

• 综述 •

绵萆薢的化学成分及药理作用研究进展

晁利平^{1,2}, 刘艳霞^{1,2}, 瞿璐^{1,2}, 王涛¹, 张祎^{2*}

1. 天津市中药化学与分析重点实验室, 天津 300193

2. 天津中医药大学 中药学院, 天津 300193

摘要: 绵萆薢 *Dioscoreae spongiosae* 作为一种常用中药, 其含有甾体、二芳基庚烷、木脂素类、有机酸及酯等多种化学成分, 临床上主要治疗慢性前列腺炎、乳糜尿、风湿及类风湿性关节炎、骨关节炎及骨质疏松等症状。药理研究表明绵萆薢及其有效成分具有抗肿瘤、抗骨质疏松、抗真菌、抗心肌缺血、降尿酸、调血脂、预防动脉粥样硬化等作用。为进一步进行开发与利用该植物资源, 为新药开发提供先导化合物, 对绵萆薢的化学成分及药理作用研究进展进行综述。

关键词: 绵萆薢; 植物甾醇; 甾体皂苷; 抗骨质疏松; 降尿酸

中图分类号: R282.710.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-6376 (2015) 03-0325-06

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2015.03.021

Research progress on chemical constituents and pharmacology activities of *Dioscoreae Spongiosae Rhizoma*

CHAO Li-ping^{1,2}, LIU Yan-xia^{1,2}, QU Lu^{1,2}, WANG Tao¹, ZHANG Yi²

1. Key Laboratory of Traditional Chinese Medicinal Chemistry and Analytical Chemistry of Tianjin, Tianjin 300193, China

2. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China

Abstract: As one of the most important traditional Chinese medicines, *Dioscoreae Spongiosae Rhizoma* is mainly used for treating chronic prostatitis, chyluria, rheumatism and rheumatoid arthritis, osteoarthritis, osteoporosis, and etc. It is with complex chemical compositions, containing sterides, diarylheptanoids, lignans, organic acids, and esters, which have many kinds of effects including antitumor, antiosteoporosis, antimicrobial, antimyocardial ischemia, reducing uric acid, braiding blood fat, prophylaxis atherosclerosis, and etc. To provide exploitation and utilization of the resources for the further research, and find lead compounds for its development, we will review the the study progress of its chemical constituents and pharmacology effects in this paper.

Key words: *Dioscoreae Spongiosae Rhizoma*; phytosterols; steroidal saponins; antiosteoporosis; reducing uric acid

中药绵萆薢为薯蓣科植物绵萆薢 *Dioscorea spongiosa* J. Q. Xi, M. Mizuno et W. L. Zhao 或福州薯蓣 *Dioscorea futschauensis* Uline et R. Kunth 的干燥根茎, 分布在我国浙江、江西、福建、湖南、湖北、广东及广西等地, 具有利湿去浊、祛风除痹的功效, 用于治疗膏淋、白浊、白带过多、风湿痹痛、关节不利、腰膝疼痛等症^[1]。绵萆薢常与其他中药配伍, 在临床上用于治疗慢性前列腺炎、乳糜尿、风湿及类风湿性关节炎、骨关节炎及骨质疏松等症

状。寇俊梓等^[2]对《丹溪心法》中的加味萆薢分清饮(由萆薢与丹参、车前子、益智仁、石菖蒲、乌药、加土茯苓、白术、莲子心一起组方)进行研究, 发现用于治疗慢性前列腺炎及痛风性关节炎具有显著的疗效。

目前, 国内外对绵萆薢化学成分、药理作用的研究较少, 其化学成分主要有甾体皂苷、二芳基庚烷、木脂素类等; 药理作用主要包括抗肿瘤、抗骨质疏松、降尿酸、降血脂、抗真菌、抗心肌缺血及

收稿日期: 2014-11-20

基金项目: 新世纪优秀人才支持计划资助 (NCET-12-1069); 天津市高等学校创新团队培养计划资助 (TD12-5033)

作者简介: 晁利平, 女, 河南人, 硕士研究生, 研究方向中药化学。Tel: 18222312650 E-mail: chaoliping0820@163.com

*通信作者 张祎, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为中药抗糖尿病药效物质的研究。E-mail: zhwxzh@263.net

预防动脉粥样硬化等^[3]。鉴于近年来慢性前列腺炎的发病呈上升趋势,而临床上用于治疗该病的药品有限,为了寻找治疗慢性前列腺炎及痛风性关节炎的单体化合物,进而为新药开发提供先导化合物,同时也能更好地利用该植物资源,就绵萆薢的化学成分及药理的作用就进展研究进行综述。

1 化学成分

绵萆薢所含的化学成分有甾体类、二芳基庚烷类、木脂素类、有机酸及酯类等,此外还含有多糖、黏液质及鞣质等。

1.1 甾体类

甾体类作为绵萆薢中最主要的化学成分之一,近些年来一直是国内外学者研究的重点。其含有的甾体类主要有甾体皂苷(异螺甾烷醇型及呋甾烷醇型)、C₂₁甾体(孕甾烷)和植物甾醇。

1.1.1 异螺甾烷醇型 从绵萆薢中分离报道的异螺甾烷醇型类甾体主要有薯蓣皂苷元(1)^[4]、约莫皂苷元(2)^[5]、薯蓣皂苷元-3-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖苷(3)^[3]、薯蓣皂苷次级皂苷A(4)^[6]、薯蓣皂苷次级皂苷B(5)^[3]、dioseptomloside C(6)^[7]、dioseptomloside D(7)^[7]、dioseptomloside F(8)^[7]、dioseptomloside H(9)^[7]、纤细皂苷(10)^[6]、薯蓣皂苷(11)^[6]、异纳尔索皂苷元-3-*O*-α-*L*-吡喃鼠李糖-(1→2)-*O*-[α-*L*-吡喃鼠李糖-(1→4)]-β-*D*-吡喃葡萄糖(12)^[8]、dioseptomlosides E和G(13、14)^[7]、dioscoreside F(15)^[9]、鲁可斯皂苷元(16)^[4]、Δ^{3,5}-去氧替告皂苷元(17)^[5]、Δ^{3,5}-去氧新替告皂苷元(18)^[5]。部分化合物结构见图1、表1。

1.1.2 呋甾烷醇型 绵萆薢中的该类甾体皂苷主要有 glycoside D(19)^[10]、原薯蓣皂苷(20)^[11]、原新薯蓣皂苷(21)^[11]、甲基原薯蓣皂苷(22)^[11]、甲基原新薯蓣皂苷(23)^[11]、原纤细皂苷(24)^[11]、

原新纤细皂苷(25)^[11]、甲基原纤细皂苷(26)^[11]、甲基原新纤细皂苷(27)^[11]、26-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖基-3β,26-二羟基-25(*R*)-呋甾-5,20(22)-烯基-3-*O*-α-*L*-吡喃鼠李糖基(1→2)-β-*D*-吡喃葡萄糖(28)^[11]、伪原薯蓣皂苷(29)^[11]、伪原纤细皂苷(30)^[9]、dioscoresides C和E(31、32)^[11]。

1.1.3 孕甾烷 从绵萆薢中分离的孕甾烷主要有 dumoside(33)^[8]、绵萆薢孕甾醇苷A(34)^[8]、绵萆薢孕甾醇苷B(35)^[8]、粉背薯蓣F(36)^[8]、20-酮-5,16-二烯-21-甲氧基-3β-*O*-α-*L*-吡喃鼠李糖基-(1→2)-*O*-[α-*L*-吡喃鼠李糖基-(1→4)]-β-*D*-吡喃葡萄糖苷(37)^[12]、孕甾二烯酮3-*O*-β-马铃薯三糖苷(38)^[8]、绵萆薢孕甾醇苷C(39)^[8]、绵萆薢孕甾醇苷D(40)^[8]、20-酮-5-烯-16-甲氧基-3β-*O*-α-*L*-吡喃鼠李糖基-(1→2)-*O*-[α-*L*-吡喃鼠李糖基-(1→4)]-β-*D*-吡喃葡萄糖苷(41)^[12]、粉背薯蓣G(42)^[9]。

1.1.4 植物甾醇 dioseptomlosides B和A(43、44)^[7]、绵萆薢苷A和B(45、46)^[8]、β-谷甾醇(47)^[4]、dioseptomloside I(48)、胡萝卜苷(49)、豆甾醇(50)、豆甾醇-3-*O*-β-*D*-葡萄糖苷(51)、dioseptomloside J(52)^[13]等植物甾醇也是绵萆薢的主要成分之一,部分化合物结构见图2。

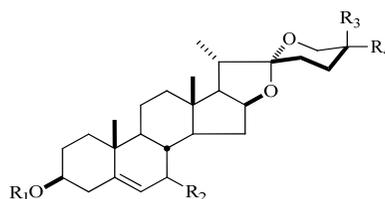


图1 绵萆薢中的异螺甾烷醇型化合物母核

Fig. 1 New allotri-spirosterane compounds from *Dioscorea Spongiosa Rhizoma*

表1 绵萆薢中新的异螺甾烷醇型化合物

Table 1 New allotri-spirosterane compounds from *Dioscorea Spongiosa Rhizoma*

编号	化合物名称	取代基				C ₂₅ 构型
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
6	dioseptomloside C	Glc ⁴⁻¹ Rha	H	H	CH ₂ OH	R
7	dioseptomloside D	Glc ⁴⁻¹ Rha	α-OH	H	CH ₃	R
8	dioseptomloside F	Glc ⁴⁻¹ Rha	β-OH	H	CH ₃	R
9	dioseptomloside H	Glc ⁴⁻¹ Rha	H	OH	CH ₃	S
13	dioseptomloside E	Rha ¹⁻² Glc ⁴⁻¹ Rha	α-OH	H	CH ₃	R
14	dioseptomloside G	Rha ¹⁻² Glc ⁴⁻¹ Rha	β-OH	H	CH ₃	R

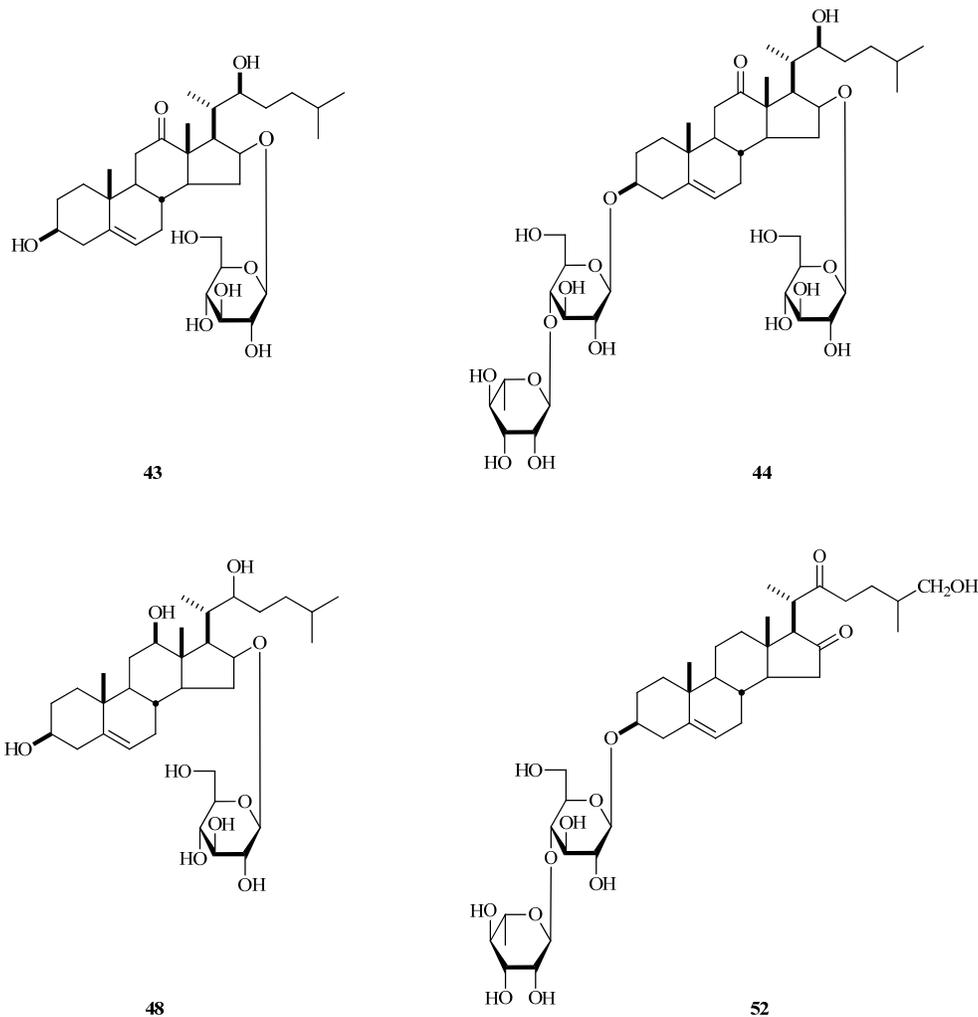


图 2 绵萆藨中新的植物甾醇类化合物结构

Fig. 2 New phytosterols compounds from *Dioscoreae Spongiosae Rhizoma*

1.2 其他类型化合物

此外,从绵萆藨中还分离了二芳基庚烷类化合物绵萆藨素 A (53)^[13]、绵萆藨素 B (54)^[13]、绵萆藨素 C (55)^[13],木脂素类化合物(+)-丁香树脂醇(56)^[13]、芝麻素酮(57)^[13]、胡椒醇(58)^[13],其他类型化合物 3-苯基-6,8-二羟基二氢异香豆素(59)^[14]、十二酸甲酯(60)^[4]、3,7-二甲基-6-辛烯-1-甲酸酯(61)^[4]、棕榈酸(62)^[4]、(12Z,15Z)-9,10,11-三羟基-12,15-十八碳二烯酸(63)^[13]、(12Z)-9,10,11-三羟基-十八碳二烯酸(64)^[13]及 dioscorone A(65)^[15]、1-辛炔-4-醇(66)^[4]、4,8-二甲基-1,7-壬二烯(67)^[4]、5-异丙基-2,8-二甲基环癸酮(68)^[4]、6,7-二羟基-2-甲氧基-1,4-菲二酮(69)^[4]、*N,N'*-二硝基-1,2-环己二胺(70)^[4]、无刺枣催吐醇苷 I(71)^[8]和(*R*)-1-

辛烯-3-醇-*O*- α -*L*-吡喃阿拉伯糖基-(1 \rightarrow 6)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷(72)^[8]等。

2 药理作用

绵萆藨具有多种药理作用,包括抗肿瘤、抗骨质疏松、降尿酸、降血脂、抗真菌、抗心肌缺血及预防动脉粥样硬化等。其中,降尿酸、降血脂是近几年国内外研究的热点。

2.1 抗骨质疏松

Yin 等^[16]对 30 种生药的甲醇、水提取物(浓度分别为 2 000、200、20 mg/L)进行体外促成骨样细胞增殖活性筛选,与阳性对照组 NaF 相比,发现绵萆藨水提物质量浓度为 200 mg/L 时,促增殖活性(66.9%)最强,并可以抑制破骨细胞的形成。在研究从该提取物中分离得到的各单体化合物对甲状腺

旁素 (PTH) 诱导骨吸收的抑制作用时, 采用骨吸收亢进器官培养法, 取用 ^{45}Ca 同位素标记的乳鼠颅骨加入 PTH 体外培养。观察 PTH 诱导体外培养的骨组织中 ^{45}Ca 大量释放从而使之发生骨吸收亢进的过程。结果发现二芳基庚烷、木脂素及甾体皂苷类均具有很强的抑制骨吸收活性 ($P < 0.01$); 研究还表明前两类化合物抑制破骨细胞形成的作用也很明显^[17-19]。

邢国胜等^[20-21]将雌性未孕大鼠随机分为假手术组、去卵巢组、己烯雌酚 ($4.3 \times 10^{-4} \text{ g/(kg}\cdot\text{d)}$) 组和绵萆薢高、中、低剂量 (4、2、1 $\text{g/(kg}\cdot\text{d)}$) 组, 每组 5 只。连续给药 12 周后, 取血、尿标本测定及观察骨密度、骨生物力学、骨代谢生化指标、子宫指数等多方面的。结果发现绵萆薢高、中、低各剂量组的子宫指数均明显高于模型组 ($P < 0.01$); 其血清骨钙素 (BGP)、碱性磷酸酶 (ALP)、尿脱氧吡啶啉/肌酐 (DPD/Cr)、钙/肌酐 (Ca/Cr) 含量均低于模型组; 骨密度明显高于模型对照组 ($P < 0.01, 0.05$); 去势大鼠最大载荷、挠度、最大应变率分别为 (125.78 ± 15.48) N, (1.87 ± 0.22) mm, (9.34 ± 1.10) %, 均显著低于假手术组, 绵萆薢各剂量组均可不同程度地提高其最大载荷、最大应力 ($P < 0.05, 0.01$)。表明绵萆薢水煎煮液在一定程度上增加了去卵巢大鼠股骨的骨小梁体积, 降低了骨转换, 从而使去卵巢大鼠骨质疏松得到改善。

2.2 降尿酸

苏筠霞^[22]等将切除右侧肾脏的大鼠随机分为 6 组: 手术组 (蒸馏水)、模型对照组 (氧嗪酸钾 750 mg/kg)、别嘌呤醇组 (氧嗪酸钾 750 mg/kg + 别嘌呤醇 50 mg/kg)、萆薢低剂量组 (氧嗪酸钾 750 mg/kg + 萆薢 1 g/kg)、萆薢中剂量组 (氧嗪酸钾 750 mg/kg + 萆薢 2 g/kg) 和萆薢高剂量 (氧嗪酸钾 750 mg/kg + 萆薢 4 g/kg) 组, ig 给药 2 次/d。在药物干预后第 0、14、28、56 天, 每组随机取 3 只大鼠采集血样, 分析血中尿酸、尿素氮和肌酐水平。发现萆薢水提取物干预的各组大鼠肾功能恶化速度较模型对照组慢, 肿瘤坏死因子- α 、单核细胞趋化蛋白-1 (MCP-1)、细胞间黏附因子-1 在肾组织的基因表达水平均低于模型对照组; 且高、中剂量组较低剂量组作用更加明显 ($P < 0.05$), 同时, 外周血单个核细胞产生的 MCP-1 也有所降低。

朱立然^[23]在研究萆薢总皂苷 (TSD) 对大鼠高尿酸血症的防治作用及对肾小管尿酸转运蛋白表达

的影响时, 将 90 只雄性 SD 大鼠随机取 15 只为正常组, 其余以腺嘌呤 100 mg/kg + 乙胺丁醇 250 mg/kg ig 造模, 1 次/d, 连续 6 周。于造模第 14 天大鼠眼眶取血, 测定血清尿酸水平。按照血清尿酸值将大鼠随机均分为模型组、TSD 高 (300 mg/kg)、中 (90 mg/kg)、低 (30 mg/kg) 剂量组、苯溴马隆组 (10 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)。ig 给药, 1 次/d, 连续 4 周, 结果发现 TSD 高、中、低剂量组大鼠血尿酸水平显著低于模型组 ($P < 0.01$)。表明 TSD 可显著降低腺嘌呤与乙胺丁醇所致高尿酸血症大鼠的血清尿酸水平; 其作用机制可能与 TSD 下调尿酸盐阴离子转运体 1 高表达、上调负责尿酸分泌的有机阴离子转运体 (OAT1、OAT3) 低表达导致尿酸排泄增加或抑制黄嘌呤氧化酶活性有关。

2.3 抗肿瘤

李雪征等^[24]采用美国国立癌症研究所规定的方法进行体外细胞毒性实验, 将 L1210 小鼠白血病细胞加入到 Fischer 培养液中在 37 $^{\circ}\text{C}$ 下传代培养, 取指数生长期的细胞制成细胞混悬液。实验组加入不同浓度的待测样品, 对照组为等量的生理盐水, 然后在同等温度的 CO_2 培养箱中培养 48 h 后计细胞数。结果表明绵萆薢 95% 乙醇总提取物、石油醚及醋酸乙酯萃取部分具有较强的细胞毒性, 其半数有效量分别为 47.50、18.50、26.70 $\mu\text{g/mL}$ 。

王三龙等^[25]以 10 $\mu\text{mol/L}$ 的薯蓣皂苷次级皂苷 B 甲醇溶液为实验组, 以等体积的无水甲醇为对照组, 体外诱导 K562 细胞 6、12、24 h, 发现亚 G_1 峰的细胞凋亡率分别为 6.12%、35.6%、45.7%, 表明其通过诱导 K562 细胞凋亡来抑制细胞增殖, 且可抑制多种人肿瘤细胞的增殖。

2.4 抗真菌

刘宏伟等^[26]在研究福州薯蓣活性成分抗稻瘟霉的过程中, 发现甾体皂苷类化合物具有很强的抗真菌活性。湿疹皮损表面常见致病菌为糠皮马拉色菌、金黄色葡萄球菌, 从对抗这两种真菌的物质中可望开发出治疗湿疹的新药。毛娟娟等^[27]采用牛津杯法将 1、0.5、0.250 g/mL 的绵萆薢水提取物及无菌蒸馏水分别加入到牛津杯中, 另外用药基琼脂稀释法将药液分别稀释成 0.2、0.16、0.12、0.08、0.04 g/mL 5 个浓度, 设阳性对照组 (含菌液) 和阴性对照组, 以菌种分组, 每组 7 个试管。接种后, 分别将金黄色葡萄球菌组、白色念珠菌组、糠秕马拉色菌组置 37、37、32 $^{\circ}\text{C}$ 恒温箱中孵育 1~2、1~2、5~7 d。

运用牛津杯法所测得 1、0.5、0.250 g/mL 的绵萆薢水提取物对金黄色葡萄球菌的抑菌直径分别为 11.2、10.5、9.8 mm，糠秕马拉色菌的抑菌直径分别为 10.5、9.9、9.2 mm，白色念珠菌的抑菌直径分别为 9.0、8.0、8.0 mm；应用药基琼脂稀释法发现药液对金黄色葡萄球菌、糠秕马拉色菌的最小抑菌浓度为 0.08、0.2 g/mL，而对白色念珠菌无明显抑菌作用。从而认为绵萆薢水提取物对金黄色葡萄球菌、糠秕马拉色菌有较强的抑制作用。

2.5 调血脂

郝丽萍等^[28]将 70 只高脂模型的成年 Wistar 大鼠随机分为 7 组：高脂饲料模型组、氯仿组 (0.442 g/kg)、石油醚组 (0.134 g/kg)、醋酸乙酯组 (0.122 g/kg)、正丁醇组 (0.882 g/kg)、醇提取物组 (2.000 g/kg)、辛伐他汀组 (纤维素钠 CMCC-Na)。各提取部位用 CMCC-Na 溶解，给药 3 周后测定血脂指标，发现氯仿组与模型组相比，高脂血症模型大鼠的血清总胆固醇、三酰甘油、低密度脂蛋白、三酰甘油/高密度脂蛋白、低密度脂蛋白/高密度脂蛋白比值、动脉粥样硬化指数分别降低 28.1%、38.55%、20.00%、62.44%、51.58%，血清高密度脂蛋白水平升高 7.69% ($P < 0.01$)，表明绵萆薢有明显的调血脂作用，对防治高血脂症的发生发展有积极的意义。

2.6 其他作用

有研究显示，绵萆薢液给小鼠 ip 可增加心肌对 ⁸⁶铷的吸收，从而证明其具有抗心肌缺血的作用^[29]。张克锦等^[30]在研究绵萆薢总皂苷对实验性鹌鹑动脉粥样硬化的预防作用中，发现绵萆薢总皂苷在未影响血清胆固醇水平的情况下，能够显著降低动脉粥样硬化斑块的发生率。

3 结语

目前治疗慢性前列腺炎的药物种类有限，因此仍需深入研究开发与利用中药植物药。绵萆薢最早记录于《神农本草经》，具有相当悠久的历史而且疗效显著。明代的《滇南本草》记载“治风寒，温经络，腰膝疼，遍身顽麻，利膀胱水道，赤白便浊”。尽管中医临床上主要用其与其他药味组方，治疗慢性前列腺炎、乳糜尿、风湿及类风湿性关节炎、骨关节炎及骨质疏松等症。但是，对其化学与药理作用的研究仍然不够深入，尤其作用机制方面的文献少之又少。

在化学成分方面的研究，国内外学者从该植物中分离鉴定出了 72 个化合物，主要为甾体、二芳基

庚烷、木脂素、有机酸及酯类等。但是，根据中药化学成分的复杂多样性，笔者认为其化学成分仍有待于更进一步的探索与研究，基于目前的临床应用首先要找到抗前列腺炎症的活性成分，其次应该加强抗肿瘤活性化合物的提取分离。

在药理作用方面的研究，已有的文献已经涉及到抗肿瘤、抗骨质疏松、降尿酸、降血脂、抗真菌、抗心肌缺血及预防动脉粥样硬化等。其中，抗骨质疏松作用的研究已比较完善，其所含的二芳基庚烷、木脂素、甾体皂苷均表现出较强的抗骨质疏松活性。但在其他药理作用的研究过程中主要侧重于该提取物的某个部位对该作用的影响，罕见某一特定化合物对其作用的影响；近几年分离出的新的化合物均未见显著的抗肿瘤活性；绵萆薢应用于渗水利湿药中具有显著的疗效，可在降尿酸、降血脂等药理作用及其作用机制方面进行深入探索。

因此，若进一步对于绵萆薢不同方面药理活性进行研究，加强与单一化学成分相配合的药理活性筛选，对其临床应用会有进一步的指导意义，还可为新药的研究与开发奠定基础。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 寇俊祥, 李 钊. 加味萆薢分清饮治疗痛风性关节炎临床研究 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2014, 16(3): 171-172.
- [3] 王 勇, 刘 阳, 殷 军. 中药绵萆薢的研究进展 [J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(6): 374-379.
- [4] 姜 哲, 李雪征, 李 宁, 等. 绵萆薢化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(7): 1024-1026.
- [5] 娄 伟, 陈延镛. 薯蓣属植物绵萆薢中甾体皂元的分离和鉴定 [J]. 植物学报, 1983, 25(4): 352-355.
- [6] Liu H W, Hu K, Zhao Q C, et al. Bioactive saponins from *Dioscorea futschauensis* [J]. *Pharmazie*, 2002, 57(8): 570-572.
- [7] Liu X T, Wang Z Z, Xiao W, et al. Cholestane and spirostane glycosides from the rhizomes of *Dioscorea septemloba* [J]. *Phytochem Rev*, 2008, 69: 1411-1418.
- [8] Yin J, Kouda K, Tezuka Y, et al. Steroidal glycosides from the rhizomes of *Dioscorea spongiosa* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2003, 66: 646-650.
- [9] Liu H W, Kobayashi H, Qu G X, et al. A new saponin from *Dioscorea futschauensis* [J]. *Chin Chem Lett*, 2001, 12(7): 613-616.
- [10] Yin J, Liu Y, Liu Z H, Wang X K, et al. Steroidal

- glycosides from *Dioscorea septemloba* and their inhibitory activity on bone resorbing [J]. *Asian J Trad Med*, 2006, 1(3/4): 1-4.
- [11] Liu H W, Wang S L, Cai B, et al. New furostanol glycosides from the rhizomes of *Dioscorea futschauensis* R. Kunth [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2003, 5(4): 241-247.
- [12] Liu H W, Xiong Z L, Li F M, et al. Two new pregnane glycosides from *Dioscorea futschauensis* R. Kunth [J]. *Chem Pharm Bull*, 2003, 51(9): 1089-1091.
- [13] Liu X T, Wang Z Z, Xiao W, et al. Cholestane glycosides and trihydroxy fatty acids from the rhizomes of *Dioscorea septemloba* [J]. *Planta Med*, 2010, 76: 291-294.
- [14] Yin J, Han N, Liu Z H, et al. The *in vitro* anti-osteoporotic activity of some diarylheptanoids and lignans from the rhizomes of *Dioscorea spongiosa* [J]. *Planta Med*, 2008, 74: 1451-1453.
- [15] Liu H W, Wang S L, Cai B, et al. Two new non-steroidal constituents from *Dioscorea futschauensis* R. Kunth [J]. *Pharmazie*, 2003, 58: 214-215.
- [16] Yin J, Tezuka Y, Kouda K, et al. Antiosteoporotic activity of the water extract of *Dioscorea spongiosa* [J]. *Biol Pharm Bull*, 2004, 27(4): 583-586.
- [17] 殷 军. 绵萆薢中抗骨质疏松活性成分的研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2003.
- [18] Yin J, Tezuka Y, Kouda K, et al. *In vivo* antiosteoporotic activity of a fraction of *Dioscorea spongiosa* and its constituent, 22-*O*-methylprotodioscin [J]. *Planta Med*, 2004, 70: 220-226.
- [19] Yin J, Han N, Liu Z H, et al. The *in vitro* antiosteoporotic activity of some glycosides in *Dioscorea spongiosa* [J]. *Biol Pharm Bull*, 2010, 33(2): 316-320.
- [20] 邢国胜, 娄建石, 王志彬, 等. 绵萆薢对去卵巢大鼠骨代谢改变的干预作用 [J]. 中国中药杂志, 2007, 32(18): 1909-1913.
- [21] 邢国胜, 娄建石, 于顺禄, 等. 绵萆薢对去卵巢大鼠股骨生物力学及骨形态计量学的影响 [J]. 中药材, 2008, 31(2): 272-286.
- [22] 苏筠霞, 李建华, 刘天喜, 等. 萆薢水提取物对尿酸性肾病大鼠 TNF- α 、MCP-1 和 ICAM-1 表达的影响 [J]. 中成药, 2013, 35(5): 1088-1092.
- [23] 朱立然. 萆薢总皂苷对高尿酸血症大鼠尿酸转运蛋白表达的影响 [D]. 合肥: 安徽中医药大学, 2013.
- [24] 李雪征. 绵萆薢抗肿瘤活性成分的研究 [D]. 延边: 延边大学, 2002.
- [25] 王三龙, 蔡 兵, 崔成斌, 等. 薯蓣皂苷次级皂苷 B 体外诱导 K562 细胞凋亡的研究 [J]. 癌症, 2003, 22(8): 795-800.
- [26] 刘宏伟. 海绵、福州薯蓣和齿叶黄杞的化学成分及其抗癌活性研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2003.
- [27] 毛娟娟. 绵萆薢水提取物体外抑菌活性的实验研究 [D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2014.
- [28] 胡月英. 云南抗癌中草药 [M]. 昆明: 云南人民出版社, 1982.
- [29] 郝丽萍. 绵萆薢提取物调血脂作用及其薯蓣皂苷元的含量测定方法研究 [D]. 青岛: 青岛大学, 2013.
- [30] 张克锦, 邹玉玲, 周承明. 绵萆薢总皂苷对实验性鹌鹑动脉粥样硬化的预防作用 [J]. 中草药, 1990, 21(11): 25-27.