧基苯乙酸乙酯(3)的制备:将 5.71g(2)溶于 30mL 无水乙醇中,滴加二氯亚砷 1.88mL,室温反应约 12h,反应液经过碱化、萃取、干燥、减压浓缩得(3)。

4. 苄氧基苯乙醇(4)的制备:将 32mg LiAlH_4 溶于 20mL 无水乙醚中,用冰水冷却,滴加 0.33g(3)的无水乙醚溶液 30mL,室温反应 2h,滴加饱和硫酸钠溶液 20mL,过滤,滤液用乙醚萃取 2 次,收集乙醚层,醚层用水洗 1 次后,用饱和硫酸钠溶液洗涤至中性,用无水硫酸钠干燥,过滤,减压浓缩得白色固体(4)。



5.2-(4-苯甲氧苯基)乙基- β -D-吡喃葡萄糖苷(5)的制备:将 1mmol(4)溶于 40mL 无水苯中,在搅拌下加入 2.0mmol 四乙酰溴代葡萄糖和 1.2mmol 碳酸银后,室温反应 1d,将反应混合物先溶解在无水甲醇中,然后加 0.5mol 的甲醇钠溶液(将钠加在甲醇中制成的),室温下搅拌约 1d,反应完全,用 4N 盐酸酸化至 pH 值约为 7,过滤,滤液减压浓缩后得到黏稠状物质,加入水中搅拌,析出白色固体,抽滤,干燥得纯的产物(5)。

6. 红景天苷(6)的制备:将化合物(5)0.2g 溶于 20mL 无水甲醇中,加入 50mg 钨-碳(10%)催化剂,通氢气反应过夜,过滤,浓缩至干,得白色粉末。

王梦亮等以 D-葡萄糖和酪醇为底物探索了微生物催化合成红景天苷的方法。从红景天根系土壤中筛选出了 5 个菌株,比较了它们合成红景天苷的能力,确定了合成红景天苷的出发菌株,以 D-葡萄糖和酪醇为底物,研究了底物浓度、反应时间、细胞浓度和 pH 值对红景天苷产量的影响。结果表明,最适底物浓度为酪醇 5g/L, D-葡萄糖与酪醇的摩尔比为 1:1,酪醇浓度高于 5g/L 不利于菌体生长,最佳反应时间为 48h,最适细胞浓度为 150g/L,最适 pH 值为 7。红景天苷的最高产量为 0.7g/L。

1. 菌种分离和种子培养:称取红景天根系土样,加入无菌水中,于 28℃ 和 160r/min 下振荡 30min,得菌悬液,将菌悬液分别稀释至原浓度的 10^{-1} , 10^{-2} 和 10^{-3} 倍,分别取原液和稀释液,涂布 4 组(每组 3 个),添加 20% 红景天浸出液的 PDA 平板,28℃ 培养 4d,挑取单菌落,并在 PDA 平板上划线 2 次纯化,将纯化后的单菌落接种在斜面培养基中,30℃ 恒温培养 72h,在 250mL 的三角瓶中装入种子培养基,121℃ 灭菌 20min。用接种环挑取一环斜面菌种接种于种子培养基,于 30℃ 和 160r/min 下恒温振荡培养 48h。

2. 红景天苷合成反应:在 500mL 的三角瓶中装入 100mL 发酵培养基,121℃ 灭菌 20min,冷却后加入无菌的酪醇和 D-葡萄糖,将种子培养基中的菌体以 10% 的接种量接种于发酵培养基,在 30℃ 和 160r/min 下恒温振荡培养即得红景天苷。

参考文献

- [1] 邓吕国,孙殿甲,堵年生.重氮盐比色法测定红景天胶囊中酚性成分的含量.中成药,1995,17(6):36-37
- [2] 赵永焕,朱桂华,方明.红景天总有效成分测定方法的研究.黑龙江八一农垦大学学报,1998,10(4):59-63
- [3] 徐晓莹,李宝明,何丽一.红景天中红景天苷的薄层光密度测定法的研究.药物分析杂志,1996,16(4):272-273
- [4] 川亚辉,孟娟.塞北红景天的含量测定.实践医学杂志,2001,14(3):229-230
- [5] 宋玉成,马潇,罗兴平.野生与家种大花红景天的质量评价研究.中国药师,2004,18(2):123-124
- [6] 张桂燕,张早华,储戡农.红景天注射剂指纹图谱的 HPLC 研究.中成药,2004,26(4):259-262
- [7] 蔡鹰,张梅.红景天胶囊中红景天苷的含量测定.中国药师,2003,6(7):428-429
- [8] 薛科度,王亚洲.高效液相色谱-荧光检测法测定红景天苷的含量.药物分析杂志,2003,23(5):333-334
- [9] 蒋心惠,张丹.普藏红胶囊中红景天苷含量的高效液相色谱法测定.药物分析杂志,2002,22(3):193-195
- [10] 彭江南,陈浩,马成禹.高效液相色谱法测定红景天中红景天苷和酪醇的含量.药物分析杂志,1995,15(4):21-23
- [11] 刘晔,杨建云,王文波.RP-HPLC 法测定高山红景天中红景天苷含量的研究.中医药学刊,2002,20(6):863
- [12] 赵慧,贾凌云,孙长山,等.RP-HPLC 法测定复方红景天片中红景天苷的含量.沈阳药科大学学报,2005,22(1):23-25
- [13] 王洪伦,明永飞,李玉林,等.红景天中红景天苷和酪醇的毛细管电泳法分析.分析试验室,2005,24(1):40-41
- [14] 康胜利,王晋,张坚,等.气相色谱法测定红景天属植物中红景天苷及百脉根苷的含量.中国中药杂志,1998,23(6):365-366
- [15] 熊晓燕,向仕学,汤晓勤.保健酒中功效成分红景天苷的极谱分析.中国公共卫生,1998,14(12):749

- [16] 王运科,贾超,伟忠民.我国红景天苷含量测定的研究进展.锦州医学院学报,2006,27(3):51-52
- [17] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志:34卷,第一分册.科学出版社,1985:159-220
- [18] 张玉芬,杨文娣.红景天有效成分定量方法综述.人参研究,1997(2):4-6
- [19] 张无敌,刘世清.藏药红景天的开发利用.中国民族民间医药杂志,1995,12:7-8
- [20] 吴维春.长白山珍贵药用植物高山红景天.吉林科技出版社,1987
- [21] 徐宝军.红景天属植物研究新进展.中药材,2000,23(9):580-582
- [22] 邓昌国,孙殿甲,堵年生.红景天属主要有效成分的含量测定方法.特产研究,1995:30-31
- [23] 王曙,王锋鹏.红景天属植物化学成分研究概述.天然产物研究与开发,1991,12(3):58-65
- [24] 姜文华,孟晓婷,郝利铭,等.红景天素抗老化和抗痴呆效应的实验研究.白求恩医科大学学报,2001,27(2):127-129
- [25] 贾凌云,孙毅,王春阳,等.菊花总黄酮提取工艺研究.中药材,2003,1(26):35-37
- [26] 姜舜尧.HPLC法测定高山红景天胶囊中红景天苷的含量.中成药,2001,12(23):927-928
- [27] 赵慧,孙长山,贾凌云,等.正交试验优选红景天的提取工艺.中成药,2005,27(11):1344-1345
- [28] 西藏自治区革命卫生局,等.西藏常用中草药.西藏人民出版社,1973:74
- [29] 全国中草药汇编编写组.全国中草药汇编(下).人民卫生出版社,1978:282
- [30] 李建新,金永日,张宏桂,等.高山红景天茎叶的化学成分研究.中草药,1998,29(10):659-676
- [31] 陈纪军,陈金素,陈泗英,等.德钦红景天的化学成分.云南植物研究,1999,21(4):525-530
- [32] 刘俊岭,热娜,堵年生.帕米尔红景天化学成分的研究.天然产物研究与开发,1999,12(3):30-33
- [33] 邱林刚,陈金瑞,蒋思平,等.喜玛红景天的化学成分.云南植物研究,1989,11(2):219-222
- [34] 包文芳,吴维春,张薇.国产玫瑰红景天水溶性成分的分离与鉴定.中国药物化学杂志,2000,10(3):209-210
- [35] 李教社,王军宪,张晋秀,等.小丛红景天化学成分的研究.西安医科大学学

报,1997,18(3):368-370

- [36] 骆传环,舒融.红景天中糖组分的分析.中国医药工业杂志,1997,28(10):463-464
- [37] 王曙,王锋鹏.大花红景天化学成分的研究.药学学报,1992,27(2):117-120
- [38] 彭江南,马成禹,葛永潮.狭叶红景天的化学成分.中国中药志,1994,19(11):676-702
- [39] 周凌云,张祥华,陈昌祥.丽江产红景天的化学成分研究.天然产物研究与开发,2004,16(5):410-414
- [40] 彭江南,葛永潮,李晓晖.长鞭红景天化学成分的研究,1996,31(10):798-800
- [41] 阎吉昌,张宏,徐少敏,等.天然和人工培植红景天挥发油的对比研究.分析测试学报,1995,14(6):43-47
- [42] 康胜利.9种红景天中的生氰苷的含量分析.西北药学杂志,1997,12(1):14-15
- [43] 孙萍,李艳,崔琳.狭叶红景天多糖的微波提取及含量测定.基层中药杂志,2002,16(6):24-25
- [44] 王陆黎,蔡萝坤,秦佳梅,等.红景天各部位中28种无机元素的测定.白求恩医科大学学报,1993,19(6):554-555
- [45] 王陆黎,张甲生,肖国拾,等.红景天根中氨基酸含量测定.白求恩医科大学学报,1999,25(1):26-28
- [46] 张晓丹,余白云,张茹.红景天属植物的化学成分研究进展.航空航天医药,17(1):61-63
- [47] 陈胡兰,宋学伟,李远森,等.藏药大花红景天挥发油化学成分的气相色谱-质谱分析.华西药学杂志,2005,20(2):104-106
- [48] 吴忠,苏薇薇,王永刚.西藏红景天超临界CO₂萃取物的GC-MS分析.中国中药杂志,2004,29(3):239
- [49] 田军,鲍燕燕,王瑞冬.云南红景天挥发油化学成分研究.军事医学科学院院刊,2000,24(1):49
- [50] 中华人民共和国药典委员会.中华人民共和国药典(2005年版):一部.化学工业出版社,2005:附录106
- [51] Kurkin VA, Zapesochaya GG, et al. *Rhodiola rosea* rhizome flavonoids. Khim · Pri · Soedin, 1982, 18(5):514-581
- [52] 马忠武,何关福,吴莉莉,等.帕里红景天的化学成分研究.植物学报,1995,

37 (7):574-580

- [53] 刘志伟,姜华年. 菱叶红景天多糖的提取、纯化鉴定及理化特性研究. 食品科学,2005,26 (3):60-63
- [54] Yidong L, Peng N, Tashi T, et al. Interpopulation variability of rhizome essential oils in *Rhodiola crenulata* from Tibet and Yun-nan, China. Biochemical Systematics and Ecology,2004,32(6):611-614
- [55] Zhou RH. Resource of Chinese Traditional Medicine. China Medico-Pharmaceutical Science and Technology Publishing House,1993:280
- [56] 何广新,吉田隆志. 云南红景天化学成分的研究. 中成药,1995,17 (7):38
- [57] Vladimir D T, William W C, Elizabeth Y B, et al. Identification of unusual fatty acids of four alpine plant species from the Pamirs. Phytochemistry, 2004, 65 (19): 2695-2703
- [58] Mo SR, Lu B, Liang F. Effect of *Rhodiola sacra* S. H. Fu on heart hemodynamics and myocardial contractility. Chinese Journal of Clinical Rehabilitation, 2005, 9 (1): 204-206
- [59] 赵永焕,朱桂华,方明. 红景天总有效成分测定方法的研究. 黑龙江八一农垦大学学报,1998,10(4):59-63
- [60] 林鹏程,卢永昌,祁米香,等. 大花红景天中红景天甙最佳提取工艺的初步研究. 青海医学院学报,2004,25(2):112-115
- [61] 王威,刘传斌,修志龙. 高山红景天甙提取新工艺. 中草药,1999,30(11):824-826
- [62] 王洋,张璞,于涛,等. 高效液相色谱法测定红景天甙含量方法的研究. 植物研究,2001,21(1):113-115
- [63] 丁朝武. 红景天甙和红景天甙元标准品的制备方法研究. 分析测试学报,1997,16(1):38-41
- [64] 余华,何志礼. 红景天有效成分的提取和加工适应性研究. 工艺技术,2002,23(8):47-49
- [65] 王鲁石,王莉,鲁建江,等. 红景天叶多糖的微波提取及含量测定. 石河子大学学报:自然科学版,2003(3):18-19
- [66] 宋月英,韩慧文,郝素云,等. 红景天研究进展. 武警医学院学报,2004,13 (1):66-68
- [67] 李刚,张述禹. 藏药红景天的研究进展. 中国民族医药杂志,2004(7):40-42
- [68] 包文芳,李欣. 四种国产红景天中红景天甙的含量分析. 沈阳药科大学学报,1995,12(4):263

- [69] 刘世明,余满堂,张坚,等. HPLC 法检测红景天贮存期红景天苷的含量. 西北药学杂志,1996,11(6):243
- [70] 谷会岩,宫立冬,马玲. 高效毛细管电泳法测定高山红景天中红景天苷含量的比较研究. 植物研究,22(3):337
- [71] 安丰,岳松健,果德安. 薄层-紫外法测定 8 种红景天属植物中的红景天苷的含量. 中草药,1994,25(9):466
- [72] 吴锦健,邓昌国,孙殿甲. 比色法测定不同红景天药材中酚性成分的含量. 中成药,1996,18(9):47
- [73] 兰卫,赵文彬,秦冬梅,等. 微波法提取玫瑰红景天总黄酮和多糖. 中成药,2004,26(6):502
- [74] 李伯祥,胡月芬,王军宪,等. 小丛红景天中黄酮类成分的含量分析. 西北药学杂志,1997,12(4):156
- [75] 王化川,祖元刚,毛子军. 超临界 CO_2 萃取红景天苷、苷元酐醇的研究. 植物研究,2004,24(4):462-465
- [76] 聂建群,王保兴,汪旭,等. 微波辅助提取大花红景天中红景天苷的工艺研究. 食品研究与开发,2006,27(5):35-38
- [77] 孙萍,李艳,崔琳. 狭叶红景天多糖的微波提取及含量测定. 基层中药杂志,2002,16(6):24
- [78] 阮晓,侯平,王强,等. 新疆 6 种红景天属植物中微量元素和氨基酸含量分析. 光谱学与光谱分析,2001,21(4):542
- [79] 纪淑芳,周亚青. 红景天甙的合成. 沈阳药学院学报,1987,4(3):192-194
- [80] 李国青,李展. 红景天苷的合成方法的改进. 中国药物化学杂志,1996,6(2):136-137
- [81] 张三奇,尚岗伟,李中军,等. 合成红景天甙的合成新途径. 中国药物化学杂志,1997,7(4):256-273
- [82] 张莲姬,李雪梅,田官荣. 红景天甙的合成. 延边大学学报,28(2):97-105
- [83] 明海泉,夏光成,张瑞钧. 红景天研究进展. 中草药,1988,19(5):37-42
- [84] 宋丹青,甄济生. 红景天苷合成工艺的改进. 中国医药工业杂志,1998,29(10):446-447
- [85] 王梦尧,张芳,刘滇生. 微生物催化 D-葡萄糖与酐醇葡萄糖基转移合成红景天苷,2006,27(3):233-236

第五章 红景天指纹图谱与药材鉴别

第一节 红景天指纹图谱

我国是中医的发源地,使用中药已有几千年了,但由于中药组方配伍的复杂性和药材的不稳定性,中药质量控制手段相对缺乏科学性,而中药质量控制关系到国家中药的产业化、现代化和国际化进程,常用中药的质量评价一直是中药研究和应用中的难点和重点,加强中药质量评价的科学化与标准化是中药现代化的重要内容。对此,在基础研究的支持下,应用现代化科学手段,国际社会普遍采用的指纹图谱技术足现阶段可以全面反映中药内在质量的一个有效手段,当前色谱技术的多样化和检测能力的增强,为指纹图谱的研究和应用提供了技术支撑。

中药色谱指纹图谱是指某种或某产地中药及其制剂所共有的、具有特异性的组分群体经色谱测定得到的特征图谱或图像。通过对中药材或中成药经过适当的处理,应用一定的分析手段所得到的能够表示该药材或成药特性的共有峰的图谱,使中药一药一图,避免混淆。它是一种综合的、可量化的色谱鉴定手段,借以鉴别真伪、评价原料药材、半成品和成品质量的均一性和稳定性,其基本属性是整体性,建立的3个原则是系统性、特征性、稳定性。它从整体上把握质量,可使中药质量评价更科学化、标准化。因而,中药指纹图谱技术的研究应用,将加快中药现代化的步伐,实现中药国际化。

狭义的中药指纹图谱是指中药化学(成分)指纹图谱,广义的中药指纹图谱则可按应用对象、测定手段不同进行分类。按应用对象分为中药材(原料药材)指纹图谱、中药原料药(如饮片、配伍颗粒)指纹图谱和中药制剂指纹图谱。按测定手段又分为中药材化学(成分)指纹图谱和中药材DNA指纹图谱,即中药生物指纹图谱。

中药化学(成分)指纹图谱系指采用光谱、色谱和其他分析方法建立的用以表征中药化学成分特征的指纹图谱。目前获得指纹图谱的主要手段是光谱法和色谱法,光谱最常用的是红外光谱,色谱最常用的是薄层色谱(TLC)、气相色谱(GC)、高效液相色谱(HPLC)和毛细管电泳(CE)。其他方法包括波谱(紫外光谱、红外光谱、质谱和核磁共振)和联用技术。中药化学指纹图谱首推色谱法和联用技术。HPLC 适用于非挥发性成分,中药大部分化学成分均可用 HPLC 法得出良好的指纹图谱,因此,目前使用最多的中药化学指纹图谱是用 HPLC 方法建立的。

中药化学成分色谱指纹图谱发展最快的是高效液相指纹图谱。HPLC 具有很高的分离度,可把复杂的化学成分进行分离而使其形成的高低不同的峰组成一张色谱图,这些色谱峰的高度和峰面积分别代表了各种不同化学成分和其含量。整个色谱图表征了该样品所含化学成分的多少和量的多少。由此可见,HPLC 指纹图谱不但特征地体现各种化学成分的个数和相对位置(保留时间可作定性鉴别使用),还体现了量的概念。峰的高度和峰面积表征了某个化学成分的含量,而各峰的峰高的比值体现了各种化学成分间的相对含量;量的引入、定性、定量的结合赋予中药指纹图谱更大的功效。中药指纹图谱不仅可以进行个体、某物种的“唯一性”的鉴定,还可以将“量”的特征和其他体系挂钩,例如和药效研究挂钩。

中药生物指纹图谱包括中药材 DNA 指纹图谱和研究中的中药基因组学指纹图谱、中药蛋白组学指纹图谱,其中中药基因组学图谱和中药蛋白组学指纹图谱系指用中药制剂作用于特定细胞或动物后,引起基因和蛋白的复杂变化情况。中药材 DNA 指纹图谱主要是根据不同生物体具有各自相对稳定的 DNA 序列,利用现代分子生物学技术构建的 DNA 图谱,由于每个物种基因的唯一性和遗传性,具有灵敏性强、特异性强的特点,中药材 DNA 指纹图谱可用于对中药材的种属鉴定、植物分类和品质研究。它对中药材 GAP 基地建设、中药材种植规范、选择优良种质资源和药材道地性研究极为有用,而中药材化学指纹图谱对控制中药材质量具有比 DNA 指纹图谱更直接、更重要的意义。目前应用到 DNA 指纹图谱的分子标记技术有限制性长度多态性(RFLP)、随机扩增多态性 DNA(RAPD)、序列标志位点(STS)、扩增片

段长度多态性(AFLP),常用的方法是 RFLP 和 RAPD,RFLP 技术繁琐,要求 DNA 量大且材料必须新鲜,其应用不够普遍;而 RAPD 可以在特异 DNA 序列尚不清楚情况下检测 DNA 的多态性,分析的是基因型而非表现型,结果不受材料来源、环境因素、样品形态等影响,前景广阔。

振荡技术是近年来研究较为活跃的新领域,其具有选择性高、灵敏度好,设备投资小,对化学组分敏感等特点。它以有机物为振荡底物,在化学振荡器“ $\text{BrO}_3 - \text{Mn}^{2+} - \text{H}^+ - \text{丙酮}$ ”体系中,通过调整振荡体系中各种物质的浓度,使其呈现出特征振荡波形。因此,这种振荡波形使振荡体系中所有物质共同作用的结果。如果固定振荡体系中“ $\text{BrO}_3 - \text{Mn}^{2+} - \text{H}^+ - \text{丙酮}$ ”的浓度,而只改变有机底物的种类和浓度,所获得的振荡波形无疑就是该物质的特征波形。利用化学振荡的这一特点,在不改变“ $\text{BrO}_3 - \text{Mn}^{2+} - \text{H}^+ - \text{丙酮}$ ”浓度的前提下,以中药为振荡底物,可获得不同中药的特征振荡波形,称为该中药的化学振荡指纹图谱。中药的化学振荡指纹图谱是中药中所含成分共同作用的结果,是中药特性的体现,即使所含主要化学成分相同,其振荡图谱也极具特色。因此,用振荡指纹图谱可鉴定中药。

指纹图谱经过数据处理分析后,可以较全面地反映中药材或中成药所含的化学成分的种类和数量,进而反映中药材或中成药的质量和中医用药所体现的整体疗效,更具有科学性和全面性。李维卫等报道了青藏高原红景天药材的 HPLC 指纹图谱,研究了狭叶红景天、六叶红景天等 10 种药材的高效液相指纹图谱,分析并比较了 10 种红景天化学成分间的差异,不同样品共有 8 个共有峰,如图 5-1 所示。结果表明,在中药成分不完全明确的情况下,利用其指纹图谱来判别红景天药材的优劣是切实可行的。吴启勋等研究了青藏高原 16 种红景天样品的 HPLC 指纹图谱,通过比较发现红景天样品有 13 个主要共有峰,并进行了重叠率、相似度分析、聚类分析等综合数据处理分析,可应用于青藏高原红景天药材的质量鉴别,为不同品种红景天及不同产地样品之间的鉴别提供了科学依据,如图 5-2 所示。张桂燕等报道了红景天注射剂的 HPLC 指纹图谱,确定了注射剂的 17 个共有峰,研究结果进一步表明色谱指纹图谱可全面反映中药提取液在给定条件下所得的化学成分及含量的情况,可反映该药的特性。虞泓采用

RAPD 技术对云南 3 种常见药用红景天的 6 个居群 59 个红景天样品进行了遗传关系研究,RAPD 分子标记技术在分子水平上可很好地用于红景天物种的分子鉴定和遗传背景研究。

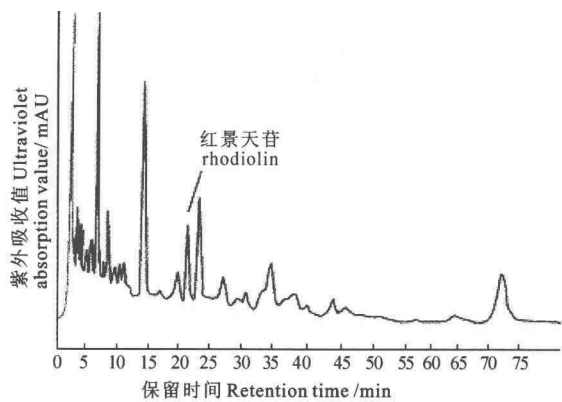


图 5 - 1 红景天指纹图谱

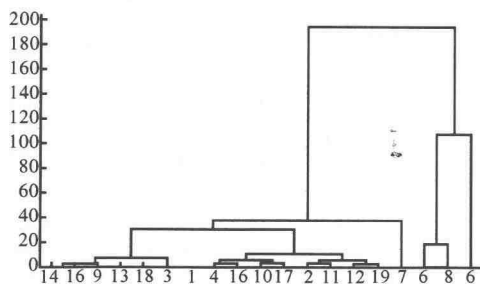
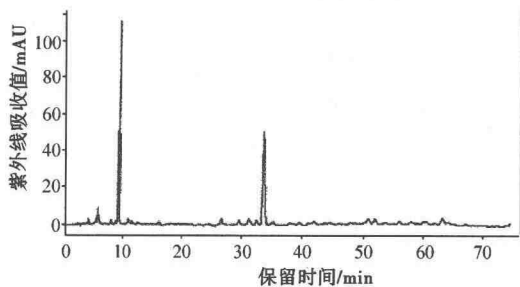


图 5 - 2 红景天样品指纹图谱及聚类谱系图

目前虽然关于红景天药材指纹图谱的研究很多,但红景天药材不

仅产地多样,而且品种也较复杂,除大花红景天、狭叶红景天等主流红景天品种外,还有唐古特红景天、小丛红景天、异齿红景天、高山红景天等非主流红景天品种,对照指纹图谱的选取是很重要的,因为相似度分析是以对照指纹图谱作为比较标准的。一般来说共有模式比选择一个有典型意义的指纹图谱作为对照指纹图谱要更具代表性,因共有模式代表或集中了一批同种属不同产地样品的共同特征,可直接用于待鉴别样品的鉴别。只有将红景天药材中的成分较好地分离、选取合适的对照指纹图谱,对指纹图谱特征峰有良好的综合数据分析系统、较好地反映图谱间的整体相似性,才可以将指纹图谱作为药材鉴别和质量评价的科学依据。

第二节 红景天药材鉴别

我国红景天属植物来源复杂,商品药材种类多,但不同种类红景天的疗效不尽相同,相似功效的种类由于药用成分及含量存在差异,品质也不一样,个别品种还含有有毒成分。为确保红景天药材使用安全有效,对红景天药材进行分类和正确鉴定就显得尤为重要。

红景天的鉴别方法很多,有性状鉴别、显微鉴别、色谱鉴别和分子生物技术等。

一、性状鉴别

红景天根茎一般呈圆柱形,粗短,略弯曲,表皮棕色或褐色,粗糙有褶皱,剥开外皮有一层膜质黄色表皮且具粉红色花纹,断面粉红色或紫红色,有一环纹,质轻,疏松。主根呈圆柱形,粗短,断面橙红色或紫红色,有时具裂隙。气芳香,味微苦涩,后味甜。

二、显微鉴别

(一)红景天(*Rhodiola rosea*)

根茎横切片:在显微镜下观察,可以看到12~16列木栓层细胞,皮层约占半径的1/4,皮层内可见大小不等的枝迹。异型维管束2~5个,均为无限外韧型。根茎中心部位散布有较多的外韧型维管束和少

数周韧维管束。无髓,各部薄壁组织内含有细小的草酸钙方晶。见图 5-3。

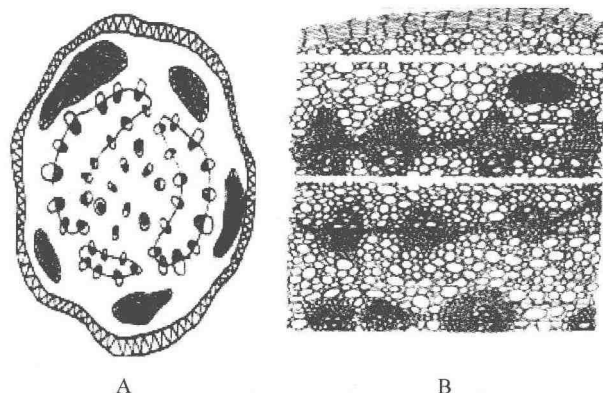


图 5-3 红景天根茎横切面图

幼根的横切片:可以见到木栓层细胞 8~13 列;皮层约占半径的 1/6,韧皮部较狭窄,约占半径的 1/6,筛管群及韧皮薄壁细胞较小,纵向排列。形成层明显,环状。木质部约占半径 2/3,由导管及木薄壁细胞组成,导管径向排列,维管束为无限外韧形。老根的本层和木质部中均可见木栓环,与形成层呈同心环状,木栓环由 5~7 层木栓化细胞组成。薄壁细胞中含有众多淀粉粒。各部薄壁组织中均分布有油细胞。见图 5-4。

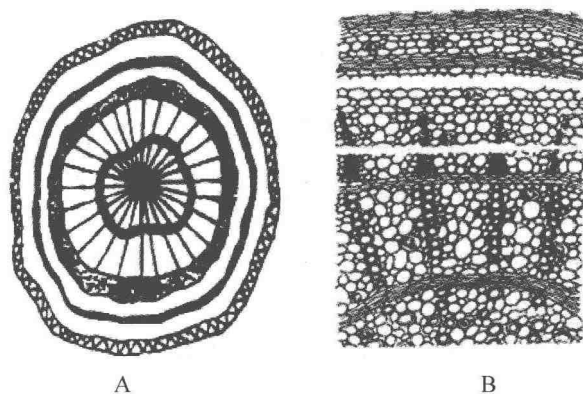


图 5-4 红景天根横切面图

药材粉末特征:红景天根茎粉末呈灰白色,导管众多,主要为螺旋纹,薄壁细胞内有细小草酸钙方晶。色素块不规则,多见。木栓细胞黄棕色,多角形。淀粉粒椭圆形或尖圆形,多为单粒,偶尔见有复粒,见图5-5。

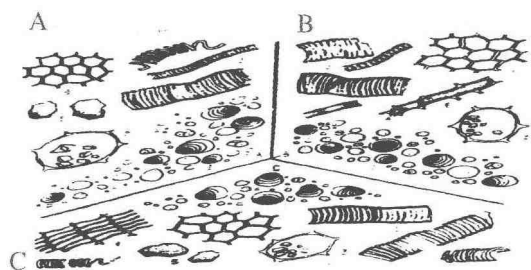


图5-5 3种红景天根茎粉末特征图

A. 红景天 B. 狭叶红景天 C. 小丛红景天

(二) 狭叶红景天 (*Rhodiola kirilowii*)

根和根茎的横切面特征:与红景天基本相同,根茎的皮层中枝迹1~3个不等,根的横切面在老根中仅木质部有木栓环1~2个。

根茎粉末:呈红棕色,导管主要为螺旋纹,直径4.5~12.9 μm ;其次为网纹导管,直径14.2~19.4 μm ,偶尔见到环纹导管。色素细胞长管状;淀粉粒直径6.5~12.9 μm ,草酸钙方晶直径为2.6~3.9 μm 。见图5-6。

根的粉末:为棕褐色,导管类型为螺旋纹和网纹2种,淀粉粒多为圆形单粒。偶尔可见由2个单粒组成的复粒淀粉,见图5-6。

(三) 库页红景天 (*Rhodiola sachalinensis*)

根茎横切面:显微镜下观察,可见根茎的木栓层较厚,由20余列细胞组成,皮层发达,内有枝迹维管束和根迹维管束。根茎维管束为无限外韧型,环状排列,木质部中有纤维束,其外围为木栓环围绕。髓发达,髓中有异型维管束,为无限内韧型髓。皮层薄壁细胞内常含有较多草酸钙方晶。

根横切面:可见木栓层由3~14列细胞组成,常在表皮、韧皮部中有新木栓层。皮层较薄,少数薄壁细胞中含有单个草酸钙方晶或不规则结晶。韧皮部沿径向呈细条状排列,少数成束,少数薄壁细胞中含

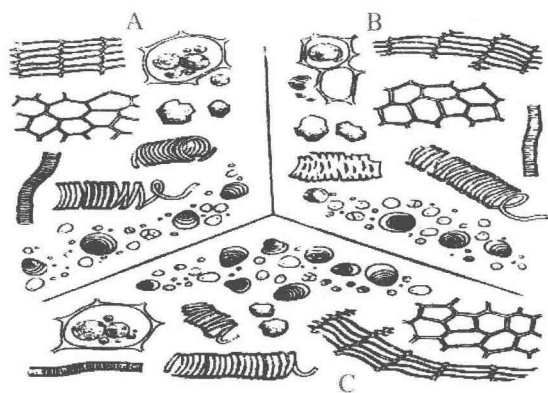


图 5-6 3 种红景天根粉末特征图

A. 红景天 B. 狭叶红景天 C. 小丛红景天

方晶,形成层呈环状。木质部居中,木质部束较多,狭窄,扇形,并不断分叉,导管口径小。维管射线明显,排列不整齐。多数木质部中心常枯朽,枯朽边缘常形成 3~8 层木栓细胞环,外环有 1 层具有分生能力的细胞。

药材粉末:外观呈黄褐色或棕褐色。将药材粉末按常规制片,在显微镜下观察,其淀粉粒多呈单粒,偶见复粒,圆形或类圆形,淀粉粒层纹不明显,脐点点状、飞鸟状、一字形或不明显。木栓细胞淡棕色或棕黄色,多为长方形或不规则形,排列较规则或不规则,胞腔内含有棕色物。纤维少数,胞腔线形,壁孔明显或不明显。导管多为螺纹、梯纹导管,少数为网纹或具缘纹孔导管。草酸钙方晶呈方形或不规则形状。

(四) 大花红景天 (*Rhodiola crenulata*)

根横切面:木栓层 5~8 列细胞,栓内层细胞椭圆形、类圆形。中柱占绝大部分,有多数维管束排列成 2~4 轮环,外轮维管束较大,为外韧型;内侧 2~3 轮维管束渐小,为周木型。

根茎横切面:老根茎有 2~3 条木栓层带,嫩根茎无木栓层带。中柱占根茎的大部分,散生维管束,最外侧有外韧型维管束,放射状排列成环。韧皮部较狭窄,木质部导管 5 至数个相聚,稀疏排列。射线 2~4 列细胞。内侧为周木型维管束,星状排列。薄壁细胞含有棕色分泌

物。髓部宽广,散生维管束。

中药性状鉴定和显微鉴定为中药鉴定的传统方法,在中药鉴定中占有十分重要的地位,在红景天药材鉴定上,同样是最简单有效的方法。

原药材性状鉴定可以区分大部分红景天,但是有些红景天品种之间的区别并不十分明显,例如红景天和狭叶红景天,加之药材加工增加了性状鉴定的难度,因此显微鉴定是性状鉴定的必要补充。各种红景天粉末制片鉴别不明显,根横切面均为双子叶植物的正常构造,区别不大。相比而言,根茎横切面具有较明显的鉴别特征,可以依据髓部异常维管束的排列方式、多少,木栓组织环的有无、位置、形状和数量等鉴别不同品种的红景天药材。

三、色谱鉴别

现代色谱用于中药鉴定,为中药鉴定开辟了一条新思路。传统鉴定方法在实际工作中有一定的局限性,它需要具有一定的专业知识背景的科研人员,从某种程度上,不利于红景天药材的质量标准现代化。近年来,不少科研工作者将现代分析仪器和方法、技术运用到红景天药材的品种鉴别上,拓宽了红景天的鉴定研究范围。

(一) 薄层色谱

1. 红景天药材的薄层色谱

红景天样品加甲醇 10mL,超声提取 30min,得供试品溶液。吸取供试品溶液及红景天苷对照品溶液各 10 μ L,分别点于同一羧甲基纤维素钠为黏合剂的硅胶 G 薄层板上,以三氯甲烷-甲醇-丙酮-水(6:3:1:1)的下层溶液为展开剂,展开,取出,晾干,置碘蒸气中熏。供试品色谱与对照品色谱在相应的位置,显相同的颜色。

2. 红景天复方制剂的薄层色谱

红景天片剂用 70% 乙醇超声处理 15min,滤过,取滤液,蒸干,残渣加甲醇 1mL 溶解,为供试品溶液。另取去红景天的阴性片剂,同上法处理,为阴性样品供试液。照薄层色谱法试验,吸取红景天片剂样品、阴性样品,红景天对照药材、红景天苷对照品溶液各 10 μ L,分别点于同一硅胶 G 薄板上,展开剂为甲醇-氯仿(1:4)展开。取出,晾干,

喷以 5% 香草醛硫酸溶液,在 105℃ 烘数分钟,供试品色谱中,在与对照药材,对照品相应的位置上,显相同颜色的斑点,阴性样品则无。见图 5-7。

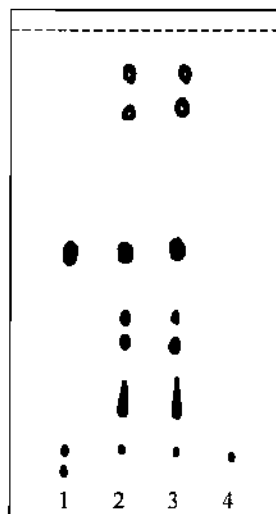


图 5-7 红景天片薄层色谱图

1. 红景天苷 2. 红景天片

3. 红景天对照药材 4. 缺红景天阴性对照

取红景天酊剂 5mL, 蒸干, 残渣加甲醇 5mL, 在水浴中加温溶解, 滤过, 滤液作为供试品溶液。照薄层色谱法试验, 吸取样品和红景天苷对照品溶液各 5~10 μ L, 分别点于同一硅胶 G 薄层板上, 以氯仿-甲醇(8:2)为展开剂, 展开, 取出晾干, 以碘蒸气熏至斑点清晰, 供试品色谱与对照品色谱在相应的位置上显相同颜色的斑点(见图 5-8)。

复方红景天冲剂含有高山红景天、淫羊藿等 7 位中药组成的复方制剂, 组分多, 干扰大。刘玉珍等对其采用 70% 乙醇提取, 正丁醇萃取, D-101 大孔树脂纯化后 TLC 鉴别, 提高了鉴别效率, 有效地控制了产品的质量。胡馨等将红景天片剂研细, 用 70% 乙醇超声处理, 过滤, 滤液蒸干, 用甲醇溶解, 作为供试液。硅胶 G 薄层色谱板, 展开剂甲醇:氯仿 1:4, 显色剂 5% 香草醛硫酸溶液, 105℃ 烘数分钟, 亦能将红景天有效地鉴别。

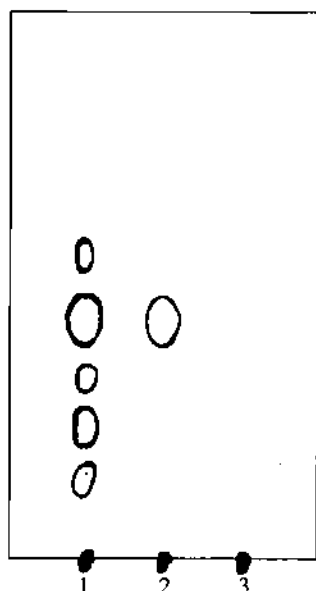


图 5-8 红景天酊剂薄层色谱图

1. 红景天酊剂 2. 红景天苷 3. 阴性对照

(二) 高效液相色谱

王强等运用 RP-HPLC 对采集于新疆天山地区的红景天、条叶红景天、优美红景天等 10 种野生红景天属植物进行分析,将色谱图根据聚类分析和相似度分析处理,能正确区分出这 10 种红景天。

(三) 核磁共振谱

王思宏等采用总提取物通用方法,薄层色谱处理后,运用液-质联用技术,对比分析长白山地区分布的高山红景天和长白红景天,两者的谱图轮廓相似,说明高山红景天和长白红景天有亲缘关系,但是高山红景天有效成分红景天苷具有明显的核磁共振特征图谱,而长白红景天红景天苷具有不明显的核磁共振特征图谱,且红景天苷的特征吸收不明显,以此鉴定高山红景天真伪。

(四) 红外光谱

王思宏等通过实验分别对长白山地区的野生和栽培高山红景天和长白红景天的石油醚、氯仿、甲醇提取物进行了傅里叶变换红外光谱法测定。结果表明,长白山地区的野生和栽培高山红景天和长白红

景天的红外光谱图谱有明显不同,亦可作为鉴别其品种或评价其质量的一种手段。

四、分子生物技术

随着现代分子生物技术的迅猛发展,分子生物技术逐渐深入到中药鉴定领域。它的出现为中药品种鉴定提供了有效的手段。倪念春等运用 PCR 产物直接测序法,测定大花红景天与长鞭红景天、云南红景天等云南常见药用红景天及景天属的长丝景天的核糖体内转录间隔区序列,并作同源性分析,序列比较的结果表明:红景天属样品的 ITS 序列与长丝景天有显著差别;红景天属内各种序列差异虽小,却存在显著而稳定的差别,从而准确鉴定出各种药用红景天植物。虞泓等利用 RAPD 技术对云南常见药用红景天原植物的 3 个种 6 个居群 59 个个体进行了随机引物扩增,对红景天不同种、不同居群间的亲缘关系和遗传多样性进行了探讨。该实验通过红景天居群的遗传多样性及基因型的聚类分析,明确区分了不同种的红景天属植物,并且表明 RAPD 分子标记对同种红景天不同居群有较好的鉴别力。

胡挺松等采用 RAPD 技术对红景天属 4 种药用植物进行分子水平鉴定,从红景天的 RAPD 扩增结果显示:用 OPA₄ 等作随机扩增引物进行随机扩增时,可得到识别这些物种基因组 DNA 的多态片段,从而将 4 种红景天属植物区分开。

红景天在清肺热、抗肿瘤、抗衰老、心血管方面的作用已经越来越引起人们的重视。红景天的药效取决于红景天的品质,红景天的品质取决于有效成分的种类及含量。对于红景天药材的鉴定研究,有必要综合运用性状鉴定、显微鉴定、色谱鉴定及分子生物技术对野生资源的种类、亲缘关系、分类地位、野生资源的生境、药材道地性等情况进行考察研究,并力求建立红景天属植物的种质资源库,保护有限的红景天资源。

参 考 文 献

- [1] 张桂燕,张早华,储戟农.红景天注射剂指纹图谱的 HPLC 研究.中成药,2004,26(4):259-261

- [2] 安燕,李海丽,于军. 建立中药指纹图谱的一般方法. 青海师范大学学报,2006 (5):87-89
- [3] 李维卫,胡凤祖,陈世龙,等. 青藏高原红景天药材的 HPLC 指纹图谱. 西北植物学报,2004,24(9):1744-1747
- [4] 吴启勋,安燕,高锦红,等. 青藏高原红景天药材的高效液相色谱指纹图谱研究. 西南民族大学学报,2006,32:72-77
- [5] 李克,王曙东,宋炳. 中药指纹图谱及其对中药发展的影响. 中草药,2002,33 (11):961-963
- [6] 石志红,何建涛,常文保. 中药指纹图谱技术. 大学化学,2004,19(1):33-39
- [7] 李克,王曙东. 中药指纹图谱研究的有关技术要点探讨. 中草药,2003,34 (11):8-10
- [8] 吴启勋,张世芝,安燕. 中国盐湖水化学类型的多元统计分类法. 分析化学, 2005,33(3):433
- [9] 陈玉婷,谷燕莉,李佳. HPLC 测定红景天药材主流品种及同属 5 种植物的红景天苷含量. 北京中医药大学学报,2003,26(6):48-51
- [10] 国家食品药品监督管理局. 中药注射剂色谱指纹图谱研究操作规程指南(试行). 中成药,2000,22(10):671-675
- [11] 王龙星,肖红斌. 一种评价中药色谱指纹图谱相似性的新方法:向量夹角法. 药学报,2002,37(9):713-717
- [12] 宋桂英,李九丹. 不同的红景天不尽一样的疗效. 中国民族民间医药杂志, 2004,6(7):78
- [13] 康胜利,张坚,刘风云,等. 狭叶红景天中的生肌苷. 青海医药杂志,1995,25 (8):59
- [14] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第 34 卷,第 1 分册. 科学出版社,1984:161
- [15] 贾国夫. 大花红景天的生药鉴定研究. 四川草原,2002,4:53-61
- [16] 宋文香. 长白山区高山红景天根茎的显微特征. 中药材,1998,21(5):229
- [17] 王桂芹,赵岩,段亚军. 高山红景天解剖学研究. 植物研究,2004,24(1):93
- [18] 杨卉. 狭叶红景天的生药鉴定. 中国民族医药杂志,1997(3)增刊:152
- [19] 程莲银,罗毅,詹亚华. 菱叶红景天形态组织学研究. 湖北中医学院学报, 1999,1(2):41
- [20] 罗毅,程艳芹,詹亚华,等. 菱叶红景天的显微鉴定. 中药材,2001,24(9):633
- [21] 包文芳,吴维春,李葆华,等. 抗疲劳药用植物红景天. 人民军医出版社, 2003:1

- [22] 谷艳丽. 红景天的品种整理与质量研究. 北京中医药大学硕士论文, 2003
- [23] 刘玉珍, 洪梅, 耿红, 等. 复方红景天冲剂的薄层色谱鉴别. 中成药, 1997, 19(11): 16
- [24] 胡馨, 张国明, 童月建. 红景天片剂薄层鉴别及红景天苷的含量测定. 中成药, 2000, 22(11): 808
- [25] Wang Qiang, Ruan Xiao, Jin Zhi-hua, et al. Identification of *Rhodiola* species by using RP-HPLC. Journal of Zhejiang University Science, 2005, 6(6): 477
- [26] 王思宏, 尹秀梅, 张艳春, 等. 长白山地区高山红景天的核磁共振特征图谱的研究. 中草药, 2002, 33(9): 846
- [27] 王思宏, 尹起范, 范艳玲. 长白山地区几种红景天品种的傅里叶变换红外光谱法鉴别研究. 光谱学与光谱分析, 2004, 24(8): 957
- [28] 倪念春, 王卫华. 云南常见药用红景天的分子鉴定研究. 山西中医学院学报, 2005, 5(3): 48
- [29] 虞泓, 朱荣勋, 李永谊, 等. 云南常见药用红景天的 RAPD 分析. 中草药, 2005, 36(1): 96
- [30] 胡挺松, 陆一鸣, 马兰青, 等. 红景天属 4 种植物 RAPD 分析与分类鉴定. 中草药, 2004, 35(11): 1286
- [31] 包文芳, 李欣. 四种国产红景天中红景天苷的含量分析. 沈阳药科大学学报, 1995, 12(4): 263
- [32] 刘世明, 余满堂, 张坚, 等. HPLC 法检测红景天贮存期红景天苷的含量. 西北药学杂志, 1996, 11(6): 243
- [33] 谷会岩, 宫立冬, 马玲. 高效毛细管电泳法测定高山红景天中红景天苷含量的比较研究. 植物研究, 2002, 22(3): 337
- [34] 安丰, 岳松健, 果德安. 薄层-紫外法测定 8 种红景天属植物中的红景天苷的含量. 中草药, 1994, 25(9): 466
- [35] 吴锦健, 邓昌国, 孙殿甲. 比色法测定不同红景天药材中酚性成分的含量. 中成药, 1996, 18(9): 47

第六章 红景天的药理研究

自从 20 世纪 60 年代起,红景天就得到前苏联科学家的极大重视,最早的红景天药理学资料主要来自前苏联。我国对红景天的研究始于 80 年代初,1998 年以前,国内进行的红景天药理研究,以研究其“适应原”样作用居多,其主要作用为抗缺氧、抗疲劳、抗微波辐射等。

第一节 抗应激作用

各种应激因子是许多疾病的重要致病因素之一,所谓抗应激(如抗缺氧、抗疲劳、抗高温、抗低温、抗疲劳等)是非特异地增强机体对外界有害刺激的抵抗力。

人体进入高原低氧环境中,机体各脏器生理功能均处于较低水平,脑功能及运动能力同样受到不可抵御的缺氧制约,导致出现一系列“乏氧性低能”状态。与同类高原抗低氧药物比较,红景天的作用最为突出。红景天可加速肾上腺皮质从耗竭状态中恢复到正常状态,改善机体组织器官的供氧,通过抑制缺氧造成的血液流变学的变性改变来实现其抗缺氧作用,有利于机体提高抗应激能力。红景天可通过预防毛细血管的收缩而加快血液循环,提高对低氧环境的适应性。红景天苷可显著抑制缺氧对肺动脉平滑肌(pulmonary artery smooth muscle cell, PASM)增殖和 DNA 合成的促进作用,抑制缺氧所致的 G_2/M 期细胞比例增多,使更多的 PASM 处于 G_0/G_1 期,抑制 PASM 的增殖,从而可能对缺氧性肺动脉壁增厚和肺动脉高压的发生与发展起防治作用。

当寒冷刺激作用于机体后,机体发生一系列相应的保护性应激反应,红景天可以提高机体抗应激能力,可增强低温条件下人体抗寒能力,加速建立冷适应能力,能明显提高小鼠在高原和寒冷条件下的生

存率。其机制可能与红景天维持机体平衡,进行双向调节有关。双向调节就是使偏离正常的指标恢复或趋向于正常。

一、红景天胶囊抗缺氧实验

小鼠缺氧模型有好多种,静脉注射空气可以引起心脑血管缺氧,腹腔注射异丙肾上腺素(ISO)可以引起心肌缺氧,腹腔注射亚硝酸钠可以引起组织细胞外液缺氧,皮下注射 KCN 可引起组织细胞内液缺氧,结扎双侧颈动脉可以引起脑缺氧,断头可引起急性脑缺氧,实验时可以根据需要建立不同的缺氧模型。

1. 小鼠常压耐缺氧实验

将小鼠按体重随机分为对照组和红景天胶囊高、低剂量组。于末次给药 1 h 后,将小鼠单个放入盛有 10 g 钠石灰的 250 mL 具塞磨口广口瓶中(广口瓶用前均盛水,以校正容量),瓶口用凡士林密封,以呼吸停止为指标,记录小鼠的存活时间。

结果显示红景天胶囊组的小鼠密闭缺氧存活时间显著高于对照组($P < 0.05$),说明红景天胶囊能提高小鼠的耐缺氧能力,增强机体抵御缺氧这种不良环境的适应能力。结果见表 6-1。

表 6-1 红景天胶囊对小鼠常压耐缺氧能力的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数/只	灌胃剂量 /(mg/kg)	存活时间/min
对照组	10	—	18.04 ± 1.55
低剂量组	10	0.5	$24.93 \pm 3.87^*$
高剂量组	10	1	$31.99 \pm 5.33^*$

注:与对照组相比 $*P < 0.05$ 。

2. 亚硝酸钠中毒缺氧试验

取小鼠 30 只(对照、高剂量、低剂量组各 10 只),于末次给药 1 h 后,各组小鼠均腹腔注射 400 mg/kg 亚硝酸钠,记录小鼠存活时间。结果显示红景天胶囊组小鼠较对照组小鼠存活时间长且有显著性差

异,说明红景天胶囊对小鼠的亚硝酸钠中毒缺氧有一定的缓解作用,结果见表6-2。

表6-2 红景天胶囊对小鼠亚硝酸钠中毒缺氧的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数/只	灌胃剂量 /(mg/kg)	存活时间 /min
对照组	10	—	15.2 ± 1.64
低剂量组	10	0.5	20.5 ± 2.88**
高剂量组	10	1.0	21.2 ± 3.31**

注:与对照组相比 ** $P < 0.01$ 。

二、红景天胶囊耐高温和耐低温的作用

1. 小鼠耐低温试验

取实验组小鼠30只(对照、高低剂量各10只),于末次给药30 min后,将小鼠分格放入-30 ~ -25℃的低温冰箱中,每10 min观察一次,记录小鼠存活时间。结果显示红景天胶囊能明显延长低温下小鼠的存活时间,说明红景天胶囊具有明显的抗寒冷作用,结果见表6-3。

表6-3 红景天胶囊的耐寒冷作用($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数/只	灌胃剂量 /(mg/kg)	存活时间 /min
对照组	10	—	96.6 ± 9.34
低剂量组	10	0.5	132.4 ± 6.95**
高剂量组	10	1.0	134.2 ± 12.69**

注:与对照组相比 ** $P < 0.01$ 。

2. 小鼠耐高温试验

取实验组小鼠30只(对照、高低剂量各10只),于末次给药30 min后,将小鼠放入45 ~ 50℃的恒温箱内,观察死亡情况,记录小鼠在

高温条件下的存活时间,结果见表6-4。

表6-4 红景天胶囊的耐高温作用($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数/只	灌胃剂量 /(mg/kg)	耐高温时间 /min
对照组	10	—	67.1 $\pm$ 5.59
低剂量组	10	0.5	83.2 $\pm$ 3.56 ^{**}
高剂量组	10	1.0	85.4 $\pm$ 4.16 ^{**}

注:与对照组相比^{**} $P < 0.01$ 。

由表可见,红景天胶囊0.5 g/kg 和1.0 g/kg 能明显延长高温下小鼠的存活时间,说明红景天胶囊具有明显的耐高温作用。

3. 小鼠血红蛋白含量测定(高铁氰化法)

于末次给药30 min 后,小鼠眼眶内眦采血测定血红蛋白含量,取20 μ L 全血加血红蛋白稀释应用液5 mL,回洗3次,混匀后静置5 min,蒸馏水调零,540 nm,1 cm 光径比色杯比色,测各管吸光度。血红蛋白含量(g/L) = 测得的吸光度值 $\times$ 367.7。结果显示红景天胶囊有提高小鼠血红蛋白含量的作用,结果见表6-5。

表6-5 红景天胶囊对小鼠血红蛋白含量的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数 /只	灌胃剂量 /(mg/kg)	血红蛋白含量 /(g/L)
对照组	10	—	14.55 $\pm$ 0.63
低剂量组	10	0.5	16.05 $\pm$ 1.19 [*]
高剂量组	10	1.0	16.5 $\pm$ 0.82 [*]

注:与对照组相比^{*} $P < 0.05$ 。

三、讨论

常压密闭缺氧为非特异性缺氧,实验数据显示红景天胶囊能显著延长小鼠的常压耐缺氧存活时间,而且灌胃红景天胶囊组小鼠较对照

组小鼠出现紫绀的时间较晚,紫绀时皮肤黏膜呈现紫蓝色,是缺氧的症状之一,由动脉血氧饱和度降低所致(动脉血氧饱和度是指单位血红蛋白含氧的百分数,正常值为96.2%)。当血氧饱和度低于75%时,则可出现紫绀。缺氧是临床上经常遇到的一个问题。缺氧可以引起呼吸困难、紫绀、心律紊乱、脑水肿肾脏损害以及全身代谢障碍。据研究,体内每分钟平均消耗氧气200 ml,如果停止供氧,体内贮存的氧气仅能维持3 min,从而说明红景天胶囊可能对脑缺氧或心肌缺血具有改善作用。

亚硝酸钠中毒属于组织细胞外液缺氧,NaNO₂大量进入机体可使血红蛋白变成高铁血红蛋白,导致氧离曲线左移,使其失去携氧能力,而致组织细胞缺氧,并降低氧的利用能力。实验结果表明,红景天胶囊能延长亚硝酸钠中毒小鼠的存活时间,表明其能改善组织代谢过程中发生的障碍,提高心脑血管组织对缺氧的耐受力,有利于血氧的供求平衡。

红景天胶囊高、低剂量组均能显著增加血液中血红蛋白的含量,血红蛋白浓度升高加强了血液携带氧气的机能,增加了机体的抗缺氧能力。

当寒冷、高温刺激作用于机体后,机体发生一系列相应的保护性应激反应,此时肾上腺皮质激素分泌增加,有利于机体抵抗应激作用,有利于机体提高抗应激能力。

第二节 抗疲劳作用

一、疲劳的概念

疲劳是指机体生理过程不能持续其机能某一特定的水平和/或不能维持预定的运动强度。运动性疲劳可分为躯体性疲劳和心理性疲劳。躯体性疲劳主要表现为运动能力下降,心理性疲劳主要表现为行为的改变。所谓抗疲劳,就是延缓疲劳的产生和/或加速疲劳的消除。

躯体性疲劳是由运动引起机体一系列生化改变而导致的肌肉力量下降。因此,疲劳的评价方法主要有2种:耐力试验和生化指标的

检测。疲劳的宏观表现主要是运动时能量体系输出的最大功率下降和肌肉力量下降。测定机体持续运动至力竭的时间可以反映机体的耐力。运动时在机体出现疲劳的感觉之前,机体已发生了各种生化改变,也正是由于这些生化改变才导致了疲劳感觉的发生。因此可以用引起疲劳的生化指标来研究疲劳的发生及其发展变化过程。生化指标有以下几类:

能量物质:血糖、肝糖原、肌糖原。

代谢调节物质:酶、激素。

代谢产物:血和肌肉中的乳酸、氢离子浓度、丙酮酸、血尿素氮等。

但并非所有因运动而变化的生化指标都适合作为疲劳或抗疲劳作用的评价指标,因为运动负荷的大小与机体的生化改变程度并不都是一致的,只有运动时变化明显、其变化程度与运动负荷和强度一致的指标才能作为疲劳或抗疲劳的评价指标。

陈玉满等报道了红景天的抗疲劳作用。给小鼠灌服 0.83 g/kg、1.67 g/kg 和 5.00 g/kg 的红景天浸膏溶液,对小鼠负重游泳时间、肝糖原、血尿素氮和血乳酸含量进行测定,结果显示红景天具有抗疲劳的作用。

1. 负重游泳试验:取 ICR 雄性小鼠 50 只,随机分 5 个实验组,每组 10 只。每天灌胃 1 次,连续 30 d,于末次灌胃 30 min 后,将小鼠放入游泳箱中,水深 30 cm,水温 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,鼠尾根部负荷 5 % 体重的铅块,记录小鼠自游泳开始至死亡的时间。

2. 血清尿素氮测定:取 ICR 雄性小鼠 50 只,随机分 5 个实验组,每组 10 只。每天灌胃 1 次,连续 30 d,于末次灌胃 30 min 后,将小鼠放入 $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中不负重游泳 90 min 后取出,休息 60 min 后摘眼球采血,离心取血清,按试剂盒说明书测定小鼠血清尿素氮含量。

3. 肝糖原测定:取 ICR 雄性小鼠 50 只,随机分 5 个实验组,每组 10 只。每天灌胃 1 次,连续 30 d,于末次灌胃 30 min 后,立即处死。精确称取肝脏 100mg。按试剂盒说明书测定肝糖原含量。

4. 血乳酸测定:取 ICR 雄性小鼠 50 只,随机分 5 个实验组,每组 10 只。每天灌胃 1 次,连续 30 d,于末次灌胃 30 min 后采血,然后不负重在

温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中游泳 10 min 后取出,立即再次采血,最后休息 20 min 第三次采血。用 1500 SPORT 乳酸盐分析仪测定上述 3 个时间点的血乳酸含量。以 3 个时间点血乳酸曲线下的面积进行判断,任一试验组的面积小于糖对照组,且差异有显著性,可判定该实验结果阳性。血乳酸曲线下面积 = $5 \times (\text{游泳前血乳酸值} + 3 \times \text{游泳后 10 min 的血乳酸值} + 2 \times \text{游泳后休息 20 min 的血乳酸值})$ 。

二、结果

结果显示,灌服红景天的小鼠负重游泳时间明显延长,肝糖原的含量明显升高,血尿素氮显著下降,且血乳酸曲线下的面积明显减小,提示红景天具有抗疲劳的作用,结果见表 6-6、表 6-7。

表 6-6 红景天对小鼠负重游泳时间、运动后血清尿素氮和肝糖原的影响 ($\bar{x} \pm s$)

组别 (n=10)	负重游泳时间/s	血清尿素氮 /(mg/L)	肝糖原 /(mg/g)
空白对照组	382.7 ± 85.0	330.0 ± 27.6	24.3 ± 9.7
低剂量组	476.4 ± 98.0*	280.3 ± 33.2*	35.1 ± 9.3*
中剂量组	705.81 ± 81.2*	255.0 ± 25.3*	59.3 ± 23.2*
高剂量组	718.4 ± 196*	226.9 ± 32.3*	68.3 ± 28.9*

注:与对照组相比 * $P < 0.05$ 。

表 6-7 红景天对小鼠血乳酸值的影响 (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)

组别 (n=10)	游泳前	游泳后	游泳后 20 min	血乳酸曲线 下的面积
空白对照组	2.3 ± 1.0	3.7 ± 0.7	1.7 ± 0.6	83.9 ± 16.2
低剂量组	2.1 ± 0.6	3.0 ± 0.9*	1.2 ± 0.3*	66.8 ± 13.8*
中剂量组	1.9 ± 0.4	2.0 ± 0.4*	1.1 ± 0.3*	50.2 ± 7.6*
高剂量组	1.5 ± 0.5	2.1 ± 0.6*	1.0 ± 0.2*	49.3 ± 12.3*

注:与对照组相比 * $P < 0.05$ 。

红景天可使小鼠负重游泳时间显著延长,表明小鼠运动能力增强,可能有以下原因:Hb 含量明显增多,有利于氧的运输;糖原储存量升高,机体获得更多的能量;骨骼肌 ATP 合成加快,对氧的利用效率提高,乳酸生成减少。红景天可显著降低小鼠运动后的血清尿素氮含量。血清尿素氮含量的降低表明蛋白质参与供能的比例相对减少,糖原、脂肪在运动中的供能得到相应加强。红景天有调节血糖的作用,使肝糖原缓慢分解,从而使血糖值保持相对稳定。红景天可使小鼠肝糖原含量明显升高,表明肝脏糖异生作用加强。采用 3 个时间点的血乳酸值,并结合血乳酸曲线下面积进行评价,能更准确地反映动物运动过程中血乳酸的变化情况。红景天对静止状态下的小鼠血乳酸值没有影响,但可以降低运动后的血乳酸值,血乳酸值的下降表明无氧糖酵解受到抑制,使细胞利用氧的效率提高,从而增强了机体的有氧代谢,使机体产生的能量物质增加。小鼠休息 20min 后血乳酸值下降,疲劳得到缓解。研究表明红景天具有抗疲劳作用。

第三节 抗衰老作用

在人体的衰老过程中,神经内分泌调节的各个环节均有不同程度的改变,但下丘脑-垂体的衰老是导致全身神经内分泌器官衰老的中心环节。垂体中生长激素细胞产生的生长激素对机体蛋白质的合成代谢有重要的调节作用。随着年龄的增长,外周血中的生长激素含量逐渐减少,机体蛋白质的合成代谢降低,郝利铭等在对老龄大鼠抗老化的研究中证实,红景天素有提高老龄大鼠生长激素细胞活力,促进其分泌,延缓衰老的作用。

根据目前人们公认的英国学者 Harman 提出的衰老理论,随着年龄增长引起的退行性变化是由自由基的副作用引起的,很多实验证实红景天是一种有效的自由基清除剂,有抗衰老作用,红景天复方制剂能显著延长家蝇的平均寿命和半数死亡时间,降低脑组织中脂褐素、丙二醛水平,提高还原型谷胱甘肽含量和增强超氧化物歧化酶活性;红景天提取物可阻抑鼠肝细胞内脂褐素的形成和堆积,降低酸性磷酸酶活性,抑制大鼠肝细胞过氧化脂质形成和增

强血清超氧化物歧化酶活性。红景天具有提高氧化水平和清除自由基的能力,从而减轻或推迟细胞代谢能力,延缓细胞衰老,从而起到抗退变、抗衰老的作用。

红景天素作为抗氧化剂能增强中枢胆碱能系统的功能活动,清除自由基,促进细胞代谢,增强细胞活力,预防神经细胞核功能衰退,维持血脑屏障结构,改善循环,维持神经突触结构及其神经元间功能联系,减轻大脑皮质超微结构老化征象,阻抑细胞退化、变性和凋亡,具有健脑、益智、增强记忆功能,发挥其对中枢系统的抗老化作用。同时,红景天还有促进人胚二倍体成纤维细胞生长增殖和降低细胞死亡率的作用,红景天素能显著提高成纤维细胞生长因子(FGF)在老龄大鼠嗅球中的阳性表达率,提示红景天可能通过嗅球中 FGF 对嗅神经的营养和促分化增殖作用发挥其抗衰老的作用。

从超微结构和钙离子亚细胞结构分布上探讨红景天素抗心肌衰老的作用。实验表明红景天素从整体细胞水平上有抗衰老作用;稳定细胞膜维护细胞完整性及心肌正常舒张;能够维持线粒体的结构,为心肌舒张提供能量;推迟或减少脂褐素出现和堆积;维持核结构,防止核功能衰退;具有预防心功能衰退能力。能谱分析表明,红景天素有稳定钙调控作用,从而证实红景天素对心肌的衰老具有预防或延缓的作用。

任延明等报道了狭叶红景天提取物抗衰老的实验研究。取 22 月龄老年大鼠 45 只,体重 450 ~ 520 g,按体重随机分为狭叶红景天提取物高、低剂量组及老年对照组,每组 15 只。另选 5 月龄大鼠 15 只,体重 280 ~ 350 g,作为青年对照组。按 300 mg/kg、600 mg/kg 每天灌胃 1 次,连续 30 d,对照组给予等量生理盐水。各组动物取 10 只在实验结束后禁食 12 h 后称重,1 % 戊巴比妥钠 0.1 g/kg 腹腔麻醉后,心脏穿刺采血,收集血标本,编号置于试管内,分离血清,按试剂盒测定方法测血清 MDA 含量及 SOD 和 GSH - Px 活性;取大鼠组织测脑和肝脏 Lf 含量。

结果显示,狭叶红景天 2 剂量组均能明显降低老年大鼠血清 MDA 含量及脑和肝组织 Lf 含量,明显提高血清 SOD、GSH - Px 活性。提示狭叶红景天可能通过改善自由基代谢发挥抗衰老作用。结果见表 6 -

8、表6~9。

表6-8 狭叶红景天提取物对老年大鼠血清MDA、SOD和GSH-Px的影响($n=10, \bar{x} \pm s$)

组别	MDA/(nmol/ml)	SOD/(nmol/ml)	GSH-Px/(U/mg)
青年对照组	$9.5 \pm 1.9^{**}$	$36.2 \pm 3.5^{**}$	$203.2 \pm 25.2^{**}$
老年对照组	16.3 ± 3.3	22.4 ± 4.3	167.4 ± 19.2
低剂量组	$13.4 \pm 2.3^*$	$30.2 \pm 3.6^{**}$	$187.4 \pm 22.9^*$
高剂量组	$11.3 \pm 2.1^*$	$32.1 \pm 3.8^{**}$	$193.8 \pm 22.3^{**}$

与老年对照组比较: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 下表同。

表6-9 狭叶红景天提取物对老年大鼠脑及肝组织Lf含量的影响($n=10, \mu\text{g/g}, \bar{x} \pm s$)

组别	脑组织	肝组织
青年对照组	$2.22 \pm 0.43^{**}$	$8.66 \pm 1.25^{**}$
老年对照组	3.45 ± 0.97	14.41 ± 1.45
低剂量组	$2.67 \pm 0.66^*$	$12.98 \pm 1.38^*$
高剂量组	$2.42 \pm 0.48^{**}$	$9.72 \pm 1.26^{**}$

衰老的自由基学说认为,自由基是一类具有高度活性的物质,可使核酸蛋白质变性,引起细胞外可溶成分降解;氧化体内不饱和脂肪酸形成过氧化脂质而对生物膜、小动脉及中枢神经系统等产生损害作用。随着年龄增长,或由于物理、化学、生物因素等的影响,使体内自由基的产生与清除失衡,从而导致衰老。红景天能延缓衰老与清除体内氧自由基,提高衰老状态下内源性抗氧化酶活性,抑制脂质过氧化,有预防和延缓衰老的重要作用。

第四节 对心血管系统的作用

一、对动脉及血压的影响

红景天苷对肺动脉平滑肌细胞的 DNA 合成有抑制作用,其机制可能与抑制细胞内 Ca^{2+} 浓度增加有关。同时可抑制缺氧所致的 PSMC 增殖、DNA 合成、进入 G_2/M 期的细胞比例和细胞周期和原癌基因表达(c-fos、c-myc)。红景天苷能显著抑制血管平滑肌细胞(VSMC)的增殖,其机制可能与 $\text{TGF}-\beta$ 的减少有关。

二、对心血管功能的影响

大鼠颈外静脉插管注入脑垂体后叶素及心得安后,心电图出现 ST 段抬高、T 波升高、心率加快、QRS 波峰降低等异常改变。红景天能有效防止实验动物心电图的上述改变,提示该药对急性心肌缺血合并心衰有一定的预防作用。

三、对离体工作心脏功能的影响

加入红景天素(狭叶红景天提取物)水溶液于蛙心套管中,对离体蛙心表现为先兴奋后抑制的双向调节作用。红景天提取物具有抗应激性和保护心脏的作用,主要通过防止动物因应激反应而导致心肌儿茶酚胺和环磷酸腺苷(cAMP)升高,从而防止应激过程中肾上腺儿茶酚胺的减少,限制了心脏的肾上腺素样效应,从而达到保护心脏的目的。

四、对微循环的影响

据张早华等报道,以 SD 大鼠为实验对象,以(生药)4.49g/kg 红景天每日灌胃给药,连续灌胃 7d 后与对照组(生理盐水等容量灌胃 7d)同时静脉取血,以腺苷二磷酸钠盐(ADP)为诱导剂,按 Born 比浊法测各组血小板聚集百分率,并同时取心脏血,在血栓形成仪上形成血栓,结果显示,给药组与对照组比较,1 min 血小板聚集率有明显减

小,差异有统计学意义($P < 0.05$),血栓长度也有明显缩短。初步说明红景天能有效抑制 ADP 诱导的血小板聚集和抗体外血栓形成,提示红景天有活血化瘀、改善微循环的作用。

五、对心肌的保护作用

国内外趋于一致的研究结论是:红景天有抗缺氧(能经由提高细胞内氧的弥散和氧利用效率来预防低氧引起的生物学变化)的作用。此外,能通过抗氧化活性来减少氧化损害,达到抗疲劳的作用。研究发现,灌胃给予红景天可使小鼠夹闭气管后心电消失时间延迟、常压和低压缺氧条件下平均存活时间延长,给大鼠注射垂体后叶素所致心肌缺血阳性反应数减少。给药组与生理盐水对照组比较,各项指标均有显著性差异,表明红景天对心肌缺氧缺血具有保护作用。另有研究表明,红景天可使实验性心肌缺血犬心肌收缩力增强,改善心脏的血流动力学状况,减轻心肌缺血损伤的程度,缩小损伤范围,防止缺血心肌细胞的酸中毒,也进一步证实了红景天对心肌缺血再灌注损伤的保护作用。研究发现,以犬为实验对象,分离冠状动脉左旋支,以 MFV-110 型电磁流量计探头测冠脉血流量并计算冠脉阻力,以 Unistat 型血氧计测心肌耗氧量。结果显示,给药组 5 min 心肌耗氧量,耗氧指数明显降低,给药后 45 min 心肌耗氧量下降最显著,与给药前及对照组比较有显著性差异,说明红景天对犬冠脉血流量无明显影响。大剂量组有降低冠脉阻力的作用,与给药前及对照组比较皆有显著性差异,说明红景天降低心肌氧耗,维持心肌对能量的需求,由于并不减少冠脉血流量,因此提高了心脏的泵功效率。同时该药有减慢心率、降低血压、减少冠脉阻力等作用,也有利于心绞痛的缓解。

红景天还可显著增强热适应不同阶段肝与心肌细胞 HSP70 的表达强度,减轻热适应时肝与心肌细胞的损伤,使机体较早达到热适应状态。同时红景天的细胞保护作用机理也可能与增强 HSP70 的高表达有关。在常氧或缺氧条件下,红景天均能明显提高小鼠心肌糖原的含量并降低心肌乳酸和脑乳酸的含量,说明其能改善机体心肌有氧代谢。

红景天胶囊可使实验性心肌缺血犬心肌收缩性增强,改善心

脏的血流动力学状况,减轻心肌缺血损伤程度,缩小损伤范围,抑制冠脉血流量的下降,降低心脏氧提取率,提高冠脉静脉窦血 pH 值,防治缺血心肌细胞的酸中毒。与此同时,观察红景天胶囊对心血管系统的药理作用,发现红景天胶囊可显著降低麻醉犬心肌耗氧量和耗氧指数,大剂量能降低冠脉阻力,对冠脉血流量则无明显影响。

Maslova 等研究发现,高山红景天提取液在抗肾上腺素效果的作用下明显提高了中枢和外周阿片受体的活性。对肾上腺心律失常的动物模型产生明显的抗心律不齐的效果和反复的预防效果。

第五节 对免疫系统的作用

红景天对机体的免疫系统具有广泛的调节作用。红景天提取物能增加实验动物外周血 T 淋巴细胞的免疫活性,这与其抗肿瘤作用密切相关。动物实验表明,红景天能提高小鼠外周血中 T 淋巴细胞的百分率,减轻动物因产生迟发型变态反应而致的足跖肿胀度,增加小鼠脾脏的相对重量及其脾脏抗体生成细胞的数量;还能使机体巨噬细胞的吞噬指数明显增加,说明红景天能提高小鼠的特异性免疫和非特异性免疫功能。

红景天多糖在体外可促进小鼠淋巴细胞转化反应,且本身具有丝裂原样作用;对外周血 Hb 含量在正常小鼠有降低作用,而对免疫低下小鼠则有提升作用。同时可促进正常小鼠脾淋巴细胞转化反应及 NK 细胞杀伤活性,可使免疫受抑小鼠逆转。红景天还可以提高大强度运动大鼠的运动能力,调节其免疫功能,其机制可能是通过影响神经内分泌免疫网络实现的。红景天总苷可以通过增强大鼠单核吞噬细胞系统的功能和在体外增强有丝分裂原刺激小鼠淋巴细胞的增殖反应,从而提高机体的防御能力。

石晓峰研究了复方红景天对机体免疫功能影响。以复方红景天冲剂(生药)10 g/kg(相当于临床用量的 16.5 倍)、5 g/kg(相当于临床用量的 8.5 倍)给小鼠灌胃,每天 1 次,连续给药 7 d 后,测定幼鼠的胸腺、脾脏指数;成年鼠腹腔巨噬细胞对鸡红细胞的吞噬指数和吞噬

率;在免疫抑制下观测复方红景天冲剂对小鼠二硝基氯苯(DNCB)所致迟发型皮肤过敏反应及小鼠溶血素抗体生成的影响。采用 LDH 释放率测定自然杀伤细胞(NKC)活性。结果是复方红景天冲剂可使小鼠胸腺和脾脏增重。胸腺为初级淋巴器官,游走的造血干细胞进入胸腺原基,在此分化增殖成淋巴细胞,与细胞免疫有关。脾脏为次级淋巴细胞,免疫活性细胞移行于此,并在此处因受免疫过程中异体抗原释放而进一步增殖分化和成熟,脾脏中有 T 淋巴细胞和 B 淋巴细胞,还有巨噬细胞(MΦ),与体液免疫和细胞免疫均有密切关系。复方红景天冲剂能增强成年鼠腹腔巨噬细胞对鸡红细胞的吞噬能力,在免疫抑制下能增强小鼠二硝基氯苯所致迟发型皮肤过敏反应及提高小鼠溶血素抗体生成,且能明显提高 NK 活性。结论是复方红景天冲剂在机体免疫调节和抗肿瘤过程中起着积极的作用。

第六节 抗肿瘤、抗病毒作用

一、抗肿瘤

红景天素对小鼠移植的 5 种人癌细胞(肝癌、胃癌、肺癌、Hela 细胞、鼻咽癌)均有一定的抑制作用,也可抑制体外人喉癌细胞的生长速度和分裂能力,促进糖原合成。红景天苷能抑制体外培养干细胞于 S 期,降低 DNA 合成,提高荷瘤小鼠的生存质量和延长生存期。观察不同剂量红景天对 S₁₈₀(小鼠腹水瘤)细胞生长的影响,表明红景天对瘤细胞具有相对选择性作用。红景天的杀瘤效应可能有如下机制:高山红景天根茎提取物通过调节 PEMφ 非特异性免疫功能促进杀瘤效应。研究红景天对 S₁₈₀实体型和 H-22 生长的抑制作用,表明红景天的有效提取组分在一定剂量下,可一定程度地增强荷瘤小鼠的细胞免疫和体液免疫功能。红景天的植物多糖成分能增强肿瘤杀伤效应细胞增殖活性和细胞毒活性,用于肿瘤的生物治疗。复方红景天能增强红细胞免疫黏附功能,有利于机体肿瘤细胞的清除,但一定程度上加重了机体的炎症反应。

红景天提取物能抑制小鼠肿瘤扩散,与抗肿瘤药阿霉素的抗癌转

移功效相似,且几乎无毒。口服红景天提取物可提高泌尿组织结合白细胞数和免疫细胞免疫力,病人复发的平均数下降75%。此外,红景天提取物对肿瘤和淋巴瘤的生长及扩散有抑制作用,具有延长小鼠生存期的作用。

肖辉等对红景天提取物的抗肿瘤作用进行了研究,分为体内肿瘤实验和体外肿瘤实验。体外抗肿瘤实验:应用四甲基偶氮唑盐法检测红景天提取物对泌尿生殖系统中4个肿瘤细胞株(人宫颈癌细胞株(Hela)、人乳腺癌细胞株(Bcap-37)、人卵巢癌细胞株(HO8910)、人膀胱癌细胞株(T_{24}))生长的抑制作用。细胞实验分红景天提取物组、阴性对照组(含同一细胞密度的培养液)、溶剂对照组(75 g/L甘油)。体内抗肿瘤实验:取40只昆明小鼠按随机数字表法分为4组——模型对照组、高剂量组(2000 mg/kg)、中剂量组(1000 mg/kg)、低剂量组(500 mg/kg)。提取物对移植的 S_{180} 腹水瘤小鼠存活的影响:每鼠腹腔注射腹水0.2 mL。注射的第2天开始灌胃,各干预组给予不同剂量的相应提取物,模型对照组给予同体积的蒸馏水,干预时间直至小鼠死亡为止,记录小鼠死亡时间,根据公式计算生命延长率 = (实验组平均存活时间/对照组平均存活时间 - 1) × 100%。提取物对移植的 S_{180} 实体瘤小鼠肿瘤的抑制作用:取已制备的接种混悬液0.1 mL,注射于接种小鼠的左后肢内侧皮下。注射后的第2天开始灌胃,各干预组给予不同剂量的相应提取物,模型对照组给予同体积的蒸馏水,干预时间为2周。每7 d称量小鼠体重1次,干预结束后第1天剥离肿瘤称重并记录,计算:肿瘤生长抑制率 = (阴性对照组平均瘤重 - 干预组平均数瘤重)/阴性对照组平均瘤重 × 100%。结果:红景天提取物对人乳腺癌细胞株、人卵巢癌细胞株、人宫颈癌细胞株、人膀胱癌细胞株细胞的生长均有抑制作用,红景天提取物剂量组 S_{180} 腹水瘤小鼠平均存活时间明显高于模型对照组,而 S_{180} 实体瘤小鼠平均瘤重明显低于模型对照组。结论:红景天提取物体外实验对4种肿瘤细胞(Hela, Bcap-37, T_{24} , HO8910)有良好的抑瘤作用,体内实验明显抑制了 S_{180} 实体瘤小鼠肿瘤的生长并延长了 S_{180} 腹水瘤小鼠的生存时间。红景天提取物具有一定的抗肿瘤效果。

二、抗病毒作用

红景天具有抗毒作用,是一种抗毒肝素的治疗性药物,还能解除 H_2S 中毒。红景天能提高小鼠士的宁中毒后的生存率,能抵抗棒状杆菌毒素、变红菌素、破伤风类毒素等各种细菌毒素和柯萨奇病毒的感染,改善布鲁氏杆菌疫苗的免疫反应。

孙非等探讨了高山红景天多糖抗柯萨奇 B_3 组病毒的机制。采用生物素标记、 ^3H-TdR 掺入方法对病毒性心肌炎模型小鼠的几种免疫学指标进行检测,分析抗氧化酶的活性。结果显示高山红景天多糖可以提高病毒性心肌炎模型小鼠心肌细胞 γ -干扰素($IFN-\gamma$)水平,使模型小鼠脾脏NK细胞活性增强;脾脏淋巴细胞刺激指数增加;心肌细胞中超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶($GSH-Px$)活性上升,血清中过氧化脂质(LPO)含量下降。提示高山红景天多糖在小鼠受到柯萨奇病毒感染后,通过对体内多种免疫机能的调节作用而有效地使柯萨奇病毒 B_3 感染宿主细胞的过程受到抑制。

孙非等采用原代培养乳鼠心肌细胞的方法,证明高山红景天多糖能抑制体外培养心肌细胞在受到柯萨奇 B_3 病毒感染后导致的心肌酶释放,显著降低了病毒在心肌细胞中的增殖量,红景天多糖对在SD大鼠心肌细胞内增殖的柯萨奇 B_3 病毒具有一定抑制作用,红景天多糖对心肌细胞的保护作用是通过抑制攻击病毒的增殖来实现的。

阎氏等应用小鼠柯萨奇 B_3 病毒模型,灌服硫酸化红景天多糖,观察了血液SOD活性和LPO含量的变化。结果服红景天多糖后,感染病毒小鼠血液SOD活性明显升高,LPO含量下降,减少了自由基对机体细胞的损伤,使心肌细胞和各脏器功能得到恢复和改善。在小鼠受到病毒攻击后,血液中SOD活性下降,血清LPO含量上升,灌服红景天多糖的小鼠血清中GOT和GPT显著低于病毒对照组,感染病毒后小鼠心肌和肝脏得到恢复和改善,SOD活性和LPO含量恢复正常水平。

红景天多糖对小鼠心肌细胞有较强的保护作用,对血液中SOD活性增加有一定促进作用,提高血液中SOD活性水平,降低LPO含量是红景天多糖抗柯萨奇 B_3 病毒的主要机制之一。在感染柯萨奇 B_3 病毒的小鼠模型,红景天多糖可以增强小鼠抗柯萨奇 B_3 病毒感染的

能力,红景天中酪醇对柯萨奇 B₅ 和柯萨奇 B₃ 病毒在细胞中的繁殖具有抑制作用,显示红景天对由该病毒引起的感染性疾病有一定的防治作用。其机制可能是红景天能促进小鼠免疫功能提高,阻止病毒颗粒的吸附,并能有效地阻止病毒在宿主细胞内的复制。

第七节 抗辐射作用

红景天是一种很有价值的抗辐射食用植物。有防护射线对脂质细胞膜损伤的作用,能减少线辐射引起的脾细胞破坏,红景天多糖对受照小鼠的造血指标有保护作用,经微波辐射后的小鼠,脑内单胺类递质、脾脏及胸腺内环磷腺苷(cAMP),淋巴细胞转化率和血清溶血素出现抑制性变化,使用红景天可使之恢复正常,对接受辐射小鼠的心、肝组织过氧化脂质的产生具有明显的抑制作用,对电离辐射所造成的自由基损伤具有明显的保护作用。

苗艳波等观察了高山红景天的抗辐射作用,取小鼠随机分组,灌胃给药,对照组给予同体积蒸馏水,连续 10d,以 Philips 深部 X 射线一次全身照射,源距小鼠中心距离 40 cm,照射量率 $8.51 \times 10^{-5} \text{ C}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ (33 伦琴/分),连续 12 min,总剂量 5 Gy,照射后观察 30d 内小鼠的存活率及存活小鼠胸腺、脾指数和心、肝组织过氧化脂质的产生。结果:高山红景天 2.8 g/kg 灌胃给药,可明显提高接受单次大剂量(5 Gy)深部 X 线照射小鼠的存活率,明显增加存活小鼠胸腺、脾指数;对接受辐射小鼠的心、肝组织过氧化脂质的产生具有明显的抑制作用。结果见表 6-10、6-11、表 6-12。

表 6-10 高山红景天对深部 X 线照射小鼠存活率的影响 ($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量 /(g/kg)	存活数 /只	死亡数 /%	存活率 /%
假对照		40		
照射对照		22	18	55
红景天	2.8	34	6	86**
红景天	1.4	28	12	70

与照射对照组比较 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ (下同)。

表 6-11 高山红景天对深部 X 线照射小鼠胸腺、脾指数的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/(g/kg)	脾/(mg/g)	胸腺/(mg/g)
假对照		3.154 ± 0.547 ^{**}	5.121 ± 0.522 ^{**}
照射对照		2.205 ± 0.630	3.600 ± 0.789
红景天	2.8	2.273 ± 0.516 [*]	4.605 ± 0.850 [*]
红景天	1.4	2.403 ± 0.608	4.143 ± 0.613

表 6-12 高山红景天对深部 X 线照射小鼠心、肝脂质过氧化产物的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/(g/kg)	心组织 MDA/(nmol/g)	肝组织 MDA/(nmol/g)
假对照		661.6 ± 204.1 ^{**}	824.7 ± 174.3 ^{**}
照射对照		1134.8 ± 325.0	1301.7 ± 384.3
红景天	2.8	768.2 ± 166.1 ^{**}	962.3 ± 246 [*]
红景天	1.4	853.7 ± 202.9 [*]	1140.2 ± 394.2

结果表明,高山红景天对深部 X 射线照射小鼠生存率及胸腺和脾脏均有明显的提高和保护作用,同时可明显减少受照射小鼠脂质过氧化产物丙二醛的产生。电离辐射对生物体造成损伤的最重要的原因之一为生成外源性自由基,由于自由基的增加使体内生物氧化强度加强,产生大分子自由基,使正常组织的化学结构发生改变,从而损伤正常组织的形态与功能的完整性,使脂质过氧化产物丙二醛含量增加。红景天对丙二醛的含量有明显的抑制作用,表明其对电离辐射所造成的自由基损伤具有明显的保护作用;同时高山红景天的抗衰老实验亦证明,红景天对生物体清除自由基的几种重要的酶 SOD、CAT、GSH - Px 的活性均有明显的提高作用。因此,高山红景天很有可能被开发成一种抗辐射性损伤的药物。

第八节 抗损伤作用

高山红景天煎剂能明显降低 CCl_4 所致急性肝损伤大鼠血清谷丙转氨酶 (ALT)、乳酸脱氢酶 (LDH) 和肌酸磷酸肌酶 (CPK) 的活性。红景天根的水提液对小鼠遗传损伤有抑制作用。藏药复方红景天对高原急性肺损伤有重要防护作用。红景天苷对大鼠皮层神经细胞的自由基损伤有保护作用。有报道称,复方红景天制剂具有抗肾间质纤维化的作用,对肾间质的损伤有较好的保护作用。红景天对兔烫伤后并发多器官功能不全综合征 (MODS) 具有一定的防治作用,尤其是对烫伤后动物的心肌和肾脏功能具有明显的保护作用;加强体内 NO 合成,增加器官血灌注量,是其防止 MODS 发生的可能机制之一。

于晟等研究了复方红景天对大鼠高原严重烧伤后早期肾组织损伤的影响。160 只大鼠随机分为红景天组、盐水组 (各 48 只) 及正常对照组 (8 只)。正常对照组大鼠不做烧伤和其他处理,红景天组烧伤前 1 周给予大鼠胃内灌注复方红景天液 4 mL, 2 次/d, 盐水组灌注等量等渗盐水,分别于烧伤后 3 h、6 h、12 h、24 h、48 h 和 72 h 剖腹摘除肾脏做病理学检查。

结果盐水组烧伤后 3 h 即可出现肾小管细胞变性、细胞混浊、肿胀、空泡变性、近曲小管上皮细胞刷状缘变薄或消失,肾小管上皮细胞内常见有空泡,管腔内可见管型,肾小球毛细血管呈不同程度的扩张、充血,内皮细胞肿大;烧伤后 12 h 肾小球毛细血管丛缩小管腔空虚,肾小球多呈分叶状,肾小球囊腔则相对增大,肾间质充血、水肿,炎症细胞浸润,可出现毛细血管内皮细胞肥大与增生,系膜区增宽、肥大,增生的系膜细胞排列成串或成小团状,肾小管上皮细胞核固缩,胞浆浓染;烧伤后 48 ~ 72 h 可见肾小球毛细血管进一步扩张充血,部分毛细血管内皮细胞损伤,部分内皮细胞增生肥大,可见新生大小不等的毛细血管网,少数肾小球萎缩并伴有部分肾小球的扩张充血,肾小管内仍可见少量管型。

红景天组烧伤后 3 h 可见肾小球毛细血管轻度扩张充血,部分内皮细胞肿胀,并可见肾小管上皮细胞浊肿,以及少量细胞的空泡样变性,间质轻度充血,系膜区未见异常;烧伤后 12 h 少数肾小球毛细血管扩张充血,少量内皮细胞浊肿,少见空泡样变性,系膜区有少量系膜细胞增生,间质内有散在炎性细胞浸润;烧伤后 48 ~ 72 h 少量肾小球毛细血管轻度扩张充血,可见内皮细胞增生肥大并伴有新生的毛细血管网,肾小球形态结构基本恢复正常,系膜区增宽,系膜细胞增生,极少见肾小管上皮细胞浊肿,未见空泡样变性,肾小管内无管型,间质偶见炎性细胞浸润。

烧伤后体液的大量渗出是烧伤早期最主要的病理生理特征,由于体液的大量渗出导致机体有效循环血量迅速下降,组织及细胞灌注不良,造成严重的缺血、缺氧损害,高原缺氧所致的低氧血症将加重这种缺血、缺氧损害,也增加了在这一地区抢救烧伤患者的难度。红景天烧伤组小鼠较盐水对照组损伤较轻,恢复较快。提示复方红景天对大鼠高原严重烧伤后早期肾损伤有明显的保护作用。

第九节 止血作用

从化学成分来看,红景天中具有各种生理活性的成分有几十余种。其中所含的红景天苷和苷元酪醇为人参型兴奋剂,所含的没食子酸、伞形花瓣酯、东莨菪素、山柰酚等具有抗菌消炎作用,山柰酚、东莨菪素还有止咳祛痰作用。同时红景天中含量最多的成分是鞣质,也称单宁或鞣酸。鞣质是一类多元酚类的混合物,分子量较大、极性较强。鞣质能与蛋白质结合生成不溶于水的大分子沉淀物,从而具有收敛性,也能使皮肤发硬,在黏膜表面起保护作用,制止过多的分泌、停止过量的出血,所以医疗中用作止血药。临床上用于局部出血供外用,也可内服以治胃溃疡症的胃出血,且对溃疡面有保护膜的作用。同时还可以治疗水泻,因为保护膜作用能减少分泌。鞣质还能凝固微生物的原生质,所以有一定的抗菌作用。

第十节 其他作用

一、对学习、记忆的影响

红景天提取物能比较明显地改善大鼠的学习和记忆能力。红景天乙醇提取物(剂量为每只小鼠 0.1 mL)可以从本质上提高小鼠的学习能力并能保持记忆。同剂量处理 10 d 后,小鼠的长期记忆力明显提高,红景天对电击惊厥休克的记忆力减弱也有作用,能对抗宕碱(SCPL)引起的记忆障碍和乙醇所致的记忆再现障碍。红景天的活性物质参与并不同程度地影响了脑内神经突触部位的某些生理生化变化过程,增强了 5-羟色胺(5-HT)向脑中的传输,增加了脑中多巴胺(DA)的水平,这一机制可能是促进记忆改善的原因之一。

用跳台和水迷宫试验及海马中乙酰胆碱(Ach)及胆碱乙酰转移酶(ChAT)的测定研究红景天对学习记忆的作用。结果显示,红景天素对东莨菪碱所致的大鼠的学习记忆障碍有明显的改善作用,能增强海马中 Ach 及 ChAT 活性,降低脑组织 LPO 含量,增强 SOD 活性,抑制大脑、海马的锥体细胞细胞器的退行性变化。

二、对血压的双向调节作用

红景天有明显升高血压的作用,并呈现一定的剂量效应关系。应用 α 受体阻滞剂酚妥拉明和 β 受体阻滞剂心得安均不能阻断红景天的升压作用,说明红景天有直接提高心肌收缩能力,增加外周阻力,使血压升高的作用,这对于心搏骤停、休克的病人,也许会赢得抢救时间,改善心脏功能。

红景天还有一定的降血压作用,红景天强身剂治疗中型和重型高血压优于复方降压片,红景天苷可以抑制血管平滑肌细胞在低氧状态下的增殖及高渗状态下血管平滑肌细胞的收缩,可用于防治高原适应不全症。

三、降血糖

红景天降糖作用有效成分是多糖,高山红景天对血糖有双向调节作用。可降低肾上腺素引起的高血糖,而对胰岛素型低血糖则具有升高作用。

高山红景天多糖可通过胃肠吸收、肌肉注射、静脉吸收等方式降低总血脂;增加血中胰岛素水平,减少胰高血糖素水平,产生明显的降血糖作用。其机理可能为使胰岛 B 细胞修复或增生。

四、降血脂作用

对脂质代谢的影响:近年发现,红景天有降低高脂血症、动物血脂的作用。另有研究证明,老龄动物服用红景天后动物体重和胆固醇浓度呈进行性下降,而血中甘油三酯浓度反而增高,证明红景天有促进体内脂代谢和促进胆固醇代谢的作用,红景天对脂类代谢的影响说明了其有减肥和降低血胆固醇的作用,无疑有益于阻止动脉粥样硬化的发生。

冠心病(CHD)的发生发展与体内脂代谢异常有一定的关系:血清总胆固醇(TC)水平是 CHD 危险因素,甘油三酯(TG)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)是 CHD 的相对危险因素。血清 TC、TG、LDL-C 含量升高会加速动脉粥样硬化(AS);AS 引起心肌血流受阻,血供减少,因而会导致心绞痛或心肌梗塞,不同剂量的圣地红景天均能明显降低高脂血症大鼠 TC、TG、LDL-C 的含量,升高高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)的含量(HDL-C 含量高,AS 引起心血管疾病的危险性小),此结果提示红景天具有预防和治疗 AS、CHD 及高脂血症的作用。

五、抗噪声作用

以大鼠为对象研究了红景天对不良刺激——噪声——所产生的应激反应的抵抗作用。实验对未经过噪声暴露和经过噪声暴露(未注射药物和注射红景天)的大鼠分别进行了肝糖原含量的测定,发现大鼠受到噪声刺激后产生应激反应,使其肝糖原含量起初远远低于正常值;腹腔注射红景天后大鼠有明显的抗应激反应,肝糖原起初基本保

持正常,但作用效果因噪声强度的提高而稍有减弱,表明红景天在低强度噪声下药效比较持久。研究表明,红景天还能调节噪声环境中大鼠肝胆固醇的代谢平衡,对噪声的刺激有一定的抵抗作用,不仅可以抵抗经噪声暴露引起的大鼠肝糖原含量的降低和肝乳酸含量的升高,还可以抵抗噪声引起的应激反应和疲劳状态。

六、抗类风湿性关节炎

类风湿性关节炎(RA)是一种慢性全身性自身免疫性疾病,以关节病变为主。其发病原因至今尚不完全明确。本病病程长,临床表现复杂,患者间的差异大,其病情发展和预后难以预料。因此,其治疗成为临床的一个难题。雷公藤多苷用于临床已有十几年,对RA的疗效已获普遍公认。但雷公藤的毒性及副反应明显,有些患者因不能忍受而终止治疗。黑龙江省大兴安岭地区电力医院应用高山红景天治疗类风湿性关节炎取得了良好的疗效,尤其对因类风湿性关节炎引起的心脉受损、风寒腰腿疼、胃部不适、消化功能减弱等临床症状显著。红景天药物作用强,副作用轻,单独使用也有一定疗效。此外红景天对胃和十二直肠溃疡也有效,临床上可治疗慢性气管炎和慢性胃炎。

七、对肺的作用

红景天口服液对急性肺水肿大鼠有明显的降低肺动脉压、减少肺含水量、维持大鼠正常血压、延长大鼠的生存时间等作用。

八、对肝的作用

红景天苷明显抑制乙醛刺激的大鼠肝星状细胞增殖及胶原基因的表达。应用 CCl_4 制备急性肝损伤大鼠模型,并观察高山红景天煎剂对动物血清谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、乳酸脱氢酶(LDH)、碱性磷酸酶(AKP)和肌酸磷酸激酶(CPK)各种酶活性的影响。结果显示红景天治疗组血清ALT、LDH和CPK 3种酶活性均明显低于肝损伤组,酶活性与其肝细胞变性、坏死程度有密切关系。提示红景天对 CCl_4 所致急性肝损伤有一定防治作用,干预性治疗对 CCl_4 诱导的大鼠肝纤维化具有良好的保护作用,肝纤维化积分明显降低。

肝组织病理学改善显著。

吕惠子等探讨红景天超微粉和红景天乙醇提取物对小鼠急性肝损伤的保护作用。取雄性昆明种小鼠 100 只,按随机法分为空白对照组、模型对照组、红景天超微粉剂量组、乙醇提取物组、护肝宁片组,每组 10 只。药物组连续 5 d 给药,空白对照组、模型组以等体积的蒸馏水灌胃,早晚各 1 次。第 6 天至第 8 天各组灌胃相应受试物,30 min 后除空白对照组外,再灌 55 度白酒 0.12 g/10 g(造急性肝损伤模型),空白对照组给予同体积的蒸馏水。末次给乙醇后禁食 6 h 后颈动脉取血,分离血清测定 ALT,AST 活性。取出肝脏,制成 10 % 的肝组织生理盐水匀浆液,离心取上清液,测 SOD、MDA 含量。取出肝脏,用 10 % 的中性福尔马林溶液固定,做石蜡切片,切片厚度为 5 μm ,用苏木精-伊红(HE)染色法,光镜下观察。结果红景天超微粉物和乙醇提取物明显降低因酒精所致的急性肝损伤小鼠血清中 ALT、AST 含量,肝匀浆中 MDA 含量降低和 SOD 的活性的升高比模型组有显著性差异。提示红景天超微粉和红景天乙醇提取物均对酒精所致急性肝损伤有保护作用。

九、对脑的作用

红景天对大鼠脑缺血再灌注损伤时脑神经细胞具有保护作用。其中的主要成分红景天苷可通过抗自由基功能影响 NO 代谢并保护神经细胞。

十、对肾的作用

红景天对阿霉素(ADR)肾病大鼠尿蛋白、血脂的影响研究表明:圣地红景天可明显降低 ADR 肾病大鼠血脂、MDA 水平,减少尿蛋白排泄,增加 SOD 活性。

十一、对烧伤致小肠损伤的作用

严重烧伤后因早期休克影响,多数脏器因血液浓缩,微循环障碍缺氧导致不同程度损伤,肠道是烧伤早期血容量减少最先受累的器官之一,也是缺血再灌注损伤最严重的靶器官之一。

杨生兰等研究了复方红景天参芪花粉制剂对大鼠高原严重烧伤后早期小肠损伤病理变化的影响。烧伤模型的建立:将大白鼠背部30% TBSA 区域毛剃净,将配置的燃料与凝固汽油以10:2的比例混合后涂抹于预烧部位,1 mL/5 cm²,周围用湿毛巾保护防止烧伤,点燃凝固汽油后持续燃烧35 s造成Ⅲ度烧伤,焦痂呈白色,并取烧伤皮肤全层病检证实。将大鼠随机分为烧伤试验组、烧伤对照组、正常组和试验组伤前灌胃给药,其余给予生理盐水。伤后3 h、6 h、12 h、24 h、48 h和72 h等6个时相点剖腹取出小肠一段,10 %福尔马林固定,常规石蜡包埋切片,HE染色。结果:烧伤对照组伤后3 h即出现小肠黏膜充血水肿,伤后6~24 h肠黏膜细胞变性,纹状缘消失,继而上皮细胞糜烂,但病变极少累及黏膜下层,伤后48~72 h上述病变更趋明显,固有膜内可见出血灶,黏膜下充血水肿。烧伤试验组:伤后3 h小肠黏膜有轻度水肿,伤后6~24 h固有膜内少许粒细胞、淋巴细胞浸润,黏膜上皮未见明显变性糜烂,伤后48~72 h肠黏膜充血水肿减轻。烧伤试验组的黏膜损害较对照组明显减轻,在伤后48~72 h,该组黏膜组织已趋恢复状态,说明复方红景天参芪花粉制剂在抗缺氧、疏通微循环、抗氧自由基损害及保护肠黏膜屏障等方面有着显著作用。结论:复方红景天参芪花粉制剂对大鼠高原严重烧伤后的小肠损害有显著的保护作用。

第十一节 毒理研究

毒性主要分为急性毒性、长期毒性和特殊毒性。

一、急性毒性

(一) 实验目的

观察受试物1 d或2 d内2~3次给予动物后产生的急性毒性反应和死亡情况;或者观察动物在最大给受试物体积和浓度的情况下,不产生死亡的最大耐受量。

(二) 实验材料

选用体重18~22 g,6~8周龄的健康小鼠,同次试验体重相差不

超过 2 g。大鼠 6~8 周龄,体重 120~150 g,同次试验体重相差不超过 10 g。

(三) 实验方法

1. 半数致死量(LD_{50})的测定

(1) 剂量选择:一般选用 4~5 个剂量组,各剂量组间间距应根据受试物毒性大小和预试结果而定。给药后小鼠禁食 12~16 h,不禁水;大鼠禁食 12~16 h,不禁水。

(2) 实验分组和观察:动物分 4~5 组,给受试物后即刻观察动物的反应情况,每天观察 1 次,连续 7~14 d,记录动物毒性反应和动物死亡分布。

(3) 观察指标:观察毒性反应,记录小鼠的外观,行为活动,精神状态食欲,大小便及颜色,被毛,肤色,呼吸,鼻、眼、口有无分泌物,体重变化及死亡情况。

2. 最大耐受量(MTD)测定

当受试物毒性较低,测不出 LD_{50} 时,可以测定 1 次或 1d 最大耐受量,也可反映受试物的毒性情况。

方法:最大浓度,一般以灌胃给药时,药液的黏滞度以能通过灌胃针为准。最大体积可参考 LD_{50} 给药体积的最大值。

二、长期毒性

(一) 实验目的

观察连续给予受试物后由于蓄积对集体产生的毒性反应及其严重程度,提供毒性反应的靶器官及其损害的可逆性,确定无毒反应剂量。

(二) 实验动物

根据试验期的长短选择不同的动物,试验期在 3 个月内的选 6~8 周龄的大鼠,超过 3 个月的选 5~6 周龄的大鼠。

(三) 实验方法

1. 受试物剂量

一般设 3 个剂量组和 1 个的对照组。

2. 给药时间

受试物最好是每周 7d 连续给药。

3. 给药容量

一般为 1~2 mL/100 g, 根据体重调节给药量, 等容量给药。

4. 检测项目

(1) 一般观察。饲料和饮水量, 体重变化情况, 毒性症状。

(2) 血液学观察。应根据情况检查红细胞或网织红细胞计数、血红蛋白、白细胞总数及分类、血小板、凝血时间等。

(3) 血液生化指标。肝脏功能: 天冬氨酸氨基转换酶 (AST)、丙氨酸氨基转换酶 (ALT)、碱性磷酸酶 (ALP)、总蛋白 (TB)、白蛋白 (ALB)、球/白比值、总胆红素 (T-BIL)。肾功能: 尿素氮 (BUN)、肌酐 (Crea)。其他: 血糖 (GLU)、总胆固醇 (T-CHO)。

5. 系统尸解和病理组织学检查

系统尸解: 应全面细致, 发现异常器官应重点进行病理组织学检查。

脏器系数: 检查心、肝、脾、肺、肾、肾上腺、甲状腺、附睾、子宫、脑和前列腺等。称重计算脏器系数。

三、特殊毒性

一类中药新药应做致突变试验、生殖毒性试验和致癌试验。保胎药与影响胎儿子代发育的中药, 应做生殖毒性试验。

(一) 致突变试验

1. 基因突变试验

反映受试物在基因水平上的致突变作用。包括微生物回复突变试验, 哺乳动物培养细胞基因突变试验, 果蝇伴性隐形致死试验。

2. 染色体畸变试验

反映受试物在染色体水平上的突变。包括哺乳动物培养细胞染色体畸变试验, 齿类动物显性致死试验, 精原细胞染色体畸变试验。

3. 微核突变试验

反映受试物在蛋白质水平上的致突变作用。

(二) 生殖毒性试验

包括一般生殖毒性试验, 致畸胎试验和围产期毒性试验。

1. 一般生殖毒性试验

在动物交配前给药,检测妊娠前及妊娠初的情况,研究受试物对受胎及生殖系统有无影响。

2. 致畸胎试验

在受孕后的器官形成期给药,检测药物是否具有胚胎毒性和致畸性。

3. 围产期毒性试验

在围产期和哺乳期给药,检测受试物对胎儿后期、分娩、哺乳、新生儿存活及生长发育有无影响。

(三) 致癌试验

需做动物实验的前提,致突变试验阳性者;在长期毒性试验中发现,有细胞毒性作用或某些脏器、组织异常显著活跃。包括短期致癌试验和长期致癌试验。

四、红景天的毒理学研究

关于红景天属植物的毒理学试验研究,前苏联萨拉季科夫在《苏联化学制药杂志》中指出:红景天浸膏的毒性小,小白鼠皮下注射的半数致死量(LD_{50})平均为 28.6 mL/kg。我国许多学者也对红景天的毒性进行了研究。

边庆荣等报道了红景天的毒性研究,对其进行了 3 个阶段的毒理试验。具体方法如下:

(一) 实验方法

1. 大、小鼠急性毒性试验

选用 180~200 g 大鼠和 18~22 g 小鼠各 50 只,分别随机分成 5 组,每组雌雄各半,按霍恩氏法分别设 21500 mg/kg, 10000 mg/kg, 4640 mg/kg, 2150 mg/kg 和 1000 mg/kg 5 个剂量,测雌雄大小鼠的经口 LD_{50} 。

2. 蓄积毒性试验

采用蓄积系数法。

3. Ames 试验(平板掺入法实验)

按《食品安全性毒理学评价程序》(以下简称《程序》),选用 TA_{97} 、

TA₉₈、TA₁₀₀、TA₁₀₂ 4 个菌株按平板掺入法进行试验。

4. 骨髓细胞微核试验

按《程序》同规定,采用2次给药法,选用40只体重为20~30g的小白鼠进行试验。小鼠精子畸形试验:按《程序》方法,用30g左右雄鼠,设试验组、阴性组和阳性对照组各1组,连续灌胃5d,首次灌胃后35d取附睾制片。

5. 喂养致畸试验

选用90d喂养试验后的成年大鼠,雌雄大鼠全部按原剂量组随机分组,1:1装入网笼,按《程序》规定进行试验。

6. 90 d 喂养试验

选用初奶大鼠,体重50~70g,随机分成4组,雌雄各半。设3个试验组,分别喂含红景天粉20g/kg、40g/kg、80g/kg的饲料;另设1个对照组,喂普通饲料,自由进食和饮水,共试验13周,每周称重并计算饲料消耗量1次。试验中、末期2次采尾血化验。观察指标:生长发育,食物利用率,血液学检查(红细胞、白细胞及分类、血红蛋白),生化学检查(谷丙转氨酶活力、血清尿素氮)。在第14周进行喂养致畸试验,雌雄大鼠交配后处死雄鼠,解剖取心、肝、脾、肺、肾、睾丸称重并计脏器系数,10%甲醛固定,石蜡切片,HE染色镜检。

(二) 实验结果

1. 大、小鼠急性毒性试验

经7d观察,大、小鼠均未出现任何中毒症状和死亡,故大、小鼠LD₅₀均大于21.5g/kg,属无毒物。

2. 蓄积毒性试验

经计算,红景天蓄积系数 $K > 5$,属弱蓄积物。

3. Ames 试验

试验组测试菌株在加S₉和不加S₉的情况下,回变菌落数均未超过自发回变菌落数的2倍,且无剂量反应关系,表明红景天对测试菌株无诱变活性。

4. 微核试验

红景天试验组微核发生率均在正常范围内,表明红景天对小鼠骨髓细胞染色体无明显断裂效应。

5. 精子畸形试验

各试验组与阴性对照组比较,精子畸形率无显著性差异,与阳性对照组比较差异显著,表明红景天对小鼠精子形态无影响。

6. 90 d 喂养试验

(1) 健康状况

经 13 周观察,128 只试验大鼠中有 127 只发育良好,未见异常体征。

第 12 周时 80 g/kg 组有 1 只雄鼠死亡,解剖时发现 40 g/kg 组有 1 只雌鼠有膀胱结石,其余各组无异常。

(2) 生长发育

各组雌雄大鼠随喂养时间延长,体重逐渐上升,各组曲线接近,无明显差距。

(3) 食物利用率

整个试验过程中不同时期雌鼠食物利用率较雄鼠低,但各试验组与对照组比较差异不显著。

(4) 血液和生化检查

各项观察指标值均在正常范围内波动,各组间无显著性差异。

(5) 脏器系数

各组雄性大鼠与对照组比较无明显差异。

(6) 病理组织学检查

各组雌雄大鼠的心、肝、脾、肺、肾均未见特异性毒性病变。但有 6 只雄鼠(对照组,20 g/kg 组,40 g/kg 组各有 1 只,80 g/kg 组有 3 只)睾丸发生部分曲细精管空化现象,即部分曲细精管仅存基底膜和支持细胞,内腔空虚,无任何阶段的生精细胞及精子,其余曲细精管结构正常,生精现象良好。

(7) 喂养致畸试验

①红景天对母鼠健康及生育能力无影响。在试验中各组孕鼠均无病态表现、流产和死亡。孕鼠体重增长正常,受孕率、总着床数、活胎数、死胎数、吸收胎数与对照组比较均无显著性差异。

②红景天对胎鼠无明显致畸作用。各试验组胎鼠的身长、体重、尾长经方差分析无显著性差异。全部胎鼠的外观检验,274 只胎鼠的

骨骼检查,179 只胎鼠的内脏检查,与对照组比较均无显著性差异。

(三)小结

1. 红景天经第一、二阶段毒性试验,没有发现任何毒性和致突变作用。

2. 90 d 喂养试验的各组雌雄大鼠生长发育良好,各项观察指标与对照组比较均无显著性差异。表明红景天没有产生抑制大鼠体重增长、食物利用率及损害肝、肾功能的毒性。

3. 病理组织学检查中各组大鼠的心肝、脾、肾均未出现特异性毒性病性。只有 6 只雄鼠睾丸组织呈现如上述的“空化曲细精管”。但此异常现象在对照组与各试验组中均有发生,且病变的睾丸组织中仍存留一定数量结构和生精正常的曲细精管,而“空化曲细精管”并非退变坏死性病变,而是发育不良的曲细精管骨架,基底膜和支持细胞完整。故认为在对照组与试验的 6 只大鼠睾丸组织中所出现的上述病变是睾丸组织的自发病,并非受试物引起,至于是否其他因素有待进一步探讨。

4. 喂养致畸试验中,没有观察到毒物的毒性效应及抑制母鼠体重增长和影响胎鼠发育等现象。表明红景天无生殖毒性和胚胎毒性,为非致畸源。

红景天经第一、二阶段毒理试验,表明无急性毒性、蓄积毒性及致突变作用。90 d 喂养试验和致畸试验表明,红景天在 80 g/kg 高剂量组未出现对大鼠明显的毒性作用和致畸作用。因此,可以认为红景天的最大毒副作用量为 80 g/kg(为实际摄入量的 80 倍),其作为饮料添加剂是安全的。

此外,国内还有许多其他学者对红景天的毒性进行了研究。

王惠琴等用西藏高原红景天提取浸膏对怀孕大鼠进行致畸试验,以不同剂量的红景天分别给怀孕大鼠灌胃。结果表明:各剂量的红景天实验组的孕鼠体重、身长、尾长、受孕率、平均着床数、平均窝活胎数、吸收胎率和死胎率等情况,均未见不良影响,对胎鼠外观、内脏和骨髓检查未见畸形发生。

赵超英等用高山红景天提取物对小鼠进行急性毒性及致突变性试验,采用 Horn 氏法测定雌性及雄性小鼠经口 LD_{50} ,剂量设计为 1000

mg/kg、2150 mg/kg、4640 mg/kg、10000 mg/kg,结果均大于 10000 mg/kg,属实际无毒级。红景天各剂量组对小鼠骨髓染色体、小鼠生殖细胞等未见损伤作用。Ames 试验掺入法和点试法在有或无体外活化系统(S_9)存在的情况下均为阴性结果。急性毒性试验和 3 项致突变试验表明该红景天属无毒类物质,且对体细胞和生殖细胞无致突变作用,无碱基对置换和移码突变作用。

赵生友等对红景天提取物进行了 3 项致突变试验及大鼠致畸胎试验的研究。结果,Ames 试验表明该受试物对 TA_{98} 、 TA_{100} 菌株无论有无活化系统(S_9 混合液)存在,均不引起自发回变数的增加,即不引起碱基的置换或移码突变。大鼠致畸试验表明,7200 mg/kg 剂量组可导致胎仔身长、体重的下降及囟门的增大,但对胎仔的外观、内脏及骨骼畸形率均无影响,而 3600 mg/kg 组仅导致胎仔身长的下降,1800 mg/kg 组对各项指标均无影响,说明红景天提取物对大鼠没有致畸作用。

吴葱岭等对红景天的毒性进行了研究。急性毒性试验:大、小鼠经口染毒最高剂量达 10 g/kg,染毒后 2 周内未见动物出现异常反应和死亡情况,红景天提取液大、小鼠急性经口毒性半数致死量(LD_{50}),雌雄两性均大于 10 g/kg,属实际无毒级。Ames 试验(平板掺入法)无论有无活化系统(S_9 混合液)存在,均不引起自发回变数的增加。红景天剂量组小鼠骨髓细胞微核试验和精子畸形试验结果均正常。

李瑾翡等对大鼠进行 6 周口服给药长毒试验结果显示,该药除使大鼠体重增长有较明显的减缓外,其余指标未见明显毒性反应。

曹第勇等用相当于临床日用量的 66.6 倍, 33.3 倍及 6.6 倍的不同剂量的圣地红景天对 80 只大鼠进行长期毒性灌胃,在规定时间内断头取 5 mL,观察了给药期及停药 2 周恢复期大鼠的一般情况和大鼠血液学及血液生化学各项指标,并进行外周血象和肝肾功能检测,各给药组与对照组比较,各项指标均无明显差异。结果显示圣地红景天长期使用毒性小,且无延迟毒性,临床使用安全。

姜平等对狭叶红景天的急性毒性和蓄积毒性进行了研究。小鼠灌服狭叶红景天醇提物(膏)的 LD_{50} 为 (5.63 ± 0.33) g/kg,对大鼠与狗的最大耐受量进行了测定,给大鼠 1 次性灌服较大剂量的狭叶红景天后,表现精神萎靡,活动明显减少,少数动物还出现便秘等情况,但

持续时间短,恢复较快。狗按 7.0 g/kg、10.0 g/kg,1 次灌服后,未见明显毒性反应,经测定,比较药前、药后的一些生理、生化指标,均无显著性意义。蓄积毒性试验显示无明显蓄积作用。由小鼠 LD₅₀ 的测定和大鼠与狗的最大耐受量测定结果来看,本品属于低毒级。

参 考 文 献

- [1] 吕惠子,朴光春,李镐.红景天超微粉对乙醇所致小鼠急性肝损伤的保护作用.时珍国医国药,2002,19(2):405-406
- [2] 王淑兰,李淑莲,崔丽.红景天素抗肿瘤作用研究.白求恩医科大学学报,1994,20(3):221-221
- [3] 李剑,范维虎,敖红,等.中药红景天对大鼠缺血心肌 Flt-1、KDR 及 Tie-2 表达的影响.中国中西医结合杂志,2005,25(5):445-446
- [4] 张早华,刘建勋,储戟农,等.红景天注射液对麻醉犬心肌缺血、心肌梗死的影响.中医杂志,2005,46(7):538-540
- [5] 李奎生.益气活血法治疗冠心病心率先失常体会.现代中西医结合杂志,2004,13(2):1624
- [6] 王晓松,房家智.红景天苷、酮对大鼠心血管功能的影响.白求恩医科大学学报,1996,22(1):7-8
- [7] 余国祥,蔡鹰.红景天生脉口服液抗试验性心律失常的作用.云南中医中药杂志,2003,24(4):37-38
- [8] 李颖,崔丽,潘力,等.红景天素抗大鼠心肌衰老作用的试验研究.中国老年学杂志,2001,21(1):55-57
- [9] 栗振宝,李颖,崔新明.红景天素抗大鼠心肌老化的超微结构定量研究.电子显微学报,1996,15(5):449
- [10] 陈亚东,曹秀兰,田长有.高山红景天对小鼠耐缺氧、抗疲劳及耐低温作用的影响.中国中医药科技,2002,9(3):157-159
- [11] 刘志伟,吴谋成,刘秀梅.菱叶红景天多糖的抗疲劳作用研究.营养学报,2004,26(4):327-328
- [12] 陈玉满,蔡德雷,陈江.红景天抗疲劳作用的研究.浙江预防医学,2006,18(4):12-14
- [13] 谭枫,孟琳,段颖.红景天对小鼠免疫功能的影响.中国公共卫生,2004,20(6):728-729

- [14] 谢乐斯,刘艳丽,董丹.红景天对小鼠免疫功能的影响及杀瘤效应.大连医科大学学报,2003,25(1):22-23
- [15] 任延明,袁明,文绍敦.狭叶红景天提取物抗衰老的实验研究.中国老年学杂志,2007,27(9):855-856
- [16] 赵贺玲,林树新,李剑.红景天苷对缺氧状态下鼠肺动脉平滑肌细胞增殖和 $[Ca^{2+}]$ 浓度的影响.解放军预防医学杂志,2004,22(4):259-260
- [17] 邓伟国,傅艳,张胜杰,等.红景天对正常老龄小鼠脂质代谢的作用.白求恩医科大学学报,1996,22(3):229-230
- [18] 刘毅,张翔,曹弟勇,等.诺迪康对高脂血症大鼠血脂与脂蛋白的影响.川北医学院学报,1999,14(3):12-13
- [19] 蒋霞,张玉英,范维琥.红景天的促血管生成活性及其对内皮抑素表达的影响.上海医学,2006,29(5):320-321
- [20] 张理平.苦味与活血.云南中医学院学报,1996,19(1):7-8
- [21] 金永日,睢大员,于晓风,等.红景天茎叶提取物的抗衰老作用研究.中国老年学杂志,2001,21(5):228
- [22] 姜文华,孟晓婷,郝利铭,等.红景天素抗老化和抗痴呆效应的实验研究.白求恩医科大学学报,2001,27(2):127-129
- [23] 张早华,刘建勋,储戟农,等.红景天注射液对麻醉犬心脏血流动力学及心肌耗氧量的影响.中国中药杂志,2005,30(13):45-49
- [24] 储戟农,张早华,刘建勋,等.红景天注射液对动物血小板聚集、体外血栓形成及血液黏度的影响.中国实验方剂学杂志,2005,11(5):39-41
- [25] 徐业芬,索朗斯珠,潘多.藏药红景天对兔血液生理指标和组织生化的影响.畜牧与兽医,2005,37(8):35-36
- [26] 储戟农,张早华,刘建勋,等.红景天注射液对大鼠心肌缺血再灌注所致心肌梗死的影响.中国实验方剂学杂志,2005,11(6):56-57
- [27] 赵文,蒋东升,边庆荣,等.蔷薇红景天提取液对小鼠免疫功能的影响.卫生毒理学杂志,2000,14(3):34
- [28] 姜义,肖雪媛,关桂梅,等.红景天素对X射线照射小鼠的预防作用.中华放射医学与防护杂志,1995,15(3):214
- [29] 贾正平,谢景文,魏虎来,等.狭叶红景天水提物的辐射保护作用.兰州医学院学报,1997,23(3):17-19
- [30] 盛辉,苑春莉,李洋,等.红景天对体外培养肺腺癌细胞增殖的抑制作用.中国实验诊断学,2005,9(6):90-91
- [31] 谢乐斯,刘艳丽,董丹,等.红景天对小鼠免疫功能的影响及杀瘤效应.大

连医科大学学报,2005,25(1):25-27

- [32] Stancheva SL, Mosharraf A. Effect of the extract of *Rhodiola rosea* L. on the content of the brain biogenic monamines. Med Physiol, 1987, 40(6): 85-87
- [33] Maslova LV, Kondrat'ev BI, Maslov LN, et al. The cardioprotective and antiadrenergic activity of an extract of *Rhodiola rosea* in stress. Eksp Klin Farmakol, 1994, 57(6): 61-63
- [34] 张文生, 朱陵群, 牛福玲, 等. 红景天苷对缺氧、缺糖损伤神经细胞的保护作用. 中国中药杂志, 2004, 29(5): 78-82
- [35] 吴晓玲, 曾维政, 蒋明德, 等. 红景天甙对肝纤维化大鼠 Samds 基因表达的影响. 第四军医大学学报, 2005, 26(10): 64-67
- [36] 蒋明德, 马洪德, 钟显飞, 等. 红景天苷对乙醛刺激的大鼠肝星状细胞激活后功能的影响. 第四军医大学学报, 2005, 26(14): 43-46
- [37] 王家明. 红景天的药理作用研究进展. 中医药学报, 2003, 31(4): 57-59
- [38] 明海泉. 红景天苷的合成及药理作用. 医学通报, 1986(6): 373
- [39] 孙非, 肖韧霞, 刘志屹. 高山红景天多糖对病毒感染小鼠模型部分免疫功能及生化指标的影响. 中国中西医结合杂志, 2001, 21: 149-151
- [40] 宋月英, 韩慧文, 郝素云, 等. 红景天研究进展. 武警医学院学报, 2004, 13(1): 66-68
- [41] 路萌, 高丽玲. 高山红景天治疗类风湿性关节炎临床观察. 黑龙江中医药, 2001(3): 23-24
- [42] 李刚, 张述禹. 藏药红景天的研究进展. 中国民族医药杂志, 2004(7): 40-42
- [43] 刘亚玲, 林树新, 徐明达, 等. 红景天对兔烫伤后多器官功能障碍综合征的治疗作用. 第四军医大学学报, 2002, 23(10): 926
- [44] 于晟, 薛晓东, 朱云, 等. 复方红景天参芪花粉制剂对不同高海拔梯度大鼠严重烧伤后早期肝损害的保护作用. 中国中医急症, 2003, 12(1): 57
- [45] 高秋娜. 红景天的药理与临床研究概述. 河南中医, 2001(3): 76-77
- [46] 程秀娟. 高山红景天多糖降血糖作用. 中国中药杂志, 1993(9): 557
- [47] 邸琳, 吴岩, 刘新宇, 等. 高山红景天多糖 B 降血糖机理研究. 中国药学会通讯, 1996, 13(4): 23-25
- [48] 张汝学. 红景天多糖对小鼠体内脾淋巴细胞转化反应 NK 细胞活性的影响. 中国药理学通报, 1993, 9(4): 278-280
- [49] 陈玉满, 蔡德雷, 陈江. 红景天抗疲劳作用研究. 浙江预防医学, 2006, 18(4): 12-13
- [50] 高秋娜. 红景天的药理与临床研究概述. 河南中医, 2001(3): 76-77

- [51] 朴花,李英信,李红花,等.高山红景天多糖对小鼠的免疫调节作用.延边大学学报医学学报,2000,23(4):251-254
- [52] 于晟,薛晓东,胡军.大鼠高原严重烧伤后早期肾组织损伤及复方红景天对其的影响.中国中医急症,2005,14(3):255-257
- [53] 林树新,刘亚玲,赵贺玲,等.红景天甙对低氧培养的兔肺动脉平滑肌细胞增殖的抑制作用.中国病理生理杂志,2001,17(10):968
- [54] 甄志军,李志华,李剑.红景天甙对大鼠血管平滑肌细胞增殖和 TGF- β 表达的影响.心脏杂志,2002,14(5):458
- [55] 张早华,杨梅香,王泽广.红景天胶囊对实验性心肌缺血合并心衰大鼠的影响.中国实验方剂学杂志,1998,4(1):25
- [56] 徐国治,王凤仲,姜平,等.红景天素药理作用研究.时珍国药研究,1996,7(2):93
- [57] 陈威巍,朱国标,王天然,等.中药对热适应大鼠肝与心肌细胞 HSP70 表达影响的研究.辽宁中医杂志,2002,29(1):57
- [58] 张早华,孟竞壁,樊菊芬,等.红景天胶囊对心肌缺氧、缺血保护作用的实验研究.中国中西医结合杂志,1996,16(10):617
- [59] 张汝学,王玉芝.红景天多糖对小鼠体内脾淋巴细胞转化反应及 NK 细胞活性的影响.中国药理学通报,1993,9(4):278
- [60] 曲智威,刘以涛,牛彤,等.红景天总甙对老龄大鼠肝脏的组织化学研究.长春中医学院学报,1997,13(6):57
- [61] 黄增艳,范书铎.库页红景天对小鼠抗疲劳作用机理的实验研究.中国医科大学学报,1998,27(2):123
- [62] 孙非,于起福,张淑芹,等.高山红景天多糖抗病毒感染细胞超微结构的电镜观察.吉林中医药,1997(3):40
- [63] 崔建华,王引虎,张西洲,等.药物对高原人体运动时 NO 和 NOS 的影响.高原医学杂志,2001,11(1):9
- [64] 肖雪媛,关桂梅,王淑心,等.红景天甙对体外培养人胚肺二倍体成纤维细胞组织化学及其超微结构的影响.中国老年学杂志,1997,17(4):113
- [65] 赵文,蒋东升,王庭欣,等.蔷薇红景天对两种肿瘤生长的抑制作用及其免疫学机制.癌变·畸变·突变,1999,11(6):339
- [66] 朱丽华,孙欣,蒲立岩.红景天素对脑胶质瘤影响的实验研究.华北煤炭医学院学报,1999,1(1):28
- [67] 张淑芹,孙非,刘志屹,等.高山红景天苷抑制白血病细胞生长的实验研究.吉林中医药,1999(4):56

- [68] 王淑兰,宫肇弟,李淑莲.红景天素对体外培养喉癌细胞的影响.白求恩医科大学学报,1995,21(3):263
- [69] 孙非,于超福,孙寒,等.高山红景天多糖对病毒感染大鼠心肌细胞的抑制作用.中国药理学通报,1997,13(6):525-528
- [70] 孙非,王秀清,许守民,等.高山红景天多糖对小鼠抗柯萨奇 B₂ 病毒感染能力的研究.中华实验和临床病毒学杂志,1995,9(4):361
- [71] 徐琪,祝世功,周家文,等.红景天保护缺血再灌注损伤鼠脑细胞的作用及机理研究.中风与神经疾病杂志,1999,16(3):144
- [72] 李莉,孔乐凯,陈融,等.红景天甙对脑缺血再灌注脑组织 NO 代谢的影响.山东医药,2001,41(19):17
- [73] 孙波,徐君东,闫国强,等.红景天对阿霉素肾病大鼠尿蛋白、血脂的影响.中医药学报,2001,29(1):43
- [74] 李巧云,李霞.红景天口服液对大鼠急性肺水肿的保护作用.中药药理与临床,2001,17(2):40
- [75] 张云霞,朱蓓薇,等.中草药能抵抗噪音导致的肝胆固醇含量降低.中国环境与科学,2002,22(1):71
- [76] 蒋明德,甘新宇,解方为等.红景天苷对乙醛刺激的大鼠肝星状细胞增殖及胶原基因表达的影响.药科学报,2002,37(11):841
- [77] 房家智,陈国清,钱佳丽,等.高山红景天对急性肝损伤动物血清酶谱的影响.临床肝胆病杂志,1994,10(3):147
- [78] 吴晓玲,曾维政,陈晓斌,等.红景天对大鼠血清和组织匀浆中肝纤维化相关酶活性的影响.华西药理学杂志,2002,17(6):416
- [79] 贾正平,谢景文,孙卫胜,等.狭叶红景天水提物的辐射保护作用.兰州医学院学报,1997,23(3):17
- [80] 骆传环,高月,王作华,等.红景天多糖的抗放射实验研究.中国放射医学与防护杂志,1994,14(5):340-341
- [81] 骆传环,舒融,高月.高山植物红景天抗疲劳抗辐射的实验研究.现代应用药理学,1996,13(4):5
- [82] 阎琪,于起福,任桂凤,等.硫酸化高山红景天多糖对感染病毒小鼠血液 SOD 和 LPO 的影响.中国中医基础医学杂志,1997,3(6):30
- [83] 赵超英,吴绪敏,尤育洲.高山红景天复方制品的毒性及营养保健功能的试验研究.卫生毒理学杂志,2002,16(3):165-167
- [84] 赵生友,王玮,姜晓春.红景天提取物致突变性及致畸作用.癌变·畸变·突变,1997,9(5):300-302

- [85] 王惠琴,孔祥环,蒋致诚,等.大鼠口服红景天致畸作用的研究.首都学院学报,1993,24(2):90-92
- [86] 李瑾翡,林飞.狭叶红景天的毒理学研究.中药新药与临床药理,1994,5(2):28
- [87] 刘锡久.新药申报技术资料中的毒性试验及剂量响应的若干问题.中国新药杂志,1994,3(1):58-59
- [88] 曹第勇,周春阳,刘毅,等.圣地红景天长期毒性试验.川北医学院学报,1998,13(1):10-11
- [89] 姜平,黄立成,寇星灿,等.藏药狭叶红景天的急性毒性与蓄积毒性试验.辽宁中医杂志,1995,22(10):475

第七章 红景天的临床应用

红景天的应用在我国已有千余年的历史,早在《晶珠本草》中就有记载。在西藏被誉为“高原人参”,为藏族习用药材。民间也作为“扶正固本、调节补益”的药品和保健品。红景天性寒、味甘涩,常用于清肺止咳、活血止血、跌打损伤、烧烫伤、妇女白带、阳痿等病症。红景天是生长在高海拔地区的具有特殊适应性的植物。以前人们一直把红景天植物作为一种优于人参、刺五加的兴奋剂来加以研究,且研究的主要部位是其根茎。近年来,由于红景天较高的安全性,特别是其异常丰富全面的营养价值,因此,研究人员的注意力已逐渐转移到将红景天作为保健品进行开发和利用上来,而且研究的部位也扩展到了除根茎之外的枝叶上。

红景天作为一种珍贵的药用植物,其安全性、有效性、扶正固本以及“适应原”样作用愈来愈被人们所重视。临床上红景天已被开始用于预防高原反应、延缓衰老,治疗冠心病、心绞痛、心律失常、抗肿瘤及化疗的辅助用药,同时对严重烧伤后各器官的损伤有一定医疗价值。红景天在治疗类风湿关节炎方面,同样取得了较好的效果。随着细胞技术、分子生物学技术的不断地应用,红景天作用机理将进一步明确,在高原医学、老年医学、军事医学、航天医学、保健医学方面的应用前景将十分广阔。

第一节 预防高原反应

狭叶红景天能有效地预防平原人进入海拔 4475 m 高原后其心、肺、肾组织超微结构所发生的一系列病理变化,明显减轻人脏器超微结构所受高原低氧环境的损害,兼有生脉饮和丹参川芎合剂的效果。提示该药能改善人的供氧状态,提高机体对氧的利用系数和对缺氧的耐受性。张早华等分组对青海省湟中县李家山乡(海拔 2500 m)进入

昆仑山口泵站(海拔4475m)的37例民工进行上山前后心、肺功能的自身比较和组间比较,重点观察狭叶红景天的预防效果。结果表明,狭叶红景天能有效地预防高原低氧环境对人体心、肺功能的影响,效果同生脉饮相类似。

刘剑伟等研究了红景天胶囊在不同海拔高原地区的应用对军人健康的影响,结果表明:随着海拔高度的增加,红景天胶囊对官兵的食欲、睡眠、抗缺氧强体、智力工作指数、抗上呼吸道感染方面作用不断提高,尤其是在抗缺氧和睡眠方面提高明显。因此,红景天具有预防高原反应的作用。

第二节 治疗高原红细胞增多症

高原红细胞增多症(高红症)是高原地区危害健康较大的常见病和多发病,临床表现为肺动脉高压和低氧血症。在对129例高原红细胞增多症进行的红细胞滤过指数和氧自由基代谢指标治疗前后的观察实验中,发现三普红景天胶囊具有降低红细胞滤过指数和脂质过氧化代谢产物丙二醛及升高机体防御红细胞SOD酶活性的作用,这可能是三普红景天胶囊改善红细胞变形能力,降低血液黏度,升高机体防御酶红细胞SOD活性,减轻脂质过氧化反应,治疗高红症的重要机制之一。红景天苷可显著抑制缺氧对肺动脉平滑肌细胞(PASMC)增殖和DNA合成的促进作用,抑制缺氧所致的 G_2/M 期细胞比例增多,使更多的PASMC处于 G_0/G_1 期,抑制PASMC的增殖,从而可能对缺氧性肺动脉壁增厚和肺动脉高压的发生与发展起防治作用。

汪文学等用红景天糖浆15~20 mL,每日3次口服,4周为1疗程,对50例红细胞增多症的患者进行2个疗程的治疗,取得较满意的疗效,并对甲皱微循环进行观察,发现红景天具有改善微循环障碍的作用。

杨广庭等用三普红景天胶囊对9例肾移植后发生红细胞增多症的患者进行治疗,其中8例患者分别经1~3月的治疗后,红细胞数、红细胞亚积、血红蛋白恢复正常,且停药后5~24个月未见复发(另1例患者尚在治疗中)。可见,红景天对红细胞增多症的治疗具有一定的作用。

第三节 抗缺氧和抗疲劳

叶久勤等报道低氧血症患者 30 例,口服红景天胶囊,每次 2 粒,20 d 为 1 疗程。对照组口服刺五加片,每次 2 片,20 d 为 1 疗程。观察以下指标,症状:气促、心悸、乏力、头昏、失眠、纳差。体征:舌象、脉象、心率、呼吸、脉搏、血压。实验室指标:血气分析、SOD、LPO、血常规、小便常规、肝功、肾功、心电图。症状、体征于治疗前后及每隔 10 d 进行观察并记录 1 次,实验室指标治疗前后各查 1 次。结果 60 例低氧血症患者,其中服用红景天胶囊者 30 例,总有效率 90 %,服用刺五加片 30 例,总有效率 77 %。服用红景天胶囊能明显提高氧分压,降低 CO_2 分压,能明显改善缺氧情况;LPO 也较服药前显著降低,提示还有抗衰老的作用。

红景天还能改善缺氧状态下的肺功能。张世范等研究表明,创伤感染和心胸手术后早期应用复方红景天制剂可降低急性肺损伤(ALI)的肺高压,提高氧分压,下调肺泡动脉氧分压,改善血流阻力,从而降低创伤性急性肺损伤的发生频率。另一研究表明,红景天对急性肺水肿有明显的降低肺动脉压、减少肺含水量的作用。

林树新研究表明,红景天苷可使肺血管的收缩反应增强,能在低氧环境中降低动脉平滑肌细胞增殖作用中起重要作用。红景天对心脏、脑适应缺氧环境有重要调节作用。乳酸是无氧代谢的最终产物,实践表明,红景天浸膏可明显降低人体耗氧量,并可显著降低无氧代谢过程,从而可提高脑组织的氧张力。

Darbinyan 等人通过对 56 名年轻健康者反复使用红景天提取液,测试他们在夜班时间中的疲劳状态,结果证明红景天能够缓解处在压力状态下的大脑中枢疲劳。

第四节 延缓机体衰老

生长激素对机体蛋白质的合成代谢有重要的调节作用。随着年龄的增长外周血中的生长激素含量逐渐减少,机体蛋白质的合成代谢

降低,研究证实红景天苷有提高老龄人生长激素细胞活力、促进其分泌,延缓衰老的作用。机体的老化进程与机体组织细胞的退行性变化相关,这种变化主要是由于自由基的毒副作用引起。红景天苷能明显减少自由基产生,降低其氧化能力。研究证实红景天人参制剂能使组织中的超氧歧化酶(SOD)活性增加,LPO 含量降低,促进细胞增殖,增加皮肤细胞的抗衰老能力。

第五节 治疗冠心病心绞痛

冠心病心绞痛是冠状动脉硬化、狭窄或痉挛,心肌发生急剧而短暂的缺血、缺氧引起的临床综合征。药理研究证实,红景天具有抑制心脏内分泌功能老化,改善心电图,降低血液黏度和血小板聚集,预防和治疗心肌缺血的作用。目前已开发的红景天类药物有红景天胶囊和注射液、诺迪康胶囊等,临床上已广泛用于冠心病心绞痛的治疗,并取得了很好的疗效。

谢文报道 33 例(男 16 例,女 17 例)患者口服诺迪康胶囊,其中临控 5 例,显效 17 例,有效 8 例,无效 3 例,总有效率 91%。红景天主要成分黄酮类物质对心、脑等重要脏器的缺血损伤模型有改善微循环、减轻脏器损伤的作用,同时能改善细胞、组织与脏器的代谢与功能。

沈绍功等报道了诺迪康胶囊治疗 416 例冠心病心绞痛病例的临床疗效,男性 309 例,女性 207 例,其中活血通脉胶囊组 100 例;年龄 41~66 岁,平均(57.6 ± 8.4)岁,其中在 50~60 岁之间者占 89.3%;病程 1 个月至 18 年,平均(6.3 ± 1.05)年,其中在 6 个月至 3 年者占 70.3%;心绞痛发作时间 3~15 min,平均(7.5 ± 2.3)min,绝大多数发作 5 min 左右,占 76.4%;心绞痛发作频率 2 次/周~12 次/d,每天发作 6 次者占 63.5%;心绞痛性质以憋闷胀痛居多,占 84.6%;呈放射性者占 10.3%;部位以左胸及胸骨后居多,占 78.0%。516 例均为劳累性稳定型心绞痛,其中轻度 256 例,49.6%;中度 201 例,占 39.0%;重度 59 例,占 11.4%。均属中医气虚血瘀证类,夹痰浊者 156 例,占 30.2%。观察结果显示,缓解心绞痛总有效率 92.7%,中医证候起效时限平均(34 ± 5)min,证候药效持续时限平均($6.1 \pm$

0.7) h, 药后证候积分明显 ($P < 0.01$), 证候总有效率 93.7%, 硝酸甘油停减率 79.3%, 消心痛停减率 77.8%, 心电图缺血改善率 54.0%。

临床指标检测证实, 诺迪康胶囊能明显降低冠心病患者的总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白, 提升高密度脂蛋白, 具有改善血脂代谢、抗动脉粥样硬化的作用; 能明显降低患者血液的高黏滞状态, 改善血液流变性, 加速血流, 改善微循环, 增加心肌血氧供应, 纠正患者的“血瘀状态”; 能明显提升超氧化物歧化酶的活性, 抑制脂质过氧化而保护心肌组织。

姜敏辉等报道选择冠心病心绞痛患者 80 例, 随机分为红景天组和对照组, 每组 40 例。两组病例性别、年龄、病史基本匹配。所有入选患者常规做 12 导联心电图, 心肌酶谱及同工酶、血脂检测, 排除急性心肌梗塞的病例。以后每周做 1 次心电图, 或心绞痛发作时随时记录心电图, 观察每次心电图 ST 段变化情况。同时监测患者心绞痛发作的频率和诱发心绞痛发作的因素。所有入选病例常规服用硝酸酯类药物、肠溶阿司匹林、钙拮抗剂和 β 受体阻滞剂。红景天组加服红景天胶囊每次 2 粒, 每天 3 次。对照组则不另外加用药物。结果显示心绞痛患者红景天组心绞痛发作频率和心电图变化均较对照组明显改善, 可以减轻心绞痛发作频率和发作时的心电图变化。

王林丽等报道 101 例经确诊冠心病心绞痛病人, 口服红景天胶囊 2 粒, 2 次/d, 服药与观察时间为 4 周。结果 101 例病人中, 92 例病人治疗有效, 总有效率达 91.1%, 每周心绞痛发作次数显著减少, 发作时持续时间明显缩短, 所有病人观察期间均无不良反应发生。说明治疗效果显著, 口服安全。

第六节 治疗脑动脉硬化症

杨焕斌应用红景天胶囊治疗脑动脉硬化症患者 60 例, 总有效率 90%。红景天胶囊主要成分有红景天苷、多种黄酮和人体必需的 18 种氨基酸, 多种微量元素, 它对脑血管的作用是通过黄酮类化合物对血管壁的作用以及血液流变学的改变来实现的。其中黄酮及红景天苷能祛除血液中过多的脂质成分和沉积在血管上的脂质, 对过氧化脂

质生成有明显的抑制作用。

李吉梅等报道了自2000年3月至2003年5月服用诺迪康胶囊治疗33位脑动脉硬化症病例,结合多普勒(TCD)及血脂检测进行临床观察,并与西药组30例做比较,取得了满意疗效。选择符合脑动脉硬化诊断标准的病例,按入选顺序随机分为2组:治疗组33例,男性20例,女性13例;年龄45~74岁。对照组30例,男18例,女12例;年龄46~73岁。观察结果显示,治疗组总有效率87.88%,对照组总有效率63.33%。两组间差别有高度显著性($P<0.01$)。两组治疗后血清总胆固醇(TC)、甘油三脂(TG)、低密度脂蛋白(LDL-C)均较治疗前有显著改善($P<0.01$),组间比较血脂改善情况治疗组优于对照组 $P<0.05$ 。两组治疗后椎动脉、基底动脉平均血流速度均较治疗前差别有高度显著性($P<0.01$),治疗组优于对照组($P<0.05$)。药理研究显示,圣地红景天具有降低心脑血管细胞耗氧量;调节血液流变性,降低全血黏度;抑制血小板聚集;抗血栓形成;调节血脂、血糖等作用。

第七节 治疗心脑血管神经衰弱

研究表明红景天胶囊可使实验性心肌缺血犬心肌收缩性增强,改善心脏的血流动力学状况,减轻心肌缺血损伤程度,缩小损伤范围,抑制冠脉血流量的下降,降低心脏氧提取率,提高冠脉静脉窦血pH值,防治缺血心肌细胞的酸中毒。与此同时观察红景天胶囊对心血管系统的药理作用,发现红景天胶囊可显著降低麻醉犬心肌耗氧量和耗氧指数,大剂量能降低冠脉阻力,对冠脉血流量则无明显影响。在与复方丹参片的对照中,发现两者治疗冠心病的作用机制是不同的。复方丹参片主要通过增加冠脉血流量改善心肌能量的需求,却可能导致心肌耗氧量随之增加,而红景天胶囊则是降低心肌氧耗,维持心肌对能量的需求,由于并不减少冠脉血流量,因此提高了心脏的泵效率。同时,该药有减慢心率、降低血压、减少冠脉阻力等作用,也利于心绞痛的缓解。

从超微结构和钙离子亚细胞结构分布上探讨红景天素抗心肌衰老的作用。电镜观察结果显示,红景天素能够减轻衰老心肌细胞的征

象。实验表明红景天素从整体细胞水平上有抗衰老作用;稳定细胞膜维护细胞完整性及心肌正常舒张;能够维护线粒体的正常结构,为心肌舒张提供所需能量;推迟或减少脂褐素出现和堆积;维护核结构正常,防止核功能衰退;具有预防心功能衰退的能力。能谱分析表明,红景天素有稳定钙调控作用,从而证实红景天素对心肌的衰老具有预防或延缓的作用。

虞准等人报道,选择神经衰弱者 30 人,症状包括心悸、胸闷、胸痛、疲乏无力。服药前停用一切影响植物神经的药物 1 周,治疗期间病人保持生活及工作方式不变,病人服用红景天胶囊 4 周。结果服药 4 周后病人的症状有明显改善,对心悸、胸闷、胸痛及乏力等症状的总有效率分别是 75%、85.7%、73.7% 和 64%,说明诺迪康对心脏血管神经衰弱有较好的疗效,具有一定的临床实用价值。

第八节 治疗原发性高血压

陈雪峰等报道,选择轻中度原发性高血压患者 32 例。口服诺迪康胶囊,疗程为 8 周。治疗期间维持正常饮食不变,用药前停用其他降压药物 5 个半衰期以上。结果总有效例数为 26 例,占 82.1%。红景天所含红景天苷、黄酮等成分能明显减少细胞内钙离子浓度,使钙离子保持正常传递功能,减轻血管平滑肌的痉挛样收缩,防止动脉粥样斑块的形成,降低血液黏滞度,降低外周阻力,起到降低血压的作用。

王林丽等报道运用动态血压监测(ABPM)对原发性高血压患者筛选非勺型高血压患者,并测定血、尿 β_2 微球蛋白(β_2 -MG) 水平进行分析。结果表明,经该药治疗后,非勺型高血压患者的动态血压水平及血、尿 β_2 微球蛋白均明显降低。说明该药对高血压肾损伤有保护作用。

第九节 治疗低血压

低血压病人长期收缩压低于 90 mmHg,舒张压低于 60 mmHg。郑济国报道 48 例患者口服诺迪康胶囊,每日 3 次,每次服 2 粒,1 个月为

1 疗程。治疗结果:1 疗程后,血压普遍回升,有效率 100 %,血压回升最高患者服药期间收缩压上升至 120 mmHg,舒张压为 76 ~ 80 mmHg,临床症状消失。表明红景天具有扩张冠状动脉血管,抗心肌缺氧,提高心脏功能作用;可改善脑血管系统的循环,降低血液黏滞度,加快红细胞流速;同时具有清头明目、健脑益智、抗衰老、抗疲劳、调和阴阳等作用。

第十节 治疗慢性肺心病

慢性肺心病患者由于慢性肺功能损害,机体长期处于低血氧状态,使红细胞继发性增多,红细胞顺应性下降,血液黏稠度增加,加重肺动脉高压的发展。同时因缺氧可使肺血管内皮受损,胶原组织暴露,刺激血小板附着和积聚,从而激活凝血反应链;纤维蛋白及免疫球蛋白也应激增高,终致血液黏滞性及凝固性增加而处于高凝低纤溶状态,成为血栓形成的基础。据我国肺心病病理协作组对 662 例肺心病尸检的病理分析,在死亡者的肺小动脉中可见到一定数量的血栓。因此纠正慢性肺心病患者缺氧的同时,长期进行有效降低血液黏稠度治疗及抗凝、抗血栓治疗,可有效降低肺动脉高压,改善慢性肺心病患者的心肺功能状态。慢性肺心病缓解期的治疗主要采用中西医结合的综合措施,增强患者的免疫功能,去除诱发因素,减少或避免急性加重期的发生。

金晔等研究了诺迪康胶囊主要成分红景天对肺心病缓解期患者的心肺功能和血液流变学的影响,采用随机双盲法将 80 例肺心病缓解期患者平均分为 2 组,对照组予以支气管扩张剂、止咳化痰、强心利尿和吸氧等常规治疗,诺迪康组在予以常规治疗的基础上加用诺迪康胶囊,2 粒/次,3 次/d,60 d 为 1 个疗程。比较两组心肺功能临床疗效,对血液流变学的影响。结果显示,诺迪康胶囊能显著改善慢性肺心病患者的血液黏稠度,诺迪康组临床疗效总有效率 82.5%,对照组为 62.5% ($P < 0.05$)。诺迪康组血液流变学改善程度明显优于对照组 ($P < 0.05$),肺功能改善明显优于对照组 ($P < 0.05$)。可以看出诺迪康是一种治疗慢性肺心病缓解期的有效药物,值得临床推广运用,

同时也说明红景天能显著提高人体免疫力,改善慢性肺心病患者的血液黏稠度,减轻肺心病的发生和发展。

第十一节 治疗类风湿性关节炎

类风湿性关节炎(RA)是一种慢性全身性自身免疫性疾病,以关节病变为主。其发病原因至今尚不完全明确。

路萌等报道观察 56 例类风湿性关节炎患者,服用红景天胶囊每次 10 g,每日 3 次,饭后服,1 个月为 1 个疗程,2 个疗程判定结果。服药同时每日中药热敷 1 次。结果 56 例患者中痊愈 33 例(58.9%),好转 16 例(28.6%),无效 6 例(10.7%),总有效率为 89.25%,提示红景天对类风湿性关节炎具有一定的治疗作用。

第十二节 治疗高脂血症

孙永宁报道观察 47 例患者,单纯高脂血症 21 例,并发高血压 10 例、冠心病 15 例、脑梗塞 1 例。口服红景天胶囊,连续观察 8 周。红景天可显著改善高脂血症脂代谢紊乱和胸胁胀痛、走窜疼痛等症状。

第十三节 降低血液黏度

由于对血液流变学研究的迅速发展,揭示出高黏滞血症与老年常见疾病如缺血性心脑血管病、高血压病、糖尿病、慢性肺部疾病、肿瘤等疾病的发病之间有着密切的关系,因此而引起了老年医学学者们特别是老年病临床工作者的极大关注,开始从血液流变学的角度来认识一些疾病,从改善血液高黏滞状态着手探索有效的治疗方法,以及根据血液流变学的特点对一些疾病提出预测性意见,大大丰富了老年医学的内容。

影响血液流动性和黏性的因素包括有:血液的有形成分和血浆的成分,以及对血黏性的调节功能。红细胞压积是影响血液黏性的首要因素,纤维蛋白原则是血浆黏度增加的主要原因。老年人血液流变学

的特点是既存在使血液流动性增大和黏性降低的影响因素,即血液黏性和红细胞总体积随增龄而降低,又存在使血液流动性降低和黏性增高的因素,如红细胞聚集性增高、变形性降低,纤维蛋白原和球蛋白增高等因素。也就是说红细胞聚集性增加变形性降低,血浆纤维蛋白原增高和球蛋白浓度增加是导致老年人高黏滞血症的主要影响因素,也是老年人心脑血管病发病率明显高于中年人的病理生理基础。因此,为使这类疾病的病情得到缓解,需要从改善这些影响因素着手。

目前根据高黏滞血症主要不同的原因,将其分为高血浆黏度型、红细胞聚集增强型、红细胞变形能力降低型以及全血黏度增高型。并根据其不同分型提出了不同的治疗方法。如稀释方法、放血疗法、去纤疗法、降低红细胞聚集性、提高红细胞变形能力以及扩血管药物治疗等方法。前3种疗法需住院或实验室监测下进行,且疗效不持久,药物(如蛇毒制剂)副作用大。后3种方法的西药部分具有副作用大(如钙通道阻滞剂),使用不方便(如ATP、辅酶A、吸氧等)等缺点。而活血化瘀的中药或中成药则可能有较好的治疗发展前景,有必要做进一步的临床研究。

陈芙君等根据中成药诺迪康具有通脉养心的作用,以20例高黏滞血症病例为对象,这20例观察对象为已确诊患者心血管或肺部疾病且血液流变学异常的住院患者。男性16例,女性4例,年龄分布40~79岁,其中40~49岁3例,50~59岁5例,60岁以上12例,平均年龄62.5岁,其中慢性阻塞性肺部疾病7例,高血压病6例,硅肺6例,肺癌1例。对诺迪康在改善血液高黏滞状态中的作用进行了临床观察。观察结果显示,服用诺迪康后,红细胞压积和血浆黏度虽有降低,但无统计学意义,即诺迪康对红细胞数量、纤维蛋白原的浓度影响不大,也可能与用药时间短有关。但对红细胞的聚集性、刚性及变形能力有明显的影响,能降低红细胞的聚集性和单个红细胞的刚性,提高红细胞的变形能力,治疗前后比较有统计学上的显著差异。根据诺迪康影响血液流变学的特点,它适用于红细胞聚集增强型(如糖尿病、周围血管病、中风及静脉血栓性疾病)、红细胞变形能力降低型(如心肌梗塞、中风、高血压病及间歇性跛行)以及全血黏度增高型(如缺血性心脑血管病、周围血管病、盆腔瘀血综合征)等高黏滞血症的治疗。

诺迪康是从西藏高原圣地红景天中提取红景天苷、黄酮、酚醇等有效成分研制的中成药品,具有扶正固本、增强免疫力、抑制过氧化脂质生成、抗衰老等多方面作用。在治疗高黏滞血症的同时,对身体还具有其他作用,这些多方面药物作用是否还能提高老年人对血液黏性的调节功能,尚待进一步研究。

张文芳等也曾报道观察血液流变血指标均有不同程度异常的患者 32 例。服用红景天胶囊,疗程为 1 个月,治疗期间,停用其他一切药物。结果全血黏度、血浆黏度、全血还原黏度及红细胞聚集指数均有显著好转,从血液流变学角度进行观察,发现对全血黏度、血浆黏度、全血还原黏度、红细胞聚集有显著影响。

第十四节 治疗糖尿病肾病

近年来我国糖尿病肾病(DN)发病率显著上升,在西方国家 DN 是导致终末期肾病(ESRD)的首位疾病。

李润生等报道观察 II 型糖尿病患者 82 例,其中男 54 例,女 28 例;年龄 48~76 岁,平均(58.6 ± 12.3)岁;病程 3~8 年。所有病例均符合下列条件:1999 年 WHO 制定的糖尿病诊断标准,尿蛋白定量 $>0.5 \text{ g}/24 \text{ h}$,排除急慢性肾小球肾炎、糖尿病急性并发症、泌尿系感染、高血压肾损害等疾病。两组病例性别、年龄、病程、合并症等方面无差异,具有可比性($P>0.05$)。服用诺迪康,4 周为 1 疗程,共 2 疗程。结果显示,在相同条件下,服用诺迪康的糖尿病肾病患者其 24 h 尿蛋白、尿 $\beta_2 - \text{MG}$ 改善明显,提示诺迪康对糖尿病肾病患者的肾功能具有保护作用。

梁森等报道将 64 例早期糖尿病肾病(DN)患者随机分为氯沙坦对照组和红景天联合氯沙坦治疗组,两组患者均按糖尿病常规治疗,包括饮食、运动治疗、口服降糖药或使用胰岛素,蛋白质摄入量 $0.8 \text{ (g/kg} \cdot \text{d)}$,并停用抗凝、调脂药物,待血压、血糖控制稳定 2 周后进入临床实验。对照组给予氯沙坦(50 mg/d 口服,1 次/d),治疗组在此基础上应用红景天颗粒剂(袋装红景天配方颗粒,15 g/次,温水冲服,2 次/d)。全部病例观察 2 个月。观察临床疗效和治疗前后空腹血糖

(FPG)、糖化血红蛋白(HbA_{1c})、血清总胆固醇(TC)、血清三酰甘油(TG)、血清高密度脂蛋白(HDL)、尿白蛋白排泄率(UAER)、尿 β_2 微球蛋白(β_2 -MG)、血肌酐(Scr)、尿素氮(BUN)、血白蛋白(Alb)、血液流变学等指标。结果显示,治疗组总有效率为87.5%;FPG和HbA_{1c}的水平显著下降;TC、TG明显下降,HDL-C明显上升;UAER及尿 β_2 -MG较治疗前显著改善;治疗前后Scr、BUN、血Alb均无明显变化,全血比高切黏度、全血比低切黏度改善具有统计学差异;治疗前后血常规、肝功能无统计学差异;尿常规、大便常规治疗前后亦均为正常;临床治疗全过程中,所有患者均未见不良反应。研究提示红景天的作用机制是多方面的,主要与调节糖代谢,调节脂代谢,改善血液流变性及微循环障碍,减少尿蛋白排泄等有关,红景天可通过上述多环节、多靶点、多途径保护肾功能。

第十五节 延缓慢性肾衰竭

慢性肾衰竭(CRF)是由各种慢性肾脏病持续进展、加重所致的不可逆性大量肾单位丧失和各种代谢紊乱所构成的复杂的临床综合征。主要的形态学改变是肾小球硬化、肾小管间质的纤维化等。它将以不同速度进行性发展到终末期肾衰竭。

王亚平等报道将31例慢性肾功能不全代偿期和失代偿期患者随机分为治疗组和对照组。两组同时给予慢性肾衰竭的常规治疗。在上述治疗基础上治疗组加用三普红景天胶囊(主要成分有红景天、沙棘、枸杞),口服,每日3次,每次3粒,观察6个月。观察指标:24h尿蛋白定量、血尿素氮(BUN)、血肌酐(Scr)、内生肌酐清除率(Ccr)等。结果显示三普红景天胶囊可以减少蛋白尿,改善肾小球滤过,延缓慢性肾衰竭的进展。

第十六节 治疗硫化氢气体慢性中毒

杨国利等报道选择49例硫化氢气体慢性中毒患者,其中男性35例,女性14例,病程5~15年,平均病程10.4年,服用红景天胶囊,每

口服药3次,每次4粒。30天为1个疗程。服药前1周及疗程结束后1周内化验血常规、血液流变学、血浆、血栓素等指标。结果表明,红景天胶囊能够治疗慢性硫化氢毒性反应,其主要机理可能是通过改善人体内环境,以及人体血液流变学指标来改善组织器官的供血、供氧,使受损的神经组织恢复正常。

第十七节 治疗高原老年抑郁症

韩国玲等报道红景天和氟西汀配伍可以治疗高原老年抑郁症患者,选择居住在海拔2260米5年以上,年龄60岁以上的老年抑郁症患者。服用红景天和氟西汀6~8周,结果服药组在改善焦虑因子、认知障碍因子、绝望感方面显效较快,同时在改善迟滞因子、睡眠障碍因子方面显效也快。结果提示,红景天不但有抗脑缺血、缺氧、抗脑水肿、提高脑血液流变学和增加能量代谢作用,而且还有俘获自由基、改变中枢神经递质和受体的功能。以往研究发现,情感障碍病人存在体液中的自由基浓度升高,提示抗抑郁剂治疗同时加用红景天可能提高疗效,且见效快,副作用轻微,对于高原人群同时有抗缺氧、抗疲劳、提高人体对高原的耐受性的作用。

第十八节 调节肿瘤患者的免疫功能

肿瘤患者在进行大剂量化学、放射治疗后,免疫功能降低。保护和促进免疫功能的恢复,已成为肿瘤根治性治疗策略的一部分。

郑玲等对78例癌症患者进行了随机分组治疗,着重观察红景天胶囊对恶性肿瘤患者免疫功能T细胞亚群及体液免疫的影响,并与免疫调节剂胸腺肽相对照,结果显示,没有服用任何免疫调节剂的肿瘤患者细胞免疫均有下降,而服用红景天和胸腺肽的肿瘤患者,细胞免疫保持相对平稳。胸腺肽作为一种免疫增强剂,非特异性刺激T淋巴细胞的分化、增殖、成熟,调节和增强人体的免疫功能。红景天组和胸腺肽组治疗前后的疗效相当,也说明作为一直用于抗氧化剂的中药红景天是一种有效的免疫调节剂,在肿瘤治疗中可以同其他的免疫

调节剂一样使用,并且毒副反应少、使用安全。

参 考 文 献

- [1] 叶久勤,刘耀,杨涛.红景天胶囊治疗低氧血症临床研究.成都医药,2004,30(4):210-211
- [2] 王林丽.红景天及复方制剂药理和临床研究进展.中医药学报,2003,31(1):51-53
- [3] 郑玲,伍建容,谷焰.红景天对肿瘤患者免疫功能调节的临床观察.四川中医,2008,26(9):47-49
- [4] 李润生,康平,鲍智颖.红景天制剂治疗糖尿病肾病临床观察.中国中西医结合肾病杂志,2006,7(7):417-418
- [5] 孙波,徐君东,闫国强,等.红景天对阿霉素肾病大鼠尿蛋白、血脂的影响.中医药学报,2001,29(1):43-45
- [6] 王家明,闫继平,王盛虔.红景天的药理作用研究进展.中医药学报,2003,31(4):57-59
- [7] 林善铤.糖尿病肾病.中华内科杂志,2005,44(3):229-230
- [8] 孙永宁,张宏伟.诺迪康胶囊治疗高脂血症47例.浙江中医学院学报,2003,27(4):48
- [9] 张莉,赵淑月,郑恺,等.红景天植物的抗自由基作用研究.长春中医学院学报,2002,18(1):44-46
- [10] Darbinyan V, Kteyan A, Panossian A, et al. *Rhodiola rosea* in stress induced fatigue—a double blind cross-over study of a standardized extract SHR-5 with a repeated low-dose regimen on the mental performance of healthy physicians during night duty. *Phytomedicine*, 2000, 7(5):365-371
- [11] 黄凤霞,丁亚杰,王庆国.高山红景天对阿霉素肾病大鼠的影响.中华肾脏病杂志,2005,21(7):412-413
- [12] 王昕,宋云茵,胡立胜.临床研究红景天类药物治心绞痛的系统评价.现代生物医学进展,2006,6(2):42-45
- [13] 金晔,徐伟平.诺迪康胶囊治疗慢性肺心病缓解期.中国现代医学杂志,2003,13(21):54-56
- [14] 李吉梅,李凤勤.诺迪康胶囊治疗动脉硬化症.医学论坛杂志,2005,26(2):41

- [15] 沈绍功,韩学杰. 诺迪康胶囊治疗冠心病心绞痛 416 例疗效评价. 中国中医急症,2000,9(4):142-144
- [16] 宋月英,马玉珍,韩慧文,等. 红景天属植物化学成分及药理作用的研究进展. 中草药,2004,35(2):235-237
- [17] 高秋娜. 红景天的药理与临床研究概述. 河南中医,2001(3):76-77
- [18] 梁森,张压西,熊玮. 红景天联合氯沙坦对早期糖尿病肾病的临床疗效观察. 中国中西医结合肾病杂志,2008,9(8):694-697
- [19] 杨国立,张东林. 红景天胶囊治疗硫化氢气体慢性毒性反应 49 例临床观察. 中医杂志,1997,38(10):607-608
- [20] 陈芙君,王文志,王爱娟,等. 诺迪康对高黏滞血症血液流变学影响的临床观察. 现代预防医学,1998,25(2):176-177
- [21] 姜敏辉,吴翔,曹卫军. 红景天对心肌缺血损伤保护作用的实验研究及临床应用. 江苏医药,2005,31(5):963-964
- [22] 韩国玲,杜欣柏,宋志强. 氟西汀伍用红景天治疗高原老年抑郁症的临床研究. 中国老年学杂志,2006,26(8):7010-7010
- [23] 王亚平,曹明亮,刘洪涛. 复方红景天延缓慢性肾衰竭进展的临床研究. 中国中西医结合肾病杂志,2007,8(9):546-547
- [24] 路萌,高丽玲. 高山红景天治疗类风湿性关节炎临床观察. 黑龙江中医药,2001(3):23-24
- [25] 黄晓芹,降央泽仁. 红景天对造血系统的药理作用. 四川省卫生管理干部学院学报,2003,22(3):198-199
- [26] 杜飒英,缪士平,王克勤. 红景天治疗急性高原反应的临床疗效分析. 西南国防医药,2004,14(6):615-616

第八章 红景天产品的开发 现状和应用研究

第一节 红景天产品的开发现状

红景天生长在纯净、少污染的环境中,具有独特的药效,应用范围广,需求量大。近年来红景天不但用于加强新陈代谢、调节生理机能、轻身延寿的营养保健,而且航天事业的发展以及太空、深海、沙漠等特殊地区的开发也促进了红景天开发利用的纵深发展。由于青藏铁路的通车和青海旅游资源、体育品牌的深入发展,来青藏高原旅游的人越来越多,红景天产品的抗疲劳、抗缺氧作用越来越受到人们的认可,市场潜力巨大。现已形成了以红景天为主要原料的系列产品。

红景天系列产品主要从保健、预防和治疗 3 个方面深入研究,在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,应用现代制药技术,积极进行红景天的单方和复方研究,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,将红景天中具有较高药用价值的成分提取精制为相应制剂。现已形成了以红景天为主要原料的治疗药品、保健食品、药材饮片的基本格局,主要产品有红景天胶囊、红景天片剂、红景天袋泡茶、红景天保健酒、红景天口服液、红景天饮料、红景天面包等。红景天系列产品的主治功能为抗脑缺氧、抗疲劳、降血糖、降血压、降血脂,还能改善受试者的体力、智力及工作能力指数;降低疲乏状况下的工作错误率;提高文字校对人员的工作量;降低心率,并能使血压恢复正常。前苏联卫生部门已批准红景天制剂作为兴奋剂使用。其主要适应于过度疲劳及工作疲乏时需要提高智力的健康人,病后衰弱期患者,以及各类神经官能症、植物神经-血管张力障碍性疾

病,肌无力以及神经治疗剂产生的副作用,还可以用于抗衰老或提高运动员、飞行员的工作效率,以及特种环境工作人员的健康防护。

一、药物方面

红景天在临床上表现出多种防治疾病与保健的功能,研究开发出了多种中药制剂及复合制剂。龚晨睿等以红景天为主,配以五味子、银杏提取物研制出红景天复合制剂,并研究了红景天制剂的抗疲劳作用。顾艳丽等采用 AB-8 大孔树脂吸附柱色谱、聚酰胺色谱柱和超滤法对红景天粗提物进行精制,提取物中红景天苷含量大幅提高,杂质含量降低;进一步制备了注射用红景天(冻干粉针)和红景天提取物磷脂复合物乳剂,制剂的质量比较稳定。目前由吉林通化玉圣药业股份有限公司研制开发的红景天注射液已经成功上市,其产品有补气活血,通脉止痛,用于气虚血瘀、心脉痹阻所致的胸痹病等主要功效。西藏华西药业集团有限公司研究开发的系列产品诺迪康胶囊、诺迪康口服液,新疆医学院研制的红景天胶囊、青海省中医药研究所研制的狭叶红景天包衣片,均是以红景天为原料的制剂。

红景天药品的生产方法:首先制备红景天提取物,然后以它为主料,加入辅料,制成不同剂型的药品。红景天提取物的制备:取红景天洗净、粉碎、晾晒,加入 6 倍量的 70 % 乙醇溶液,浸泡过夜,加热回流 1 h,趁热过滤,其药渣先后 2 次加入 10 倍量的 70 % 乙醇加热回流 1 h,趁热过滤,将上述 3 次取得的醇液合并,再经减压蒸馏、真空干燥便得红景天提取物。不同剂型产品的制造:①胶囊剂:取红景天提取物 280 mg,粉碎过筛后按规定量填充胶囊即可。②片剂:取红景天提取物 300 mg,淀粉 100 mg,硬脂酸镁 8 mg,混合均匀,制成颗粒后压片即得。③口服糖浆剂:取红景天 300 mg、蔗糖 200 mg、50 % 乙醇 1 mL、柠檬酸 5 mg、苯甲酸钠 3 mg,将上述组分加水调至所需量,混匀后装瓶即可。④颗粒剂:取红景天提取物 300 mg、蔗糖 500 mg、橘子香精 100 mg、食用色素适量,混合后制成颗粒包装即可。产品开发框图如图 7-1。

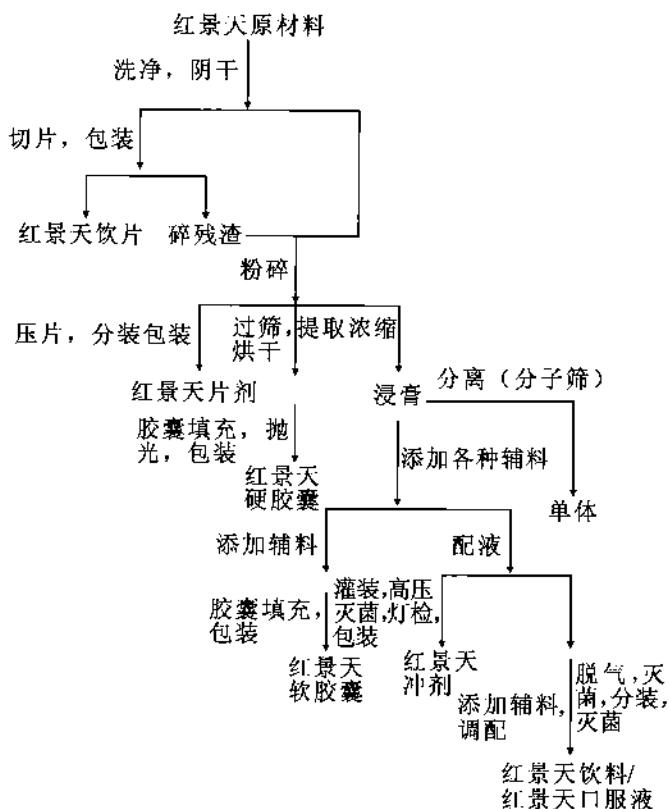


图 7-1 产品开发框图

二、保健品方面

目前具有“适应原”性的红景天保健食品还很少。近年成功开发出系列大众享用的红景天保健品(系列化妆品和保健食品),如方便即食的红景天面包、红景天面条、红景天保健酒、红景天保健饮料、红景天袋泡茶等制品。这些保健食品不仅可作为旅游(特别是登山、长途旅行)、休闲及日常保健之用,以消除疲劳、抵抗缺氧,增强活力,而且还可适用于特殊人群的营养保健需求,如长时间脑力、体力劳动者;运动量不足,注意力不集中,易感疲劳者;神经衰弱、记忆力减退或需增强记忆力者;长期从事电脑操作及电子研究开发等接触电磁波环境人

员和手机使用者;长时间阳光照射、空中飞行或近微波辐射源者;病后、手术后、产后身体虚弱需快速恢复体能者;经常便秘、易感冒者;心脑血管障碍者等。

1. 红景天酒

一般红景天酒的生产工艺:原料→分选→调配(红景天浓汁,蜂蜜,糖,酸,果葡糖浆)→匀质→发酵→分离→陈酿→过滤→罐装封盖→杀菌→检验→贴标→成品。

目前主要产品有四川省草原研究所研制的雪山红景天酒、四川内江市红景天产业开发公司研制的红景天酒、青海虫草酒生产的红景天酒、河北太行埔世保健品有限公司生产的博世佳酒等。

2. 红景天饮料

将红景天全草煮汁,提取汁液直接添加糖、酸等辅料制成保健饮料,或采用红景天提取液、白砂糖、抗坏血酸、柠檬酸、焦糖色素、香精等优化配方,用明胶沉降法去除饮料中存在的大量鞣质,然后以硅藻土为助滤剂或 β -环状糊精包埋,以改进产品品质,得到澄清透明、无苦涩味、外观口味较好的调配型保健饮料。

将红景天浸提液(或与其他果汁、蔬菜汁、茶汤的混合液)采用 β -环状糊精包埋处理,再加蔗糖、柠檬酸等进行调配,喷雾干燥后得到红景天固体饮料制品,如红景天速溶保健茶、红景天固体饮料等。

3. 红景天焙烤类食品

将提取的红景天有效成分应用于面包生产中,可赋予产品特有的植物清香味感,且可在一定程度上增加面包的持水性,保持鲜度,延缓老化。面包中含红景天苷功能因子,使得面包成为新型的功能食品,适合于脑力劳动者、重体力劳动者、运动员、飞行员及在高原、深海、沙漠、微波辐射等特殊恶劣环境下工作的人员食用。

三、红景天制剂的开发现状

(一) 药品制剂

1. 红景天包衣片

既能降低氧速度,还能加大动、静脉的氧压差,增加供氧,具明显的抗缺氧、抗疲劳的作用,如加灵片。

2. 红景天口服液

迪康口服液是以高山红景天为主,以其他中药为辅,具有抗缺氧、抗疲劳的功效。对治疗各种心脑血管缺血、缺氧性疾病疗效显著,特别是对体力、脑力负荷过重所引起的职业病性症状有独特疗效。

复方红景天口服液是以红景天、枸杞和黄精等组成的。红景天有抗缺氧、抗寒冷、抗疲劳、抗微波辐射等明显功能,而且还可以提高工作效率,延缓机体衰老,防治老年疾病。枸杞具有对抗动脉硬化,降低胆固醇,减轻动脉硬化的作用,其水提取物可降低血压,兴奋呼吸,可抑制脂肪在肝细胞内沉积,促进肝细胞新生等。黄精富含多糖、氨基酸、烟酸等对人体有益成分,对改善人体的营养状况,提高免疫水平和血管韧性都很有价值。黄精、枸杞配伍的“二精丸”是中国用于延年益寿的古方。用红景天、枸杞、黄精配伍,采用科学的提取工艺,制成复方红景天口服液具有抗缺氧、抗疲劳,抗寒冷,抗微波辐射作用。可用于提高工作效率,提高注意力和记忆力,延缓机体衰老,防治老年疾病。

3. 红景天胶囊

成玉怀等对红景天胶囊的工艺进行了研究,得到红景天胶囊的制备方法。取红景天粉末0.5 kg,用500 mL 70%乙醇,60℃,分2次提取,第1次2 h,第2次1 h,合并两次的滤液,回收乙醇,加蒸馏水至一定量,沉淀,过滤,滤液用5%明胶沉淀,过滤,滤液再加95%乙醇沉淀,过滤,滤液浓缩成稠膏,放入烘箱中烘干。取烘好的干膏粉碎,过60目药筛,用50%淀粉混匀,放烘箱中烘干,用4号胶囊装药。

目前,市场上红景天的产品以胶囊居多,中药保健品红景天胶囊,经药效学研究具有抗缺氧、抗疲劳、抗寒冷、增强免疫等作用。

4. 四味雪莲花颗粒

主要成分为红景天、雪莲花等,主要用于安神养心、改善新陈代谢、促进血液循环,软化血管,增加血管弹性,对高血脂、高血压、冠心病、高黏滞血症、动脉粥样硬化、脑血管硬化、脑老化、脑缺氧、失眠健忘及老年性痴呆等老年性疾病有显著疗效。另适用于早期预防与治疗更年期综合征、习惯性便秘等。

5. 红景天注射液

主要成分为大株红景天,用于冠心病,心绞痛证属心血瘀阻型胸痹心痛。红景天注射液是国家中药二类新药,二期临床工作已全部结束,目前正在进行三期临床试验。

6. 红景天颗粒剂

主要成分红景天提取物,含有大量的红景天苷、红景天素、酪醇等,具有广泛的药理作用,研究证实,红景天中红景天苷的含量较高,具有抗缺氧,提高缺氧机体的血氧饱和度作用,扩张血管,降低低氧性肺动脉高压,可用于治疗和预防高原适应不全症,在服药过程中未发现毒副作用,对肝肾功能无影响。因而可预见它在益气安神、抗缺氧、抗疲劳和高原适应不全症防治中将有良好的应用前景。

7. 红景天口喷剂

主要以高山红景天提取物为原料,经传统工艺和现代科学方法精制而成,特别适用于心脑血管的保健,以及年老体弱、气血两亏、产后体虚和放疗、化疗后的康复。

8. 红景天抗辐灵

主要用野生高山红景天和野生手掌参提取物为原料,经传统工艺和现代科学方法配制而成,特别适用于强脑力劳动者,病、产后体虚和放、化疗后的康复等,尤其适用于长期从事电脑操作及电子产品的研究、开发等接触电磁波环境的人员、手机使用者、常看电视者,以及宇航员、飞行员、潜水员、运动员等的防护保健和体育竞技者。

9. 红景天糖衣片

该片剂能降低氧速度,还能加大动、静脉血的氧压差,增加供氧,从而增加对缺氧的耐力,具有明显的抗缺氧、抗疲劳的作用。

10. 红景天富钙片

此钙片是专门对老年群体及儿童开发的高级保健食品,以高山红景天根为主要原料,加入部分钙质,经传统工艺和现代科学方法精制而成。含有红景天苷、苷元酪醇和人体所需要的氨基酸以及多种具有生物活性的微量元素、钙质、维生素、挥发油等物质。特别适应老年骨质疏松症、中学生脑力过度劳累、增强耐缺氧能力、增强记忆力、解除疲劳。

(二) 保健品

1. 红景天发酵饮料

苗影志以豆制品生产中黄浆水废液为原料,辅以少量牛乳,加入红景天,进行复合乳酸菌发酵研制成了具高营养价值的新型饮料。添加红景天汁液不但给产品带来特殊的营养保健功能,其丰富的矿物质、维生素也是乳酸菌生长繁殖的促进物质。红景天汁液特有的土腥味在发酵过程中转化而消失。

2. 红景天固体饮料

王中凤等对清凉型、蔬菜型红景天固体饮料配方进行试验研究,通过感官评定优选出2个类型产品配方。

(1) 清凉型配方:红景天 81.08 %、菊花 6.67 %、薄荷 5.4 %、金银花 6.76 %。

(2) 蔬菜型配方:根据胡萝卜与红景天配比试验结果,经感官描述评定选出较好配比,胡萝卜用量多,色泽鲜艳,但胡萝卜味较浓,掩盖了红景天的特殊风味。

3. 红景天果汁饮料

(1) 红景天山葡萄保健果汁饮料

文连奎等以山葡萄浓缩汁为原料,添加红景天提取液制成了果汁饮料。营养丰富且具有保健作用。

(2) 红景天与黑穗醋栗复合饮料

谢纯阳等以红景天、黑穗醋栗为主要原料,提取其有效成分,添加其他辅助料(银耳、枣、五味子等),经正交试验确定复合饮料的最佳配方为:红景天提取液 15%、黑穗醋栗果汁 20%、蔗糖 10%、柠檬酸 0.10%。本试验制得的饮料呈宝石红色,具黑穗醋栗的果香及红景天特有的风味,酸甜适口,富含人体所需的多种营养成分,具有较好的保健作用,适于青少年以上人群饮用。

4. 红景天、玫瑰花饮料

以红景天为主要原料,采用水提醇沉法提取有效成分,配以玫瑰花等辅料,通过正交实验确定最佳配方。结果饮料的最佳配方为:每 100 mL 饮料中相当于含红景天原药 3.5 g,玫瑰花 1.5 g,白砂糖 2.5 g、柠檬酸 0.3 g、葡萄糖 6 g。该饮料汁液清亮透明,接近红景天所特

有的棕红色;具有红景天与玫瑰花混合后的特殊香气,香气协调柔和,酸甜爽口、无异味、无悬浮物、无沉淀、无肉眼可见杂质。

5. 红景天运动饮料

运动饮料主要是为补充运动过程损失的体液而设计的,使运动员在运动过程中,增强运动耐力,延长运动时间,并能提高运动能力。还要摄入富含碳水化合物、蛋白质、维生素和矿物质等营养物质,快速恢复体力。

瓜拉纳和高山红景天饮料是利用瓜拉纳和红景天丰富的营养和药用价值,以及它们相似的、有助于运动的滋补功能,通过对瓜拉纳和高山红景天的浸提、除鞣质和净化处理,使它们的口味和独特的气味得到保持和改良。同时配以果葡糖浆和蜂蜜,通过正交试验确定最佳配比,研制成良好风味的运动饮料。本实验是根据瓜拉纳和高山红景天的功能特点及营养价值研制出的运动饮料,改变了传统运动饮料人为加入电解质、维生素等物质,同时也改变了运动饮料单一的口味而更为营养和健康。

以红景天苷、维生素C、维生素E、西红柿红素、复酶 Q_{10} 等为原料,研制而成的运动饮料,具有抗疲劳和保护机体组织的作用。这种饮料可以预防自由基的增加和延迟衰老的发生,并可加快机体恢复,防止运动过度给身体健康造成不良影响。

6. 红景天可乐饮料

以人工栽培的高山红景天根茎为试验材料,采用70%乙醇为溶剂提取其有效成分,浓缩液加水使水不溶性物质沉淀析出,从而使之澄清(鞣质等不溶性的物质被除去);以制备的高山红景天提取液作为主要原料,采用正交试验选择高山红景天可乐饮料的最佳配方。工艺流程为:高山红景天→70%乙醇提取→减压浓缩→加水除去沉淀→离心→调配→罐装→检查→成品。玻璃瓶的清洗消毒和水的处理与碳酸化与碳酸饮料的处理方式相同,饮料的调配同软饮料生产工艺,饮品的灌装采用预调式灌装法。试验结果表明,其最佳饮品配方为:每250 mL饮品含高山红景天提取液50 mL、蔗糖14%、柠檬酸0.30%、可乐香精0.35g、焦糖色素0.6g。每100 mL高山红景天可乐饮料含红景天苷和酪醇的总含量为

66.7 mg,其饮料的理化指标和微生物指标均符合 GB19297 - 2003 卫生标准。以选用的最佳配方研制的高山红景天可乐饮料成功地掩盖了高山红景天本身的苦味,克服了高山红景天提取物配制软饮料容易出现沉淀和风味不佳的缺点。

7. 红景天豆奶

何志礼以红景天和大豆为主要原料制成的速溶红景天豆奶粉含有大量红景天苷和优秀蛋白质,丰富的大豆磷脂、维生素 E 和适量的钙,不仅适合于中老年人饮用,而且非常适合于脑力劳动强度很高的学生、知识分子、干部,体力劳动繁重的工人,农民以及和体育运动者,在高原、深海、沙漠、微波辐射等特殊恶劣环境工作的人饮用,是一种新的功能性食品。

马秀玲报道用红景天提取液与豆奶研制成红景天豆奶。红景天具有抗缺氧、抗寒冷、抗疲劳、抗微波辐射、延缓机体衰老等功能。大豆含有较高的优质蛋白质和脂肪,大豆蛋白与酪蛋白可延缓小鼠老化,大豆磷脂能明显降低大鼠血清胆固醇的含量,具有抗氧化、延缓衰老等作用。用红景天的乙醇提取液和豆奶配制成不同浓度的红景天豆奶经动物实验证明具有明显的延缓机体衰老的作用。

8. 红景天茶

红景天茶以高山红景天为原料,生产的红景天茶和精炼茶已由卫生部批准为保健食品,本品内服调节内分泌,镇静,解毒,同时可以外用,具有消炎、杀菌的作用。对女性的妇科病无论是预防还是治疗都能起到很好的作用。

(1) 红景天精茶

以红景天为原料,加入绿茶提取液研制而成的茶。具有抗缺氧、抗疲劳、抗自由基、抗微波和紫外辐射的作用。特别适宜高原缺氧、脑力劳动者和中老年人群饮用,亦适于糖尿病和肥胖人群饮用。

(2) 红景天乌龙茶

陈长武以红景天、乌龙茶为原料,加入六偏磷酸钠和多聚磷酸钠制成的饮料,其色泽接近乌龙茶原色,风味独特。成功提高了茶饮料提神醒脑、消除疲劳的保健作用,同时,红景天独特的清香味也丰富了乌龙茶的风味。

(3) 红景天速溶保健茶

山永凯等以高原狭叶红景天为原料,配以红茶、沙棘、枸杞制成了热水可溶,汤体透明,药香茶香醇厚,营养丰富,具抗缺氧、抗疲劳作用的保健型速溶茶。该保健茶富含红景天苷、苷元酪醇、葡萄糖、维生素C、氨基酸和微量元素,开水冲泡即溶,汤体呈红棕色,透明清澈,茶香、药香浓郁,口感浓厚,美味可口,不仅具有止渴祛寒作用,而且是抗缺氧、抗疲劳、改善微循环、提高红细胞携氧能力、降低血液黏稠度、提高心血管系统功能的理想保健佳品。

9. 红景天纯净水

余华等采用明胶澄清和 β -CD包埋法除去红景天中的大量口感极苦涩且易出现沉淀的多酚类物质,得到品质较好的红景天提取液,并将其加入到纯净水中制成具有纯正红景天天然香气和淡淡清香味的红景天纯净水,口感较好。其中明胶的最适加量为0.6%, β -CD的最适加量为1.1%。红景天纯净水工艺流程:红景天预处理→回流浸提→过滤→减压蒸馏乙醇(90℃,7~10h)→离心(1500 r/min,10 min)→抽滤(真空度为0.085 MPa)→得到红景天提取液→下胶→静置24 h→离心(3000 r/min,10 min)澄清红景天液→脱苦涩→杀菌(80~85℃)→添加到纯净水中→装瓶→成品。结果:红景天提取液经品质改进后与纯净水按1:10配合可制得具有纯正红景天天然香气和淡淡清香味的红景天纯净水,其口感和外观品质较好。

10. 红景天酒

由于红景天中含有酚类及鞣质等物质,致使红景天制品中有苦涩味,影响产品的品质。何志礼将红景天或红景天浸提液与能转化成酒精的原料、酵母、酶制剂以及发酵制剂等一起发酵而制成了发酵酒,产品具有营养保健功能。为掩盖红景天发酵酒的药味,提高制品口感,已研制出红景天甜酒等清香独特、酸甜适口,并举多重保健功效的天然红景天营养饮品。

(1) 保健功能葡萄酒

贾艳萍等用野生山葡萄和浸提后的红景天调配出了红景天葡萄酒。生产工艺:原料→分选→调配(红景天浓汁,蜂蜜,糖,酸,果葡糖浆)→匀质→发酵→分离→陈酿→过滤→罐装封盖→杀菌→检验→贴

标→成品。结果生产出的红景天葡萄酒富含红景天苷、维生素 C、氨基酸和微量元素,液体呈暗红色透明清澈,药香浓郁、美味可口,不仅具有山葡萄汁的风味真实感而且是抗缺氧、抗疲劳,改善微循环,提高红细胞携氧能力,降低血液黏稠度,提高心血管系统功能的理想保健佳品。

吴斌等以葡萄为原料辅以红景天汁,加入蜂蜜调配成了一种具保健品功能的葡萄酒。

(2) 红景天酒

红景天酒是由青海虫草酒厂生产的保健酒,以红景天为主要原料,配以花粉、枸杞子等制成的滋补酒。

由四川省草原研究所研制生产的雪山红景天酒是采用雪山红景天植物根茎,经特殊工艺处理后,与优质纯粮白酒科学配兑而成的纯天然新型滋补保健品。该酒酒色呈自然透明的黄、红褐色、具有天然的玫瑰花香气,口感良好,具活血化瘀、疏通经络、健脑益智的作用,能提高和调节人体机能、抗衰老、抗疲劳、抗缺氧、抗辐射等功效,还具有滋阴补肾、强身壮阳、增进食欲、祛风除湿、清肺止咳等作用。经常饮用,对防治肾虚、阳痿、神经衰弱、劳作过度、肺心病、糖尿病、心脑血管疾病、肝脏疾病都有一定作用,对从事高原、高空、水下、坑道、强辐射等工作,因缺氧引起的身体不适者,具有特殊的保健作用。

(3) 红景天甜酒

何瑜礼等以川产大红红景天和小丛红景天为原料,制成流浸膏,加入糯米中,并辅以食盐、味精配成了一种对人体有保健和营养作用的红景天甜酒。该甜酒外观颜色漂亮、澄清透明、味纯可口、醇香馥郁、营养高、保健作用强。

(4) 红景天青稞茶酒

以青稞、红景天、茶叶为原料,经清洗、粉碎、液化、加曲发酵、压榨、调配、过滤、杀菌等工序生产出红景天青稞茶酒,成品酒色泽淡黄、晶莹透明、香气自然,酒度 3%~5%,酸度小于 0.28,茶酒同饮、药食同源,具有饮用功能互补、协同显效的双重作用。

(5) 红景天香菇酒

红景天香菇酒的研制开发,是依据中医营养学理论指导,结合现

代营养保健科学,选用珍稀植物(防衰抗老的红景天和防癌抗癌的香菇)等为主要原料,用科学方法提取有效成分,用先进的工艺研制出酒液清澈透明、酒色金黄、香味协调、爽净适口的营养保健酒。该酒不仅能抗疲劳,提高脑力和体力劳动机能,而且对抗病毒、抗辐射、增强记忆、对老年性心肌性衰竭、阳痿等有显著的功效。

四、红景天化妆品的开发

已有研究表明,红景天能通过对酪氨酸酶的抑制,限制酪氨酸向黑色素的转化,从而达到阻止色素沉积的目的,所以可以将红景天以适当浓度配比加入功能性化妆品中,作为美白、祛斑、抑制黑色素生成的活性添加剂。南源永芳集团公司开发的“永芳长白山天然植物护肤系列”产品就使用了由红景天提取物、人参等植物组成的天然防晒成分,取代了合成防晒剂,同时已鉴定出红景天的防晒能力高于人参。以库页红景天提取物为原料研制的洗面奶、面霜、面膜等基础护肤品也已在 2002 年投放市场,如西藏“美丽行科技开发公司”研制的“景天雪”系列化妆品等。

五、红景天酱油

随着我国生活水平的提高,人们对酱油的要求也越来越高,要求酱油成为营养丰富、色泽瑰丽、风味独特、品种多样、色香味俱佳的调味品。李敬华为满足人们需求而开发出的高档酱油,是以红景天为原料,提取其有效成分添加到适用面广、食用量稳定的酱油生产中,制得了风味独特,营养丰富的保健调味品,使广大消费者在充分享受色香味的同时不断吸收丰富的营养。

第二节 红景天的开发利用前景

一、红景天产品市场分析

日前,我国共有保健品企业 3000 多家,年产值 500 多亿元。其中投资总额在 1 亿元以上的大型企业只占 1.45 %,投资总额在 1 亿元

以下、5000 万元以上的中型企业占 38 % ,投资不足 10 万元的作坊式企业占 12.5 % 。这表明,我国保健食品的生产企业中,中小企业占绝大多数,成规模的企业仍较少。所生产的保健品中 90 % 以上属于第一代、第二代产品,且产品功能相对集中。在卫生部准予申报的 22 项保健功能中,具有免疫调节、调节血脂和抗疲劳 3 项功能的产品占全部产品的 2/3。

从全球来看,保健品市场的容量为 2000 亿美元。截至 2000 年年底,我国保健品市场容量已超过 500 亿元,且产品质量不断提高,新产品不断涌现,促进了销售的增长。近 20 年来,我国城乡保健品消费支出的增长速度为 15% ~ 30 % ,远远高出发达国家 13 % 的增长率。从目前保健品市场总体情况看,名牌保健品的市场占有率在稳步上升。国内市场不到 20 % 的品种占据了 50 % 的市场份额。这说明知名品牌在市场中的地位逐渐确立,是保健品市场走向成熟的标志。

另外,通过市场研究机构的调查发现:随着年龄的提高,消费者对保健品的需求逐渐增强。这可能与随着年龄增长,各种慢性病随之上升有关。不同职业对象对保健品的需求情况不同。需要保健品的比例以离退休职工最高,其次是教师,最低为工人。经济条件许可会购买的比例,教师最高(91.86%),其次为离退休职工(81.82%)。月经济收入越高,对保健品需求越高。女性对于保健品需求高于男性。另外通过对一类城市与二类城市的对比分析发现:一类城市无论在消费能力还是在消费意识方面都好于二类城市。虽然二类城市的居民收入、消费支出等方面与一类城市还有一定的差距,但二类市场仍具有巨大的发展潜力。在目前一类城市市场相对饱和的局面下,积极争取二、三类城市的市场份额,不失为一种好的市场策略;而提高二类城市消费者的保健意识,是争取二类城市市场份额的当务之急。

藏药作为药品市场中的一支生力军,正逐渐占有更大的市场份额。目前的中藏药市场供需情况是:国际中藏药市场的需求量日益增大。世界经济的发展,人们保健意识的提高、老龄化社会的到来,以及现代化学药物发展所面临的严重困难,这些都给中藏药进入国际市场创造了极大的商机。

2002 年 11 月 6 日,由科技部、国家计委、国家经贸委、卫生部、药

监局、知识产权局、中医药局和中科院共同制订了新中国成立以来第一部中药现代化发展纲领性文件《中药现代化发展纲要》，经国务院批转后颁布于众，这标志着我国政府对“中药”这个古老而又新兴的战略产业的高度重视。世界顶级富豪、IT 业巨头比尔盖茨曾在上世纪高瞻远瞩地指出：“谁掌握了医学生命科学，谁就掌握了世界的经济命脉。”纯天然药物（民族民间药和中草药属天然药物）是继化学药物、生物制药、基因工程类药品之后，最具发展前景的药物，天然药物无明显毒副作用，在治疗局部疾病的同时，能明显地调节人体的免疫功能，具有给药途径方便等优势，广泛地受到世界不同肤色人们的青睐。

据世界卫生组织（WHO）统计，目前全世界约有 40 亿人使用植物药治疗，为了让植物天然药和传统医学造福全人类，2002 年 8 月 15 日，WHO 在日内瓦召开该组织理事机构年会，制订了传统医学及其药用植物的第一个全球性的行动计划，通过加强对传统医学的管理和合理应用，疗效和安全性的深入研究，使传统医学登上了大雅之堂。目前，全世界有 70 多个国家和地区制订草药法规，120 多个国家和地区的传统医药机构在政府指导下纳入了规范化的操作。为顺应世界对草药及天然药物的日益增长的需求，美国政府在 2000 年 8 月 10 日拟定了《植物性药品工业指南法案》（the Draft of Guidance for Industry Drug Products），该草案经多次修改，已于 2001 年 6 月正式颁布，这不仅是美国自身发展植物药的需要，也为中草药进入美国提供了难得的契机，加拿大的联邦卫生部在 2000 年成立了“自然保健办公室”，其职能是对合格的保健品核发出售许可证。表明了加国政府对中药合法进入该国亮了绿灯。英、法、德为主的欧盟也正在对中医药立法。日本、韩国等国也投巨资、挖人才、找项目，努力将天然药物国际化，并加大了从中国进口原料药，经分包和再加工后分销世界各国，以获取更大的利润。泰国决定将其建成东南亚地区的中医药中心。香港正在积极筹建“中药港”。据报道，在近 5 年内，以中药为主的天然药物市场容量将超过 600 亿美元（目前约 250 亿美元），天然药物已成为世界各国竞相发展的重要方向。

现代医学证明，红景天具有抗衰老、抗疲劳、耐缺氧、抗微波辐射等药理作用，是补品中的上品。随着青藏铁路的通车和青海旅游资

源、体育品牌的深入发展,来青藏高原旅游的人数越来越多,2007 年来青海旅游的约有 1000 万人次,西藏约有 700 万人次。红景天产品的抗疲劳、抗缺氧等作用越来越受到人们的认可,市场潜力巨大。目前国内以红景天为主要原料生产药品及保健品的有近 30 家企业,产品年产量 2000 吨以上。

红景天在产品开发上,已形成了以红景天为主要原料的治疗药品、保健食品、药材饮片的基本格局,主要产品有红景天硬胶囊、软胶囊、红景天片剂、红景天口服液、红景天保健酒、红景天饮料、红景天颗粒冲剂等。其系列产品的主治功能为抗缺氧、抗疲劳、抗衰老、降血压、降血脂等。而一些医院也将红景天研究列入临床试验阶段。红景天系列产品除内销外,还销往韩国、日本、我国的香港、马来西亚、新加坡、泰国等国家。目前,市场对红景天的需求与日俱增,销售量逐年扩大。据调查国内抗缺氧产品年销售额约 20 亿元,并以年 50% 的速度递增。专家预言,未来几年红景天产品将风靡全球。

二、红景天开发前景

红景天作为生物调节药物,有其显著的药理作用,加上红景天资源丰富,分布广,从海拔 1600 m 到 5600 m 处都有生长,具有广阔的开发应用前景。作为应用开发,应从保健、预防和治疗 3 方面深入研究,在中医药理论指导下,应用现代制药知识,积极进行红景天的复方研究,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和方向。

红景天品种不同,其主要有效成分是一致的,且红景天提取物或其有效成分具有抗衰老、抗疲劳、抗肿瘤、抗病毒、抗辐射等作用,可在食品、药品、日化等方面进行开发利用。我国红景天资源丰富,采用合理的方法进行提取,加工中有效应用其活性成分,规模化生产有营养、保健、调节生理作用的红景天制品具有广阔的市场前景。

近几年,国内外已开发了以红景天为主要原料的保健食品、药品、化妆品系列等,并在批量生产。而一些等级医院也在将红景天研究列

入临床试验阶段,红景天年总需求量不断增加。依据国内外市场的需求,红景天系列产品生产还正处在商品化大生产的发展初期阶段,有着广阔的发展前景。

三、开发中存在的问题分析

开发利用红景天已成为国内外研究的热点,但在有效成分的提取及利用过程中存在如下问题:第一,传统工艺的提取时间、生产周期长。第二,相当部分有效成分在提取过程中被破坏、流失或残留在药渣里被废弃。第三,有必要对粗提物中的有效部位进行分离,以提高有效成分的利用。第四,应通过多种活性成分之间的复配和协同作用,达到更好的应用效果。第五,因红景天含有酚类物质等,口感极苦涩,产品易出现沉淀,可采用澄清及包埋等处理提取其有效成分,进而获得良好的加工适应性。

红景天虽有广泛的药效,值得开发,但目前基本上仍为天然资源,其环境恶劣,生长缓慢,年产量低,不利于大量开发应用。今后,在红景天应用开发的同时,注意红景天资源的合理运用和保护,积极进行人工栽培研究,如采用种子和根茎繁殖方法,采用植物栽培的新技术和植物激素等方法增加产量和扩大生长范围,让这宝贵药材能长期更好地满足人们的需求。

参 考 文 献

- [1] 秦红霖,刘丽丽,高月. 红景天研究概述. 天津中医药,2005,44(6):436-437
- [2] 向进乐,刘勤晋. 红景天及其功能性食品开发现状. 粮食与油脂,2003(9):47-49
- [3] 张巍云. 红景天及其制剂的应用研究近况. 甘肃中医学院学报,1997,14(4):41-42
- [4] 周元川. 红景天植物在国内外研究利用情况. 怒江医药卫生,1998:59-61
- [5] 成玉怀,甄长春,赵锋. 红景天胶囊工艺的研究. 时珍国医国药,2007,18(3):576-577
- [6] 曹竑. 保健食品原料红景天的开发利用研究. 饮料工业,2006,9(1):8-14
- [7] 马姝雯,李春鸣,王斌. 红景天饮料的工艺研究. 食品工业科技,2006,27(5):

- [8] 山永凯,崔贵平.红景天速溶保健茶的工艺研究.食品与机械,2003(5):42-43
- [9] 王中凤.红景天固体饮料配方研究.食品与机械,1997(2):12-13
- [10] 何志礼.红景天系列营养保健型发酵酒类饮料. CN1389558,2003
- [11] 贾艳萍,刘月华.红景天酒的研制.酿酒,2005,32(4):70-71
- [12] 何瑜礼,何志礼.红景天甜酒的研制.四川食品与发酵.1995(4):33-37
- [13] 赵生元.红景天青稞茶酒的试验与研究.酿酒科技,2007(4):107-108
- [14] 陈铁德,刘莉.红景天香菇酒的开发与保健功用.酿酒,1995(6):34-35
- [15] 李敬华.红景天酱油的精制技术.中国酿造,2003,125(2):37-38
- [16] 刘志伟.红景天保健面包的研制.中国粮油学报,2002,17(5):23
- [17] 王伟军,李延华,张兰威.红景天的营养保健功能及其开发利用.中国酿造,2008(10):75-78
- [18] 张秀莲,董万超.红景天保健饮品加工技术.中国林副特产,1997(2):30-31
- [19] 陈宇飞,李皓,张利财.瓜拉纳高山红景天运动饮料的研制.食品科学,2007,28(12):566-568
- [20] 赵永焕,李文龙,曲刚.高山红景天保健型可乐饮料的研制.黑龙江八一农垦大学学报,2007,19(2):67-70
- [21] 苗影志.高山红景天营养饮料发酵工艺.商业科技开发,1995(2):27-28
- [22] 陈长武.红景天乌龙茶的研制.食品工业科技,2002,23(5):42-43
- [23] 文连奎.山葡萄保健果汁饮料的研制.中国野生植物资源,2000,19(4):42-43
- [24] 刘志伟.红景天保健饮料的研制.中国粮油学报,2002,17(5):27
- [25] 余华,何志礼.红景天纯净水的试制.食品科技,2002(8):28-29
- [26] 马秀玲.红景天豆奶延缓衰老作用的研究.新疆医科大学学报,1999,22(4):240-244
- [27] 何志礼.速溶红景天豆奶粉的研究.成都大学学报,1996,15(3):1-8

附录 A 中药材生产质量管理规范

第一章 总则

第一条 为规范中药材生产,保证中药材质量,促进中药标准化、现代化,制定本规范。

第二条 本规范是中药材生产和质量管理的基本准则,适用于中药材生产企业(以下简称生产企业)生产中药材(含植物、动物药)的全过程。

第三条 生产企业应运用规范化管理和质量监控手段,保护野生药材资源和生态环境,坚持“最大持续产量”原则,实现资源的可持续利用。

第二章 产地生态环境

第四条 生产企业应按中药材产地适宜性优化原则,因地制宜,合理布局。

第五条 中药材产地的环境应符合国家的相应标准:

空气应符合大气环境质量二级标准,土壤应符合土壤质量二级标准,灌溉水应符合农田灌溉水质量标准,药用动物饮用水应符合生活饮用水质量标准。

第六条 药用动物养殖企业应满足动物种群对生态因子的需求及与生活、繁殖等相适应的条件。

第三章 种质和繁殖材料

第七条 对养殖、栽培或野生采集的药用动植物,应准确鉴定其物种,包括亚种、变种或品种,记录其中文名及学名。

第八条 种子、菌种和繁殖材料在生产、储运过程中应实行检验和检疫制度,以保证质量和防止病虫害及杂草的传播;防止伪劣种子、菌种和繁殖材料的交易与传播。

第九条 应按动物习性进行药用动物的引种及驯化。捕捉和运输时应避免动物机体和精神损伤。引种动物必须严格检疫,并进行一

定时间的隔离、观察。

第十条 加强中药材良种选育、配种工作,建立良种繁育基地,保护药用动植物种质资源。

第四章 栽培与养殖管理

第一节 药用植物栽培管理

第十一条 根据药用植物生长发育要求,确定栽培适宜区域,并制定相应的种植规程。

第十二条 根据药用植物的营养特点及土壤的供肥能力,确定施肥种类、时间和数量,施用肥料种类以有机肥为主,根据不同药用植物物种生长发育的需要有限度地使用化学肥料。

第十三条 允许施用经充分腐熟达到无害化卫生标准的农家肥。禁止施用城市生活垃圾、工业垃圾及医院垃圾和粪便。

第十四条 根据药用植物不同生长发育时期的需水规律及气候条件、土壤水分状况,适时、合理灌溉和排水,保持土壤的良好通气条件。

第十五条 根据药用植物生长发育特性和不同的药用部位,加强田间管理,及时采取打顶、摘蕾、整枝修剪、覆盖遮阴等栽培措施,调控植株生长发育,提高药材产量,保持质量稳定。

第十六条 药用植物病虫害的防治应采取综合防治策略。如必须施用农药时,应按照《中华人民共和国农药管理条例》的规定,采用最小有效剂量,并选用高效、低毒、低残留农药,以降低农药残留和重金属污染,保护生态环境。

第二节 药用动物养殖管理

第十七条 根据药用动物生存环境、食性、行为特点及对环境适应能力等,确定相应的养殖方式和方法,制定相应的养殖规程和管理制度。

第十八条 根据药用动物的季节活动、昼夜活动规律及不同生长周期和生理特点,科学配制饲料,定时定量投喂。适时适量地补充精料、维生素、矿物质及其他必要的添加剂,不得添加激素、类激素等添加剂。饲料及添加剂应无污染。

第十九条 药用动物养殖应视季节、气温、通气等情况,确定给水

的时间及次数。草食动物应尽可能通过多食青绿多汁的饲料补充水分。

第二十条 根据药用动物栖息、行为等特性,建造具有一定空间的固定场所及必要的安全设施。

第二十一条 养殖环境应保持清洁卫生,建立消毒制度,并选用适当消毒剂对动物的生活场所、设备等进行定期消毒。加强对进入养殖场所人员的管理。

第二十二条 药用动物的疫病防治,应以预防为主,定期接种疫苗。

第二十三条 合理划分养殖区,对群饲药用动物要有适当密度。发现患病动物,应及时隔离。传染病患病动物应处死,火化或深埋。

第二十四条 根据养殖计划和育种需要,确定动物群的组成与结构,适时周转。

第二十五条 禁止将中毒、感染疫病的药用动物加工成中药材。

第五章 采收与初加工

第二十六条 野生或半野生药用动植物的采集应坚持“最大持续产量”原则,应有计划地进行野生抚育、轮采与封育,以利生物的繁衍与资源的更新。

第二十七条 根据产品质量及植物单位面积产量或动物养殖数量,并参考传统采收经验等因素确定适宜的采收时间(包括采收期、采收年限)和方法。

第二十八条 采收机械、器具应保持清洁、无污染,存放在无虫鼠害和禽畜的干燥场所。

第二十九条 采收及初加工过程中应尽可能排除非药用部分及异物,特别是杂草及有毒物质,剔除破损、腐烂变质的部分。

第三十条 药用部分采收后,经过拣选、清洗、切制或修整等适宜的加工,需干燥的应采用适宜的方法和技术迅速干燥,并控制温度和湿度,使中药材不受污染,有效成分不被破坏。

第三十一条 鲜用药材可采用冷藏、砂藏、罐贮、生物保鲜等适宜的保鲜方法,尽可能不使用保鲜剂和防腐剂。如必须使用时,应符合国家对食品添加剂的有关规定。

第三十二条 加工场地应清洁、通风,具有遮阳、防雨和防鼠、虫及禽畜的设施。

第三十三条 地道药材应按传统方法进行加工。如有改动,应提供充分实验数据,不得影响药材质量。

第六章 包装、运输与贮藏

第三十四条 包装前应检查并清除劣质品及异物。包装应按标准操作规程操作,并有批包装记录,其内容应包括品名、规格、产地、批号、重量、包装工号、包装日期等。

第三十五条 所使用的包装材料应是清洁、干燥、无污染、无破损,并符合药材质量要求。

第三十六条 在每件药材包装上,应注明品名、规格、产地、批号、包装日期、生产单位,并附有质量合格的标志。

第三十七条 易破碎的药材应使用坚固的箱盒包装;毒性、麻醉性、贵细药材应使用特殊包装,并应贴上相应的标记。

第三十八条 药材批量运输时,不应与其他有毒、有害、易串味物质混装。运载容器应具有较好的通气性,以保持干燥,并应有防潮措施。

第三十九条 药材仓库应通风、干燥、避光,必要时安装空调及除湿设备,并具有防鼠、虫、禽畜的措施。地面应整洁、无缝隙、易清洁。

药材应存放在货架上,与墙壁保持足够距离,防止虫蛀、霉变、腐烂、泛油等现象发生,并定期检查。

在应用传统贮藏方法的同时,应注意选用现代贮藏保管新技术、新设备。

第七章 质量管理

第四十条 生产企业应设质量管理部门,负责中药材生产全过程的监督管理和质量监控,并应配备与药材生产规模、品种检验要求相适应的人员、场所、仪器和设备。

第四十一条 质量管理部门的主要职责:

- (一)负责环境监测、卫生管理;
- (二)负责生产资料、包装材料及药材的检验,并出具检验报告;
- (三)负责制定培训计划,并监督实施;

(四)负责制定和管理质量文件,并对生产、包装、检验等各种原始记录进行管理。

第四十二条 药材包装前,质量检验部门应对每批药材,按中药材国家标准或经审核批准的中药材标准进行检验。检验项目应至少包括药材性状与鉴别、杂质、水分、灰分与酸不溶性灰分、浸出物、指标性成分或有效成分含量。农药残留量、重金属及微生物限度均应符合国家标准和有关规定。

第四十三条 检验报告应由检验人员、质量检验部门负责人签章。检验报告应存档。

第四十四条 不合格的中药材不得出场和销售。

第八章 人员和设备

第四十五条 生产企业的技术负责人应有药学或农学、畜牧学等相关专业的大专以上学历,并有药材生产实践经验。

第四十六条 质量管理部门负责人应有大专以上学历,并有药材质量管理经验。

第四十七条 从事中药材生产的人员均应具有基本的中药学、农学或畜牧学常识,并经生产技术、安全及卫生学知识培训。从事田间工作的人员应熟悉栽培技术,特别是农药的施用及防护技术;从事养殖的人员应熟悉养殖技术。

第四十八条 从事加工、包装、检验人员应定期进行健康检查,患有传染病、皮肤病或外伤性疾病等不得从事直接接触药材的工作。生产企业应配备专人负责环境卫生及个人卫生检查。

第四十九条 对从事中药材生产的有关人员应定期培训与考核。

第五十条 中药材产地应设厕所或盥洗室,排出物不应对环境及产品造成污染。

第五十一条 生产企业生产和检验用的仪器、仪表、量具、衡器等其适用范围和精密度应符合生产和检验的要求,有明显的状态标志,并定期校验。

第九章 文件管理

第五十二条 生产企业应有生产管理、质量管理等标准操作规程。

第五十三条 每种中药材的生产全过程均应详细记录,必要时可附照片或图像。记录应包括:

(一)种子、菌种和繁殖材料的来源。

(二)生产技术与过程:

1. 药用植物播种的时间、数量及面积,育苗、移栽以及肥料的种类、施用时间、施用量、施用方法,农药中包括杀虫剂、杀菌剂及除莠剂的种类、施用量、施用时间和方法等。

2. 药用动物养殖日志、周转计划、选配种记录、产仔或产卵记录、病例病志、死亡报告书、死亡登记表、检免疫统计表、饲料配合表、饲料消耗记录、谱系登记表、后裔鉴定表等。

3. 药用部分的采收时间、采收量、鲜重和加工、干燥、干燥减重、运输、贮藏等。

4. 气象资料及小气候的记录等。

5. 药材的质量评价:药材性状及各项检测的记录。

第五十四条 所有原始记录、生产计划及执行情况、合同及协议书等均应存档,至少保存5年。档案资料应有专人保管。

第十章 附则

第五十五条 本规范所用术语:

(一)中药材:指药用植物、动物的药用部分采收后经产地初加工形成的原料药材。

(二)中药材生产企业:指具有一定规模、按一定程序进行药用植物栽培或动物养殖、药材初加工、包装、储存等生产过程的单位。

(三)最大持续产量:即不危害生态环境,可持续生产(采收)的最大产量。

(四)地道药材:传统中药材中具有特定的种质、特定的产区或特定的生产技术和加工方法所生产的中药材。

(五)种子、菌种和繁殖材料:植物(含菌物)可供繁殖用的器官、组织、细胞等,菌物的菌丝、子实体等,动物的种物、仔、卵等。

(六)病虫害综合治理:从生物与环境整体观点出发,本着预防为主、防治结合、安全、有效、经济、简便的原则,因地制宜,合理运用生物的、农业的、化学的方法及其他有效生态手段,把病虫害的危害控制在

经济阈值以下,以达到提高经济效益和生态效益之目的。

(七)半野生药用动植物:指野生或逸为野生的药用动植物辅以适当人工抚育和中耕、除草、施肥或喂料等管理的动植物种群。

第五十六条 本规范由国家药品监督管理局负责解释。

第五十七条 本规范自 2002 年 6 月 1 日起施行。

附录 B 红景天系列产品及技术专利概况

1. CN00115423.0 大花红景天有效成分制剂及制备方法
2. CN00136737.4 一种红景天茶
3. CN01109681.0 红景天素超临界萃取方法
4. CN01118400.0 红景天药茶
5. CN01128982.1 红景天苷的提取工艺
6. CN01133396.0 植物愈伤组织颗粒悬浮培养生产红景天苷
7. CN02100489.7 高纯度红景天苷的制备方法
8. CN02104184.9 红景天消癌药茶
9. CN02104185.7 红景天降压康复药茶
10. CN02109005.X 雪山红景天葡萄酒
11. CN02113749.8 红景天饮料
12. CN02115148.2 一种以红景天、灵芝为主料的保健茶及其制

备法

13. CN02117123.8 红景天系列营养保健型发酵酒类饮料
14. CN02132541.3 红景天抗疲劳保健饮料及其制备方法
15. CN02133686.5 红景天和冬虫夏草组合物及其制备方法
16. CN02137490.2 红景天苷类化合物的合成方法
17. CN03101266.3 红景天双抗含片
18. CN03103929.4 红景天茶
19. CN03116051.4 一种红景天有效成分提取物的制备方法
20. CN03117651.8 红景天总鞣质提取物及其在制备治疗老年性痴呆病药物中的应用
21. CN03126242.2 茯苓粉红景天复合保健食品
22. CN03126742.4 一种大株红景天粉针剂及其制备方法
23. CN03127087.5 高山红景天颗粒剂及制备方法

24. CN03128415.9 大花红景天有效成分制剂及制备方法
25. CN03138082.4 纳米改性红景天保健酒
26. CN03141678.0 红景天苷衍生物及其制备方法和用途
27. CN03152867.8 一种红景天药物制剂及其制备方法与用途
28. CN03156787.8 红景天冻干粉针剂的制备方法
29. CN03158349.0 红景天在制备治疗或预防老年痴呆症药物中的应用
30. CN92100077.4 红景天滋补保健饮料冲剂的制备方法
31. CN92108058.1 喜玛红景天强身剂及其制造方法
32. CN92112218.7 红景天浓缩保健饮料制造方法
33. CN93100457.8 一种(红景天)口服液及其生产方法
34. CN93101407.7 一种以红景天提取物为主要成分的冲剂型药物及其制备方法
35. CN93101871.4 以新食物资源深红红景天为主要原料的“天力饮料”的组方及制备方法
36. CN93102270.3 西藏红景天冲剂的制备工艺及其冲剂
37. CN93102271.1 西藏红景天口服液及其制备工艺
38. CN93102898.1 复方高山红景天口服液制剂及其制备工艺
39. CN93103784.0 含天然红景天素的化妆品组合物及其制备方法
40. CN93105559.8 红景天健宝可乐
41. CN93106439.2 红景天系列化妆品
42. CN93109810.6 红景天酒汁及其制备方法
43. CN93110888.8 红景天保健化妆品及其加工工艺
44. CN93118728.1 用红景天提取物制备一种治疗贫血及促白细胞增生的药物
45. CN93118747.8 力源红景天保健饮料及其制备方法
46. CN94100265.9 红景天保健饮料
47. CN94103399.6 红景天健体饮料
48. CN94107916.3 红景天药粉
49. CN94107917.1 红景天保健酒

50. CN94107918. X 红景天保健茶
51. CN94111693. X 喜玛红景天茶及其制备方法
52. CN94111694. 8 喜玛红景天酒及其制备方法
53. CN94111884. 3 狭叶红景天干粉的生产方法
54. CN95100081. 0 红景天冲剂
55. CN95103701. 3 高山红景天的大田培育及加工方法
56. CN95110054. 8 红景天口服液及其制备工艺
57. CN95111339. 9 红景天酒及其制备方法
58. CN95111340. 2 红景天保健茶及其制造方法
59. CN96109772. 8 红景天茶及制作方法
60. CN97107821. 1 红景天口含片的制剂和制备方法
61. CN98113929. 9 红景天健身饮料
62. CN99102847. 3 一种治疗冠心病心绞痛的红景天注射剂
63. CN99109283. X 红景天饮料及其生产工艺
64. CN200310105911. 2 红景天植物的引种栽培技术
65. CN200310108999. 3 一种以红景天为主的心脑养护保健品及其制备方法
66. CN200310112581. X 西藏红景天药材 HPLC 指纹图谱的构建方法及其标准指纹图谱
67. CN200410013755. 1 红景天的栽培采收方法
68. CN200410016652. 0 一种天然产物红景天苷的酶促合成方法
69. CN200410018654. 3 优美红景天和四裂红景天愈伤组织的诱导和培养方法
70. CN200410021702. 4 红景天多糖现代复方口服制剂及制备方法
71. CN200410022081. 1 红景天护肤液的制备方法
72. CN200410027068. 5 红景天袋泡茶
73. CN200410037407. 8 一种圣地红景天软胶囊制剂及其制备方法
74. CN200410037408. 2 一种圣地红景天注射液制剂及其制备

方法

75. CN200410040268.4 红景天苷类化合物的富集方法
76. CN200410053134.6 含苷圣地红景天胶囊剂及其制备方法
77. CN200410060371.5 可溶性黄精红景天功能食品
78. CN200410100482.4 高山红景天颗粒剂及制备方法
79. CN200510004935.8 一种由三七、红景天制成的治疗心脑血管疾病的药物制剂及其制备方法

80. CN200510009939.5 红景天果汁饮料
81. CN200510013340.9 红景天苷冻干粉针剂及其制备方法
82. CN200510020567.6 红景天滴丸及其制备方法
83. CN200510021314.0 复方红景天袋泡茶及其制备方法
84. CN200510024716.6 从天然植物红景天中提取香豆素类物

质的方法

85. CN200510025932.2 用于心脑血管疾病的红景天苷注射液及其制备方法

86. CN200510026830.2 两步树脂法制备红景天苷
87. CN200510044593.2 由红景天和葛根素制成的药用组合物
88. CN200510056664.0 一种红景天药物制剂的制备方法
89. CN200510056777.0 红景天多糖注射制剂及其制备方法
90. CN200510086191.9 红景天蜂王浆蜂胶保健品
91. CN200510096798.5 一种以乙醇为夹带剂的红景天苷 CO_2

超临界萃取方法

92. CN200510098940.X 一种红景天外用药
93. CN200510111859.0 一种制备红景天苷的方法
94. CN200510112432.2 一种制备高纯度红景天苷的方法
95. CN200510119026.9 一种含红景天、银杏叶提取物的药物组

合物及其应用

96. CN200510119027.3 一种含红景天苷、红花黄色素的药物组合物及其应用

97. CN200510128411.X 一种红景天祛风通络止痛药物
98. CN200610009682.8 高山红景天胶囊

99. CN200610016806.5 一种防治红景天立枯病的药物
100. CN200610021695.7 一种红景天美容用品及制备方法
101. CN200610024094.1 一种反应与分离耦合酶促合成红景天苷的方法
102. CN200610038795.0 红景天苷及其制备和在抗老年性痴呆症药物中的应用
103. CN200610053035.7 一种化学合成红景天苷的方法
104. CN200610087404.4 一种含红景天的药物组合物及其制备方法
方法与用途
105. CN200610097159.5 一种红景天苷纳米脂质体悬浮液的制备方法
106. CN200610104978.8 红景天多糖在制备抗冻剂中的新用途及其产品和制备方法
107. CN200610130644.8 红景天泡腾片
108. CN200610146107.2 一种微生物转化制备红景天提取物的方法
109. CN200610146110.4 一种制备红景天提取物的方法
110. CN200610153337.1 一种由红花与红景天制成的药物组合物
111. CN200610153340.3 一种由银杏叶与红景天制成的药物组合物
112. CN200610153341.8 一种由丹参和红景天制成的药物组合物
113. CN200610153342.2 川芎嗪和红景天的药用组合物
114. CN200610163472.4 由黄芪、红景天和菝葜制成的药物组合物及其制备方法

附录 C 保健食品功能学评价 程序和检验方法及其补充规定

保健食品功能学评价程序和检验方法

一、主题内容和适用范围

本程序和检验方法规定了评价食品保健作用的统一程序和检验方法。

本程序和检验方法适用于评价食品的免疫调节、延缓衰老、改善记忆、促进生长发育、抗疲劳、减肥、耐缺氧、抗辐射、抗突变、抑制肿瘤、调节血脂、改善性功能等作用。

本程序和检验方法规定了评价食品保健作用的人体试食试验规程。

二、进行食品保健作用评价的基本要求

(一)对受试物的要求

1. 提供受试物的物理、化学性质(包括化学结构、纯度、稳定性等)等有关资料。
2. 受试物必须是规格化的产品,即符合既定的生产工艺、配方及质量标准。
3. 提供受试物安全性毒理学评价的资料,受试物必须是已经过食品安全性毒理学评价,确认为安全的物质。

(二)对实验动物的要求

1. 根据各种试验的具体要求,合理选择实验动物。常用大鼠和小鼠,品系不限,推荐使用近交系动物。
2. 动物的性别不限,可根据试验需要进行选择。动物的数量的

要求为小鼠每组至少 10 只(单一性别),大鼠每组至少 8 只(单一性别)。动物的年龄可根据具体试验需要而定。

3. 动物应达到二级实验动物的要求。

(三) 给受试物的剂量及时间

1. 各种试验至少应设 3 个剂量组,1 个对照组,必要时可设阳性对照组。剂量选择应合理,尽可能找出最低有效剂量。在 3 个剂量组中,其中 1 个剂量应相当于人推荐摄入量的 5~10 倍左右。

2. 给受试物的时间应根据具体试验而定,原则上至少为 1 个月。

三、试验项目、试验原则及结果判定

(一) 免疫调节作用

1. 试验项目

(1) 脏器/体重比值

测定胸腺/体重比值和脾脏/体重比值。

(2) 细胞免疫功能测定

测定小鼠脾淋巴细胞转化实验和迟发型变态反应。

(3) 体液免疫功能测定

抗体生成细胞检测和血清溶血素测定。

(4) 单核-巨噬细胞功能测定

测定小鼠碳廓清试验和小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞试验。

(5) NK 细胞活性测定

(6) 人体试食试验

①细胞免疫功能测定:外周血淋巴细胞转化试验。

②体液免疫功能试验:单向免疫扩散法测定 IgG、IgA、IgM。

③非特异性免疫功能测定:吞噬与杀菌试验。

④NK 细胞活性测定。

2. 试验原则

要求选择 1 组能够全面反映免疫系统各方面功能的试验,其中细胞免疫、体液免疫和单核-巨噬细胞功能 3 个方面至少各选择 1 种试验,在确保安全的前提下尽可能进行人体试食试验。

3. 结果判定

在 1 组试验中,受试物对免疫系统某方面的试验具有增强作用而对其他试验无抑制作用,可以判定该受试物具有该方面的免疫调节效应;对任何 1 项免疫试验具有抑制作用可判定该受试物具有免疫抑制效应。

在细胞免疫功能、体液免疫功能、单核-巨噬细胞功能及 NK 细胞功能检测中,如有 2 个以上(含 2 个)功能检测结果阳性,即可判定该受试物具有免疫调节作用。

(二)延缓衰老作用

1. 试验项目

(1)动物试验

①生存试验:需要做小鼠生存试验、大鼠生存试验和果蝇生存试验。

②过氧化脂质含量测定:测定血(或组织)中过氧化脂质降解产物丙二醛(MDA)含量和组织中脂褐质含量。

③抗氧化酶活力测定:测定血(或组织)中超氧化物歧化酶(SOD)活力和血(或组织)中谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力。

(2)人体试食试验

测定血中过氧化脂质降解产物丙二醛(MDA)含量、血中超氧化物歧化酶(SOD)活力和血中谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力。

2. 试验原则

衰老机制比较复杂,迄今尚无一种公认的衰老机制学说,因而无单一、简便、实用的衰老指标可供应用,应采用尽可能多的试验方法,以保证试验结果的可信性。动物试验,除上述生存试验,过氧化脂质含量测定、抗氧化酶活力测定 3 个方面各选 1 项必做外,可能时应多选择一些指标(如脑、肝组织中单胺氧化酶(MAO-B)活力测定等)加以辅助。生存试验是最直观、最可靠的实验方法,果蝇具有生存期短,繁殖快,饲养简便等优点,通常多选果蝇做生存试验,但果蝇种系分类地位与人较远,故必须辅助过氧化酶脂质含量测定及抗氧化活力测定才能判断是否具有延缓衰老作用。生化指标测定应选用老龄鼠,除设老龄对照外,最好同时增设少龄对照,以比较受试物抗氧化的程度,必要时可将动物试验与人体试食试验相结合综合评价。

3. 结果判定

若大鼠或小鼠生存试验为阳性,即可判定该受试物具有延缓衰老的作用。果蝇生存试验、过氧化脂质和抗氧化,3项指标均为阳性,即可判定该受试物具有延缓衰老的作用。若过氧化脂质和抗氧化2项为阳性,可判定该受试物具有抗氧化作用,并提示可能具有延缓衰老作用。

(三) 改善记忆作用

1. 动物试验

跳台试验、避暗试验、穿梭箱试验和水迷宫试验。

2. 人体试食试验

韦氏记忆量表和临床记忆量表。

3. 试验原则

(1) 试验应通过训练前、训练后及重测验前3种不同的给予受试物方法,观察其对记忆全过程(记忆的获得、记忆巩固、记忆再现)的影响。

(2) 应采用1组(2个以上)行为学试验方法,以保证实验结果的可靠性。

(3) 人体试食试验为必做项目,并应在动物试验有效的前提下进行。

(4) 除上述试验项目外,还可以选用嗅觉厌恶试验、味觉厌恶试验、操作式条件反射试验、连续强化程序试验、比率程序试验、间隔程序试验。

4. 结果判定

动物试验2项或2项以上的指标为阳性,且2次或2次以上的重复测试结果一致,可以认为该受试物具有改善该类动物记忆作用;若人体试食试验结果阳性,则可认为该受试物具有改善人体记忆作用。

(四) 促进生长发育作用

1. 试验项目

(1) 胎仔情况:活胎数、雌雄比例、死胎数、分娩胎仔总数。

(2) 体重及食物利用率:记录出生时及生后4 d、7 d、14 d、21 d、30 d、60 d幼鼠的体重,计算断乳后幼鼠的食物利用率。

(3)生理发育指标:记录耳郭分离、门齿萌出、开眼、长毛时间、阴道开放、睾丸下降时间。

(4)神经反射指标:平面翻正、前肢抓力、悬崖回避、嗅觉定位、听觉警戒、负趋地性、回旋运动、视觉发育、空中翻正、游泳发育。

2. 试验原则

(1)给受试物的时间可根据具体情况选择在母鼠孕期或哺乳期至成年期。

(2)在神经反射指标中应选择1组(5个以上)的行为学试验方法,以保证结果的可靠性。

(3)结果判定

在胎仔情况、体重及食物利用率、生理发育、神经反射4类指标中有3类以上(含3类)指标为阳性,可认为受试物有促进生长发育的作用。

(五)抗疲劳作用

1. 试验项目

负重游泳试验、爬杆试验、血乳酸、血清尿素氮、肝/肌糖原测定。

2. 试验原则

运动试验与生化指标检测相结合。在进行游泳或爬杆试验前,动物应进行初筛。除以上生化指标外,还可检测血糖、乳酸脱氢酶、血红蛋白等指标。

3. 结果判定

若1项以上(含1项)运动试验和2项以上(含2项)生化指标为阳性,即可以判断该受试具有抗疲劳作用。

(六)减肥作用

1. 减肥原则

(1)减除体现人多余的脂肪,不单纯以减轻体重为标准。

(2)每日营养素的摄入量应基本保证机体正常生命活动的需要。

(3)对机体健康无明显损害。

2. 试验项目

(1)动物试验

测定体重和体内脂肪重量(睾丸及肾周围脂肪垫)。

(2) 人体试食试验

测定体重, 体重指数, 腰围, 腹围, 臀围和体内脂肪含量。

(3) 试验原则

在进行减肥试验时, 除以上指标必测外, 还应进行机体营养状况检测, 运动耐力测试以及与健康有关的其他指标的观察。人体试食试验为必做项目, 动物试验与人体试食试验相结合, 综合进行评价。

(4) 结果判定

在动物试验中, 体重及体内脂肪垫 2 个指标均为阳性, 并且对机体健康无明显损害, 即可初步判定该受试物具有减肥作用。在人体试食试验中, 体内脂肪量显著减少, 且对机体健康无明显损害, 可判定该受试物具有减肥作用。

(七) 耐缺氧作用

1. 试验项目

小鼠常压耐缺氧实验。

2. 结果判定

耐缺氧实验阳性, 说明该受试物具有耐缺氧作用。

(八) 抗辐射作用

1. 试验项目

(1) 亚急性试验

30 d 存活率或平均存活时间和白细胞总数。

(2) 亚慢性或慢性试验

小鼠睾丸染色体畸变试验和小鼠骨髓细胞微核试验。

2. 试验原则

较高剂量 1 次辐射, 选择亚急性试验; 小剂量多次辐射, 选择亚慢性或慢性试验。

3. 结果判定

亚急性试验项目中 2 项结果为阳性, 则可判定该受试物对较高剂量 1 次辐射有拮抗作用。亚慢性或慢性试验中 2 项结果为阳性, 则可判定该受试物对小剂量多次辐射有拮抗作用。

(九) 抗突变作用

1. 试验项目

Ames 试验或 V79 细胞基因突变试验、小鼠骨髓细胞微核试验和小鼠睾丸染色体畸变试验。

2. 试验原则

Ames 试验与 V79 细胞基因突变试验任选 1 项,采用体内与体外试验相结合的原则。

3. 结果判定

抗突变 3 项试验中有 2 项为阳性时,则可判定该受试物具有抗突变作用。

(十)抑制肿瘤作用

1. 试验项目

动物诱发性肿瘤试验、动物移植性肿瘤试验、免疫功能试验、NK 细胞活性测定和单核 - 巨噬细胞功能测定。

2. 试验原则

动物诱发性肿瘤试验及动物移植性肿瘤试验 2 项中任选 1 项,同时必做 2 项免疫功能试验。

3. 结果判定

动物诱发性肿瘤试验及动物移植性肿瘤试验 2 项试验中有 1 项为阳性,并且对免疫功能无抑制作用,则可判定该受试物具有抑制肿瘤的作用。

(十一)调节血脂作用

1. 试验项目

大鼠脂代谢紊乱模型法和人体试食试验。

2. 试验原则

尽可能将动物试验和人体试食试验相结合,综合进行评价。

3. 结果判定

大鼠脂代谢紊乱模型法:结果为阳性时,可初步判定该受试物具有调节血脂作用。人体试食试验阳性,可判定该受试物对人体具有调节血脂作用。

(十二)改善性功能作用

1. 试验项目

(1)交配试验

大鼠交配试验和小鼠交配试验。

(2) 勃起试验

2. 试验原则

评价改善性功能作用,应主要观察是否增强性交功能及阴茎勃起功能。考虑到影响性功能的因素很多,而睾酮对性功能的维持具有重要意义,必要时可对血清睾酮水平进行测定。

3. 结果判定

交配试验(大、小鼠交配试验任选1项)或勃起试验中有1项试验结果为阳性,即可判定该受试物具有改善性功能的作用。

(十三) 评价食品保健作用时要考虑的因素

1. 除一般人群的摄入量外,还应考虑特殊的和敏感的人群(如儿童、孕妇及高摄入量人群)。

2. 由于动物与人之间的存在种属差异,在将动物试验结果外推到人时,应尽可能收集人群服用受试物的效应资料,若体外或体内动物试验未观察到或不易观察到食品的保健效应或观察到不同效应,而有关资料提示对人有保健作用时,在保证安全的前提下,应进行必要的人体试食试验。

3. 在将本程序所列试验的阳性结果用于评价食品的保健作用时,应考虑结果的重复性和剂量反应关系,并由此找出其最小有作用剂量。

4. 食品保健作用的检测及评价应由卫生部认定的保健食品功能学检验机构承担。

《保健食品功能学评价程序和检验方法》修订项目(节选)

三、试验项目、试验原则及结果判定

(一) 免疫调节作用

1. 试验项目

(1) 动物试验

① 脏器/体重比值

胸腺/体重比值和脾脏/体重比值。

②细胞免疫功能测定

小鼠脾淋巴细胞转化试验和迟发型变态反应。

③体液免疫功能测定

抗体生成细胞检测和血清溶血素测定。

④单核 - 巨噬细胞功能测定

小鼠碳廓清试验和小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞试验。

⑤NK 细胞活性测定

(2) 人体试食试验

①细胞免疫功能测定:外周血淋巴细胞转化试验。

②体液免疫功能试验:单向免疫扩散法测定 IgG、IgA、IgM。

③非特异性免疫功能测定。

(3) 吞噬与杀菌试验

NK 细胞活性测定。

2. 试验原则

要求选择 1 组能够全面反映免疫系统各方面功能的试验,其中体重、脏器/体重比值、细胞免疫、体液免疫和单核 - 巨噬细胞功能为必测指标。在确保安全的前提下尽可能进行人体试食试验。

3. 结果判定

(1)在细胞免疫功能、体液免疫功能、单核 - 巨噬细胞功能及 NK 细胞功能检测中,有 2 个以上(含 2 个)功能检测结果阳性,可以判定具有免疫调节作用。

(2)在细胞免疫功能测定项目中选择该方面的 2 个试验,且结果均为阳性,可以判定具有细胞免疫调节作用。

(3)在体液免疫功能测定项目中:①选择 2 个试验且结果均为阳性②选择抗体生成细胞试验,但要求至少 2 个剂量组阳性,可以判定具有体液免疫调节作用。

(4)在单核 - 巨噬细胞功能测定项目中选择该方面的 2 个试验,且结果均为阳性,可以判定具有非特异性免疫调节作用。

(5)对任何 1 项免疫试验具有抑制作用可判定该受试物具有免疫抑制效应。

(七)耐缺氧作用

1. 试验项目

- (1)小鼠常压耐缺氧试验。
- (2)亚硝酸钠中毒存活试验。
- (3)急性脑缺血性缺氧试验。

2. 试验原则

小鼠常压耐缺氧试验、亚硝酸钠中毒存活试验、急性脑缺血性缺氧试验3项试验中任选2项进行。

3. 结果判定

2项试验结果阳性,可判定有耐缺氧作用。

附:耐缺氧作用检验方法(节选)

一、常压耐缺氧试验

(一)原理

缺氧对机体是一种紧张性刺激,影响机体各种代谢,特别是影响机体的氧化供能,最终会导致机体的心、脑等主要器官缺氧供能不足而死亡。

(二)材料

250 mL磨口广口瓶、秒表、凡士林、钠石灰(或等量氢氧化钠和碳酸钙)。

(三)实验动物

推荐使用近交系小鼠。选用6~8周(20 ± 2 g)小鼠,雌雄均可,单一性别每组不少于10只。

(四)剂量分组

按体重随机分为1个对照组和3个剂量组(组间差应不大于1g),其中1个剂量应相当于人日千克体重推荐摄入量的10倍。

(五)实验方法

各剂量组经口连续给予不同浓度受试物20~30d,对照组给予同等容量溶剂。于末次灌胃后1h,将各组小鼠分别放入盛有15g钠石灰的250 mL磨口广口瓶内(每瓶1只),用凡士林封瓶口,盖严,使之不透气,立即计时,以呼吸停止为指标,观察小鼠因缺氧而死亡的时间。

(六)统计方法及结果判定

采用方差分析处理数据。受试物组与对照组比较,存活时间延长,并具有统计学意义,则判定该试验结果为阳性。

(七)注意事项

1. 每个磨口广口瓶内最好只放1只小鼠,以防互相干扰,影响耐缺氧能力的测定。

2. 广口瓶一定要密闭封严,以防漏气,否则会影响试验结果。

3. 广口瓶必须等容量(误差 $\pm 1\text{mL}$),试验前先用水加以校正。

4. 每批实验动物的体重应尽量保持一致。

二、亚硝酸钠中毒存活试验

(一)原理

亚硝酸钠能使正常二价铁血红蛋白转变为三价铁血红蛋白,破坏血红蛋白携氧能力,造成组织缺氧死亡。

(二)材料

亚硝酸钠、秒表、 1mL 注射器。

(三)实验动物

选体重(20 ± 2)g的健康小鼠,雌雄均可,单一性别每组不少于10只。

(四)剂量分组

按体重随机分为1个对照组和3个剂量组(组间差应不大于1g),其中1个剂量应相当于人日千克体重推荐摄入量的10倍。

(五)试验方法

各剂量组经口连续给予不同浓度受试物20~30d,对照组给予同等容量溶剂,于末次灌胃后1h,各组动物均腹腔注射亚硝酸钠溶液200~240mg/kg($0.1\text{mL}/10\text{g}$),立即计时,记录动物存活时间。

(六)统计方法及结果判定

采用方差分析处理数据。受试物组与对照组比较,存活时间延长,并具有统计学意义,则判定该试验结果阳性。

三、急性脑缺血性缺氧试验

(一)原理

动物断头后,由于脑供血终止,在短时间内脑中原有的血液和营

养物质尚能使脑功能维持短暂时间,显示出有规律地张口喘气,以喘气时间为指标,可观察受试物对脑缺血性缺氧的保护作用,凡是使脑耗氧降低的受试物,均能延长动物的喘气时间。

(二)材料

剪刀、秒表。

(三)实验动物

选体重(20 ± 2) g 的健康小鼠,雌雄均可,单一性别每组不少于 10 只。

(四)剂量分组

按体重随机分为 1 个对照组和 3 个剂量组(组间差应不大于 1g),其中 1 个剂量应相当于人日千克体重推荐摄入量的 10 倍。

(五)实验方法

各剂量组经口连续给予不同浓度受食物 20 ~ 30 d,对照组给予同等容量溶剂,于末次灌胃后 1 h,各组动物(在乙醚浅麻醉下)自颈部逐只断头,立即记录小鼠断头后至张口喘气停止的时间。

(六)统计方法及结果判定

采用方差分析处理数据。受试物组与对照组比较,喘气时间延长,并具有统计学意义,则判定该试验结果阳性。

(七)注意事项

1. 断头用的大剪刀必须锋利,断头时操作要敏捷,捉拿小鼠不宜反复多次或捉拿时间过长。

2. 断头部位在小鼠耳根后部,切勿损伤延脑,否则断头后小鼠不显现喘气活动。

十、辅助抑制肿瘤作用

(一)试验项目

1. 动物移植性肿瘤试验。

2. 免疫功能试验。

NK 细胞活性测定和单核-巨噬细胞功能测定。

(二)试验原则

2 种诱发性肿瘤试验,2 项免疫功能试验必做。

(三)结果判定

2 种或 2 种以上瘤株的动物移植性肿瘤试验,实体瘤瘤重或腹水瘤生存时间,经统计学处理差异有显著性,实体瘤抑瘤率必须在 30 % 以上(含 30 %);本试验要求重复 1 次,同时至少有 1 个相同剂量组在 2 次试验中结果均为阳性,并且对免疫功能无抑制作用者,方可判定该受试物具有辅助抑制肿瘤作用。

十一、预防化学致癌作用

(一) 试验项目

1. 动物诱发性肿瘤试验

2. 免疫功能试验

NK 细胞活性测定和单核-巨噬细胞功能测定。

(二) 实验原则

动物诱发性肿瘤试验,2 项免疫功能试验必做。

(三) 结果判定

动物诱发性肿瘤试验阳性,并且对免疫功能无抑制作用,则可判定该受试物具有预防化学致癌作用。

十二、调节血脂作用

(一) 试验项目

1. 大鼠脂代谢紊乱模型法(预防性高血脂模型法和高血脂模型法)

2. 人体试食实验

(二) 试验原则

预防性高血脂模型法和高血脂模型法任选 1 种,血清总胆固醇、甘油三脂和高密度脂蛋白胆固醇为必测指标。在确保安全的前提下,尽可能进行人体试食试验。

(三) 结果判定

1. 动物实验

2 项或 2 项以上指标阳性,可判定有调节血脂作用;血清总胆固醇、甘油三脂 2 项指标中 1 项指标阳性,且 2 个或 2 个以上剂量组同时呈阳性,可判定有调节血清总胆固醇或甘油三脂的作用。

2. 人体试食试验

人体试食试验阳性,可判定该受试物对人体具有调节血脂作用。

十三、改善性功能作用

(一) 试验项目

1. 动物实验

(1) 交配试验

大鼠交配试验和小鼠交配试验。

(2) 勃起试验

2. 人体试食试验

(1) 试验原则

动物实验和人体试食实验均为必做项目。评价改善性功能作用,应主要观察是否增强性交功能及阴茎勃起功能。考虑到影响性功能的因素很多,而睾酮对性功能的维持具有重要意义,必要时可对血清睾酮水平进行测定。

3. 结果判定

(1) 动物试验

交配试验(大、小鼠交配试验任选1项)或勃起试验中有1项试验结果为阳性,即可判定该受试物具有改善动物性功能的作用。

(2) 人体试食试验

人体试食实验阳性,可判定该受试物对人体具有改善性功能作用。

《保健食品功能学评价程序和检验方法》的有关技术问题

为了使保健食品健康有序地发展,卫生部颁布了于1996年6月1日正式生效的《保健食品管理办法》,使我国的相关管理纳入了法制轨道。保健食品是一类特殊的食品,其生产经营必须有一套严格、科学的评价程序。为此,卫生部颁布了《保健食品功能学评价程序和检验方法》(以下简称《程序和方法》)。《程序和方法》是从20世纪80年代后期开始编写的。根据当时市场上的产品情况,对12类保健食品的功能,从评价指标、检验方法、评价原则和评价标准等方面作了明确、详细的规定。从颁布执行到1998年3月,卫生部认定的28个保健食品功能检测机构按照《程序和方法》共检测试样2119个,到1998年3月为止已有1270个获得了卫生部颁发的批准文号。通过实践,

该《程序和方法》获得了各检测机构的认可,在全国保健食品功能检测机构工作会议上得到了与会者的充分肯定。同时,通过对大量试样的评价,也验证了该《程序和方法》的科学性和可行性。另外,从市场产品的数量也可以反映出《程序和方法》在保健食品的规范管理中所起的积极作用。原来估计市场上有约 3000 个产品,到目前为止,实际送检的产品不足 2000 个,还有 1000 多个产品未进行功能评价。未送检的原因估计主要是:生产者依据《程序和方法》判断自己的产品能否通过功能评价缺乏信心,一是配方依据不足,二是缺乏科学的验证工作。不符合要求的所谓的保健食品退出了市场,而符合《程序和方法》的要求,通过功能评价并获得批文的产品,基本上都是配方有理论依据、功效确切的产品。总地说来,《程序和方法》是可行的,为我国保健食品市场健康、有序地发展起到了积极的作用。依法管理保健食品才刚刚起步,因而有一个认识、再认识的不断完善的过程。随着实践经验的不断积累、认识的逐步提高以及保健食品市场发展的需要,在《程序和方法》的运行过程中,有些不尽完善的地方需要进一步修改和补充。《程序和方法》主要存在以下几个方面的问题:①检测方法中有共同存在的问题,如受试物的处理、对照组的设置,对申报某些功能的受试物进行兴奋剂等违禁药物的检测等未作统一规定。②有些功能试验所选用的指标其检测方法未作明确规定,或者规定得不具体。③某些功能的结果判定标准不够明确。④有些功能的判定标准需要进一步提高,使进入市场的产品具有更高的技术含量。⑤只列举 12 个功能的评价程序和检验方法,迫切需要增加其他功能的评价程序和检验方法,以满足保健食品市场发展的需要。针对所存在的问题,提出了一个初步修订方案,已经全国保健食品功能检测机构会议讨论,下面是有关的几项技术问题的修改建议:

一、对申报某些功能的受试物应提出特殊要求

因某些兴奋剂、激素等可以使抗疲劳、促进生长发育、减肥、改善性功能等功能试验获得阳性结果,个别厂家为此而人为地加入了违禁药,故对这些功能受试物的申报,应进行兴奋剂、激素等违禁药的检测。

二、应考虑增加对受试物处理的原则规定

(1) 推荐量较大,超过动物承受容量的保健食品,允许去除受试物中非功效成分,而仅对使用功效成分进行功能试验。

(2) 对于含乙醇的受试物,原则上应使用其定型的产品进行功能试验,其3个剂量组的乙醇含量相同,如乙醇含量在38%以上,允许将其含量降低至20%~38%之间。如其推荐量较大,超过动物能承受的容量时,允许将其进行浓缩,但最终的浓缩液体应恢复原乙醇含量,并在20%~38%之间。当进行果蝇试验时,允许将乙醇去除。调整受试物乙醇含量及稀释含乙醇的受试物时,原则上应使用本产品的酒基。

(3) 液体受试物需要浓缩时,应不破坏其中的功效成分。浓缩条件可用60~70℃减压或常压蒸发。浓缩的倍数依具体试验要求。

(4) 对于以冲泡形式饮用的受试物(如袋泡剂),可使用该受试物的水提取物进行功能试验,提取的方式应与产品推荐饮用的方式相同。如产品无特殊推荐饮用方式,则采用下述提取的条件:常压,温度80~90℃,时间30~60 min,水量为受试物体积的10倍以上,提取1~2次,将其合并浓缩至所需浓度。

(5) 试样如有遇液体即膨胀的成分,试验时可放入饲料中,由动物自由进食。

三、给受试物的方式

受试物给予方式必须经口,如:灌胃、加入饮水或饲料中,各种给样途径均应尽可能准确计算受试物的摄入量。

四、有关对照设定的特殊规定

(1) 含乙醇的受试物在进行功能试验时,应增设与受试物乙醇含量相同的酒基对照组。

(2) 进行抗疲劳功能试验时,凡受试物中含蔗糖或葡萄糖等(不包括淀粉)的总糖含量在30%以上的(含30%),应增设与中等剂量组相同糖含量的对照组;含糖量在30%以下者暂不考虑设置。

(3) 以食物为载体的保健食品,当食品本身可能具有同样功效时,

应将该食物本身作为对照。进行生长发育功能试验时,使用含有奶或奶粉的受试物时,应增设奶或奶粉对照组。

(4)以传统食品作为保健食品时,原则上应将同类食品作为对照。如在啤酒中添加某些物质或经特殊工艺处理使其具有某种特定保健功能,在进行功能试验时应将原啤酒作为对照。

(5)对于通过补充营养素或促进营养素的消化、吸收、利用来达到促进生长发育或增加骨密度等功效的保健食品进行功能试验时,可以以我国人群营养素摄入水平及消化吸收资料为参考设定对照组,一般来说对照组中营养素的量常低于日摄入推荐量。

五、免疫调节作用

(1)规定体重、脏器/体重比值为必测指标。

(2)增加免疫功能低下的模型动物指标。

(3)判定细胞免疫、非特异性免疫单方面有效的标准修改为:至少选择该方面的2个试验,且结果均为阳性。

(4)判定体液免疫单方面有效的标准:①至少选择2个试验且结果均为阳性,②如选择抗体生成细胞试验,可以只选1个试验,但要求至少2个剂量组阳性。符合上述二者之一可判定为有效。

六、延缓衰老作用

1. 提供衰老模型动物。

2. 考虑增加以其他衰老模型理论为依据设定的评价指标。

3. 果蝇生存试验。

(1)不同果蝇的生存寿命不同,故应统一使用同一品种——Oregon K。果蝇生存试验的各组样本数增加为200只。

(2)对剂量不作规定,按实际推荐量计算。从分窝2周后开始给予受试物。

(3)果蝇生存试验判定标准:①2个性别平均寿命指标均阳性。②单一性别平均寿命和最高寿命2项指标阳性或者平均寿命和半数死亡时间2项指标阳性,且与对照组比,半数死亡时间延长5d。符合上述两项之一者判定为阳性。

七、改善记忆作用

(一) 动物试验

1. 正常动物与记忆障碍模型动物任选其一进行试验。
2. 重复一次试验中应规定至少有 1 个剂量在 2 次试验中结果均为阳性,方可认为重复测试结果一致。

(二) 人体试验(应统一使用临床记忆量表)

1. 试验原则

对照、双盲、随机。服样前在 2 组记忆均衡的前提下,随机抽取 1 组为试验组,另 1 组为对照组。

2. 测试指标

- a. 指向记忆, b. 联想学习, c. 图像自由回忆, d. 无意义图形再认, e. 人像特点联系回忆等。5 项指标必须测试完整。

3. 测试顺序

指向记忆→联想学习→图像自由回忆→无意义图形再认→人像特点联系回忆。

4. 结果判定

将 5 项分测验成绩分别查其相应的量表分后,计数总量表分,再查记忆商。试验组与对照组的记忆差异有显著性,可判定为该受试物有改善人体记忆作用。

八、促进生长发育作用

(1)考虑删除雌雄比例、长毛时间等指标的观察,增加仔鼠身长的测量。

(2)胎仔情况一栏作为一般观察,不列入结果判定的依据。

(3)体重在多个时间点进行测定,结果为 2 个或 2 个以上时间点体重阳性,或任一时间点体重、身长 2 项指标阳性,可以认为有促进体重增长的作用。仔鼠的称重在断乳前可以以窝为单位。

(4)生理发育指标判定为有效的标准是:至少有 2 个生理发育指标阳性。应对全部仔鼠进行生理发育指标的观察。

(5)神经反射指标判定为有效的标准是:至少有 3 个神经反射指

标阳性。对于多个时间点进行测定的神经反射指标,必须2个或2个以上时间点测定结果为阳性才可判定该项指标阳性。动物数量应为每组10窝,每窝至少测定2只仔鼠。

(6)实验期限修改为出生后至6周。

(7)结果判定改为:在体重、生理发育、神经反射3类指标中有2类或2类以上阳性,其中1类必须是体重或身长,才可认为受试物有促进生长发育的作用。

九、抗疲劳作用

(1)明确乳酸测定必须有3个时间点,分别为游泳前、游泳后立即及游泳后休息30 min。

(2)血乳酸的判定标准:血乳酸的判定以升高幅度和消除幅度为判定标准,升高幅度小于对照组或消除幅度大于对照组均可判定为该项指标阳性。

(3)抗疲劳评价标准,考虑增加a.游泳试验3个剂量组阳性,1项生化指标阳性。b.游泳试验阳性,2项生化指标阳性。符合上述两项之一者可判定该受试物有抗疲劳作用。

十、减肥作用

(1)动物试验中除大鼠肥胖模型外,增加预防大鼠肥胖的试验方法。

(2)进一步具体确定人体试食试验方法,规定体内脂肪含量的测定方法:水下称重法和电阻抗法都可选用。耐力的测试方法必须考虑减去的体重负荷对耐力的影响等,最好选用功率自行车法。

(3)以各种营养素为主要成分替代主食的减肥食品可以不进行动物试验,仅进行人体试食试验。

十一、耐缺氧作用

(1)增加亚硝酸钠中毒试验、急性脑缺血性缺氧试验。

(2)可考虑设立提高应激能力的功能,将耐缺氧、抗低温、抗高温等纳入其中。

(3)结果判定,3项试验中3项试验结果阳性,可判定有耐缺氧作用。

十二、抗辐射作用

(1)应着重考虑低剂量多次照射对机体健康的影响,可将1次照射与多次照射结合起来综合评价,考虑不针对1次性单独照射下结论,将多次照射的次数做适当调整,缩短一些。

(2)致突变试验的结果判定除统计检验差异有显著性外,应考虑增加抑制率指标。

(3)考虑增加部分免疫学及与氧化有关的指标,对抗辐射功能进行综合评价。

十三、抗突变作用

(1)规定2种菌株3种作用途径均为必做项目。但结果判定仅要求1种菌株1个作用途径结果阳性即可。

(2)Ames试验要求有剂量反应关系。Ames试验在重复1次时,应规定至少有1个相同剂量在2次试验中结果均为阳性,才可判断2次结果一致。

(3)Ames试验1种途径有效时可终止试验,并判定该试验为阳性。3种途径都无效时,才可判定无效。

(4)判定抗突变作用时,除有统计学意义外,还要求达到一定的抑制率。

十四、抑制肿瘤作用

(1)将抑制肿瘤功能名称修改为:①辅助抑制肿瘤,②预防化学致癌,③减轻放、化疗的毒副作用。后2种作用应是保健食品发展的主要方面。

(2)辅助抑制肿瘤的结果判定标准改为2个或以上瘤株,重复1次,除瘤重差异有统计学意义外,要求有30%或以上的抑瘤率,至少有1个相同剂量组在2次试验中结果均为阳性。对免疫学指标的要求同原程序。

(3) 预防化学致癌选择的试验为: 动物诱发性肿瘤试验和免疫学试验。

(4) 减轻放、化疗的毒副作用主要针对放、化疗的毒副作用来选择试验的指标。动物试验可重点考虑与免疫系统有关的一些指标: 细胞免疫、体液免疫、NK 细胞功能、吞噬细胞功能、白细胞计数、白细胞介素等。这些指标应在荷瘤动物或正常动物经放、化疗后进行观察。应尽可能进行人群试食观察, 选择的指标除免疫系统外, 还可对减轻胃肠道等系统的毒副作用进行观察。

十五、调节血脂作用

(1) 动物试验为必做项目。预防性高血脂模型法和高血脂模型法任选 1 种。

(2) 结果判定改为: 在总胆固醇、甘油三脂、高密度脂蛋白胆固醇 3 项指标中: ① 2 项或以上指标阳性可判定有调节血脂作用。② 单项指标阳性 (仅限总胆固醇和甘油三脂 2 个指标) 时, 则必须有 2 个或以上剂量组结果阳性, 可判定有调节总胆固醇或甘油三脂的作用。

(3) 删除原程序中规定的高密度脂蛋白胆固醇单项指标阳性及总胆固醇下降 $> 10\%$, 或甘油三脂下降 $> 15\%$, 或高密度脂蛋白胆固醇升高 4 mg/dL 即可下结论的内容。

(4) 将人体试验列为必做项目。

十六、改善性功能作用

(1) 交配试验中选择的 6 个指标, 应至少有 2 个指标阳性方可对交配试验下结论。以交配试验为优先选择。

(2) 人体试食试验为必做项目, 而且应在动物试验有效的前提下进行。提出人体试食试验选择的指标、测试的方法以及评价的标准。

附录 D 食品安全性毒理学评价程序

一、主题内容与适用范围

本标准规定了食品安全性毒理学评价的程序。

本标准适用于评价食品生产、加工、保藏、运输和销售过程中使用的化学和生物物质以及在这些过程中产生和污染的有害物质,食物新资源及其成分和新资源食品,也适用于食品中其他有害物质。

二、受试物的要求

(一)提供受试物(必要时包括杂质)的物理、化学性质(包括化学结构、纯度、稳定性等)。

(二)受试物必须是符合既定的生产工艺和配方的规格化产品,其纯度应与实际应用的相同,在需要检测高纯度受试物及其可能存在的杂质的毒性或进行特殊试验时可选用纯品,或以纯品及杂质分别进行毒性检测。

三、食品安全性毒理学评价试验的4个阶段和内容及选用原则

(一)毒理试验的4个阶段和内容

1. 第一阶段:急性毒性试验。

经口急性毒性:LD₅₀,联合急性毒性。

2. 第二阶段:遗传毒性试验、传统致畸试验和短期喂养试验。

遗传毒性试验的组合必须考虑原核细胞和真核细胞、生殖细胞与体细胞、体内和体外试验相结合的原则。

(1)细菌致突变试验:鼠伤寒沙门氏菌/哺乳动物微粒体酶试验(AMES 试验)为首选项目,必要时可另选和加选其他试验。

(2)小鼠骨髓微核率测定或骨髓细胞染色体畸变分析。

(3)小鼠精子畸形分析和睾丸染色体畸变分析。

(4)其他备选遗传毒性试验:V79/HGPRT 基因突变试验、显性致死试验、果蝇伴性隐性致死试验,程序外 DNA 修复合成(UDS)试验。

(5)传统致畸试验。

(6)短期喂养试验:30d 喂养试验。如受试物需进行第三、四阶段毒性试验者,可不进行本试验。

3. 第三阶段:亚慢性毒性试验、90d 喂养试验、繁殖试验、代谢试验。

4. 第四阶段:慢性毒性试验(包括致癌试验)。

(二)对不同受试物选择毒性试验的原则

1. 凡属我国创新的物质一般要求进行4个阶段的试验,特别是对其中化学结构提示有慢性毒性、遗传毒性或致癌性可能者或产量大、使用范围广、摄入机会多者,必须进行全部4个阶段的毒性试验。

2. 凡属与已知物质(指经过安全性评价并允许使用者)的化学结构基本相同的衍生物或类似物,则根据第一、二、三阶段毒性试验结果判断是否需进行第四阶段的毒性试验。

3. 凡属已知的化学物质,世界卫生组织已公布每人每日容许摄入量(ADI,以下简称日许量)者,同时申请单位又有资料证明我国产品的质量规格与国外产品一致,则可先进行第一、二阶段毒性试验,若试验结果与国外产品的结果一致,一般不要求进行进一步的毒性试验,否则应进行第三阶段毒性试验。

4. 农药、食品添加剂、食品新资源和新资源食品、辐照食品、食品工具及设备清洗消毒剂的安全性毒理学评价试验的选择。

(1)农药

按卫生部和农业部颁布的《农药安全性毒理学评价程序》进行。对于由一种原药配制的各种商品,其中未加入其他未允许使用的成分时,一般不要求分别对各种商品进行毒性试验。凡将2种以上已经国家批准使用的原药混合配制的农药商品的制剂中添加了未经批准的其他具有较大毒性的化学物质作为重要成分,则应先进行急性联合毒性试验,如结果表明无协同作用,则按已颁布的个别农药的标准进行管理,并对所用的未经批准的化学物质进行安全性评价,如有协同作用,则需完成混合制品的第一、二、三阶段毒性试验。

(2) 食品添加剂

① 香料

鉴于食品中使用的香料品种很多,化学结构很不相同,而用量则很少,在评价时可参考国际组织和国外的资料 and 规定,分别决定需要进行的试验。

凡属世界卫生组织已建议批准使用或已制定日许量者,以及香料生产者协会(FEMA)、欧洲理事会(COE)和国际香料工业组织(IOFI)4个国际组织中的2个或2个以上允许使用的,在进行急性毒性试验后,参照国外资料或规定进行评价。

凡属资料不全或只有1个国际组织批准的,先进行急性毒性试验和本程序所规定的致突变试验中的1项,经初步评价后,再决定是否需进行进一步试验。

凡属尚无资料可查,国际组织未允许使用的,先进行第一、二阶段毒性试验,经初步评价后,决定是否需进行进一步试验。

② 其他食品添加剂

凡属毒理学资料比较完整,世界卫生组织已公布日许量或不需规定日许量者,要求进行急性毒性试验和1项致突变试验,首选AMES试验或小鼠骨髓微核试验。

凡属有1个国际组织或国家批准使用,但世界卫生组织未公布日许量,或资料不完整者,在进行第一、二阶段毒性试验后做初步评价,以决定是否需进行进一步的毒性试验。

对于由天然植物制取的单一组分,高纯度的添加剂,凡属新品种需先进行第一、二、三阶段毒性试验,凡属国外已批准使用的,则进行第一、二、三阶段毒性试验。

③ 进口食品添加剂

要求进口单位提供毒理学资料及出口国批准使用的资料,由省、直辖市、自治区一级食品卫生监督检验机构提出意见,报卫生部食品卫生监督检验所审查后决定是否需要进行毒性试验。

(3) 食品新资源和新资源食品

食品新资源及其食品原则上应进行第一、二、三阶段毒性试验,以及必要的人群流行病学调查。必要时应进行第四阶段试验。若根据

有关文献资料及成分分析,未发现有或虽有但量甚少,不至构成危害健康的物质,以及较大数量人群有长期食用历史而未发现有害作用的天然动植物(包括作为调料的天然动植物的粗提制品)可以先进行第一、二阶段毒性试验,经初步评价后,决定是否需要进行进一步的毒性试验。

(4) 辐照食品

按《辐照食品卫生管理办法》要求提供毒理学试验资料。

(5) 食品工用设备用清洗消毒剂

按卫生部颁发的《消毒管理办法》进行。

四、食品安全性毒理学评价试验的目的和结果判定

(一) 毒理学试验的目的

1. 急性毒性试验

测定 LD_{50} , 了解受试物的毒性强度、性质和可能的靶器官,为进一步进行毒性试验的剂量和毒性判定指标的选择提供依据。

2. 遗传毒性试验

对受试物的遗传毒性以及是否具有潜在致癌作用进行筛选。

3. 致畸试验

了解受试物对胎仔是否具有致畸作用。

4. 短期喂养试验

对只需要进行第一、二阶段毒性试验的受试物,在急性毒性试验的基础上,通过 30d 喂养试验,进一步了解其毒性作用,并可初步估计最大无作用剂量。

5. 亚慢性毒性试验——90d 喂养试验和繁殖试验

观察受试物以不同剂量水平经过较长期喂养后对动物的毒性作用性质和靶器官,并初步确定最大无作用剂量;了解受试物对动物繁殖及对子代的致畸作用,为慢性毒性和致癌试验的剂量选择提供依据。

6. 代谢试验

了解受试物在体内的吸收、分布和排泄速度以及蓄积性,寻找可能的靶器官,为选择慢性毒性试验的合适动物种系提供依据,了解有无毒性代谢产物的形成。

7. 慢性毒性试验(包括致癌试验)

了解经长期接触受试物后出现的毒性作用,尤其是进行性或不可逆的毒性作用以及致癌作用,最后确定最大无作用剂量,为受试物能否应用于食品的最终评价提供依据。

(二)各项毒理学试验结果的判定

1. 急性毒性试验

如 LD_{50} 剂量小于人的可能摄入量的 10 倍,则放弃该受试物用于食品,不再继续其他毒理学试验,如大于 10 倍者,可进入下一阶段毒理学试验。凡 LD_{50} 在人的可能摄入量的 10 倍左右时,应进行重复试验,或用另一种方法进行验证。

2. 遗传毒性试验

根据受试物的化学结构、理化性质以及对遗传物质作用终点的不同,并兼顾体外和体内试验以及体细胞和生殖细胞的原则,在遗传毒性试验中选择 4 项试验,根据以下原则对结果进行判断:

(1)如其中 3 项试验为阳性,则表示受试验物很可能具有遗传毒性作用和致癌作用,一般就放弃该受试物应用于食品,无需进行其他项目的毒理学试验。

(2)如其中 2 项试验为阳性,而且短期喂养试验显示该受试物具有显著的毒性作用,一般应放弃该受试物用于食品;如短期喂养试验显示有可疑的毒性作用,则经初步评价后,根据受试物的重要性和可能摄入量等,综合权衡利弊再作出决定。

(3)如其中 1 项试验为阳性,则再选择 2 项遗传毒性试验;如再选的 2 项试验均为阳性,则无论短期喂养试验和传统致畸试验是否显示有毒性与致畸作用,均应放弃该受试物用于食品;如有 1 项为阳性,而在短期喂养试验和传统致畸试验中未见有明显毒性与致畸作用,则可进入第三阶段毒性试验。

(4)如 4 项试验均为阴性,则可进入第三阶段毒性试验。

3. 短期喂养试验

在只要求进行 2 阶段毒性试验时,若短期喂养试验未发现有明显毒性作用,综合其他各项试验即可做出初步评价,若试验中发现有明显毒性作用,尤其是有剂量反应关系时,则考虑进行进一步的毒性试验。

4. 90d 喂养试验、繁殖试验和传统致畸试验

根据这 3 项试验中所采用的最敏感指标所得的最大无作用剂量进行评价,原则是:

(1)最大无作用剂量小于或等于人的可能摄入量的 100 倍者表示毒性较强,应放弃该受试物用于食品。

(2)最大无作用剂量大于 100 倍而小于 300 倍者,应进行慢性毒性试验。

(3)大于或等于 300 倍者则不必进行慢性毒性试验,可进行安全性评价。

5. 慢性毒性(包括致癌)试验

根据慢性毒性试验所得的最大无作用剂量进行评价,原则是:

(1)最大无作用剂量小于或等于人可能摄入量的 50 倍者,表示毒性较强,应放弃该受试物用于食品。

(2)最大无作用剂量大于 50 倍而小于 100 倍者,经安全性评价后,决定该受试物可否用于食品。

(3)最大无作用剂量大于或等于 100 倍者,则可考虑允许使用于食品。

6. 新资源食品,复合配方的饮料等的试验

在试验中,若试样的最大加入量(一般不超过饲料的 5%)或液体试样最大可能的浓缩物加入量仍不能达到最大无作用剂量为人的可能摄入量的规定倍数时,则可以综合其他的毒性试验结果和实际食用或饮用量进行安全性评价。

五、进行食品安全性评价时需要考虑的因素

(一)人的可能摄入量。除一般人群的摄入量外,还应考虑特殊和敏感人群(如儿童,孕妇及高摄入量人群)。

(二)人体资料。由于存在着动物与人之间的种族差异,在将动物试验结果推论到人时,应尽可能收集人群接触受试物反应的资料,如职业性接触和意外事故接触等。志愿受试者体内的代谢资料对于将动物试验结果推论到人具有重要意义。在确保安全的条件下,可以考虑按照有关规定进行必要的人体试食试验。

(三)动物毒性试验和体外试验资料。由于存在动物和人之间的种族差异,在将动物实验结果推论到人身上时应尽可能收集人群接触受试物后得到的重要资料,也是进行评价的主要依据。在试验得到阳性结果,而且判定涉及受试物能否应用于食品时,需要考虑结果的重复性和剂量反应关系。

(四)安全性由动物毒性试验结果推论到人时,鉴于动物、人的种属和个体之间的生物特性差异,一般采用安全系数的方法,以确保对人的安全性,安全系数通常为 100 倍,但可根据受试物的理化性质、毒性大小、代谢特点、接触的人群范围、食品中的使用量及使用范围等因素,综合考虑增大或减小安全系数。

(五)代谢试验的资料。代谢研究是对化学物质进行毒理学评价的一个重要方面,因为不同化学物质、剂量的大小,在代谢方面的差别往往对毒性作用影响很大。在毒性试验中,原则上应尽量使用与人具有相同代谢途径和模式的动物种系来进行试验。研究受试物在实验动物和人体内吸收、分布、排泄和生物转化方面的差异,对于将动物试验结果比较正确的推论到人具有重要意义。

(六)在进行最后评价时,必须在受试物可能对人体健康造成危害以及其可能的有益作用之间进行权衡,评价的依据不仅是科学试验资料,而且与当时的科学水平、技术条件及社会因素有关。因此,随着时间的推移,很可能结论也不同。随着情况的不断改变,科学技术的进步和研究工作的不断进展,对已通过的化学物质需进行重新评价,做出新的结论。

对于已经在食品中应用了相当长时间的物质,对接触人群进行流行病学调查具有重要意义,但往往难以获得剂量-反应关系方面的可靠资料,对于新的受试物质,则只能依靠动物试验和其他试验研究资料。然而,即使有了完整和详尽的动物试验资料的一部分人类接触者的流行病学研究资料,由于人类的种族和个体差异,也很难做出能保证每个人都安全的评价。所谓绝对的安全实际上是不存在的。根据上述资料,进行最终评价时,应全面权衡和考虑实际可能,在确保发挥受试物的最大效益,以对人的健康和环境造成最小危害的前提下得出结论。

附录 E 英文缩略词表

缩写	中文名称
5-HT	5-羟色胺
β_2 -MG	尿 β_2 微球蛋白
AAA	芳香氨基酸
ABPM	动态血压检测
Ach	乙酰胆碱
ADA	糖尿病协会
ADP	腺苷二磷酸钠盐
ADR	阿霉素
AFLP	扩增片段长度多态性
AKP	碱性磷酸酶
Al	白蛋白
Alb	血白蛋白
ALT	谷丙转氨酶
Ames	平板掺入法
Ar	芳香基
AS	动脉粥样硬化
AST	谷草转氨酶
ATP	三磷酸腺苷
BCAA	支链氨基酸
Bcap-37	人乳腺癌细胞株
BMI	体重指数

续表

缩写	中文名称
BUN	尿素氮
cAMP	环磷酸腺苷
CAT	过氧化氢酶
CE	毛细管电泳
ChAT	胆碱乙酰转移酶
CHD	冠心病
CK	肌酸激酶
CK - MB	心肌型肌酸激酶同工酶
COE	欧洲理事会
CPK	肌酸磷酸激酶
Crea	肌酐
CRF	慢性肾衰弱
DN	糖尿病肾病
DNCB	二硝基氨苯
EPC	空腹血糖
ESRD	终末期肾病
FEA	游离脂肪酸
FEMA	香料生产者协会
FID	氢火焰离子化检测器
FP	荧光光谱法
Glob	球蛋白
GC	气相色谱
GSH - Px	谷胱甘肽过氧化物酶
HbA _{1c}	糖化血红蛋白

续表

缩写	中文名称
HDL	血清高蛋白脂蛋白
HE	苏木精-伊红
HeLa	人宫颈癌细胞株
HO8910	人卵巢癌细胞株
HPCE	高效毛细管电泳法
HPLC	高效液相色谱
HSC	肝形状细胞
HSCCC	高速逆流色谱法
ICP	等离子体光谱
IFN- γ	γ -干扰素
IMTG	肌肉内甘油三酯
IOFI	国际香料工业组织
IR	红外谱图
Lac	血乳酸
LD	乳酸
LD ₅₀	半数致死量
LDH	乳酸脱氢酶
LDL-C	低密度脂蛋白胆固醇
LPO	过氧化脂质
MDA	丙二醛
MDH	苹果酸脱氢酶
MODS	多器官功能不全综合征
MS	质谱
MTD	最大耐受量

续表

缩写	中文名称
mt - TEA	线粒体转录因子 A
M Φ	巨噬细胞
NKC	天然杀伤细胞
NMR	核磁共振
NO	一氧化氮
NOS	一氧化氮合酶
Nu	亲和试剂
OFR	氧自由基
OXPHS	氧化磷酸化
PAPD	随机扩增多态性 DNA
PASMC	肺动脉平滑肌
PGC - 1 α	PPARY 辅激活因子
PK	丙酮酸激酶
Pyr	吡啶
RA	类风湿性关节炎
RHLP	限制性长度多态性
ROS	活性氧
S ₁₈₀	小鼠腹水瘤
Scr	血肌酐
SDH	琥珀酸脱氢酶
SOD	超氧化物歧化酶
STS	序列标志位点
T ₂₄	人膀胱癌细胞株
TA	营养缺陷型鼠伤寒沙门氏菌株

续表

缩写	中文名称
T - BIL	总胆红素
TC	总胆固醇
TCD	多普勒
TG	甘油三酯
THF	四氢呋喃
TLC	薄层色谱扫描
TP	总蛋白
UAER	尿微量蛋白排泄率
UDS	程序外 DNA 修复合成试验
UV	紫外光谱
VSMC	血管平滑肌细胞
WHO	世界卫生组织
XRF	X 射线荧光光谱法