

◆特邀专稿◆

民族植物黄花倒水莲研究进展^{*}万丽^{1,2}, 唐辉^{2,3**}, 刘宝玉^{2,3}, 颜小捷^{2,3}, 苏秀丽^{2,4}, 王琳^{2,4}

(1. 桂林医学院药学院, 广西桂林 541004; 2. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006; 3. 广西植物功能物质研究与资源持续利用重点实验室, 广西桂林 541006; 4. 广西师范大学, 广西桂林 541006)

摘要:黄花倒水莲(*Polygala fallax* Hemsl.)是中国特有的远志科(Polygalaceae)远志属(*Polygala*)植物,是壮、瑶、苗等多个少数民族的传统药材和食材。全株可入药,其根、茎、叶和花中都含有多种药用成分,主要药用成分有皂苷类、酮类、糖类和酚类等,具有调血脂、抗衰老、抗损伤、抑制细胞增殖、缓解梅尼埃病(MD)、保护胃黏膜、抗炎、抗病毒、增强免疫等作用,可治病后体虚、腰膝酸痛、子宫下垂、月经不调、急/慢性肝炎及创伤性损伤等症。本文从黄花倒水莲的野生资源分布、人工栽培、化学成分、药理功效等方面进行了总结和系统分析,为今后保护与利用黄花倒水莲资源提供便利。黄花倒水莲目前处于濒危状态,但其利用价值尚未得到充分挖掘。未来应采取多项措施保护黄花倒水莲野生资源,发掘更多关于黄花倒水莲应用的研究,重点关注确定其有效成分、药理功效及观赏价值,为合理保护与利用黄花倒水莲提供理论依据和研究思路。

关键词:黄花倒水莲 人工栽培 化学成分 药理活性 研究进展

中图分类号: S567.1+9 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2022)04-0319-09

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20221209.001

黄花倒水莲(*Polygala fallax* Hemsl.)隶属远志科(Polygalaceae)远志属(*Polygala*)多年生灌木植物,具有较高的药用、食用和观赏价值。黄花倒水莲在很多民族用药中有记载^[1],同时也是众多食疗方剂中的食材之一^[2]。此外,黄花倒水莲的花朵与果实优美独特,从初夏至深秋花开不断,边开花边结果^[3],可作为观赏植物开发利用。黄花倒水莲不仅是瑶族、苗族和壮族等少数民族常用的民间药物,具有补虚益

气、活血调经、健脾利湿等功效,可治疗病后体虚、腰膝酸痛、子宫下垂、月经不调、急/慢性肝炎及创伤性损伤等症,也是少数民族常用的滋补汤料食材^[4]。近年来,随着国民养生和“治未病”理念的兴起,黄花倒水莲的独特功效越来越受到关注和认可,市场需求量也大大增加,国内学者对黄花倒水莲的功效成分、营养价值 and 观赏价值也在进一步研究和挖掘。本文从

收稿日期: 2022-07-19

修回日期: 2022-08-22

* 广西重点研发计划项目(桂科 AB21220024), 广西青年科学基金项目(2021GXNSFBA220067), 桂林市重大专项(20190101), 桂林市科技攻关项目(20190213-2), 桂林市创新平台和人才计划项目(20210102-3), 广西植物功能物质研究与利用重点实验室项目(ZRJJ2020-5)资助。

【作者简介】

万丽(1996-),女,在读硕士研究生,主要从事药物研发与转化研究,E-mail:1501217160@qq.com。

【**通信作者】

唐辉(1972-),男,研究员,主要从事特色经济植物资源保护及可持续利用研究,E-mail:913529761@qq.com。

【引用本文】

万丽,唐辉,刘宝玉,等.民族植物黄花倒水莲研究进展[J].广西科学院学报,2022,38(4):319-327.

WAN LI, TANG H, LIU B Y, et al. Research Progress on the Ethno-plant *Polygala fallax* Hemsl. [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2022, 38(4): 319-327.

黄花倒水莲的野生资源分布、种苗繁育、人工栽培、化学成分、药理功效等方面进行了总结和系统分析,以期为保护与利用黄花倒水莲资源提供参考。

1 种质资源分布

黄花倒水莲属灌木,高1-3 m;根肉质,淡黄色;叶片椭圆状披针形或长圆形;花序黄色,下垂;果实横八字状;花期5-10月,果期8-11月^[5]。黄花倒水莲喜阴凉潮湿、腐殖质丰富的生长环境,多见于山谷沟壑处、林间沟谷中。黄花倒水莲是中国特有的植物,主要分布于我国华东(福建)、华南(广西、广东)和西南(云南、四川)等地^[5]。黄花倒水莲野生资源调查方面的报道较少,徐宏江等^[6]研究表明广西的黄花倒水莲主要生长在海拔400 m以上的土山或石山地区。张君诚等^[7]调查福建省三明市的黄花倒水莲资源,发现海拔500-800 m分布较多。

2 人工栽培

2.1 种苗繁育

黄花倒水莲自然繁衍能力较弱。近年来,对黄花倒水莲繁殖方式的研究已成为热点之一,有性繁殖和无性繁殖均可应用于黄花倒水莲的种苗繁育。生产上通过有性繁殖播种得到的黄花倒水莲实生苗,常被用来移植套种,其品质和产量均高于扦插苗,而无性繁殖获得的黄花倒水莲扦插苗和组培苗则主要用于盆栽和绿地种植^[8]。

2.1.1 有性繁殖

黄花倒水莲的种子比较纤细,种子千粒重为35.2-62.5 g^[9,10]。种子成熟度极大地影响种子的发芽率,因此,分批采收成熟度合适的种子是有性繁殖的关键环节。相关研究表明,尚未开裂、果皮皱缩为浅黄色,且内部种子呈褐色或黑褐色时的基本成熟的种子发芽率最高^[11,12]。饶卫芳等^[13]发现不完全成熟的种子几乎不具备发芽能力。采收的种子应及时阴干,避免暴晒,阴干2-3 d的种子发芽率高达90%,暴晒后的种子发芽率仅为17.6%^[11,13]。采收好的种子用纸袋或布袋包好,置于通风干燥处,种子的贮藏时间不宜过长,以一个月内为宜,此时发芽率可达72.3%,否则会因贮藏时间过长导致发芽率降低^[13]。

黄花倒水莲种子需要采取适当的方式促进种子萌发。王邦富等^[10]将黄花倒水莲种子用玻璃罐密封置于2-4℃冰箱,在第二年1月下旬,取出置于通风

干燥的室内木箱中,在常温下贮藏30 d再播于10 cm厚的粗河沙苗床,播种后畦面覆盖一层1 cm厚的细河沙,保持河沙湿润,苗床上搭建塑料小拱棚催芽,黄花倒水莲种子出苗率达72.3%。史艳财等^[11]研究表明,在光照充足、温度为25℃的条件下用100 mg/L的赤霉素浸泡6 h,可大大提高黄花倒水莲的种子发芽率。夏伟^[14]也发现100 mg/L赤霉素可提高种子发芽率,且浸种时间为5 h时发芽率最高。

影响黄花倒水莲育苗的因素有很多,如播种密度、遮阴度、土壤成分、覆土基质、覆土厚度等。翁秋媛等^[9]研究表明,黄花倒水莲的最适播种密度为125-165粒/m²,覆土基质为火烧土+红心土(1:1),覆土厚度以2.0-3.0 cm为最优。叶永开等^[15]和邓宝珍^[16]认为,遮阴、填火烧土、覆盖稻草或谷壳等处理对苗木生长有促进作用,且以30%透光度遮阴效果最佳。此外,还有学者对黄花倒水莲苗木的经营密度进行研究,结果表明,株行距10 cm×15 cm最合适,但以50%透光度遮阴效果最佳^[14]。

综合以上有性繁殖的相关研究发现,前人对黄花倒水莲种子的采收、贮藏、激素处理和播种后的覆盖基质开展了较为全面的研究,所得结论基本一致,但在遮阴度方面的研究结果有所不同,仍需深入探讨。

2.1.2 无性繁殖

目前,黄花倒水莲扦插育苗技术研究已取得了良好成效。其中,生长调节剂、扦插时间和扦插基质是影响扦插育苗的重要因子。饶卫芳等^[17]研究发现浓度为0.1 g/L的IBA和ABT两种生长调节剂处理的黄花倒水莲插条生根率良好,分别达到95.01%和90.43%。黄云鹏等^[18]研究表明,在秋季选用林下腐殖质土,采用200 mg/kg NAA浸泡3 h扦插生根率最高,可达92.6%。叶永开等^[19]对不同扦插时间、不同年龄穗条和不同扦插基质进行研究,发现在1月采用黄心土基质、二年生穗条扦插的方法最优,可在实际生产中推广应用。以上研究说明黄花倒水莲可在秋、冬季节选用二年生穗条,以腐殖质土或黄心土为基质进行扦插繁殖,扦插前采用一定浓度的生长调节剂处理可提高生根率。

健全的组织培养技术是大规模快速生产黄花倒水莲苗木的另一途径。培养基与移栽基质的选择是科研工作者的主要研究课题之一。李斌等^[20]对黄花倒水莲组织培养进行初步研究,结果表明其最佳增殖培养基为MS+1.5 mg/L 6-BA+0.05 mg/L NAA,生根培养基为1/2 MS+0.1 mg/L IBA+0.3

mg/L NAA + 0.2 g/L 活性炭, 生根率可达 96%; 炼苗的最佳基质为红壤 + 腐殖土 + 珍珠岩(1:1:1), 成活率达 94.5%。李翠兰等^[21]认为黄花倒水莲组织培养的最佳初代培养基为 MS + 0.3 mg/L BA + 0.05 mg/L NAA, 诱导率为 90%, 且节间较长, 叶子较大, 玻璃化极少; 最佳增殖培养基为 MS + 0.5 mg/L 6-BA + 0.05 mg/L NAA, 增殖倍数可达 12 倍, 植株长势优良; 最佳生根培养基为 1/2 MS + 0.8 mg/L 6-IBA + 0.5 mg/L NAA + 0.3% 活性炭, 生根率可达 100%, 且根较粗壮, 苗长势较好。杨国等^[22]在前人的基础上研究不同植物生长调节剂对不同黄花倒水莲外植体的不定芽诱导与生根情况, 以及光照、有机添加物对不定芽增殖和生长的影响, 结果表明 MS 培养基添加 2.0 $\mu\text{mol/L}$ BAP 和 0.2 $\mu\text{mol/L}$ NAA 两种生长调节剂最有利于胚轴与茎段外植体诱导不定芽的发生, 但在同等条件下叶片的诱导率较低; 培养光照达到 100 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时, 黄花倒水莲芽苗生长状态最佳; 蛋白胨、椰汁和香蕉三者均有促进幼苗生长的作用, 且椰汁的作用最明显; 添加 MS + 1.0 $\mu\text{mol/L}$ 2,4-D 能使其生根率达到 95.3%, 且根系生长良好; 移栽到混合基质(蚯蚓粪: 黄泥土 = 2:1) 中生长良好, 成活率达 95%。

2.2 套种技术

黄花倒水莲喜阴凉潮湿、腐殖质丰富的生长环境。野生黄花倒水莲多见于山谷沟壑处和林间沟谷中。因此, 黄花倒水莲的人工栽培主要采用的是林下套种的方式。套种可以改良微生物群落结构, 增加土壤微生物多样性和活性, 提高微生物有益酶对土壤的解毒能力, 保证土壤中氮、钾含量充足, 从而达到丰产优质的目的^[23]。

前人分别报道了黄花倒水莲在不同类型林分下的套种模式, 包括毛竹林下套种^[24-27]、马尾松林下套种^[28-30]、杉木林下套种^[31,32]、香樟林下套种^[33]、阔叶林下套种^[34]以及混交林下套种^[35]等。综合比较各种林分类型(毛竹林、马尾松林、杉木林、阔叶林)套种黄花倒水莲的生长指标发现, 杉木林与阔叶林下更能提高黄花倒水莲的产量^[36]。

2.2.1 毛竹林下套种

为保护黄花倒水莲野生资源, 提高农民的经济收入, 彭明良^[24]建立毛竹林下套种黄花倒水莲的人工种植技术, 指出种植地应选择在海拔 300 - 800 m、郁闭度 0.4 - 0.8 的毛竹公益林或用材林, 并于雨天将种子繁殖或扦插繁殖的苗木进行移植, 种植 3 a 后即

可采收。廖灿斌^[25]在福建省清流县使用最小显著差异(Least-Significant Difference, LSD)法对毛竹林下不同坡位的黄花倒水莲生长效果进行分析, 结果表明, 黄花倒水莲在下坡生长最佳, 中坡次之, 上坡最差。

除地形因子外, 影响毛竹套种黄花倒水莲生长效果的还有施肥和灌溉技术。林恭武^[26]在密度 1 350 株/ hm^2 的竹林中套种密度为 9 000 株/ hm^2 的黄花倒水莲, 探究不同施肥方式对产量的影响, 结果表明, 有无施肥、施不同类型基肥几乎不影响黄花倒水莲的保存率与病虫害发生程度, 其保存率均达到 85%; 但是对整株产量和根部产量均有一定影响, 其中羊粪肥处理下的整株产量最高, 达到 20 081 kg/km^2 , 且较施复合肥、稻草肥和不施肥处理分别高出 4.5%、9.4%、46.3%; 而稻草肥处理下的根部产量最高, 达到 1 282 kg/km^2 , 且较施羊粪肥、复合肥和不施肥处理分别高出 11.5%、14.5%、46.7%。此外, 林明发^[27]在福建省清流县探索出实现黄花倒水莲增产的科学灌溉方法, 通过合理种植、科学引灌山沟水的方法使黄花倒水莲的成活率提高 10% 左右, 净产值达 44 217 元/ hm^2 。

2.2.2 马尾松林下套种

夏伟^[28-30]在福建省明溪县采取间伐的方式释放空间, 将黄花倒水莲种植于马尾松林下, 总结了两者复合经营的技术、效益和鲜质量等。分析得出, 在马尾松的保留度为 450 - 750 株/ hm^2 (郁闭度为 0.27 - 0.38) 时, 选择较好立地条件, 采取块状整地, 适当施用基肥, 加强抚育管理, 黄花倒水莲的保存率在 90% 以上^[29]。五年生的黄花倒水莲平均高 1.10 - 1.13 m, 平均基径 1.84 - 2.07 cm, 单株根重可达 231.3 - 282.5 g, 总根重 815.56 - 983.10 kg/hm^2 ^[29]。这种经营模式也促进了马尾松的培育, 马尾松平均胸径、平均树高、单株立木材积较未套种增长量分别是 11.56%、12.02%、73.53%^[29]。但在经营时须分清主次, 在马尾松林下套种黄花倒水莲的最佳收获期在 4 a 左右。

2.2.3 杉木林下套种

周运鸿等^[31]在桂林市恭城瑶族自治县进行黄花倒水莲与杉木套种试验, 在密度为 2 548 株/ hm^2 的杉木林中以 29 985 株/ hm^2 的密度套种黄花倒水莲取得了良好收益, 杉木复合种植 2 a 后, 黄花倒水莲的基径达到 2.22 cm, 株高为 1.2 m, 冠幅为 7 910 cm^2 , 杉木的基径为 3.8 cm, 株高为 2.18 m, 冠幅为

15 480 cm²,两者生长均表现良好,但不足的是没有到达收获期,无法预料后几年的生长情况。王邦富^[32]则探讨杉木林分郁闭度对黄花倒水莲生长和品质的影响,并认为黄花倒水莲在郁闭度 0.4-0.6 的杉木林下套种,其产量与品质皆高于其他郁闭度。

2.2.4 香樟林下套种

不同的地形因子会影响光照强度、土壤水分、气温以及有效养分。王邦富等^[33]研究香樟林冠下不同坡向和坡位对黄花倒水莲生长的影响,结果表明黄花倒水莲最适宜的坡向是半阴坡,最适宜的坡位是下坡;黄花倒水莲对生长环境要求较为苛刻,只有在适宜的光照、气温、土壤、水分和养分条件下才能促进其生长。

2.2.5 阔叶林下套种

王邦富等^[34]在福建省三明市将黄花倒水莲二年生组培苗按照不同株行距栽植在阔叶林冠下,两年后进行产量测定,结果显示黄花倒水莲的最佳栽植密度为 60 cm×60 cm,平均保存率达 97.8%,平均地径达 2.02 cm,平均株高达 112.6 cm,平均根茎总质量(干重)达 696.71 kg/hm²。

2.2.6 混交林下套种

张海龙^[35]在福建省宁化县进行不同郁闭度的杉阔混交林下套种试验,发现黄花倒水莲在 0.1 以上郁闭度的株高、地径、根生长量、茎叶生长量等指标排序均为郁闭度 0.1-0.3>0.3-0.5>0.5-0.7>0.7 以上,且郁闭度 0.1-0.3 的各种生长指标与郁闭度 0.3-0.5 的无显著差异,说明郁闭度 0.1-0.5 的环境皆适宜黄花倒水莲生长。

2.3 病虫害防治

黄花倒水莲主要病害有根腐病、叶枯病、猝倒病和炭疽病,可使用低浓度的多菌灵、代森锰锌、波尔多液和甲基硫菌灵治理^[8,31,37]。章淑玲等^[38]在我国首次报道黄花倒水莲根结线虫病,受到根结线虫侵染的黄花倒水莲会出现衰退、叶黄、枯死等症状,施用噻唑膦或氟吡菌酰胺可防治根结线虫。这一研究结果丰富了科研工作者对黄花倒水莲病虫害的认知,解决了人工栽培的一大难题。

3 化学成分

黄花倒水莲的主要化学成分有皂苷类、酮类、糖类。2017 年,张嫦丽等^[39]对黄花倒水莲的根或茎的化学成分结构式进行归类总结,包括 48 种化学成分,其中,皂苷类 21 种、酮类 16 种、糖类 9 种、酚类 2 种。

近年来,随着研究的深入,李根等^[40]于 2022 年采用硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱和高效液相色谱(High Performance Liquid Chromatography, HPLC)进行分离纯化,并结合 1D-NMR 波谱数据和文献比对,首次从黄花倒水莲花 95% 乙醇提取物的乙酸乙酯部位中分离鉴定出 6 种黄酮苷类化合物。

3.1 皂苷类

黄花倒水莲中富含皂苷成分,从其根中分离出的皂苷成分可分为瓜子金皂苷类、黄花倒水莲皂苷类、远志皂苷元、细叶远志皂苷、常春藤皂苷元、Senegin III、3-O-β-D-glucopyranosyl polygalacic acid、3-O-β-D-glucopyranosyl-(1→2)-β-D-glucopyranosyl presenegenin-28-O-β-D-xylopyranosyl-(1→4)-α-L-rhamnopyranosyl-(1→2)-β-D-fucopyranosyl ester^[41-44]。

3.2 酮类

从黄花倒水莲中分离出 22 种酮类化合物,根据化合物结构可分为吡酮类和黄酮苷类。从根茎中分离出吡酮类化合物:1,3-二羟基-2-甲基-吡酮、1,7-二羟基-2,3-亚甲二氧基-吡酮、1,3,6-三羟基-2,7-二甲氧基-吡酮^[45-50];从根中分离出吡酮类化合物:1,7-二甲氧基-2,3-亚甲二氧基-吡酮、1-羟基-2,4-二甲氧基-吡酮、1,2,3-三甲氧基-吡酮、1-甲氧基-2,3-亚甲二氧基-吡酮、1,3-二羟基-吡酮、1,3-二羟基-2-甲基-吡酮、6-羟基-1-甲氧基-2,3-亚甲二氧基-吡酮、3-羟基-1,4-二甲氧基-吡酮、7-羟基-1-甲氧基-2,3-亚甲二氧基-吡酮、1,8-二羟基-3,7-二甲氧基-吡酮、3-羟基-1,2-二甲氧基-吡酮、1,6,7-三羟基-2,3-二甲氧基-吡酮、1,3,7-三羟基-2-甲氧基-吡酮^[42,46-49,51];从花中分离出黄酮苷类化合物:紫云英苷、槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖苷、槲皮素-3-O-β-吡喃木糖苷、槲皮素-3-O-α-L 吡喃阿拉伯糖苷、异鼠李素-3-O-β-葡萄糖苷、芦丁^[40]。

3.3 糖类

从黄花倒水莲中分离出的糖类可分为两种:以蔗糖为母核的寡糖酯类与多糖类。寡糖酯是远志科植物中存在的独特化学成分,从黄花倒水莲中分离出 9 种:假黄花远志苷 A、假黄花远志苷 B、假黄花远志苷 C、假黄花远志苷 D、假黄花远志苷 E、Senegose G、Tenuifolioses C、Tenuifolioses P、Reiniose D^[49,52]。用水提醇沉法提取黄花倒水莲多糖(PFP),运用 Sevag 法除蛋白、活性炭脱色以及 G-75 葡聚糖凝胶柱层析对其进行纯化分离获得 2 种多糖组分:PFP1、PFP2^[53]。

3.4 其他成分

黄花倒水莲中还含有酚类、有机酸等成分。从黄花倒水莲根和茎中分离得到2个酚类化合物: Polygalolide A 和 Polygalolide B^[50]。钟吉强等^[42]从黄花倒水莲根中分离得到阿魏酸和芥子酸。廖学焜等^[54]从黄花倒水莲种子中分离出脂肪酸成分, 成分含量从大到小依次为 11-廿碳烯酸、油酸、花生酸、硬脂酸、棕榈酸、肉豆蔻酸、月桂酸和癸酸。此外, 李药兰等^[46]从黄花倒水莲根中分离得到棕榈酸、对羟基苯甲醛、对羟基苯甲酸和原儿茶酸甲酯。

4 药理活性

黄花倒水莲对于病后体虚、腰膝酸痛、跌打损伤、急/慢性肝炎等的治疗具有显著优势^[55,56]。黄花倒水莲的药理作用与药用成分密不可分, 通过对黄花倒水莲深入研究得知, 该植物主要含有皂苷类、酮类、糖类等多种化学成分, 其化学成分或复方具有调血脂、抗衰老、抗损伤、抑制细胞增殖、缓解梅尼埃病(MD)、保护胃黏膜、抗炎、抗病毒、增强免疫等作用。

4.1 调血脂作用

高脂血症血液黏稠度升高, 流动性降低, 进而引起血液中血细胞特性的改变, 从而诱发其他疾病。因此, 减少血栓形成的可能、降低外周阻力、改善微循环的缺血状态对维持组织的正常代谢至关重要。相关报道也表明, 黄花倒水莲口服液、水提取物以及皂苷类化合物可通过影响血清中的总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、丙二醛(MDA)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)含量, 升高高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量和超氧化物歧化酶(SOD)活性等途径来调节机体血脂^[57-62]。

4.2 抗衰老作用

黄花倒水莲具有较好的抗氧化活性, 其抗氧化活性与浓度、溶剂类型等因子有关。黄锋等^[63]从黄花倒水莲中分离得到7种不同组分(PFE1、PFE2、PFE3、PFB4、PFB5、PFB6、PFW7), 各组分都具有抗氧化作用。PFE3、PFB4还原三价铁离子能力与清除DPPH、羟自由基、超氧阴离子自由基能力皆明显强于其他5个组分。根据文献报道, 黄花倒水莲的抗氧化能力呈剂量关系, 3 000.000 mg/mL黄花倒水莲水提取物可清除90.451%超氧阴离子, 稀释128倍后清除率仅为2.025%^[64]。此外, 黄花倒水莲不同极性部位的抗氧化活性也存在差异, 姚志仁等^[65]发现乙酸乙酯部位抗氧化活性明显强于石油醚部分、正丁

醇部分、氯仿部分和水相部分。

4.3 抗损伤作用

王晓平等^[66]以⁶⁰Co γ 辐射损伤小鼠作为研究对象, 以黄花倒水莲提取物灌胃, 黄花倒水莲各剂量组小鼠的红细胞(RBC)数、白细胞(WBC)数、血小板(PLT)数、淋巴细胞(Lymph)数、胸腺指数和脾指数明显增加, 脾细胞、骨髓细胞的尾部DNA百分率和尾矩明显减少, 提示黄花倒水莲对造血系统的损伤有一定的防护作用; 黄花倒水莲在⁶⁰Co γ 照射前或照射后给药, 均可明显降低小鼠肺、肝、脾、睾丸、淋巴细胞的尾部DNA百分率和尾矩, 提示黄花倒水莲对组织DNA有一定的防护作用。这可能与天然植物中的黄酮类、多糖类、皂苷类等活性成分有关^[67]。王小丽等^[68]采用四氯化碳、硫代乙酰胺、扑热息痛致小鼠急性肝损伤模型研究黄花倒水莲提取物对小鼠实验性肝损伤的保护作用, 发现黄花倒水莲提取物可使试验小鼠血清中的谷丙转氨酶、谷草转氨酶活性明显降低, 说明黄花倒水莲对肝损伤具有保护作用。来自黄花倒水莲根和茎的关键生物活性成分在体外对糖尿病所致肾损伤具有保护作用, 可能通过抑制TLR4依赖的NF- κ B信号保护高糖(HG)诱导的人体肾小球系膜细胞(HMCs)增殖、凋亡、纤维化和炎症, 这可能为治疗糖尿病肾病(DN)提供新途径^[69]。除根茎外, 刘伟等^[70]研究发现黄花倒水莲叶提取物对四氯化碳所致的肝损伤也具有一定保护作用。

4.4 抑制细胞增殖作用

兰圆圆等^[53]发现黄花倒水莲多糖能抑制B16黑色素瘤细胞增殖, 表明黄花倒水莲多糖可作为未来黑色素瘤预防和治疗的潜在药物。研究发现, 黄花倒水莲乙酸乙酯部位对HepG2细胞的增殖有明显的抑制作用, 可能的机制是促进免疫人单克隆抗体(Bax)的表达, 抑制Bcl-2的表达, 下调磷酸激酶B(AKT)和细胞外调节蛋白激酶(ERK)的表达^[71]。黄花倒水莲亦可联合复方三七颗粒通过抑制系膜细胞的增殖, 同时诱导系膜细胞凋亡, 对肾小球肾炎发挥治疗作用^[72]。

4.5 其他作用

寇俊萍等^[73]研究黄花倒水莲对MD症状模型和病理模型的影响, 发现该植物可缓解MD所致的眩晕症状, 改善其中主要病理变化膜迷路积水所致的听力损害, 为临床MD防治提供药理学依据。李洪亮等^[74]通过无水乙醇法、阿司匹林法、水浸液法和利血平法造模, 用黄花倒水莲提取液灌胃, 发现提取液

对4种造模方法造成的胃黏膜损伤均有抑制和保护作用。黄金兰等^[75]根据黄花倒水莲皂苷成分药理学研究和临床试验,发现其除了在调脂方面具有良好的效果,还具有抗炎、抗病毒、增强免疫等作用。

5 存在问题

黄花倒水莲作为我国重要的中药材之一,化学成分复杂,药理活性突出,应用广泛。但在开发利用方面存在以下问题:(1)黄花倒水莲在广西广泛栽培并长期作为药食两用资源或产品使用,且效果显著,但未进入国家制定的药食同源目录,严重影响了其进一步的开发和利用,限制了其产业发展。(2)黄花倒水莲作为珍贵植物,野生资源分布及生存状况不清,没有系统调查;种质资源的收集、保存及选育研究滞后。(3)林下套种黄花倒水莲已经形成一定规模,但对黄花倒水莲的研究主要集中在郁闭度、坡向、坡位、施肥和灌溉技术对生长的影响,以及各套种模式下的生物量等,仅局限于黄花倒水莲本身,而复合经营应考虑总体经济效益,林下套种对上层林木有何影响的研究鲜有报道。(4)黄花倒水莲作为全株入药的植物,尽管目前对其化学成分的研究很多,但多局限于对其根部的研究,对其茎、叶、花的研究较为罕见;虽然对其植物药理作用的研究也很多,但大多局限于粗提物或总皂苷,限制了对其深度开发及利用。(5)黄花倒水莲观赏价值的研究也有待进一步深入。黄花倒水莲的花奇特而美丽,具有明亮的黄色,且观赏期很长。因此,充分开发利用黄花倒水莲的观赏价值尤为重要。

6 展望

今后的研究中应采取的措施:(1)推动药食同源相关产业的发展,建议相关职能部门积极发挥自治区优势,在政策法规允许的范围内制定自治区的药食同源资源目录。在区内打造该类资源的产业链,进而在品牌与产值上谋求更高级别的发展。(2)发展优良黄花倒水莲的选育,可以借助生物技术(如细胞工程和基因工程)进行选种,还可以通过原位保护、迁地保护、再引入保护等途径加强保护。市场对黄花倒水莲的需求增加,可以通过进一步发展人工种植来满足,减少对野生黄花倒水莲的开发利用。(3)林地复合经营应考虑总体的经济效益,林下套种对上层林木生长的影响、上层林木与黄花倒水莲的比例关系、黄花倒水莲生长所需的营养与上层林木的关系应成为今后

主要的研究方向。(4)黄花倒水莲的根系是目前主要的利用部位,提高地上部分的开发和利用可以提高黄花倒水莲的实用性。要做到充分利用黄花倒水莲的化学成分,除目前主要使用的化学成分总皂苷之外,还需进一步研究其他化学成分(如酮和多糖)的药理活性。(5)黄花倒水莲观赏价值高,虽然目前已开展盆景栽培,但是进一步深入研究黄花倒水莲的观赏性仍势在必行。

总之,黄花倒水莲具有药用价值、食用价值、观赏价值以及许多其他潜在价值,需要全方位探索,开发其他潜在用途。

参考文献

- [1] 贾敏如,李星炜. 中国民族药志要[M]. 北京:中国医药科技出版社,2005.
- [2] 蓝日春. 壮医食疗70方[J]. 中国民族医药杂志,2013,19(1):38-40.
- [3] 张冬生,饶卫芳,范剑明,等. 黄花倒水莲的开发利用价值与栽培管理技术[J]. 农技服务,2016,33(3):237-238.
- [4] 江苏新医学院. 中药大词典:下册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986.
- [5] 广西科学院广西植物研究所. 广西植物志:第一卷 种子植物[M]. 南宁:广西科学技术出版社,1991.
- [6] 徐宏江,徐增莱,朱丹妮. 广西黄花倒水莲资源调查及总皂苷含量比较[J]. 植物资源与环境学报,2003,12(1):47-49.
- [7] 张君诚,宋育红,张钦增,等. 珍贵药材黄花倒水莲的群落结构及物种多样性研究[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(5):819-824.
- [8] 余昌元. 黄花倒水莲生态公益林下栽培技术[J]. 乡村科技,2017(21):44-45.
- [9] 翁秋媛,王玉连,叶永开,等. 黄花倒水莲播种育苗的影响因子研究[J]. 湖北林业科技,2017,46(2):23-26.
- [10] 王邦富,黄云鹏,范繁荣,等. 黄花倒水莲种子催芽及芽苗移栽试验[J]. 绿色科技,2018(21):106-108.
- [11] 史艳财,邹蓉,韦记青,等. 黄花倒水莲种子萌发特性研究[J]. 北方园艺,2013(19):159-161.
- [12] 李裕军,陆仁胜. 黄花倒水莲原生态栽培技术[J]. 农业与技术,2018,38(17):113-114.
- [13] 饶卫芳,李秋兰,蔡梅玲,等. 黄花倒水莲种子育苗技术[J]. 绿色科技,2016(5):52-53,55.
- [14] 夏伟. 黄花倒水莲种子育苗技术研究[J]. 现代农业科技,2020(24):40-41.
- [15] 叶永开,郑长瑞,王玉连,等. 黄花倒水莲播种育苗试验[J]. 中国园艺文摘,2015,31(10):23-25.
- [16] 邓宝珍. 黄花倒水莲育苗技术研究[J]. 林业勘察设计,

- 2016, 36(4): 75-77.
- [17] 饶卫芳, 蔡梅玲, 陈聪, 等. 不同生长调节剂及基质对黄花倒水莲扦插生根的影响[J]. 广东林业科技, 2015, 31(3): 62-64.
- [18] 黄云鹏, 张海龙, 王邦富, 等. 黄花倒水莲林下扦插育苗试验[J]. 福建林业科技, 2016, 43(2): 174-176, 197.
- [19] 叶永开, 郑长瑞, 王玉连, 等. 黄花倒水莲扦插育苗试验[J]. 中国园艺文摘, 2015, 31(11): 34-36, 99.
- [20] 李斌, 费希同, 唐军荣, 等. ‘黄花倒水莲’离体快繁技术研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2016, 51(4): 37-42.
- [21] 李翠兰, 苏钰琴, 莫燕兰, 等. 黄花倒水莲组织培养体系的建立研究[J]. 现代农业科技, 2012(13): 77, 79.
- [22] 杨国, 罗洁, 莫亿伟, 等. 黄花倒水莲的组织培养和快速繁殖[J]. 植物生理学报, 2016, 52(3): 349-355.
- [23] 何雅祺, 王鑫鑫, 张弛, 等. 间作、套种模式在中药材栽培中的效应研究进展[J]. 江苏农业学报, 2021, 37(4): 1077-1083.
- [24] 彭明良. 毛竹林下套种黄花倒水莲技术[J]. 河北林业科技, 2013(4): 106-107.
- [25] 廖灿斌. 毛竹林下不同坡位种植黄花倒水莲生长效果分析[J]. 花卉, 2020(4): 85-86.
- [26] 林恭武. 追肥对毛竹林下套种黄花倒水莲产量的影响[J]. 林业勘察设计, 2017, 37(2): 77-79.
- [27] 林明发. 灌溉技术对毛竹林下套种黄花倒水莲的影响研究[J]. 林业勘察设计, 2016, 36(2): 66-68, 73.
- [28] 夏伟. 在马尾松林下套种的黄花倒水莲鲜质量及分配[J]. 林业勘察设计, 2020, 40(2): 54-56, 59.
- [29] 夏伟. 马尾松与黄花倒水莲复合经营技术研究[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(9): 129-132.
- [30] 夏伟. 马尾松套种黄花倒水莲复合经营效应分析[J]. 福建农业科技, 2019(11): 60-64.
- [31] 周运鸿, 唐健民, 史艳财, 等. 杉木套种黄花倒水莲栽培技术[J]. 农业与技术, 2018, 38(18): 92-93.
- [32] 王邦富. 杉木林分郁闭度对林下黄花倒水莲生长及皂苷含量的影响[J]. 江苏林业科技, 2021, 48(4): 24-27.
- [33] 王邦富, 黄云鹏, 范繁荣, 等. 香樟林冠下不同坡向和坡位对黄花倒水莲生长的影响研究[J]. 江苏林业科技, 2018, 45(6): 30-33.
- [34] 王邦富, 范繁荣, 黄云鹏, 等. 阔叶树林冠下黄花倒水莲不同栽植密度生长分析[J]. 宁夏农林科技, 2019, 60(3): 21-22.
- [35] 张海龙. 杉阔混交林下套种黄花倒水莲生长效果分析[J]. 福建林业科技, 2013, 40(3): 113-116.
- [36] 王邦富, 黄云鹏, 范繁荣, 等. 4种林分类型对黄花倒水莲生长的影响[J]. 中国林副特产, 2018(6): 20-22.
- [37] 兰天龙. 药用花卉黄花倒水莲盆景栽培技术[J]. 现代农业科技, 2015(15): 177-178.
- [38] 章淑玲, 陈晓波, 丁玲. 黄花倒水莲根结线虫病的病原鉴定[J]. 植物保护, 2021, 47(5): 249-253.
- [39] 张嫦丽, 张可锋, 许有瑞, 等. 黄花倒水莲的化学成分与药理活性研究进展[J]. 中国药房, 2017, 28(19): 2724-2728.
- [40] 李根, 潘争红, 宁德生, 等. 黄花倒水莲中黄酮苷类成分的分离、鉴定及抗氧化活性研究[J]. 广西植物, 2022, 42(5): 790-795.
- [41] ZHANG D, MIYASE T, KUROYANAGI M, et al. Nine new triterpene saponins, polygalasaponins XXXIII-XLI from the roots of *Polygala fallax* Hemsl. [J]. Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 1996, 44(11): 2092-2099.
- [42] 钟吉强, 狄斌, 冯锋. 黄花倒水莲的化学成分[J]. 中草药, 2009, 40(6): 844-846.
- [43] 徐康平, 黄伟, 谭健兵, 等. 黄花倒水莲降血脂活性成分研究[J]. 中药材, 2006(1): 16-19.
- [44] 李进华, 李丽, 王静蓉, 等. 黄花倒水莲化学成分研究 II. [J]. 中国药科大学学报, 2004(2): 13-16.
- [45] 朱丹妮, 李丽, 朱瑶俊, 等. 黄花倒水莲化学成分研究[J]. 中国药科大学学报, 2003(3): 28-30.
- [46] 李药兰, 戴杰, 黄伟欢, 等. 黄花倒水莲化学成分及其抗病毒活性研究[J]. 中草药, 2009, 40(3): 345-348.
- [47] 林黎琳, 黄锋, 陈四保, 等. 黄花倒水莲的化学成分及抗氧化活性研究[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(11): 827-830.
- [48] 黄朝辉, 徐康平, 周应军, 等. 黄花倒水莲的一个新黄酮[J]. 药学学报, 2004(9): 752-754.
- [49] 黄朝辉, 徐康平, 周应军, 等. 黄花倒水莲化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2005(3): 298-300.
- [50] MA W, WEI X, LING T, et al. New phenolics from *Polygala fallax* [J]. Journal of Natural Products, 2003, 66(3): 441-443.
- [51] 黄朝辉, 徐康平, 曾光尧, 等. 黄花倒水莲的化学成分研究[J]. 中草药, 2004(4): 25-26.
- [52] ZHANG D, MIYASE T, KUROYANAGI M, et al. Oligosaccharide polyesters from roots of *Polygala fallax* [J]. Phytochemistry, 1997, 45(4): 733-741.
- [53] 兰圆圆, 李豫, 姚志仁, 等. 黄花倒水莲多糖对 B16 黑色素瘤细胞凋亡的影响[J]. 中药材, 2022, 45(4): 959-963.
- [54] 廖学焜, 王会平, 李宝灵. 富含 11-廿碳烯酸的黄花倒水莲种子油[J]. 热带亚热带植物学报, 1998(4): 362-364.
- [55] 陈秀香, 梁定仁, 黄宝山, 等. 广西靖西县传统药市壮药调查初报[J]. 中国中药杂志, 1992(1): 6-7, 62.
- [56] 宋纬文, 刘桂康. 三明畚族常用滋补类植物药[J]. 中国民族民间医药杂志, 2001(6): 347-348.

- [57] 陈新宇,黄胜光,杨春华,等. 黄花倒水莲对高脂血症患者高、低密度脂蛋白等的影响[J]. 湖南中医学院学报, 1999,19(3):33-34.
- [58] 李浩,王秋娟,朱丹妮. 黄花倒水莲总苷对血瘀大鼠和高脂血症家兔血液流变学指标的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2007,13(11):21-23.
- [59] 李浩,王秋娟,袁林,等. 黄花倒水莲总皂苷对鹌鹑高脂血症模型的调脂作用[J]. 中国天然药物, 2007,5(4):289-292.
- [60] 徐宏江,王秋娟,朱丹妮. 黄花倒水莲总皂苷的调脂作用[J]. 中国药科大学学报, 2003,34(6):554-557.
- [61] 李良东,李洪亮,范小娜,等. 黄花倒水莲提取物抗血脂作用的研究[J]. 时珍国医国药, 2008,19(3):650.
- [62] 寇俊萍,李景峰,闫瑾,等. 黄花倒水莲总皂苷对凝血系统及血栓形成的影响[J]. 中国药科大学学报, 2003,34(3):257-259.
- [63] 黄锋,林黎琳,胡娟娟,等. 黄花倒水莲抗氧化活性研究[J]. 中国天然药物, 2006,4(4):291-294.
- [64] 李洪亮,程齐来,刘涛,等. 赣南黄花倒水莲水提取物体外清除超氧阴离子活性的实验研究[J]. 赣南医学院学报, 2016,36(2):176-178,189.
- [65] 姚志仁,李豫,朱开梅,等. 黄花倒水莲不同极性部位抗氧化和降血糖活性研究[J]. 食品工业科技, 2020,41(7):55-59,64.
- [66] 王晓平,黄翔,赵仕花. 黄花倒水莲对辐射损伤小鼠保护作用的研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013,19(19):234-237.
- [67] 黄翔,王晓平. 黄花倒水莲(*Polygala fallax* Hemsl.)对⁶⁰Co γ 射线辐射损伤小鼠组织DNA的防护作用[J]. 玉林师范学院学报, 2013,34(2):65-68.
- [68] 王小丽,黄真,江丽霞,等. 黄花倒水莲提取物对小鼠实验性肝损伤的保护作用[J]. 时珍国医国药, 2007,18(6):1320-1321.
- [69] WANG M, LIU X, WANG Z, et al. The extract of *Polygala fallax* Hemsl. slows the progression of diabetic nephropathy by targeting TLR4 anti-inflammation and MMP-2/9-mediated anti-fibrosis *in vitro* [J]. *Phyto-medicine*, 2022, 104: 1-15.
- [70] 刘伟,蔡丽惠,莫元琦,等. 黄花倒水莲叶提取物对CCl₄所致肝损伤的保护作用[J]. 海峡药学, 2019,31(8):39-41.
- [71] YAO Z R, LI Y, WANG Z W, et al. Research on anti-hepatocellular carcinoma activity and mechanism of *Polygala fallax* Hemsl. [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2020, 260(5): 113062.
- [72] CHAO S W, XU Q, DONG S N, et al. *Polygala fallax* Hemsl. combined with compound Sanqi granules relieves glomerulonephritis by regulating proliferation and apoptosis of glomerular mesangial cells [J]. *Journal of International Medical Research*, 2020, 48(1): 1-10.
- [73] 寇俊萍,马仁强,朱丹妮,等. 黄花倒水莲对梅尼埃病症状模型和病理模型的影响[J]. 中国民族民间医药杂志, 2003(4):218-220,248.
- [74] 李洪亮,肖海,范小娜,等. 黄花倒水莲提取物对实验性胃黏膜损伤的保护作用[J]. 时珍国医国药, 2007(6):1318-1319.
- [75] 黄金兰,钟振国. 黄花倒水莲皂苷类成分调血脂作用及临床应用的研究进展[J]. 世界中西医结合杂志, 2010,5(10):919-920.

Research Progress on the Ethno-plant *Polygala fallax* Hemsl.

WAN Li^{1,2}, TANG Hui^{2,3**}, LIU Baoyu^{2,3}, YAN Xiaojie^{2,3}, SU Xiuli^{2,4}, WANG Lin^{2,4}

(1. College of Pharmacy, Guilin Medical University, Guilin, Guangxi, 541004, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China; 3. Guangxi Key Laboratory of Plant Functional Phytochemicals and Sustainable Utilization, Guilin, Guangxi, 541006, China; 4. Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: *Polygala fallax* Hemsl. is a unique plant of the genus *Polygala* of the family Polygalaceae in China, which is a traditional medicinal material and food for many ethnic minorities such as Zhuang, Yao and Mi-

ao. The whole plant can be used in medicine, and its roots, stems, leaves, and flowers contain a variety of medicinal ingredients, and the main medicinal ingredients are saponins, ketones, sugars, phenols, and so on. It has the effect of regulating blood lipids, anti-aging, anti-damage, inhibits cell proliferation, alleviating Meniere's disease, protecting gastric mucosa, anti-inflammation, anti-virus, enhancing immunity, etc. It can treat symptoms such as body deficiency after illness, soreness and pain of waist and knees, uterine prolapse, irregular menstruation, acute and chronic hepatitis, and traumatic injuries. In this article, the distribution of wild resources, artificial cultivation, chemical composition, pharmacological efficacy and other aspects of *P. fallax* Hemsl. were summarized and systematically analyzed to facilitate the future protection and utilization of *P. fallax* Hemsl. resources. *P. fallax* Hemsl. is currently endangered, but its utilization value has not been thoroughly explored. In the future, a number of measures should be taken to protect the wild resources of the *P. fallax* Hemsl., explore more research on the application of the *P. fallax* Hemsl., and focus on determining its active ingredients, pharmacological effects, and ornamental value, which can provide theoretical basis and research ideas for the reasonable protection and utilization of *P. fallax* Hemsl. .

Key words: *Polygala fallax* Hemsl. ; artificial cultivation; chemical composition; pharmacological activity; research progress

责任编辑:陆媛峰



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址:<http://gxxkx.ijournal.cn/gxxkxyxb/ch>