

秦岭“七药”凤尾七的研究进展

宗时宇¹, 刘洋¹, 李晔¹, 姜盛楠¹, 安玉叶², 张红¹

1. 陕西省中医药研究院 (西安 710003)
2. 陕西中医药大学药学院 (陕西咸阳 712046)

【摘要】 凤尾七为小丛红景天的带根全草, 是一种天然珍贵的民间常用药用植物, 主要分布于海拔 1 600~4 100 m 的山坡岩石上及石隙中。凤尾七主要含有黄酮类化合物、挥发油、多糖以及多种氨基酸和微量元素。现代药理学研究表明, 凤尾七具有抗氧化、抗疲劳、耐缺氧和抑菌等多种显著的药理活性。本文主要对凤尾七的本草考证、化学成分、药理作用以及人工培育情况进行综述, 以期对凤尾七资源的进一步研究和开发利用提供参考。

【关键词】 七药; 凤尾七; 化学成分; 药理作用; 研究进展

Research progress of Fengweiqi from “Qiyao” in Qinling Mountains

ZONG Shiyu¹, LIU Yang¹, LI Ye¹, JIANG Shengnan¹, AN Yuye², ZHANG Hong¹

1. Shaanxi Academy of Traditional Chinese Medicine, Xi'an 710003, China
2. College of Pharmacy, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712046, Shaanxi Province, China

Corresponding author: ZHANG Hong, Email: zhanghong919919@163.com

【Abstract】 Fengweiqi is the whole plant of *Rhodiola dumulosa*. It is a kind of natural and precious folk medicinal plant, mainly distributed on hillside rocks and crevasses at the altitude of 1 600-4 100 m. Fengweiqi mainly contains flavonoids, volatile oil, polysaccharides, various amino acids and trace elements. Modern pharmacological studies have shown that Fengweiqi has many significant pharmacological activities, such as anti-oxidation, anti-fatigue, anti-hypoxia and bacteriostasis. In this paper, the textual research, chemical constituents, pharmacological actions and artificial cultivation of Fengweiqi were reviewed in order to provide reference for further research and development of Fengweiqi resources.

【Keywords】 Qiyao; Fengweiqi; Chemical compositions; Pharmacological action; Research progress

凤尾七为小丛红景天 *Rhodiola dumulosa* (Franch.) S.H.Fu 的带根全草, 是陕西地道药材“七药”之一, 生于海拔 1 600~4 100 m 的山坡岩石上及石隙中^[1], 主要分布于我国北部阴山、燕山、太行山和吕梁山脉一带, 青藏高原北缘及秦岭山脉自西向东分布^[2], 属于天然珍贵药用植物, 素有“高原人参”和“雪山仙草”之称^[3]。凤尾七是民间独

特中药, 民谚有“虚劳要得好, 离不了凤凰草(一名凤尾七)”^[4], “要叫虚劳好, 必须凤尾草(凤尾七)”, 是指利用凤尾七的调经活血、滋阴补肾、养心安神的功效治疗虚劳^[5]。凤尾七善治妇人产后各种虚损, 有民间医者以黄酒温热调服凤尾七, 治肝血劳、月子病, 效果显著。本文就凤尾七的本草考证、化学成分、现代药理作用以及人工培

DOI: 10.12173/j.issn.1008-049X.202208236

通信作者: 张红, 博士, 研究员, 硕士研究生导师, Email: zhanghong919919@163.com

<https://ywlxwb.whuzhmedj.com/>



育的研究进展进行综述，以期对凤尾七资源的合理开发利用及进一步深入研究提供参考。

1 本草考证

1.1 基原考证

凤尾七为景天科小丛红景天 *Rhodiola dumulosa* (Franch.) S.H.Fu 的带根全草^[6]。另有名为凤尾草的凤尾蕨科植物，与凤尾七的别名一致，为同名异物，易与之发生混淆^[7-9]。

1.2 名称考证

凤尾七在不同书籍中所记载的正名与别名有所差异。正名为小丛红景天或凤尾七，别名主要有凤尾草、凤凰草、香景天和雾灵景天。《中国植物志》记载其正名小丛红景天，别名凤尾七、凤尾草、凤凰草、香景天、雾灵景天。《中国中药资源志要》中，其正名为小丛红景天，别名凤尾草、香景天、凤尾七、凤凰草。《中国七药》中正名为凤尾七，别名凤尾草、凤凰草、香景天、雾灵景天。《陕西中草药》中正名为凤尾七，别名香景天、凤尾草、凤凰草。《陕西七药》《秦岭植物志》《太白七药原色图鉴》等书籍中，正名为凤尾七，别名凤尾草、凤凰草。《太白山本草志》《秦岭七药》中的正名也是凤尾七^[6]。

1.3 分布产地与采集加工

凤尾七分布于吉林、内蒙古、河北、山西、陕西、甘肃、青海、湖北、四川等地^[10]。陕西境内主要分布于秦岭太白山地区，主产于太白县、周至县、眉县、长安县等地^[6]。凤尾七生长地点土壤偏酸性，土壤厚度小，营养贫瘠，受生长环境和自然条件的限制，自然更新能力差，野生资

源处于濒危状态^[11]。一般于夏、秋季采收，除去残茎叶及须根，洗净，晒干或阴干^[6]。

1.4 性味归经

味甘、微涩、微苦，性平。归心、肝、肾经^[6]。

1.5 功能与主治

滋阴补肾，养心安神，调经活血，平肝明目。用于骨蒸劳热，干血癆，心悸怔忡，虚劳，月经不调，头晕目眩，肾盂肾炎^[6,12]。

2 化学成分

凤尾七含有多种化学成分，与景天科植物类似，主要有黄酮类、苷类、挥发性成分、多糖和微量元素等。

2.1 黄酮类化学成分

黄酮类化合物是凤尾七发挥药理作用的重要活性成分，凤尾七中总黄酮含量为 1.32%^[13]。李教社等^[14]首次从凤尾七中分离出山奈酚-7-O- α -L-鼠李糖苷、草质素-7-O-(3''-O- β -葡萄糖基)- α -L-鼠李糖苷和草质素-7-O- α -L-鼠李糖苷。杨智海等^[15]利用 HPLC 法测定 3 批凤尾七中山奈素、山奈酚-7-O- α -L-鼠李糖苷、草质素-8-甲醚和草质素-7-O- α -L-鼠李糖苷 4 种黄酮类成分的含量，结果分别不低于 0.022%，0.055%，0.054% 和 0.50%。该类化合物的具体信息见表 1。

2.2 苷类化学成分

凤尾七中的苷类化学成分主要有红景天苷、大花红景天苷和大黄酚-8-O- β -D-葡萄糖苷^[19]等。其中，红景天苷为景天科红景天属植物所共有的主要有效成分之一^[20]，具有保护心血管系统、

表1 凤尾七中黄酮类化学成分汇总

Table 1. Flavonoid chemical constituents of Fengweiqi

| 编号 | 化合物名称 | 英文名称 | 参考文献 |
|----|--|---|---------|
| 1 | 山奈酚-7-O- α -L-鼠李糖苷 | kaempferol-7-O- α -L-rhamnoside | [15] |
| 2 | 草质素-8-甲醚 | herbacetin-8-methyl ether | [15] |
| 3 | 草质素-7-O- α -L-鼠李糖苷(草质素苷) | herbacetin-7-O- α -L-rhamnoside | [15] |
| 4 | 山奈素 | kaempferide | [16] |
| 5 | 槲皮素 | quercetin | [17] |
| 6 | (+)-异落叶松树脂醇3 α -O- β -D-葡萄糖苷 | (+)-larch resin alcohol 3 α -O- β -D glucoside | [17] |
| 7 | (-)-异落叶松树脂醇3 α -O- β -D-葡萄糖苷 | (-)-larch resin alcohol 3 α -O- β -D glucoside | [17] |
| 8 | 山奈酚-3-O- β -D-葡萄糖-7 α -O-L-鼠李糖苷 | kaempferol-3-O- β -D glucose-7 α -O-L-rhamnoside | [17] |
| 9 | 芦丁 | Rutin | [17] |
| 10 | 山奈酚 | kaempferol | [17-18] |
| 11 | 草质素-7-O-(3''- β -D-葡萄糖基)- α -L-鼠李糖苷 | rhodiosin | [19] |

抗肿瘤、保护神经元细胞等多种生物活性^[21]。但也有研究表明, 凤尾七中几乎不含红景天苷^[15]。

2.3 挥发性化学成分

凤尾七的挥发性成分主要为酯类、有机酸类、萜类、烷烃类、醇类、醛类化合物。康杰芳^[22]和王莉等^[23]采用气相色谱-质谱联用法对凤尾七挥发油成分进行分析, 分别鉴定出 38 个和 48 个化合物, 主要包括肉豆蔻酸、棕榈酸、2, 6-十六烷基-1-(+)-抗坏血酸酯、8, 11-十八碳二烯酸甲酯、正十六烷、十七烷、正十九烷、正二十一烷、环二十二烷、正二十三烷、环二十四烷、正二十五烷、环二十六烷、正二十七烷、环二十八烷、正二十九烷、正三十一烷、正三十三烷、十二烷基乙氧基、2-异丙基-5-甲基-1-庚醇、二十四烷酸甲酯、2-乙基-2-甲基-十三醇、硬脂酸甲酯、棕榈酸甲酯、8, 10-二甲氧基十八烷酸甲酯、花生酸甲酯、山俞酸甲酯、豆甾-3, 5-二烯-20R、豆甾-4-烯-3-酮、麦角-3, 5-甾二烯、肉豆蔻酸甲酯、2-异丙基-5-甲基-1-庚醇、3, 7-二甲基癸烷、5-甲基十四烷、2-乙基-2-甲基-十三醇等, 其中, 肉豆蔻酸和棕榈酸的含量较高。

2.4 氨基酸

凤尾七含有丰富的氨基酸, 包括天门冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、胱氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、组氨酸、精氨酸、脯氨酸等^[24]。

2.5 微量元素

凤尾七含有多种微量元素, 主要包括锶、钡、硅、锆、锰、铅、铜、铬、钼、锌、硒、砷、铝、铁、镁、硫、钙、钾、钠等^[24]。

2.6 其他化学成分

凤尾七中含有多糖。王莉等^[25]采用蒽酮-硫酸法测定得凤尾七中的多糖含量为 4.08%。此外, 凤尾七还含有甾醇类: β -谷甾醇^[18]、 β -谷甾醇-3-O- β -D-葡萄糖苷(胡萝卜苷)^[14, 18-19]; 香豆素类: 香豆素、7-羟基香豆素、茛菪素等^[26]。

3 现代药理作用

《秦岭七药》^[6]和《太白七药原色图鉴》^[12]中记载凤尾七可以治疗骨蒸劳热、干血癆、心悸怔忡、虚劳、月经不调、头晕目眩及肾盂肾炎。现代药理学研究显示, 凤尾七具有抗氧化、抑菌、抗疲劳和耐缺氧等作用。

3.1 抗氧化作用

凤尾七具有良好的抗氧化、抗衰老作用。索朗等^[27]通过测定小鼠断头后张口喘息时间、脏器系数、血常规和血清超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量, 比较了凤尾七、大花红景天和长鞭红景天抗氧化及对免疫功能的影响, 结果表明凤尾七与另外 2 种红景天在抗氧化、抗衰老方面表现出相似作用, 均能降低老年小鼠血清 SOD 含量, 且具有一定的量效关系。郭增军等^[28]以维生素 C(抗坏血酸)为阳性对照, 分别通过 1, 1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)·法、邻苯三酚自氧化法、邻二氮菲- Fe^{2+} 法和脂质过氧化法, 测定了凤尾七总黄酮、凤尾七浸膏、西藏红景天药材及诺迪康胶囊清除 DPPH·自由基、 O_2^- ·自由基、OH·自由基和抑制脂质过氧化的活性, 结果凤尾七总黄酮清除上述 3 种自由基的活性均高于凤尾七浸膏、诺迪康胶囊和西藏红景天; 凤尾七总黄酮抑制脂质过氧化的活性与其浸膏基本相当, 而高于诺迪康胶囊、西藏红景天及抗坏血酸。提示凤尾七总黄酮具有良好的抗氧化活性。还有研究表明, 凤尾七甲醇、乙醇提取物具有较强的还原作用, 能够清除超氧阴离子和羟自由基^[29]。凤尾七多糖也具有较好的抗氧化活性, 其自由基清除能力与浓度呈正相关^[25]。

3.2 耐缺氧和抗疲劳作用

凤尾七具有显著的耐缺氧和抗疲劳作用。钱彦丛等^[30]对凤尾七、狭叶红景天和红景天的根及根茎煎剂进行了抗应激药理实验研究, 结果显示 3 种红景天均具有显著的抗疲劳和耐缺氧^[27]作用, 并能增强实验小鼠的耐寒能力和抗高温能力; 耐寒和耐高温作用同时存在, 证明其具有双向调节作用。罗定强等^[31]连续 10 d 给小鼠灌胃给药凤尾七总黄酮, 并分别采用常压耐缺氧法和负重游泳法记录小鼠的缺氧存活时间及游泳存活时间, 实验结果表明凤尾七总黄酮能显著延长小鼠的缺氧存活时间, 增强小鼠的应激反应能力, 对心脏和大脑具有一定的保护作用; 凤尾七总黄酮可以明显延长小鼠游泳持续时间, 提高小鼠有氧能力, 加速乳酸代谢, 降低心肌耗氧量, 改善心力储备, 有助于提高运动能力和抵抗疲劳。此外, 凤尾七能够提升造血系统功能, 升高外周血红细胞, 延长小鼠常压耐缺氧和断头喘息时间^[27]。

3.3 抑菌作用

凤尾七多糖及其脂溶性成分具有较好的抑菌作用。王莉等^[25]采用微量液体稀释法测定凤尾七多糖的抑菌作用,结果表明,凤尾七多糖具有一定的抑菌活性,对大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽胞杆菌和白色假丝酵母菌等均有很好的抑制作用,尤其对白色假丝酵母菌抑制作用明显;同时对凤尾七脂溶性成分的抑菌作用进行了实验研究,表明其脂溶性成分也具有较好的抑菌活性^[23]。

3.4 其他作用

凤尾七还能够抑制癌细胞增殖和增强巨噬细胞免疫活性,可作为功能性食品原料^[32]。此外,凤尾七香豆素有防紫外线损伤和抗辐射的作用^[10]。

4 人工培育

不同区域的凤尾七生药学特征差异不大,随着药理作用及化学成分的逐渐明晰,凤尾七特有的药用和开发价值也逐步显现,加之药材需求量的日益增大,而野生资源量又有限而珍贵,因此,人工栽培技术培育凤尾七的需求越来越强^[33]。费良丹^[34]建立了凤尾七组织培养再生体系,其愈伤组织诱导的最佳培养基为MS(Murashige & Skoog)+6-苄氨基腺嘌呤0.85 mg/L+萘乙酸0.34 mg/L+2,4-二氯苯氧乙酸0.33 mg/L,诱导率可达90%;愈伤组织增殖的最佳培养基是MS+噻苯隆0.5 mg/L+萘乙酸2.0 mg/L,鲜重增殖倍数最大,可达47.26倍;增值效果较好的愈伤组织粗多糖含量是野生凤尾七植株的1.93倍。利用组织培养技术可快速繁殖红景天属植物,缓解由于红景天属野生资源紧缺所带来的压力,满足研究与药物开发的需求。

5 结语

凤尾七是天然珍贵的药用植物,本文从本草考证、化学成分、现代药理作用及人工培育方面对其进行了全面综述。凤尾七的化学成分主要有黄酮、苷类、挥发油及多糖等,具有抗氧化、抗疲劳、耐缺氧和抑菌等多种显著药理活性。凤尾七是小丛红景天的带根全草,与红景天同属景天科植物,故其化学成分及药理作用与红景天有诸多共通之处,最重要的不同之处可能在于凤尾七的主要有效及特征成分是草质素苷、山奈

酚-7-O-鼠李糖苷和草质素-8-甲醚等黄酮类成分,而非景天科植物的主要活性特征成分红景天苷。综上,凤尾七总黄酮是其发挥抗氧化、抗疲劳和耐缺氧的主要活性物质,凤尾七多糖具有良好的抗氧化和抑菌作用,但具体的分子作用机制还尚未有明确。

长期以来,针对凤尾七化学成分和药理活性的研究一直处于停滞状态,相关研究较为缺乏,不够全面,因此还需继续深入研究,可通过指纹图谱、网络药理学、分子药理学、动物实验等多重手段揭示其物质组成、药理活性及其作用机制,为凤尾七的合理开发和临床应用提供依据。此外,凤尾七野生资源匮乏,人工培育技术的研究也相对较少,还有待趋于成熟,从而也一定程度上限制了研究人员对凤尾七的研究倾向,因此,还需同时加强凤尾七人工培育技术研究的投入、推广和应用,以推动凤尾七的广泛研究和开发利用。

参考文献

- Hou Y, Lou A. Population genetic diversity and structure of a naturally isolated plant species, *Rhodiola dumulosa* (Crassulaceae)[J]. PLoS One, 2011, 6(9): e24497. DOI: 10.1371/journal.pone.0024497.
- Yan H, Anru L. Phylogeographical patterns of an alpine plant, *Rhodiola dumulosa* (Crassulaceae), inferred from chloroplast DNA sequences[J]. J Hered, 2014, 105(1):101-110. DOI: 10.1093/jhered/est072.
- 王莉,赵桦,马英丽,等. 响应面法优化小丛红景天多糖超声提取工艺研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(14): 315-320. [Wang L, Zhao H, Ma YL, et al. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of polysaccharides from *Rhodiola dumulosa* (Franch.) S.H.F. by response surface analysis[J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(14): 315-320.] DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.14.061.
- 聂伯纯,李万波. 太白“七药”调查研究[J]. 陕西中医, 1986, 7(6): 175-176. [Nie BC, Li WB. Investigation of "seven medicinal materials" in Taibai[J]. Shaanxi Journal of Traditional Chinese Medicine, 1986, 7(6): 175-176.] <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-SXZY198606037.htm>.
- 吴振海,傅青,陈书文. 陕西民间“七”药种类整理[J].

- 中药材, 1990, 13(5): 14-16. [Wu ZH, Fu Q, Chen SW. Sorting out the types of folk "Seven" medicinal materials in Shaanxi[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 1990, 13(5): 14-16.] DOI: 10.13863/j.issn1001-4454.1990.05.008.
- 6 毛水龙, 主编. 秦岭七药 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2011: 90-91.
- 7 金浩, 余佳, 王梓瑜, 等. 凤尾草提取物通过调控 lncRNA PGM5-AS1 抑制肝癌细胞增殖、迁移、侵袭 [J]. 中成药, 2020, 42(11): 2903-2907. [Jin H, Yu J, Wang ZY, et al. Inhibitory effect of Pteris multifida extract on the proliferation, migration and invasion of liver cancer cells via lncRNA PGM5-AS1 regulation[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2020, 42(11): 2903-2907.] DOI: 10.3969/j.issn.1001-1528.2020.11.014.
- 8 曲杰, 郭静, 褚会松, 等. 凤尾草总黄酮对肺癌细胞迁移抑制作用及机制的研究 [J]. 世界科学技术 - 中医药现代化, 2020, 22(7): 2589-2595. [Qu J, Guo J, Chu HS, et al. Study on the inhibitory effect and mechanism of total flavone of Pteris multifida on lung cancer cell migration[J]. Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Materia-World Science and Technology, 2020, 22(7): 2589-2595.] DOI: 10.11842/wst.20190119005.
- 9 陈庆文, 汪玉萍, 杨积慧, 等. 凤尾草的质量控制方法研究 [J]. 中南药学, 2018, 16(10): 1415-1419. [Chen QW, Wang YP, Yang JH, et al. Quality control method for Pteris multifida[J]. Central South Pharmacy, 2018, 16(10): 1415-1419.] DOI: 10.7539/j.issn.1672-2981.2018.10.016.
- 10 高学敏, 谢晓林, 党学德, 主编. 中国七药 (上卷) [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2013: 97-98.
- 11 郭丽然, 牟勇, 娄安如. 环境因子对稀有物种小丛红景天种子萌发的影响 [J]. 北京师范大学学报 (自然科学版), 2009, 45(2): 180-182. [Guo LR, Mou Y, Lou AR. Effects of environmental factors on seed germination of Rhodiola dumulosa, a rare species[J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2009, 45(2): 180-182.] DOI: 10.3321/j.issn:0476-0301.2009.02.018.
- 12 宋小妹, 王薇, 主编. 太白七药原色图鉴 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2012: 78-79.
- 13 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 [J]. 西北药学杂志, 1997, 12(4): 156-157. [Li BX, Hu YF, Wang JX, et al. Content analysis of flavonoids in Rhodiola dumulosa[J]. Northwest Pharmaceutical Journal, 1997, 12(4): 156-157.] DOI: CNKI:SUN:XBYZ.0.1997-04-008.
- 14 李教社, 王军宪, 张晋秀, 等. 小丛红景天化学成分的研究 [J]. 西安医科大学学报 (中文版), 1997, 18(3): 368-370. [Li JS, Wang JX, Zhang JX, et al. Study on chemical constituents of Rhodiola dumulosa[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences), 1997, 18(3): 368-370.] <http://qikan.cqvip.com/Qikan/Article/Detail?id=2843349>.
- 15 杨智海, 罗定强, 杨瑞瑞, 等. 小丛红景天中总黄酮及其 4 种黄酮类成分分析 [J]. 中药材, 2011, 34(1): 74-77. [Yang ZH, Luo DQ, Yang RR, et al. Analysis of total flavonoids and four kinds of flavonoids in Rhodiola dumulosa[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2011, 34(1): 74-77.] DOI: 10.13863/j.issn1001-4454.2011.01.028.
- 16 齐星, 郭耀武, 罗定强, 等. 小丛红景天高效液相特征图谱研究 [J]. 陕西中医学院学报, 2011, 34(3): 64-65. [Qi X, Guo YW, Luo DQ, et al. Characterization of Rhodiola dumulosa by HPLC[J]. Journal of Shaanxi University of Chinese Medicine, 2011, 34(3): 64-65.] DOI: 10.13424/j.cnki.jsctcm.2011.03.029.
- 17 刘青, 刘珍伶, 田瑄. 小丛红景天中的酚性化合物 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(4): 411-413. [Liu Q, Liu ZL, Tian X, et al. Phenolic compounds in Rhodiola dumulosa[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2008, 33(4): 411-413.] DOI: 10.3321/j.issn:1001-5302.2008.04.019.
- 18 罗定强, 赵翔宇, 王军宪. 小丛红景天化学成分的研究 (I)[J]. 中药材, 2005, 28(2): 98-99. [Luo DQ, Zhao XY, Wang JX. Study on chemical constituents of Rhodiola dumulosa (I)[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2005, 28(2): 98-99.] DOI: 10.13863/j.issn1001-4454.2005.02.011.
- 19 王军宪, 罗定强, 赵翔宇. 小丛红景天化学成分的研究 (II)[J]. 中药材, 2006, 29(4): 335-336. [Wang JX, Luo DQ, Zhao XY. Study on chemical constituents of Rhodiola dumulosa (II)[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2006, 29(4): 335-336.] DOI: 10.13863/j.issn1001-4454.2006.04.012.
- 20 周凡, 陈雪梅, 范文玺, 等. 红景天属植物化学成分研究进展 [J]. 中国中医药信息杂志, 2013, 20(7): 108-110. [Zhou F, Chen XM, Fan WX, et al. Research progress on chemical constituents of Rhodiola[J]. Chinese Journal of

- Information on Traditional Chinese Medicine, 2013, 20(7): 108–110.] DOI: [10.3969/j.issn.1005-5304.2013.07.050](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-5304.2013.07.050).
- 21 孙安琪, 颜天华, 巨修练. 红景天苷药理作用及分子机制的研究进展 [J]. 时珍国医国药, 2018, 29(6): 1440–1443. [Sun AQ, Yan TH, Ju XL. Advances in pharmacological action and molecular mechanism of salidroside[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2018, 29(6): 1440–1443.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2018.06.059](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2018.06.059).
 - 22 康杰芳, 王喆. 小丛红景天挥发油化学成分的分析 [J]. 第四军医大学学报, 2006, 27(22): 2089–2091. [Kang JF, Wang ZZ. Chemical composition of volatile oil in *Rhodiola dumulosa*[J]. Journal of Air Force Medical University, 2006, 27(22): 2089–2091.] DOI: [10.3321/j.issn:1000-2790.2006.22.023](https://doi.org/10.3321/j.issn:1000-2790.2006.22.023).
 - 23 王莉, 赵桦. 小丛红景天脂溶性成分及抗菌活性分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(16): 127–132. [Wang L, Zhao H. GC-MS Analysis of fat-soluble compositions and antimicrobial activity of *Rhodiola dumulosa*[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2012, 18(16): 127–132.] DOI: [CNKI:SUN:ZSFX.0.2012-16-039](https://doi.org/CNKI:SUN:ZSFX.0.2012-16-039).
 - 24 谭佳昱, 李红, 赵艳华, 等. 华北和东北产红景天有效成分比较 [J]. 辽宁化工, 2007, 36(4): 287–288. [Tan JY, Li H, Zhao YH, et al. Comparison of active constituents of *Rhodiola rosea* from North China and Northeast China[J]. Liaoning Chemical Industry, 2007, 36(4): 287–288.] DOI: [10.3969/j.issn.1004-0935.2007.04.024](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-0935.2007.04.024).
 - 25 王莉, 赵桦, 徐皓. 小丛红景天多糖含量测定及生物学活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(11): 1536–1540. [Wang L, Zhao H, Xu H. Quantification and bioactivity investigation of *Rhodiola dumulosa* polysaccharide[J]. Natural Product Research and Development, 2013, 25(11): 1536–1540.] DOI: [10.16333/j.1001-6880.2013.11.016](https://doi.org/10.16333/j.1001-6880.2013.11.016).
 - 26 贺海波, 石孟琼. 小丛红景天化学成分和药理活性研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2010, 6(7): 139–141. [He HB, Shi MQ. Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of *Rhodiola dumulosa*[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2010, 6(7): 139–141.] DOI: [CNKI:SUN:YTCT.0.2010-07-082](https://doi.org/CNKI:SUN:YTCT.0.2010-07-082).
 - 27 索朗, 贡布, 多杰仁青. 3种红景天药效学比较研究 [J]. 中国药业, 2014, 23(24): 44–45. [Suo L, Gong B, Duo JRQ. Comparative study on pharmacodynamics of three *Rhodiola* species[J]. China Pharmaceuticals, 2014, 23(24): 44–45.] DOI: [CNKI:SUN:YYGZ.0.2014-24-023](https://doi.org/CNKI:SUN:YYGZ.0.2014-24-023).
 - 28 郭增军, 谭林, 徐颖, 等. 小丛红景天总黄酮抗氧化活性研究 [J]. 中药材, 2011, 34(1): 104–107. [Guo ZJ, Tan L, Xu Y, et al. Study on antioxidant activity of total flavonoids from *Rhodiola dumulosa*[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2011, 34(1): 104–107.] DOI: [10.13863/j.issn1001-4454.2011.01.037](https://doi.org/10.13863/j.issn1001-4454.2011.01.037).
 - 29 郭进宝, 王晓梅, 赵卫星, 等. 凤尾七提取物的抗氧化作用 [J]. 化工时刊, 2018, 32(4): 5–8. [Guo JB, Wang XM, Zhao WX, et al. Antioxidant effects of extracts from *Rhodiola dumulosa*[J]. Chemical Industry Times, 2018, 32(4): 5–8.] DOI: [10.16597/j.cnki.issn.1002-154x.2018.04.002](https://doi.org/10.16597/j.cnki.issn.1002-154x.2018.04.002).
 - 30 钱彦丛, 秦百宣, 丛月珠, 等. 冀产红景天抗应激作用的实验研究 [J]. 基层中药杂志, 1997, 11(2): 44–46. [Qian YC, Qin BX, Cong YZ, et al. Experimental study on anti-stress effect of *Rhodiola dumulosa* produced in Hebei Province[J]. Research and Practice on Chinese Medicines, 1997, 11(2): 44–46.] DOI: [CNKI:SUN:JZZY.0.1997-02-035](https://doi.org/CNKI:SUN:JZZY.0.1997-02-035).
 - 31 罗定强, 程新萍, 乔蓉霞, 等. 小丛红景天总黄酮抗缺氧作用的研究 [J]. 时珍国医国药, 2012, 23(7): 1722–1723. [Luo DQ, Cheng XP, Qiao RX, et al. Study on antianoxic effect of total flavonoids of *Rhodiola dumulosa*[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2012, 23(7): 1722–1723.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2012.07.057](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2012.07.057).
 - 32 Park KU, Yoon JH, Kim JY, et al. Biological activity of the fractions extracted from *Rhodiola dumulosa*[J]. Korean J Food Preserv, 2005, 12(5): 496–500. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:93900239>.
 - 33 周莉英, 谢英英. 秦岭高海拔七药—凤尾七的生药学初探 [J]. 现代中医药, 2014, 34(3): 79–80. [Zhou LY, Xie YY. Pharmacognosy study of Seven herbs of high altitude in Qinling Mountains—*Rhodiola dumulosa*[J]. Modern Chinese Medicine, 2014, 34(3): 79–80.] DOI: [CNKI:SUN:XDZY.0.2014-03-039](https://doi.org/CNKI:SUN:XDZY.0.2014-03-039).
 - 34 费良丹. 小丛红景天组织培养研究 [D]. 北京: 中央民族大学, 2015.
- 收稿日期: 2022年08月25日 修回日期: 2023年10月11日
 本文编辑: 周璐敏 钟巧妮