# 红景天苷药理作用的研究现状

李凤林

（吉林农业科技学院，吉林省酿造技术科技创新中心，吉林 132101）

**摘要：**红景天苷是中药红景天的主要有效成分之一，其药理作用是多方面的。本文分别从红景天苷抗肿瘤及增强免疫功能、对心血管系统作用、对中枢神经系统的作用、对肝肾作用、其他作用等五个方面综述了近年来国内外对其在药理方面的研究，以其为红景天苷的进一步开发利用提供参考。

**关键词：**红景天苷；药理作用；研究

**文章篇号：**1673-9078(2013)4-916-920

# Research Progress in Pharmacological Effects of Salidroside from *Rhodiola*

**LI Feng-lin**

(Jilin Agricultural Science and Technology College, Brewing Technology Innovation Center of Jilin Province , Jilin 132101, China)

**Abstract:** Salidroside is one of the main components of *Rhodiola* with mianfold pharmacological effects. In this article, pharmacological effects of salidroside , including antitumor, and enhancement of immune, cardiovascular system,central nervous system, liver and kidney were reviewed to provide references for the further exploitation and utilization of salidroside

**Key words:** salidroside; pharmacological effects; research

红景天为景天科多年生草木或灌木植物，在世界上有 96 种，多分布在北半球的高寒地带，如东亚、中亚、西伯利亚等地，生长在海拔 3500~5000 米的高山砂石或灌木丛林下。我国有 73 种，约占世界红景天资源总量 90%[1~2]。红景天药用历史久远，最早见载于公元 1200 年的藏医《四部医典》中，言其“性平、味涩、善润肺、能补肾、理气养血”[3]。明代李时珍《本草纲目》记载红景天为“本经上品，祛邪恶气，补诸不足”是“已知补益药中所罕见”[4]。我国自古以来常把红景天用来煎汤或泡酒，供作补品或治疗疾病，以消除疲劳或抵御寒冷。现代药理学研究证实，红景天提取物具有抗衰老、抗肿瘤、抗病毒、抗菌、抗缺氧、抗疲劳、抗辐射、抗氧化、镇痛、对中枢神经及内分泌系统双向调节等多种活性，且具有很小副作用。为此，卫生部 1991 年批准红景天为新食品资源，2005 版《中华人民共和国药典》正式把红景天从附录中收入到名录中。

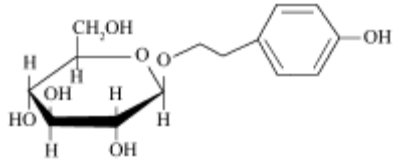


图 1 红景天苷化学结构

**Fig.1 Structure of salidroside**

关于红景天化学成分研究有大量的文献报道，目前约 20 种红景天已做过化学成分预试验及提取分离，分得 40 多种化学物质，主要有效成分是红景天苷（Salidroside）、苷元酪醇（Ptyrosol）、酪萨维(Rosavin)、二苯甲基六氢吡啶（Pyridrde)、红景天素(rhodiosin)即草质素-7-O-(3″-β-D-葡萄糖基)-α-L-鼠李糖苷[5]。其中公认的有效成分为红景天苷、苷元酪醇、酪萨维。红景天苷分子 $C_{14}H_{20}O_7$（图 1），相对分子质量 300，为无色透明针状结晶，熔点 158~160 ℃，溶于水、乙醇、正丁醇，微溶于丙酮、乙醚。在水溶液中，不能转化为链式，因此糖苷无变旋现象和还原性；在酸或酶的作用下，可水解为 1 分子的葡萄糖和 1 分子的苷元[2,6]。本文主要从红景天苷药理作用角度出发，对红景天苷近年来药理研究现状进行了全面的综述。

收稿日期：2012-12-20

基金项目：吉林省科技发展计划项目（重点科技支撑）《高山红景天抗疲劳因子的筛选及保健食品的研发》(20120918)，吉林农业科技学院储备基金项目

作者简介：李凤林（1973-），男，博士，教授，从事食品科学与生物技术的教学与科研工作

## 1 抗肿瘤及增强免疫功能

解方为等通过不同剂量红景天苷处理体外培养的SMMC-7721 细胞株，采用免疫组织化学检测细胞c-myc 表达，发现红景天苷可抑制细胞内 c-myc 表达，说明其在体外具有诱导肝癌细胞分化的可能[7]。章广玲等研究发现，红景天苷对胃癌细胞 NU-GC-3 具有抑制其增殖并诱导其凋亡的作用，其作用于 NU-GC-3 细胞后明显促进了转化生长因子 β1（TGFβ1）mRNA 以及 TGFβ1 蛋白的表达[8]。宋汉君等探讨红景天苷对 HepA 荷瘤小鼠 T 细胞表面分化抗原、体外细胞杀伤功能以及肿瘤抑瘤率的影响，发现红景天苷具有提高特异性细胞毒性 T 淋巴细胞(CTL)和非特异性杀伤细胞(NK)活性，抑制 HepA 肿瘤细胞增殖的作用[9]。张淑芹等采用体外细胞培养技术，观察不同剂量红景天苷对白血病 K562 细胞生长的影响，发现红景天苷对白血病细胞生长有一定抑制作用，且这种作用与红景天苷剂量正相关[10]。李美华等用免疫组化的方法检测红景天苷作用后腺样囊腺癌细胞（ACC）细胞中 Caspase3 及 Caspase8 蛋白表达情况，发现红景天苷可以诱发 ACC 细胞凋亡[11]。

谢乐斯等探讨红景天苷对正常小鼠免疫功能的影响，发现红景天苷具有丝裂原效应，能通过非特异性免疫功能的调节促进腹腔巨噬细胞的杀瘤效应[12]。叶莎莎等同样也研究了红景天苷对小鼠腹腔巨噬细胞的免疫调节作用，发现红景天苷对脂多糖(LPS)和 γ-干扰素(IFN-γ)刺激的巨噬细胞增殖具有显著的促进作用，对放线菌酮(CHX)诱导的巨噬细胞凋亡具有显著的抑制作用，对静息态和活化态的巨噬细胞的吞噬功能均有增强作用，并能减少 LPS 和 IFN-γ 活化的巨噬细胞胞内活性氧(Reactive oxygen species，ROS)的产生[13]。陆琳琳等研究了红景天苷对老年大鼠体内辅助性 T 细胞(CD4+)数量与迟发型超敏(DTH)反应，发现红景天苷能够激发机体体液和细胞免疫反应[14]。

## 2 对心血管系统的作用

### 2.1 对心肌细胞损伤的保护作用

邹琛等采用检测培养介质中乳酸脱氢酶(LDH)活力和电镜观察细胞超微结构方法研究红景天苷对心肌细胞过氧化损伤的作用，发现红景天苷对 $H_2O_2$ 致心肌细胞损伤具有保护作用，其作用机理可能与其抑制脂质过氧化和提高钠泵活力作用有关[15]。张博通过在原代培养的乳鼠心肌细胞上建立 $H_2O_2$ 损伤模型，观察红景天苷对心肌细胞凋亡率、丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)、乳酸脱氢酶(LDH)、细胞内钙离子[$Ca^{2+}$]浓度的影响，结果发现红景天苷对心肌细胞凋亡有抑制作用，其作用机制可能与其抗脂质过氧化、抑制细胞内钙超载有关[16]。张金平等研究了红景天苷激活乏氧诱导因子-1α(HIF-1α)表达，抑制缺氧诱导的心肌细胞凋亡的信号通路，发现红景天苷对缺氧诱导的心肌细胞凋亡的抑制作用可能与通过磷脂酰肌醇 3-激酶(PI3-k)/蛋白激酶 B(PKB 或 Akt)信号通路激活 HIF-1α 的表达有关[17]。谭洪玲研究发现，红景天苷对缺氧诱导的心肌细胞损伤有保护作用，并且此作用可能通过细胞外信号调节激酶信号通路发生[18]。

### 2.2 对心肌缺血损伤的保护作用

孔智红等采用腹腔注射异丙肾上腺素(ISO)的方法制作大鼠心肌缺血模型，研究红景天苷对心肌缺血损伤的保护作用，发现其可明显减轻大鼠心肌缺血损伤程度，对 ISO 所致大鼠心肌缺血损伤具有显著的保护作用[19]。高元峰等研究发现，红景天苷对大鼠离体心脏缺血-再灌注损伤具有保护作用，其作用机制与其抑制氧化应激有关[20]。梁小庆等研究红景天苷对大鼠冠脉结扎所致缺血再灌注损伤的影响，发现红景天苷可减轻心肌总体病变程度以及减少炎细胞浸润并减轻局灶性坏死的程度，表明其对缺血心肌有一定的保护作用[21]。

### 2.3 对血液流变学指标的影响

杜保生等用高分子右旋糖酐(Dextran)制备大鼠急性血瘀模型，观察红景天苷对血液流变学指标的影响，发现能显著改善急性血瘀模型大鼠的血液流变学指标，并有一定的抗凝血作用[22]。颜天华等研究表明，红景天苷能有效预防急性血瘀模型大鼠全血粘度、血浆粘度、红细胞压积以及纤维蛋白原含量的升高，明显改善模型大鼠的血液流变学[23]。阙肖冬等同样研究了红景天苷对血瘀大鼠血液流变学指标影响，发现其可明显降低红细胞比容、血液黏度，降低血小板聚集率，延长凝血时间[24]。

## 3 对中枢神经系统的作用

### 3.1 对神经系统变性疾病的作用

张宇红等研究了红景天苷对 1-甲基-4-苯基-1,2,3,6-四氢吡啶(MPTP)诱发的帕金森病(PD)小鼠模型的脑保护作用，发现红景天苷可以拮抗 MPTP 诱导的 PD 模型小鼠黑质多巴胺能神经元的丢失，其神经保护作用可能与促进内源性胶质细胞源性神经营养因子(GDNF)分泌增加有关[25]。张佳等研究红景天苷对 β 淀粉样蛋白(Aβ1~40)海马内注射所致阿尔茨海默病(AD)模型大鼠的治疗作用，经 Morris 水迷宫评测大鼠学习记忆能力，发现红景天苷能使大鼠的学习记忆受

损得到显著改善，增加 SOD 活性，降低 MDA 含量，抑制核转录因子-κB(NF-κB)，诱导型一氧化氮合酶(iNOS)、晚期糖基化终末产物（AGEs）蛋白的表达，表明红景天苷可能通过综合抗氧化应激效应起到治疗阿尔茨海默病的作用[26]。张丽等研究了红景天苷对 $H_2O_2$ 诱导 SH-SY5Y 细胞凋亡的保护作用，发现其可抑制 $H_2O_2$ 诱导的细胞活力损失，降低细胞凋亡率，抑制线粒体膜电位下降，提高细胞内 $Ca^{2+}$浓度，能用于神经退行性疾病的治疗和预防[27]。陈妙娟等研究发现，红景天苷可剂量依赖性抑制 Aβ25-35 引起的细胞凋亡，提高细胞的存活率；对 caspase-3 的活性有明显的抑制作用[28]。

### 3.2 镇静催眠作用

李尔逊等研究发现，红景天苷能明显缩短戊巴比妥钠所致小鼠睡眠的睡眠潜伏期和显著延长睡眠持续时间，具有明显的镇静催眠作用，且量效关系显著[29]。许光辉等采用大鼠皮层脑电描记方法，观察了红景天苷对失眠大鼠睡眠时相的影响，发现红景天苷能使失眠大鼠觉醒时间明显减少，睡眠总时间延长，主要表现为延长慢波睡眠Ⅱ期(SWS2)和快动眼睡眠(REMS)[30~31]。

### 3.3 对神经细胞的保护作用

张维烨等从新生 24 h 内的大鼠脑中分离扩增获得大量神经干细胞后，加入不同剂量的红景天苷血清，发现其在体外可促进神经干细胞向神经元方向分化，并对所分化的神经元细胞有促生长发育作用[32]。张文生等以 SH-SY5Y 神经细胞缺氧/缺糖损伤为模型，观察红景天苷对神经细胞保护的作用，发现红景天苷具有抑制 SH-SY5Y 细胞凋亡的作用，对神经细胞起到保护作用，且这种作用与其降低细胞内 $Ca^{2+}$浓度有关[33]。李天威等利用超氧阴离子自由基和 $H_2O_2$ 损伤模型，通过检测 LDH 释放量和细胞存活率以及形态学观察，证实红景天苷对大鼠皮层神经细胞的自由基损伤确有保护作用[34]。

## 4 对肝、肾的保护作用

王晓东等分别采用四氯化碳($CCl_4$)、D-半乳糖胺(D-Gal)、卡介苗加脂多糖诱导小鼠肝脏损伤模型，发现红景天苷具有明显的保肝作用，能明显降低动物模型中血清谷丙氨酸转换酶(ALT)、一氧化氮 (NO)、肝匀浆 MDA 和甘油三酯 (TG)含量[35]。荣黎等采用大鼠肝动脉结扎模拟高原肝脏缺氧，发现红景天苷预处理可使大鼠血清肝功指标得到改善，降低肝组织 MDA 含量、升高 SOD 活性，减轻肝组织病理学变化，上调 HIF-1α 蛋白表达水平、减少细胞凋亡，对拟高原缺氧大鼠急性肝损伤起到保护作用[36]。吴艳玲采用乙酰氨基酚（APAP）诱导小鼠急性肝损伤模型，发现红景天苷能通过预防或减轻细胞内谷胱甘肽(GSH)耗竭和氧化损伤来保护 APAP 所诱导的肝毒性[37]。潘志浩等研究红景天苷对大鼠肝纤维化模型血清学指标、肝组织羟脯氨酸(Hyp)和肝组织学的影响，发现红景天苷具有抗实验性肝纤维化作用[38]。张奕等研究同样证实，红景天苷能降低实验性肝纤维化模型大鼠血清中 ALT、NO、天门冬氨酸转氨酶(AST)、透明质酸(HA)、层粘连蛋白(LN)水平和肝组织中羟脯氨酸(Hyp)、MDA 的含量，改善实验性肝纤维化[39]。

高月娟等研究了红景天苷对大鼠肾缺血再灌注损伤的保护作用，发现红景天苷能升高大鼠肾组织 SOD 活性，降低血清肌酐(Cr)、血清尿素氮(BUN)和肾组织 MDA 含量，其可能通过抗自由基损伤和减轻脂质过氧化实现对肾缺血再灌注损伤的保护作用[40]。金艳玲等研究同样也表明，红景天苷对大鼠肾脏缺血再灌注损伤具有一定的预防和保护作用[41]。此外，韩洪波等采用阿霉素诱导慢性肾炎大鼠模型，发现红景天苷对大鼠模型肾脏系膜细胞增生明显减轻，系膜基质减少，肾小管上皮细胞颗粒样变性及蛋白管型明显减少，红景天苷对肾炎大鼠有治疗作用[42]。

## 5 其他药理作用

### 5.1 抗病毒作用

左国英等研究发现，红景天苷在体外能抑制丝氨酸蛋白酶(NS3-SP)活性，说明其对慢性丙型肝炎病毒（HCV）具有一定的抑制作用[43]。王海波等研究了红景天苷对柯萨奇 $B_3$($CVB_3$)病毒感染体外、体内模型的抑制作用，结果发现红景天苷对 $CVB_3$ 病毒有较强的抑制作用，效果优于阳性对照药利巴韦林[44]。

### 5.2 对糖尿病及其并发症的治疗作用

李凤林等研究发现，红景天苷能有效降低糖尿病（DM）小鼠的空腹血糖，TC，TG 和 MDA 水平，增加血清胰岛素水平以及 SOD、谷胱甘肽过氧化物酶(GPx)、过氧化氢酶(CAT)等抗氧化酶活性，对 DM 诱导的氧化应激具有保护作用[45]。蔺勇研究红景天苷对 DM 脑病大鼠的神经保护作用，发现红景天苷能使模型大鼠血糖浓度降低，体质量增加，改善学习记忆障碍；并且能增加海马组织 SOD、GPx 和 CAT 活性，降低 MDA 含量显著，促使神经元损伤好转；红景天苷对 DM 脑病的保护作用可能是通过抗氧化应激实现的[46]。赵衍等同样发现红景天苷对 DM 脑病模型大鼠的学习记忆功能有改善作用[47]。张胜昌等探讨红景天苷对 DM 并发骨质疏松大鼠瘦素(LP)表达的影响，发

现红景天苷通过促进胰岛素分泌和提高胰岛素敏感性来加强血浆 LP 对骨代谢的外周正性作用，长期大量应用还可能通过作用于血脑屏障而抑制 LP 对骨代谢的中枢负性影响；红景天苷对 DM 骨质疏松症具有治疗作用[48]。

5.3 抗应激作用

刘晓晖等采用慢性重复悬尾应激小鼠模型，发现红景天苷能改善小鼠模型体重增加减缓、肾上腺指数升高、脾脏指数下降、肾上腺皮质肥厚、髓质萎缩和结构层次模糊等指标，增加睾酮水平，具有抗应激作用[49]。张莉等研究发现，低剂量红景天苷能拮抗悬尾应激所引起的睾酮水平低下并使其恢复至正常水平，提示红景天苷可能具有拮抗应激所致的睾酮水平下降的作用，从而改善应激所致的性功能低下[50]。

5.4 抗缺氧作用

金雪莲研究了红景天苷在不同状况下的抗缺氧作用，发现红景天苷不仅对常压缺氧和高压缺氧小鼠有保护作用，而且对特异性心肌缺氧以及亚硝酸钠中毒小鼠均能明显延长生存时间[51]。

5.5 抗衰老作用

许晗等研究发现，红景天苷能明显降低老年大鼠血清 MDA 含量及脑组织褐质(Lf)含量，提高血清 SOD、GPx 活性，说明红景天苷可能通过改善自由基代谢发挥抗衰老作用[52]。毛根祥等采用 D-半乳糖诱导小鼠衰老模型，发现红景天苷能抑制体内 AGEs 的形成，增加淋巴细胞有丝分裂和白细胞介素-2（IL-2）的产生，具有抗衰老作用[53]。孙立群等在培养的二倍体细胞营养液中加入适量的红景天苷，待细胞传至 10 代后，检测二倍体细胞内 SOD 活性及脂质过氧化物(LPO)含量，发现红景天苷可显著提高二倍体细胞中 SOD 活性，降低 LPO 含量，延长二倍体细胞的老化[54]。

5.6 抗辐射作用

孔福全等利用 14.2 MeV 的质子和 60Co 产生的 γ 射线在 200 Gy 的剂量下分别对添加不同剂量红景天苷的 pUC19 质粒 DNA 样品进行了辐照，发现红景天苷在两种辐照过程中均对 DNA 具有一定的保护作用，并且随着浓度的增加保护作用增强[48]。王振华等研究发现。小鼠接受 4 GyX 射线全身照射后，灌胃不同剂量的红景天苷能抑制了 X 射线所致小鼠外周血 DNA 损伤和骨髓微核形成，对辐射所致脾淋巴细胞转化能力下降也有明显的防护作用[56]。

## 6 结论

红景天苷是中药红景天的主要有效成分之一，其药理作用是多方面的。深入研究红景天苷的药理作用并探讨其作用机制将对红景天苷的进一步开发利用提供参考，具有重要的应用价值。

## 参考文献


[1] 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[J].自然资源学报,2007,22(6):880-889

[2] 程子毓.两种红景天根中主要化学成分提取工艺及含量测定[D].兰州大学硕士学位论文,2008

[3] 李刚,张述禹,赵国君.藏药红景天的药理学研究进展[J].中国民族医药杂志,2004,10(3):38-40

[4] 李娜,赵斌,余娅芳,等.高效液相色谱法测定圣地红景天中红景天苷的含量[J].时珍国医国药,2007,2:87-88

[5] 张晓丹,余自云,张茹.红景天属植物的化学成分研究进展量[J].航空航天医药,2006,17(1):61-63

[6] 刘晓晖.红景天苷对大鼠睾丸间质细胞和吊尾应激小鼠睾酮分泌的影响及药动学研究[D].河北医科大学硕士学位论文,2009

[7] 解方为,欧阳学农,蒋明德.红景天甙对人肝癌细胞 c-myc 表达的逆转作用[J].西南国防医药 2006,16(2):130-131

[8] 章广玲,熊亚南,王梅梅,等.红景天苷对胃癌细胞 NU-GC-3 凋亡及TGFβ1蛋白表达的影响[J].肿瘤学杂志 2012, 18(5): 321-324

[9] 宋汉君,吕少春,李丽疆,等.红景天苷的抗肿瘤作用[J].中国老年学杂志,2011,31(20):3991-3992.

[10] 张淑芹,张福明.高山红景天甙抑制白血病细胞生长的实验研究[J].吉林中医药 1999,19(4):56-56

[11] 李美华,王医术,张桂珍,等.红景天甙对体外培养腺样囊性癌细胞凋亡的实验研究[J].中国实验诊断学,2007,11(4): 531-533

[12] 谢乐斯,朴花.红景天甙对小鼠免疫功能的影响及杀瘤效应[J].大连医科大学学报,2003,25(1):22-24

[13] 叶莎莎,曾耀英,尹乐乐.红景天苷对小鼠腹腔巨噬细胞体外增殖、凋亡、吞噬、ROS 和 NO 产生的影响[J].细胞与分子免疫学杂志,2011,27(3):237-241

[14] Lu L, Yuan J, Zhang S. Rejuvenating activity of salidroside (SDS): dietary intake of SDS enhances the immune response of aged rats [J]. Age (Dordr) 2012, 2: 1-10

[15] 邹琛,吴翔,姜敏辉,等.红景天甙对乳鼠心肌细胞过氧化损伤的保护作用[J].南通医学院学报 2004,23(4):391-393

[16] 张博.红景天苷对$H_2O_2$诱导乳鼠心肌细胞凋亡的抑制作用[J].中西医结合心脑血管病杂志 2008,6(9):1048-1050

[17] 张金平,陈建宗,刘安恒,等.红景天苷通过 PI(3)K/Akt 激活 HIF-1α 表达抑制缺氧诱导的心肌细胞凋亡[J].细胞与分子免疫学杂志,2008, 24(4):406-408

[18] 谭洪玲,马增春,肖成荣,等.红景天苷对心肌细胞缺氧/复氧

的保护作用[J].解放军药学学报,2010,3:194-197
[19] 孔智红,黄莹,李畅胜.红景天苷对大鼠心肌缺血损伤保护作用的研究[J].天津药学,2008,20(2):8-10
[20] 高元峰,陈兴,陈里新,等.红景天苷对大鼠离体心脏缺血-再灌注损伤的保护作用及机制研究[J].中南药学，2010，8(2):115-118
[21] Liang XQ, Xie P, Zhang Y, Shi T, Yan TH, Wang QJ. Effects of salidroside on myocardial ischemia/reperfusion injury in rats [J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2010, 8(2):127-131
[22] 杜保生,颜天华,马莹,等.红景天苷对大鼠和小鼠血液系统的影响[J].中国实验方剂学杂志,2009,2:51-54
[23] Yan TH, Du BS, Yang W, et al. Effects of Sali droside on hemorheology and myocardial ischemic reperfusion injury in isolated heart of rats [J]. Chinese Journal of Natural Medicines 2008, 6(3):219-222
[24] 阙肖冬,孙岩,吕若谷,等.红景天苷对大鼠实验性血栓形成的影响及其作用机制[J].中国医药指南 2011,9(24):40-41
[25] 张宇红,陈生弟,李江林,等.红景天甙促进帕金森病模型小鼠表达内源性胶质细胞源性神经营养因子蛋白保护多巴胺能神经元[J].中华神经科杂志 2006,39(8):540-543
[26] 张佳,宋立刚,孔卫娜,等.红景天苷对Aβ1~40所致阿尔茨海默病模型大鼠认知功能改善作用及机制探讨[J].中国中药杂志,2012,14:2122-2126
[27] Zhang L, Yu H, Sun Y, et al. Protective effects of salidroside on hydrogen peroxide- induced apoptosis in SH-SY5Y human neuroblastoma cells [J]. European journal of pharmacology 2007, 564(1): 18-25
[28] 陈妙娟,邢达,陈同生.利用FRET技术在活细胞内研究红景天甙对Aβ25-35诱导PCI2细胞凋亡的抑制作用[J].生物物理学报,2007,22(6):415-423
[29] 李尔逊,许光辉,李廷利,等.红景天苷对戊巴比妥钠所致小鼠睡眠时间影响的实验研究[J].中医药学报,2008,1:25-26
[30] 许光辉,李廷利,郭冷秋,等.红景天苷对失眠大鼠睡眠周期的影响[J]. 医学研究生学报 2008,21(10):1036-1039
[31] 许光辉.红景天苷镇静催眠作用的药理学研究[D].黑龙江中医药大学硕士学位论文,2007
[32] 张维烨,程桂芹,宋军华,等.红景天苷对新生大鼠海马区神经干细胞分化的研究[J].解剖科学进展，2008，14(2):205-208
[33] 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[J].中国中药杂志,2004,29(5):459-462
[34] 李天威,孔乐凯.红景天甙对培养大鼠皮层神经细胞 $O_2$-和 $H_2O_2$ 损伤的保护作用[J].中风与神经疾病杂志，1997，14(3):143-144
[35] 王晓东,刘永刚,苏薇薇.红景天苷对小鼠实验性肝损伤的保护作用[J].中药材,2004,27(3):198-199
[36] 荣黎,戴立里,曾维政,等.红景天甙对拟高原缺氧大鼠肝损伤的保护作用[J].中国组织工程研究与临床康复，2010，14(31):5813-5814
[37] Wu YL, Piao DM, Han XH, et al. Protective effects of salidroside against acetaminophen-induced toxicity in mice [J]. Biological and Pharmaceutical Bulletin 2008, 31(8): 1523-1529
[38] 潘志浩,黄清松.红景天苷对大鼠 $CCl_4$ 肝纤维化模型干预作用研究[J].新余学院学报 2012,17(2):104-106
[39] 张奕,刘永刚.红景天苷抗肝纤维化的实验研究[J].中国药房,2006,17(11):813-815
[40] 高月娟,张艳丽.红景天苷对肾缺血再灌注损伤的预防作用[J].牡丹江医学院学报,2011,32(4):19-20
[41] 金艳玲,周洋,王洪海,等.红景天苷对大鼠肾脏缺血再灌注损伤的预防与保护作用[J].中药新药与临床药理,2010，1:22-25
[42] 韩洪波,马铭泽,陈韬.高山红景天对阿霉素肾病大鼠肾脏病理作用研究[J].中国实验诊断学,2012,9:1601-1602
[43] Zuo G, Li Z, Chen L, et al. Activity of compounds from Chinese herbal medicine Rhodiola kirilowii (Regel) Maxim against HCV NS3 serine protease [J]. Antiviral research 2007, 76(1): 86-92
[44] 王海波,丁媛媛,刘雪英,等.红景天苷及其半乳糖苷类似物体对柯萨奇 $B_3$ 病毒的抑制作用[J].中国医院药学杂志,2009,18:1514-1518
[45] Li F, Tang H, Xiao F, et al. Protective effect of salidroside from Rhodiolae radix on diabetes-induced oxidative stress in mice [J]. Molecules 2011, 16(12): 9912-9924
[46] 蔺勇,赵珩,张扬,等.红景天苷对糖尿病脑病模型大鼠的神经保护作用[J].中国老年学杂志,2009,29(7):788-790
[47] 赵衍,蔺勇,程永杰,等.红景天苷对糖尿病脑病模型大鼠学习记忆功能的影响[J].中国实验诊断学，2010，14(11):1722-1724
[48] 张胜昌,王淑秋,赵爽.红景天苷对糖尿病并发骨质疏松大鼠瘦素表达的影响[J].中国病理生理杂志，2009，25(4):787-788
[49] 刘晓晖,张莉,张岭,等.红景天苷对慢性重复悬尾应激动物的保护作用[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(9):199-202
[50] 张莉,刘晓晖,齐刚.红景天苷对吊尾应激小鼠睾酮水平的影响[J].中华男科学杂志,2011,17(8):763-76
[51] 金雪莲.红景天苷在不同缺氧状况下抗缺氧作用的实验研究[J].卫生职业教育,2012,30(3):121-122
[52] 许晗,尹伟伟,丁鼎.高山红景天总甙抗衰老作用机理的实

验研究[J].浙江中医药大学学报,2011,2:248-249

[53] Mao G, Deng HB, Yuan LG, Li DD, Yvonne Li YY, Wang Z. Protective role of salidroside against aging in a mouse model induced by D-galactose [J]. Biomedical and Environmental Sciences, 2010, 23(2):161-162

[54] 孙立群,王宗贵,朱洪权,等.红景天甙抗二倍体细胞衰老的实验研究[J].中国老年学杂志 2001,21(3):225-226

[55] 孔福全,王潇,隋丽,等.不同浓度红景天苷对 γ 射线和质子辐照质粒 DNA 的影响[J].激光生物学报,2010,5:8-9

[56] 王振华,张红.红景天苷对 X 射线辐射损伤防护作用[J].生物物理学报,2009,(S1):479-480

[57]

现代食品科技