

鹿药属植物化学成分及药理作用研究进展

关雪¹, 石朗², 王鑫¹, 陈大忠^{1*}

1. 黑龙江中医药大学, 黑龙江 哈尔滨 150000

2. 黑龙江中医药大学附属第一医院, 黑龙江 哈尔滨 150000

摘要: 鹿药 *Smilacina japonica* 是多年生百合科草本植物, 有悠久的药用历史, 尤其在民族药方面应用较多, 作为药食同源植物近年来需求增加, 因此对鹿药属植物化学成分和药理作用的研究增多。鹿药属植物含有甾体、黄酮、多糖、氨基酸、酚酸、酰胺等多种活性成分, 具有抗菌、抗肿瘤、抗氧化等药理活性。根据国内外文献报道, 总结并综述了鹿药、管花鹿药 *S. henryi*、高大鹿药 *S. atropurpurea* 等鹿药属植物的化学成分及药理作用的研究进展, 以为鹿药属植物资源的开发及医药保健方面的合理应用提供参考。

关键词: 鹿药; 管花鹿药; 高大鹿药; 抗菌; 抗肿瘤; 抗氧化

中图分类号: R284.2, R285.5 文献标志码: A 文章编号: 1674-6376 (2024) 03-0650-07

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2024.03.024

Research progress on chemical composition and pharmacological effects of *Smilacina*

GUAN Xue¹, SHI Lang², WANG Xin¹, CHEN Dazhong¹

1. Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine, Harbin 150000, China

2. First Affiliated Hospital Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150000, China

Abstract: *Smilacina japonica* is a perennial Liliaceae herb, widely used. Its medicinal value has a long history, especially in ethnic medicine. As a homologous plant, the demand has increased in recent years. Therefore, the research on the chemical composition and pharmacological effects of *Smilacina* plants has increased. *Smilacina* plants contain steroids, flavonoids, polysaccharides, amino acids, phenolic acids, amides and other active ingredients, which have antibacterial, anti-tumor, and antioxidant activities. According to the domestic and foreign literature reports, the research progress of chemical composition and pharmacological effects of *S. japonica*, *S. henryi*, *S. atropurpurea* are summarized, in order to provide a reference for the development and clinical application of *Smilacina* plants resources.

Key words: *Smilacina japonica*; *Smilacina henryi*; *Smilacina atropurpurea*; antibacterial; anti-tumor; antioxidant

鹿药 *Smilacina japonica* A.Gray 为百合科多年生草本植物, 别名偏头七、盘龙七、九层楼, 民间俗称山糜子, 常以干燥的根及根茎入药, 具有活血散瘀、补气益肾、祛风除湿、活血调经等功效^[1], 其地上部分则是深受人们喜爱的山野菜。现代化学与药理学研究表明, 鹿药属植物含有甾体、黄酮、多糖、氨基酸、酚酸、酰胺等活性成分, 具有抗真菌、抗肿瘤、抗氧化等药理作用^[2]。我国鹿药资源十分丰富, 分布地区甚广, 同科同属间复杂多样, 属下种类繁

多, 形态学特征有差异, 药用功效也不相同。产于四川、云南的高大鹿药 *S. atropurpurea* (Franch.) Wang et Tang 主治肺病、风湿、月经失调、割伤、跌打瘀伤^[3]; 河南、山西产的管花鹿药 *S. henryi* (Baker.) Wang Tang, 也叫鄂西鹿药, 能够补气血、壮筋骨、祛风止痛^[4]; 而西藏地区的长柱鹿药 *S. oleracea* (Baker.) Hook.f. 对头痛、偏头痛有一定的功效^[5]。不同的民族对其用法也不同, 北方的鄂伦春族将鹿药与青菜叶捣细经开水烫后敷在乳腺部

收稿日期: 2023-12-29

基金项目: 黑龙江应用技术与开发计划(GA19C009)

第一作者: 关雪(2000—), 女, 硕士研究生, 研究方向为药剂学。E-mail: x17603636313@outlook.com

*通信作者: 陈大忠(1970—), 男, 研究员, 硕士研究生导师, 研究方向为中药物质基础和药剂学。E-mail: cdz89@126.com

位,可治疗乳痛^[6]。本文主要对鹿药属植物中的甾体、多糖、黄酮类成分以及抗菌、抗氧化、抗肿瘤等药理作用研究现状进行概括,旨在为推进鹿药属植物的深入研究与临床安全用药奠定基础,以期获得更大的药用价值,并为新药研发提供依据。

1 化学成分

鹿药的入药部位主要是干燥的根和根茎,目前已经在鹿药属植物中成功提取出了甾体类化合物^[7-10]、黄酮类化合物^[11]、氨基酸、多糖^[12]以及其他无机元素。

1.1 甾体类

90多个科的植物中都含有甾体,其广泛分布于百合科的单子叶植物^[13]。甾体是鹿药中的主要成分之一,不同种间甾体成分不同。张肖^[14]在管花鹿药乙醇提取物中发现了6种甾体皂苷类成分,分别为(25*S*)-17 α -羟基-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β -*O*- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 2)-[β -D-吡喃木糖基(1 \rightarrow 3)]- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 4)- β -D-吡喃半乳糖苷、(25*S*)-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β -*O*- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 2)-[β -D-吡喃木糖基(1 \rightarrow 3)]- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 4)- β -D-吡喃半乳糖苷、(25*S*)-5 α -螺甾烷-烯-3 β -*O*- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 2)-[β -D-吡喃木糖基(1 \rightarrow 3)]- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 4)- β -D-吡喃半乳糖苷、(25*R*)-5 α -螺甾烷-7-烯-3 β -*O*- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 2)-[β -D-吡喃木糖基(1 \rightarrow 3)]- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 4)- β -D-吡喃半乳糖苷、(25*R*)-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β -*O*- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 2)-[β -D-吡喃木糖基(1 \rightarrow 3)]- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 4)- β -D-吡喃半乳糖苷、25(*R,S*)-9-en-22-isoallospirosten-3 β -ol。

林洁等^[15]从鄂西鹿药中分离鉴定得到7个甾体化合物,包括henryioside A、henryioside B、以及9(11)烯螺甾皂苷类罕见新型化合物鄂西鹿药苷D和首次从该植物中分离鉴定得到的(25*S*)-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β ,17 α -二醇、(25*S*)-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β ,17 α -二醇-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷、薯蓣皂苷元、薯蓣皂苷等7个甾体类化合物。此外,Qiao等^[16]从管花鹿药的根和根茎中分离得到4个新的甾体化合物和2个已知的类似物,通过理化性质和波谱学方法确定其结构为(25*S*)-5 α -薯蓣皂苷纤维二糖-9(11)-烯-3 β ,17 α ,21-三醇、(24*S*,25*S*)-5 α -薯蓣皂苷纤维二糖-9(11)-烯-3 β ,17 α ,24-三醇、(25*S*)-5 α -薯蓣皂苷纤维二糖-9(11)-烯-3 β ,17 α -二羟基-12-酮、5 α -胆甾烯-9(11)-烯-3 β ,26-胆甾烯-16,22-二醇、(25*S*)-5 α -螺甾烷-9(11)-

烯-3 β ,17 α -二醇、(25*S*)-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β ,12 β ,17 α -三醇。张欣等^[17]从管花鹿药乙醇提取物的正丁醇部位分离鉴定了2个新的甾体皂苷类化合物(23*S*,24*S*)-螺甾-5,25(27)-二烯-1 β ,3 β ,23,24-四醇-1-*O*- α -L-鼠李糖基-(1 \rightarrow 2)- β -D-呋糖苷和(23*S*,24*S*)-螺甾5,25(27)-二烯-1 β ,3 β ,21,23,24-五醇-1-*O*- α -L-鼠李糖基(1 \rightarrow 2)- β -D-呋糖苷,并将这2个化合物命名为管花鹿药皂苷K和管花鹿药皂苷L。

龙春林等^[18]从滇西北藏区所产的高大鹿药中得到16个化合物,其中9个为甾体皂苷。Zhang等^[19]研究发现多种甾体皂苷类成分,分别命名为atropuroside、atropuroside B、atropuroside C、dioscin、atropuroside D、atropuroside E、atropuroside F、atropuroside G。赵淑杰等^[20]对鹿药粉碎后的根和根茎进行提取分离,各部分反复经硅胶、Sephadex LH-20凝胶和重结晶等方法精制得到3种皂苷类成分,包括26-*O*- β -D-吡喃葡萄糖基-(25*R*)-呋甾-5-烯-3 β ,12,17 α ,22 ξ ,26-五醇-12-*O*-乙酰基-3-*O*- α -L-吡喃鼠李糖基(1 \rightarrow 2)- β -D-吡喃葡萄糖苷、薯蓣皂苷、(25*R*)-海柯皂苷元-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 2)-[β -D-吡喃木糖基(1 \rightarrow 3)]- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 4)- β -D-吡喃半乳糖苷。

Cui等^[21-22]先后对鹿药的根和根茎进行了研究,鉴定出6种皂苷类成分,其中4个甾体皂苷为新化合物,分别为(25*S*)-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β ,17 α -二醇、(25*S*)-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β ,12 β -二醇、(25*S*)-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β ,17 α -二醇-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷、(25*S*)-5 α -螺甾烷-9(11)-烯-3 β ,17 α -二醇-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 2)-[β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 3)]- β -D-半乳糖苷。

1.2 黄酮类

黄酮类化合物是羟基化的酚类物质^[23],广泛存在于植物中,具有抗氧化、抗病毒、抗菌、抗炎、抗癌、免疫调节等多种生物活性^[24]。赵淑杰等^[25]利用高速逆流色谱(HSCCC)与其他色谱联用将鹿药的化学成分进行分离和精制,首次分离得到5种黄酮类化合物:5,7,3',4'-四羟基-3-甲氧基-8-甲基黄酮、8-甲基木犀草素、3'-甲氧基木犀草素、木犀草素、槲皮素。杜群等^[26]结合理化性质和波谱数据分析,利用多种色谱法进行结构鉴定,在鹿药中共分离得到3个黄酮类化合物,分别为木犀草素、槲皮素、山柰酚,其中山柰酚为首次从鹿药属中分离鉴定到。

龙春林等^[18]利用液相色谱质谱(LC-TOF-MS)联用技术以及多种分离方法对高大鹿药的化学成

分进行了研究,分离并鉴定了16个化合物,其中7个为黄酮类化合物。相关研究表明鹿药属植物中的黄酮类成分主要有木犀草素、山柰酚、槲皮素、二氢槲皮素^[27]。

1.3 氨基酸类

对云南高黎贡山管花鹿药的研究中发现,其茎叶中氨基酸含量为26.42%,并分离出17种氨基酸,其中人体必需的氨基酸有7种^[28]。孙玉敏等^[29]对长白山区的鹿药进行氨基酸测定,结果显示该地区鹿药的氨基酸含量比较高,含有16种氨基酸,其中不包括由于酸水解未能测出的色氨酸。后续研究对氨基酸的提取工艺进行了优化,在最佳提取工艺条件下,利用超声波辅助浸提法测定鹿药中必需氨基酸占总氨基酸含量的47.93%^[30]。

1.4 微量元素

刘祥义等^[31]利用高频电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES)测定了管花鹿药茎叶中的微量元素,结果表明管花鹿药中含有大量的微量元素,微量元素的含量由高到低依次为K>Mg>Ca>Fe>Zn>Al>Mn>Cu>Ba>Sr>Na,其中Na的含量最低,能够使人体生理机能发挥正常的必需微量元素非常丰富。后续研究经过对21种无机元素测定,确定鹿药含10余种无机元素,分别是Al、Mg、Ca、P、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Sr、Ti、Ba、Ni、Cr、Co、Be等^[29]。

1.5 其他类成分

Cui等^[32]对鹿药的根及根茎进行植物化学研究,分离出酰胺1个、苯酚1个、脂肪醇1个、脂肪酸1个。杨顺丽等^[33]首次从鹿药甲醇提取物中分离得到3个核苷类成分,分别是胸腺嘧啶脱氧核苷、腺嘌呤核苷和2'-脱氧腺苷。

2 药理活性

鹿药于《千金·食治》中首次出现,书中记载其“主风血,去诸冷,浸酒服之”。现代药理研究表明,鹿药属植物多以根或根茎入药,能够补气益肾、祛风除湿、活血调经,具有抗肿瘤、抗真菌和抗氧化等药理活性,可用于治疗风湿骨痛、神经性头痛、乳腺炎、月经不调、痈疔肿毒和跌打损伤等病症,而且其嫩茎可食用,还可栽培观赏^[34]。

2.1 抗菌

已有研究证实了高大鹿药中 atropuroside B、atropuroside D、atropuroside F 对白色念珠菌 *Candida albicans*、光滑念珠菌 *C. glabrata*、克鲁赛念珠菌 *C. krusei*、新型隐球菌 *Cryptococcus neoformans* 和烟曲霉 *Aspergillus fumigatus* 均有一定的抑制作

用,以及高大鹿药中的薯蓣皂苷对白色念珠菌和光滑念珠菌也具有抑菌活性^[35]。Liu等^[36]通过细胞生长实验和时间-杀菌曲线实验证实鹿药提取物具有广谱抗真菌活性,质量浓度416、832、3 330 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 对不同真菌有很好的抑制作用,包括对氟康唑敏感和耐药的白色念珠菌、其他念珠菌和新型隐球菌,鹿药提取物208 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 对新型隐球菌、光滑隐球菌 *C. glabrata*、副隐球菌 *C. parapsilosi* 和热带隐球菌 *C. tropicalis* 也表现出显著的生长抑制作用,且对真菌菌丝生长抑制作用十分明显。研究表明,鹿药的抗真菌活性可能与对细胞形态及超微结构的影响有关。

刘伟等^[37]通过微量液基稀释法、生长实验、时间-杀菌曲线实验、生物被膜实验、棋盘式微量液基稀释法等考察鹿药不同萃取部位的抗真菌和抗生物被膜活性。结果发现鹿药的正丁醇部位具有良好的抗真菌和抗生物被膜活性,最小抑菌浓度(MIC)为104~832 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,其抗真菌浓度低于细胞毒性浓度。此外,鹿药的正丁醇部位与两性霉素B或阿尼芬净联用具有协同抗真菌活性。初步机制研究显示鹿药正丁醇部位作用后的真菌对细胞壁抑制剂和两性霉素B敏感性增加,且会引起真菌几丁质含量增加。进而得出鹿药的正丁醇部位是其抗真菌的有效部位,其抗真菌活性可能是因为影响细胞壁,尤其是与增加了几丁质的含量有关。

2.2 抗氧化

将鹿药醇提液过D101大孔吸附树脂柱,依次用水和体积分数为70%的乙醇洗脱,分离得到3-甲氧基-8-甲基槲皮素、8-甲基木犀草素、3'-甲氧基木犀草素、木犀草素和槲皮素5个黄酮类化合物。黄酮单体化合物加入体积分数为20%的乙醇配制成0.4 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的供试液,以维生素C作为对照药,比较它们对羟自由基($\text{HO}\cdot$)的清除率。当化合物用量为1 mL时,对 $\text{HO}\cdot$ 的清除率超过60%,而此时维生素C对 $\text{HO}\cdot$ 的清除率不足20%;当化合物用量超过2 mL时,对 $\text{HO}\cdot$ 的清除率可达98.09%,维生素C对 $\text{HO}\cdot$ 的清除率在20%处上升不明显。由此可见,鹿药黄酮单体化合物 $\text{HO}\cdot$ 的清除率均强于维生素C,且抗氧化作用明显优于维生素C。说明鹿药具有一定的抗氧化活性^[38]。

赵淑杰^[39]采用高效液相色谱、红外光谱、核磁共振和扫描电子显微镜等手段对鹿药中以甘露糖、葡萄糖和半乳糖3种单糖组成的3种多糖清除 $\text{HO}\cdot$ 和二苯基苦基肼(DPPH)自由基的能力分别进行了

测试以评估其抗氧化活性。结果发现一般纯化多糖都比粗多糖具有更强的清除能力,这说明纯化多糖的抗氧化能力很强,以上均说明鹿药多糖具有抗氧化活性。

胡祥等^[40]对高大鹿药喷雾干燥粉进行抗氧化活性分析,通过对DPPH自由基、HO·及ABTS+[2,2'-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐]自由基的清除能力考察,与维生素C进行比较,结果显示其抗氧化能力虽低于维生素C,但高大鹿药喷雾干燥粉也能够很好地清除自由基。随着样品浓度的增加,高大鹿药喷雾干燥粉对DPPH自由基、HO·和ABTS+自由基的清除率均呈现上升的趋势。由此可见,该种属植物的提取部位具有抗氧化活性,具体的机制需要进一步证实。

2.3 抗肿瘤

赵淑杰等^[41]利用超声提取、柱色谱分离纯化手段结合红外、质谱、一维、二维核磁共振等波谱方法对鹿药根茎提取物进行鉴定,得到1个新的呋甾皂苷;并以抗肿瘤药5-氟尿嘧啶为阳性对照进行体外抗肿瘤活性实验,采用二苯基四氮唑溴盐(MTT)比色法测试该化合物对人肺腺癌SPC-A-1细胞生长的影响,发现该呋甾皂苷对人肺腺癌细胞SPC-A-1的生长具有很强的抑制作用,且强于对照物5-氟尿嘧啶。浓度为10 mg·L⁻¹时,新呋甾皂苷对癌症细胞的抑制率为86%,而5-氟尿嘧啶对癌症细胞的抑制率仅59.65%。利用MTT法对鹿药根茎乙醇提取物所提取的3种甾体成分进行了抗肿瘤细胞增殖的测试,其中26-O-β-D-吡喃葡萄糖基(25R)-呋甾-5-烯-3β,12,17α,22ξ,26-五醇-12-O-乙酰基-3-O-α-L-吡喃鼠李糖基(1→2)-β-D-吡喃葡萄糖苷对乳腺癌细胞MCF-7和肺腺癌细胞SPC-A1具有较强的抑制作用,薯蓣皂苷对结肠癌细胞Caco-2有抑制作用,而25R型螺甾皂苷对结肠癌细胞Caco-2和乳腺癌细胞MCF-7增殖有较强的抑制作用,以上均证实了鹿药甾体皂苷具有一定的抗肿瘤活性^[20]。

Zhang等^[42]研究鹿药中的甾体皂苷对人皮肤黑色素瘤细胞SK-MEL、人口腔表皮样白细胞KB、人乳腺癌细胞BT-549、人卵巢癌细胞SK-OV-3、人肝癌细胞HepG2体外细胞毒性,结果表现出中等强度的细胞毒活性,显示甾体皂苷对上述肿瘤细胞系具有一定的抑制作用。Liu等^[43]在体外分别进行了人肝肿瘤MMC-7221细胞和人结直肠腺肿瘤DLD-1细胞的细胞毒活性实验,结果表明从鹿药中分离出来的化合物抑制了SMMC-7221和DLD-1,且二者对

SMMC-7221和DLD-1细胞有较强的细胞毒活性。

Cui等^[44]从鹿药中分离得到6个甾体皂苷成分,以5-氟尿嘧啶作为阳性对照进行体外细胞毒活性测定。先将肿瘤细胞接种在96孔板中,并使其黏附24 h;再将化合物(25S)-5α-螺甾烷-9(11)-烯-3β,17α-二醇、(25S)-5α-螺甾烷-9(11)-烯-3β,12β-二醇、(25S)-5α-螺甾烷-9(11)-烯-3β,17α-二醇-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷、(25S)-5α-螺甾烷-9(11)-烯-3β,17α-二醇-3-O-β-D-吡喃葡萄糖基(1→2)-[β-D-吡喃葡萄糖基(1→3)]-β-D-吡喃半乳糖苷、鹿药苷B和鹿药苷C溶于二甲基亚砜(DMSO),并在完全培养基(100~0.1 μmol L⁻¹)确定抑制率。在37.8 °C孵育24 h后,除去上清液,并向每个孔中加入DMSO 100 μL,计算抑制率和半数抑制浓度(IC₅₀)。结果表明6个化合物对人肝癌细胞SMMC-7712、Bel-7402细胞系,肺癌A549、H460细胞系和人慢性髓系白血病K562细胞系均显示出一定的细胞毒活性。

Qiao等^[45]对所提取的化合物进行了MTT比色分析,显示鹿药中的甾体化合物对人胶质母细胞瘤U87MG细胞显示中等的抑制作用,IC₅₀值为15.5、27.2 μg mL⁻¹;对人肝肿瘤细胞HepG2显示不同的抑制作用,IC₅₀值为9.8~56.3 μg·mL⁻¹。Chen等^[46]从鹿药根和根茎中获得了9种甾体成分,通过MTT法评估其对人肝细胞肿瘤HepG2和人结肠癌细胞SW620的细胞毒活性,其中螺甾烷-5,25(27)-二烯-1β,3β-二醇-1-O-α-L-鼠李糖基(1→2)-4-O-乙酰基-β-D-吡喃岩藻糖苷、(23S,24S)-螺甾烷-5,25(27)-二烯-1β,3β,23,24-四醇-1-O-α-L-鼠李糖基(1→2)-4-O-乙酰基-β-D-吡喃岩藻糖苷、螺甾烷-5,25(27)-二烯-1β,3β-二醇-1-O-α-L-鼠李糖基(1→2)-β-D-吡喃木糖苷、(25S)-5α-螺甾烷-9(11)-烯-3β,17α-二醇和(24S,25S)-5α-螺甾烷-9(11)-烯-3β,17α,24-三醇等5个化合物表现出中等强度的活性,IC₅₀值为18.4~86.3 μmol·L⁻¹。

3 结语

鹿药是药用价值很高的中草药,除抗氧化、抗菌、抗肿瘤等药理作用,在多个领域都有广泛的应用。如鹿药的根茎含有丰富的氨基酸,朱玉婷^[47]以鹿药游离氨基酸为原料制备了氨基酸润肤霜,其保湿率优于基础润肤霜。以鹿药中的游离氨基酸为原料制备的氨基酸润肤霜不仅膏体细腻,且涂覆性较好、清爽易吸收,稳定性及安全性也符合相应的国家标准,因此该产品具有市场开发潜力,在护肤品及外用制剂方面值得推广。

尽管鹿药属植物是不可多得的医药保健资源,

但要开发成医药产品仍存在亟待解决的问题,总结为以下5个方面:(1)鹿药抗肿瘤作用的研究还处于起步阶段,主要处于体外细胞水平研究,对于抗肿瘤的作用机制、治疗靶点及给药途径尚未明确;(2)缺少鹿药有效成分的临床研究,现有研究多停留在细胞层面,需要更多、更充分的临床试验来验证鹿药治疗肿瘤的可行性;(3)目前关于该属植物有效成分的分离、提取等研究还不完善,应优化提取工艺,从而提高收率、减少资源浪费;(4)开发成中成药的应用方面可以优先考虑其抗菌作用,深入研究其有效部分与有效成分的抗菌机制,并配合制剂研究,选择合适的剂型;(5)目前,鹿药属植物大多以根和根茎入药,应加强对地上非药用部位的化学与药理作用研究,以便更充分地利用该属植物资源。

因此,建议在以后的鹿药药材开发研究中可以基于鹿药属某一类植物、某类活性成分进行深入研究,明确防治肿瘤的作用机制、作用通路及治疗靶点,为抗肿瘤新药的开发提供先导化合物;考虑到鹿药中黄酮类成分的抗氧化作用与其氨基酸的保湿功效,应大力推动鹿药属植物在护肤产品、外用制剂等方面的应用;并依据中药外治法原理,制成外用制剂,以提高生物利用度,更好地发挥其局部以及全身治疗作用;鹿药具有很高的营养价值,但鹿药中糖类和脂肪含量较低,对于低糖饮食人群来说是很好的保健食材,可以更好地发挥药食同源植物的优势,开发健康食品;此外,对于甾体类成分中的2个新化合物管花鹿药皂苷K和管花鹿药皂苷L的生物活性还有待深入研究,以及采用化学方法或生物技术对其进行结构修饰,开发出具有新药研发价值的先导化合物。

总之,我国鹿药资源丰富,在未来的研究中要与临床实践相结合,深入研究鹿药属植物的有效活性成分和药理作用机制,把握地区资源优势,加大对鹿药属植物的开发利用,充分发掘其药用价值。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 高天慧, 但林蔚, 杨倩, 等. 偏头七本草考证 [J]. 陕西中医药大学学报, 2022, 45(4): 16-20.
Gao T H, Dan L W, Yang Q, et al. Parhead seven herbs textual research [J]. J Shaanxi Univ Tradit Chin Med, 2022, 45(4): 16-20.
- [2] 高天慧, 樊浩, 梁卓菲, 等. 鹿药属植物化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中国野生植物资源, 2021, 40(12): 45-54.
Gao T H, Fan H, Lang Z F, et al. Research progress on the chemical composition and pharmacological effects of *Smilacina japonica* A. Gray [J]. Chin Wild Plant Reso, 2021, 40(12): 45-54.
- [3] 江纪武. 药用植物辞典 [M]. 天津: 天津科学技术出版社, 2005: 755.
Jiang J W. *The Medicinal Plant Dictionary* [M]. Tianjin: Tianjin Science and Technology Press, 2005: 755.
- [4] 郝俊杰, 韩芸. 滇黄精与管花鹿药的药材鉴别研究 [J]. 大理大学学报, 2014, 13(4): 11-13, 2.
Hao J J, Han Y. Study on the identification of Yunnan yellow essence and *Maianthemum henryi* [J]. J Dali Univ, 2014, 13(4): 11-13, 2.
- [5] 吕丽芬, 袁理春, 赵琪, 等. 滇西北野生柱鹿药的资源分布与保护利用 [J]. 中国野生植物资源, 2008, 27(3): 17-18.
Lv L F, Yuan L C, Zhao Q, et al. Resource distribution and protection and utilization of wild *Smilacina oleracea* (Baker.) Hook. f. in northwest Yunnan [J]. Chin Wild Plant Reso, 2008, 27(3): 17-18.
- [6] 孙保芳, 刘树民. 鄂伦春民族习惯用药 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2007: 94.
Sun B F, Liu S M. *Orenchun Ethnic Habitual Use of Medicine* [M]. Beijing: China Traditional Chinese Medicine Publishing House, 2007: 94.
- [7] 赵淑杰, 韩忠明, 杨利民. 鹿药总皂苷的提取工艺及含量测定 [J]. 时珍国医国药, 2014, 25(6): 1314-1316.
Zhao S J, Han Z M, Yang L M. Determination of the extraction process and content of total saponins of *Smilacina japonica* A. Gray [J]. Lishizhen Med Meter Med Res, 2014, 25(6): 1314-1316.
- [8] 张欣, 刘媛媛, 李玉泽, 等. 管花鹿药中2个新的甾体皂苷 [J]. 中草药, 2022, 53(20): 6375-6379.
Zhang X, Liu Y Y, Li Y Z, et al. 2 new steroidal saponin of *Smilacina henryi* [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2022, 53(20): 6375-6379.
- [9] Zhang X, Sun J, Zhang S, et al. Two new cholestanol glycosides from the roots and rhizomes of *Smilacina henryi* [J]. Rec Nat Prod, 2019, 13(6): 499-505.
- [10] 刘银环, 燕婉君, 冯改利, 等. 响应面分析法优选鹿药总皂苷提取工艺 [J]. 中南药学, 2014, 12(11): 1073-1076.
Liu Y H, Yan W J, Feng G L, et al. Response surface analysis selected the extraction process of total saponin [J]. Central South Pharm, 2014, 12(11): 1073-1076.
- [11] 张东东, 许欢, 刘银环, 等. 星点设计-响应面法优选鹿药总黄酮提取工艺 [J]. 西北药学杂志, 2015, 30(5): 556-558.
Zhang D D, Xu X, Liu Y H, et al. Star dot design-response surface method to optimize the extraction

- process of total flavonoids of *Smilacina japonica* A. Gray [J]. Northwest Pharm J, 2015, 30(5): 556-558.
- [12] 常晓薇. 鄂西鹿药化学成分研究 [J]. 中南药学, 2017, 15(6): 762-764.
- Chang X W. Research on the chemical composition of *Smilacina japonica* A. Gray [J]. Central South Pharm, 2017, 15(6): 762-764.
- [13] 陈磊. 百合科两种药用植物化学成分及生物活性研究 [D]. 天津: 天津大学, 2010: 6-79.
- Chen L. Study on the chemical composition and biological activity of two medicinal plants of the lily family [D]. Tianjin: Tianjin University, 2010: 6-79.
- [14] 张肖. 鄂西鹿药根茎甾体皂苷类成分研究 [D]. 天津: 天津大学, 2013: 1-38.
- Zhang X. Study on the composition of rhizome saponins in western *Smilacina japonica* A. Gray [D]. Tianjin: Tianjin University, 2013: 1-38.
- [15] 林洁, 王国全, 白璐, 等. 鄂西鹿药甾体化学成分研究 [J]. 中草药, 2018, 49(17): 3987-3991.
- Lin J, Wang G Q, Bai L, et al. Research on the chemical composition of *Smilacina japonica* A. Gray in western Hubei [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2018, 49(17): 3987-3991.
- [16] Qiao F, Yang J, Lin J, et al. Four new steroidal components from *Smilacina henryi* and their cytotoxic activities [J]. Phytochem Lett, 2019, 29: 173-177.
- [17] 张欣, 刘媛媛, 李玉泽, 等. 管花鹿药中2个新的甾体皂苷 [J]. 中草药, 2022, 53(20): 6375-6379.
- Zhang X, Liu Y Y, Li Y Z, et al. 2 new steroidal saponin of *Smilacina henryi* [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2022, 53(20): 6375-6379.
- [18] 龙春林, 徐丽, 王艺舟, 等. 滇西北藏区重要野菜高大鹿药的化学成分与营养价值分析 [A]// 中国植物学会八十五周年学术年会论文摘要汇编(1993-2018) [C]. 昆明: 中国植物学会, 2018: 109.
- Long C L, Xu L, Wang Y Z, et al. Analysis of the chemical composition and nutritional value of tall *Smilacina japonica* A. Gray in important wild vegetables in northwest Yunnan and Tibet [A]// Abstract compilation of the 85th Anniversary Annual Conference of the Botanical Society of China (1993-2018) [C]. Kunming: Botanical Society of China, 2018: 109.
- [19] Zhang Y, Li H Z, Zhang Y J, et al. Atropurosides A-G, new steroidal saponins from *Smilacina atropurpurea* [J]. Steroids, 2006, 71(8): 712-719.
- [20] 赵淑杰, 洪波, 韩忠明, 等. 鹿药化学成分及其抗肿瘤活性 [J]. 中成药, 2016, 38(2): 332-335.
- Zhao S J, Hong B, Han Z M, et al. Chemical composition of *Smilacina japonica* A. Gray and its anti-tumor activity [J]. Chin Pat Drug, 2016, 38(2): 332-335.
- [21] Cui Y, Li Y, Fan H, et al. Chemical constituents isolated from the roots and rhizomes of *Smilacina japonica* [J]. Biochem Syst Ecol, 2019, 86: 103920.
- [22] Cui Y W, Yang X J, Zhang D D, et al. Steroidal constituents from roots and rhizomes of *Smilacina japonica* [J]. Molecules, 2018, 23(4): 798.
- [23] Hussain G, Zhang L B, Rasul A, et al. Role of plant-derived flavonoids and their mechanism in attenuation of Alzheimer's and Parkinson's diseases: An update of recent data [J]. Molecules, 2018, 23(4): 814.
- [24] 李伟. 黄酮类化合物的生物活性概述 [J]. 四川畜牧兽医, 2023, 50(8): 39-42.
- Li W. Overview of the biological activity of flavonoids [J]. Sichuan Anim Veter Sci, 2023, 50(8): 39-42.
- [25] 赵淑杰, 韩梅, 韩忠明, 等. 高速逆流色谱分离与鉴定鹿药中黄酮类化合物 [J]. 分析化学, 2009, 37(9): 1354-1358.
- Zhao S J, Han M, Han Z M, et al. High-speed countercurrent chromatography separation and identification of flavonoids in *Smilacina japonica* A. Gray [J]. Chin J Anal Chem, 2009, 37(9): 1354-1358.
- [26] 杜群, 甘军委, 高苏妮, 等. 鹿药中3种黄酮的结构鉴定及含量测定 [J]. 中南药学, 2017, 15(5): 661-663.
- Du Q, Gan J W, Gao S N, et al. Structural identification and content determination of 3 kinds of flavonoids in *Smilacina japonica* A. Gray [J]. Central South Pharm, 2017, 15(5): 661-663.
- [27] 高天慧, 樊浩, 梁卓菲, 等. 鹿药属植物化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中国野生植物资源, 2021, 40(12): 45-54.
- Gao T H, Fan H, Lang Z F, et al. Research progress on the chemical composition and pharmacological effects of *Smilacina japonica* A. Gray [J]. Chin Wild Plant Reso, 2021, 40(12): 45-54.
- [28] 张加研, 周蛟, 刘祥义. 云南高黎贡山管花鹿药茎叶营养成分分析 [J]. 天然产物研究与开发, 2002, 14(4): 45-47, 23.
- Zhang J Y, Zhou J, Liu X Y. Analysis of the nutritional composition of *Smilacina henryi* stems and leaves in Gaoligong Mountain, Yunnan [J]. Nat Prod Res Develop, 2002, 14(4): 45-47, 23.
- [29] 孙玉敏, 金顺姬, 罗丹娜. 鹿药、四叶菜、山菠菜氨基酸和无机元素测定 [J]. 中国野生植物资源, 2006, 25(3): 59-60.
- Sun Y M, Jin S J, Luo D N. Determination of amino acids and inorganic elements of *Smilacina japonica* A. Gray, four-leaf vegetables, mountain spinach [J]. Chin Wild Plant Reso, 2006, 25(3): 59-60.

- [30] 朱玉婷, 刘俊渤, 唐珊珊, 等. 鹿药游离氨基酸提取工艺 [J]. 吉林农业大学学报, 2013, 35(6): 679-683.
Zhu Y T, Liu J B, Tang S S, et al. *Smilacina japonica* A. Gray free amino acid extraction process [J]. J Jilin Agric Univ, 2013, 35(6): 679-683.
- [31] 刘祥义, 张加研, 付惠. 管花鹿药微量元素的测定 [J]. 微量元素与健康研究, 2003, 20(3): 17-18.
Liu X Y, Zhang J Y, Fu H. Determination of trace elements of tube flower *Smilacina japonica* A. Gray [J]. Stud Trace Elem Health, 2003, 20(3): 17-18.
- [32] Cui Y W, Li Y H, Fan H, et al. Chemical constituents isolated from the roots and rhizomes of *Smilacina japonica* [J]. Biochem Syst Ecol, 2019, 86: 103920-103920.
- [33] 杨顺利, 刘锡葵. 竹叶菜中的核苷类化学成分 [J]. 中国天然药物, 2003, 12(4): 4-6.
Yang S L, Liu X K. Nucleoside chemical components in bamboo leaf vegetables [J]. Chin J Nat Med, 2003, 12(4): 4-6.
- [34] 任丽, 曹长清, 苗春泽. 长白山百合科10种黄精族野生植物种子特点和繁殖 [J]. 农业开发与装备, 2019, 212(8): 90-91.
Ren L, Cao C Q, Miao C Z. Seed characteristics and reproduction of 10 species of yellow essence wild plants in the lily family of Changbai Mountain [J]. Agric Develop Equip, 2019, 212(8): 90-91.
- [35] Zhang Y, Li H Z, Zhang Y J, et al. Atropurosides A-G, new steroidal saponins from *Smilacina atropurpurea* [J]. Steroids, 2006, 71(8): 712-719.
- [36] Liu W, Sun B Z, Yang M M, et al. Antifungal activity of crude extract from the rhizome and root of *Smilacina japonica* A. Gray [J]. Evid-Based Compl Altern Med, 2019, 2019(11): 1-9.
- [37] 刘伟, 赵然然, 张梦莎. 鹿药抗真菌有效部位筛选及其作用机制研究 [J]. 陕西科技大学学报, 2021, 39(6): 58-64.
Liu W, Zhao R R, Zhang M S. Study on the screening of effective antifungal parts of *Smilacina japonica* A. Gray and its mechanism of action [J]. J Shaanxi Univ Sci Technol, 2021, 39(6): 58-64.
- [38] 赵淑杰, 韩忠明, 李彦颖, 等. 鹿药提取物清除羟基自由基的研究 [J]. 华南农业大学学报, 2010, 31(2): 59-62.
Zhao S J, Han Z M, Li Y Y, et al. Studies of hydroxyl radical clearance from *Smilacina japonica* A. Gray extracts [J]. J South China Agric Univ, 2010, 31(2): 59-62.
- [39] Zhao S J, Han Z M, Yang L M. Extraction, characterization and antioxidant activity evaluation of polysaccharides from *Smilacina japonica*-Science Direct [J]. Int J Biol Macromol, 2020(151): 576-583.
- [40] 胡祥, 阚欢, 胡海燕. 高大鹿药喷雾干燥粉制备工艺及抗氧化研究 [J]. 食品研究与开发, 2020, 41(15): 88-94.
Hu X, Kan H, Hu H Y. Preparation process and antioxidant study of *Smilacina atropurpurea* dry powder [J]. Food Res Develop, 2020, 41(15): 88-94.
- [41] 赵淑杰, 杨利民, 韩忠明, 等. 鹿药新呋甾皂苷的分离鉴定及活性研究 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(24): 3453-3456.
Zhao S J, Yang L M, Han Z M, et al. Isolation, identification and activity of *Smilacina japonica* A. Gray neofuroside saponins [J]. China J Chin Mater Med, 2011, 36(24): 3453-3456.
- [42] Zhang Y, Li H Z, Zhang Y J, et al. Atropurosides A-G, new steroidal saponins from *Smilacina atropurpurea* [J]. Steroids, 2006, 71(8): 712-719.
- [43] Liu X, Zhang H, Niu X, et al. Steroidal saponins from *Smilacina japonica* [J]. Fitoterapia, 2012, 83(4): 812-816.
- [44] Cui Y, Yang X, Zhang D, et al. Steroidal constituents from roots and rhizomes of *Smilacina japonica* [J]. Molecules, 2018, 23(4): 798.
- [45] Qiao F, Yang J, Lin J, et al. Four new steroidal components from *Smilacina henryi* and their cytotoxic activities [J]. Phytochem Lett, 2019, 29(1): 173-177.
- [46] Chen Z L, Xue X J, Zhao S, et al. Steroidal components from the roots and rhizomes of *Smilacina henryi* and their cytotoxic activities [J]. Rec Nat Prod, 2020, 14(3): 225-230.
- [47] 朱玉婷. 鹿药游离氨基酸的提取及在化妆品中的应用 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2014, 40-46.
Zhu Y T. Extraction of free amino acids of *Smilacina japonica* A. Gray and its application in cosmetics [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2014, 40-46.

[责任编辑 李红珠]