

苋科牛膝资源植物的化学成分研究进展

廖彭莹^{1,2}, 王东¹, 杨崇仁^{1,3}, 张颖君^{1*}

1. 中国科学院昆明植物研究所 植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室, 云南 昆明 650201

2. 广西中医药大学, 广西 南宁 530001

3. 维和生物技术研发中心, 云南 玉溪 653100

摘要: 牛膝药用历史悠久, 以“牛膝”冠名的药用植物很多。已进行较为深入的化学成分研究的4种牛膝分别属于牛膝属牛膝 *Achyranthes bidentata*、粗毛牛膝 *A. aspera* 和杯苋属川牛膝 *Cyathula officinalis*、头花杯苋 *C. capitata*, 不同种属的牛膝之间化学成分组成具有一定的相似性。现对苋科牛膝资源植物的化学成分研究进展综述, 为牛膝药材的规范使用提供一定的科学依据。

关键词: 苋科; 牛膝; 资源植物; 牛膝属; 杯苋属

中图分类号: R282.71

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2013)14-2019-08

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.14.029

Research progress in chemical constituents in plant resources of *Achyranthis Bidentatae Radix* from Amaranthaceae family

LIAO Peng-ying^{1,2}, WANG Dong¹, YANG Chong-ren^{1,3}, ZHANG Ying-jun¹

1. State Key Laboratory of Phytochemistry and Plant Resources in West China, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China

2. Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530001, China

3. Weihe Biotech Research and Development Center, Yuxi 653100, China

Key words: Amaranthaceae; *Achyranthis Bidentatae Radix*; plant resources; *Achyranthes* L.; *Cyathula* Blume

牛膝始载于《神农本草经》, 陶弘景释名为“其茎有节似牛膝”, 即药名相形之义。牛膝常用品种有苋科牛膝属植物牛膝 *Achyranthes bidentata* Blume 和杯苋属植物川牛膝 *Cyathula officinalis* Kuan。《中国药典》2010年版收载了这两种药材, 二者虽然药名相近, 但功能不甚相同, 前者补肝肾、强筋骨; 后者通利关节、利尿通淋。因此, 在药材市场流通和临床用药中要加以区别。“牛膝”之名出现在诸多药材名中, 如土牛膝、味牛膝、白牛膝、麻牛膝等, 其中既有《中国药典》收载的品种, 还包含民间草药, 除了有苋科植物外, 还有菊科、石竹科等的药用植物, 造成牛膝药材品种混杂, 时常出现同名异物的情况, 市场上亦常有牛膝的代用品、混用品销售, 给中药材市场的规范和临床用药安全都带来了

一定难度。为了科学合理地使用牛膝, 改变牛膝种源的混乱现状, 达到促进合理利用牛膝资源植物的目的, 本文整理了苋科中以“牛膝”冠名的药用植物的研究资料, 综述其化学成分研究进展, 可为规范牛膝药材市场提供一定的理论依据。

1 苋科牛膝的资源植物^[1]

苋科中以“牛膝”冠名的药用植物见表1。

2 苋科牛膝资源植物的化学成分研究概况

苋科牛膝的资源植物有8种, 涉及3个属: 牛膝属 *Achyranthes* L.、杯苋属 *Cyathula* Blume、白花苋属 *Aerva* Forsk.。其中牛膝属的牛膝和杯苋属的川牛膝为《中国药典》2010年版收载品种, 二者的化学成分已有较多研究报道, 而钝叶土牛膝、白花苋至今尚无化学成分方面的研究报道。柳叶牛膝和红

收稿日期: 2013-02-20

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAI29B06)

作者简介: 廖彭莹(1984—), 女, 理学硕士, 讲师, 研究方向为中药化学。

*通信作者 张颖君(1968—), 女, 研究员, 博士生导师, 研究方向为药用及茶用植物的化学、生物活性和资源研究。

Tel: (0871)65223235 E-mail: zhangyj@mail.kib.ac.cn

表1 以牛膝冠名的苋科药用植物

Table 1 Medicinal plants named with “*Achyranthis Bidentatae Radix*” from Amaranthaceae family

植物名	拉丁学名	属名	冠以“牛膝”的俗名	其他俗名
牛膝	<i>Achyranthes bidentata</i>	牛膝属	牛膝、铁牛膝、杜牛膝、怀牛膝、土牛膝、淮牛膝、红牛膝	
粗毛牛膝	<i>A. aspera</i>	牛膝属	土牛膝、白基牛膝	倒扣草、鸡豚草、土常山、牛舌大黄、牛舌头、鱼鳞菜、倒钩草、倒梗草、牛七风
柳叶牛膝	<i>A. longifolia</i>	牛膝属	土牛膝、杜牛膝、山牛膝、剪刀牛膝、红牛膝、龙牛膝	苏木红、荔枝红、透血红
钝叶土牛膝	<i>A. aspera</i> var. <i>indica</i>	牛膝属	土牛膝、杜牛膝	
红褐粗毛牛膝	<i>A. aspera</i> var. <i>rubro-fusca</i>	牛膝属	云牛膝、褐叶土牛膝、紫茎牛膝、昆明土牛膝、拐牛膝	鸡豚草
白花苋	<i>Aerva sanguinolenta</i>	白花苋属	白牛膝、土牛膝、怀牛膝	烂脚蒿
川牛膝	<i>Cyathula officinalis</i>	杯苋属	川牛膝、牛膝、天全牛膝、都牛膝、米心牛膝、家牛膝、大牛膝、拐牛膝、甜牛膝	
头花杯苋	<i>C. capitata</i>	杯苋属	麻牛膝、苦麻牛膝、金河牛膝、白牛膝	千把钩

褐粗毛牛膝仅报道了含有蜕皮甾酮 (ecdysterone) 和牛膝甾酮 (inokosterone) [2]。现将已有研究报道的 4 种牛膝资源植物: 牛膝、粗毛牛膝、川牛膝和头花杯苋的化学成分研究概况进行综述。

2.1 牛膝的化学成分

牛膝分布于我国除东北以外的广大地区, 以河南产的怀牛膝质量最好, 为地道药材。2000 年至今, 已从牛膝分离的化学成分有皂苷类、甾酮类等。

2.1.1 皂苷类成分 已从牛膝根部获得了 30 余种

三萜皂苷类成分 (1~34, 见图 1 和表 2) [3-12], 苷元均为齐墩果烷型五环三萜, 其 C-3 位或 C-28 位与糖相连。此外, 孟大利等 [13] 首次分离到 C-28 位羧基被降解的 28-norolean-17-en-3-ol (35); Yang 等 [14] 首次分离到 hederagenin-28-O-β-D-glucopyranosyl ester (36); Tatsuro 等 [15] 分离到 achyranthoside A (26) 和 achyranthoside I (4) 的磺酸化衍生物 sulfachyranthosid B (37) 和 sulfachyranthoside D (38), 磺酸基取代在 C-28 位葡萄糖基的 C-4 位上。

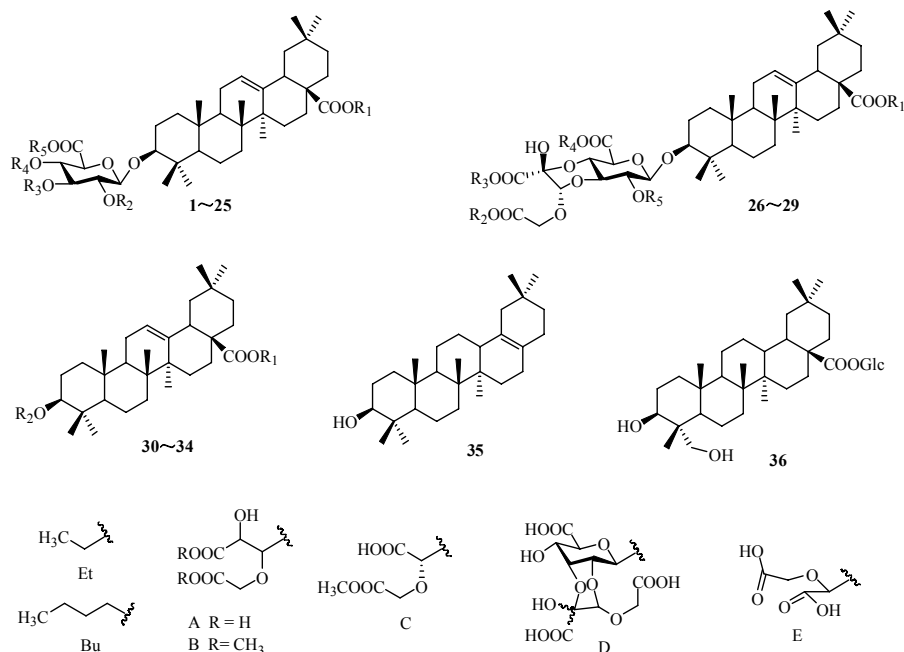


图1 牛膝中的五环三萜及其苷类化合物结构

Fig. 1 Structures of pentacyclic triterpenes and their glycosides from *A. bidentata*

表2 牛膝中的五环三萜及其苷类化合物

Table 2 Pentacyclic triterpenes and their glycosides from *A. bidentata*

序号	化合物名称	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	文献
1	oleanolic acid 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucuronopyranoside	H	H	H	H	H	3
2	oleanolic acid 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucuronopyranoside-6- <i>O</i> -butyl ester	H	H	H	H	Bu	4
3	oleanolic acid 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucuronopyranoside-6- <i>O</i> -methyl ester	H	H	H	H	CH ₃	4
4	achyranthoside I	Glc	Glc	A	H	H	5
5	achyranthoside II	H	H	A	H	H	5
6	achyranthoside C	Glc	H	A	H	H	12
7	achyranthoside C dimethyl ester	Glc	H	B	H	H	6
8	achyranthoside C butyl dimethyl ester	Glc	H	B	H	Bu	6
9	achyranthoside D trimethyl ester	Glc	Glc	B	H	CH ₃	6
10	achyranthoside E	Glc	H	C	H	H	7
11	achyranthoside E trimethyl ester	Glc	H	B	H	CH ₃	6
12	achyranthoside E dimethyl ester	Glc	H	B	H	H	6
13	achyranthoside E butyl methyl ester	Glc	H	C	H	Bu	6
14	chikusetsusaponin IV	Glc	H	H	Ara	H	12
15	chikusetsusaponin IV a	Glc	H	H	H	H	3
16	chikusetsusaponin IV a methyl ester	Glc	H	H	H	CH ₃	3
17	chikusetsusaponin IV a butyl ester	Glc	H	H	H	Bu	3
18	chikusetsusaponin IV a ethyl ester	Glc	H	H	H	Et	4
19	chikusetsusaponin V	Glc	Glc	H	H	H	8
20	chikusetsusaponin V methyl ester	Glc	Glc	H	H	CH ₃	9
21	chikusetsusaponin V butyl ester	Glc	Glc	H	H	Bu	8
22	28-deglucosyl achyranthoside D methyl ester	H	Glc	B	H	CH ₃	3
23	3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranosyl-(1→3)-β- <i>D</i> -glucopyranosyl-oleanoic acid-28- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranosyl ester	Glc	H	Glc	H	CH ₃	6
24	zingibroside R ₁	H	Glc	H	H	H	8
25	momordin IIa	Glc	H	Rha	H	CH ₃	6
26	achyranthoside A	Glc	H	H	H	H	7
27	achyranthoside A trimethyl ester	Glc	H	CH ₃	CH ₃	CH ₃	6
28	achyranthoside III	Glc	H	H	H	H	10
29	achyranthoside IV	H	H	H	H	H	10
30	3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucosyl-oleanoic acid-28- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucosyl ester	Glc	Glc				4
31	chikusetsusaponin I	Glc	H				4
32	oleanolic acid	H	H				4
33	bidentatoside I	Glc	D				11
34	bidentatoside II	Glc	E				9

2.1.2 甾酮类成分 甾酮类成分具有甾体母核, 结构变化主要在 17 位侧链。已获得的甾酮类成分^[3,16-22]包括: 牛膝甾酮 (39)、蜕皮甾酮 (40)、polypodine B (41)、podecdysone C (42)、stachysterone A (43)^[19]、旌节花甾酮 D (44)、红苋甾酮 (45)、

achyranthesterone A (46)、25, 26-二去氢坡那甾酮 A (47)、旌节花甾酮 C (48)、漏芦甾酮 B (49)^[16]、2β, 3β, 20β, 22α, 25-五羟基-8, 14-二烯-胆甾-6-酮 (50)^[18]、(20*R*, 22*R*)-2β, 3β, 20, 22, 26-pentahydroxycholestan-7, 12- dien-6-one (51)^[20] (图2和表3)。

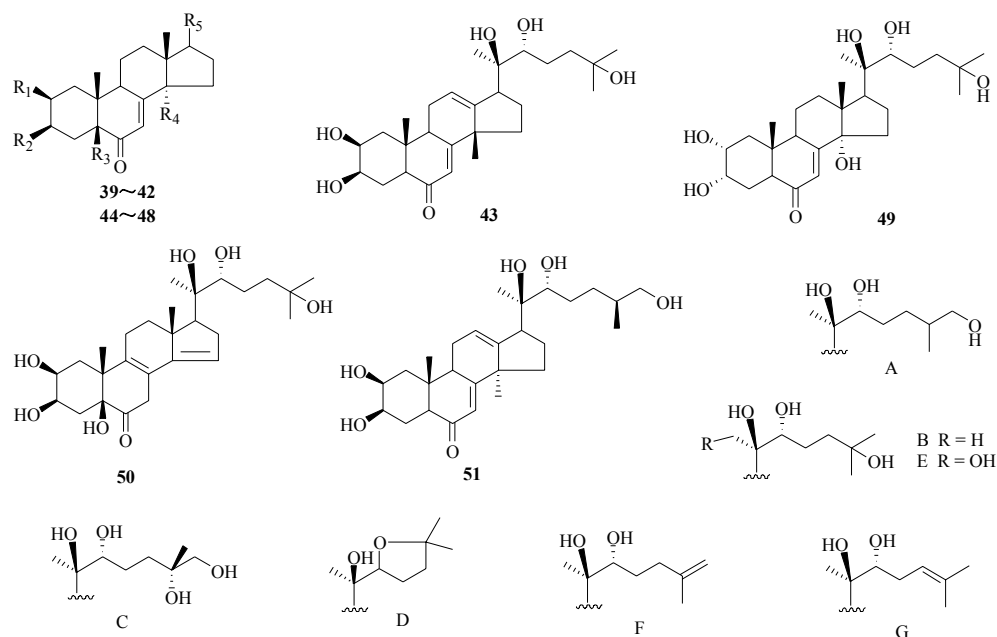


图2 牛膝中的甾酮类化合物结构

Fig. 2 Structures of sterones from *A. bidentata*

表3 牛膝中的甾酮类化合物

Table 3 Sterones from *A. bidentata*

序号	化合物名称	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	文献
39	牛膝甾酮 (inokosterone)	OH	OH	H	OH	A	3
40	蜕皮甾酮 (ecdysterone)	OH	OH	H	OH	B	18
41	polypodine B	OH	OH	OH	OH	B	17
42	podecdysone C	OH	OH	H	OH	C	19
44	旌节花甾酮 D (stachysterone D)	OH	OH	H	OH	D	17
45	红菟甾酮 (rubrosterone)	OH	OH	H	OH	=O	16
46	achyranthesterone A	OH	OH	OH	OH	E	17
47	25, 26-二去氢坡那甾酮 A (25, 26-dehydroponasterone A)	OH	OH	H	OH	F	24
48	旌节花甾酮 C (stachysterone C)	OH	OH	H	OH	G	25

2.1.3 其他成分 汪涛等^[23]对牛膝的水溶性部位进行了研究,分离到正丁基吡喃果糖苷、尿囊素和谷氨酸。孟大利等^[13,24-25]分离到 5-羟甲基糠醛、环(酪氨酸-亮氨酸)、环(亮氨酸-异亮氨酸)、杜鹃花酸、琥珀酸及京尼平苷 A、蔗糖和葡萄糖。Yang 等^[14]分得 2 个阿魏酰胺苷,其中 *N-trans-feruloyl-3-methoxytyramine-4'-O-β-D-glucopyranoside* 为新化合物,还分离到小檗碱、邻苯二甲酸二丁酯^[21]。董琴琴等^[26]从牛膝种子中分离出 *N*-反式-阿魏酰酪胺、亚油酸甘油酯、麦角甾-7, 22-二烯-3β, 5α, 6β-三醇及胡萝卜苷。

2.2 粗毛牛膝的化学成分

粗毛牛膝分布于我国华南、西南等地,具有活血化瘀、利尿通淋、清热解表的功效。其常在市场

上以牛膝代用品的形式流通。粗毛牛膝也富含五环三萜及其苷类成分(52~61)^[27-31],迄今分离到的三萜及其苷类化合物结构见图3及表4。

从粗毛牛膝中也分离到蜕皮甾酮(40)^[30],以及一个新的黄酮苷 quercetin-3-*O*-β-*D*-galactoside^[30]

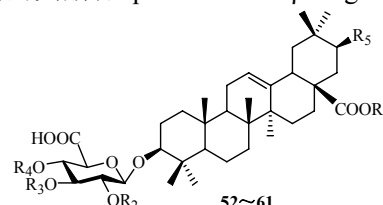


图3 粗毛牛膝中的五环三萜及其苷类化合物结构

Fig. 3 Structures of pentacyclic triterpenes and their glycosides from *A. aspera*

表4 粗毛牛膝中的五环三萜及其苷类化合物

Table 4 Pentacyclic triterpenes and their glycosides from *A. aspera*

序号	化合物名称	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	文献
52	achyranthes saponin A	H	H	H	Rha(1→4)-Glc	H	28
53	achyranthes saponin B	Gal	H	H	Rha-(1→4)-Glc	H	28
54	achyranthes saponin C	Glc	H	H	Rha	H	29
55	achyranthes saponin D	Glc	H	H	Rha-(1→4)-Glc	H	29
56	β-D-glucosyl-3-[β-D-glucopyranuronosyloxy] oleanolate	Glc	H	H	H	H	30
57	β-D-glucosyl-3-[α-L-rhamnosyl-(1→3)-(β-D-glucopyranuronosyloxy)]-oleanate	Glc	H	Rha	H	H	30
58	β-D-glucosyl-3-[β-D-galactosyl(1→2)-(β-D-glucopyranuronosyloxy)]-oleanate	Glc	Gal	H	H	H	30
59	β-D-glucosyl-3-[β-D-galactosyl(1→3)-(β-D-glucopyranuronosyloxy)]-oleanate	Glc	H	Gal	H	H	31
60	β-D-glucosyl-3β-[O-α-L-rhamnosyl-(1→3)-O-β-D-glucopyranuronosyloxy]-machaerinate	Glc	H	Rha	H	OH	30
61	β-D-glucosyl-3β-[O-β-D-galactosyl-(1→2)-O-α-D-glucopyranuronosyloxy]-machaerinate	Glc	Gal	H	H	OH	30

和脂肪族化合物 16-hydroxy-26-methyl-heptacosan-2-one、27-cyclohexyl-heptacosan-7-ol^[31]和 36, 47-dihydroxyhenpentacontan-4-one^[32]。

2.3 川牛膝的化学成分

川牛膝分布于四川、云南等地，具有活血祛瘀、祛风利湿的功效。Zhou 等^[33-36]对其根部进行化学成分研究，发现其所含成分类型也以五环三萜及其苷类和甾酮类为主。

从川牛膝中已分离到的三萜及其苷类化合物部分结构见图4及表5，此外还有 3-O-β-D-glucopyranosyl oleanolic acid (65) 和 28-O-β-D-glucuronopyranosyl-(1→4)-β-D-glucopyranosyl heder-

agenin (66)。其中有3个化合物与牛膝中分离的化合物相同，分别为1、15、16，有1个化合物与粗毛牛膝中分离的化合物(57)相同。

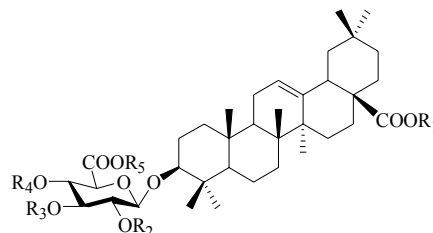


图4 川牛膝中的五环三萜及其苷类化合物结构

Fig. 4 Structure of pentacyclic triterpenes and their glycosides from *C. officinalis*

表5 川牛膝中的五环三萜及其苷类化合物

Table 5 Pentacyclic triterpenes and their glycosides from *C. officinalis*

序号	化合物名称	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	文献
62	3-O-[α-L-rhamnopyranosyl-(1→3)-(n-butyl-β-D-glucopyranosiduronate)]-28-O-β-D-glucopyranosyl oleanolic acid	Glc	H	Rha	H	Bu	33
63	3-O-[α-L-rhamnopyranosyl-(1→3)-(β-D-glucuronopyranosyl)] oleanolic acid	H	H	Rha	H	H	33
64	3-O-[β-D-glucopyranosyl-(1→2)-α-L-rham-nopyranosyl-(1→3)-β-D-glucuronopyranosyl]-28-O-β-D-glucopyranosyl oleanolic acid	Glc	H	Glc-(1→2)-Rha	H	H	33

从川牛膝中已分离到的甾酮类化合物^[34]包括杯苋甾酮 cyasterone (67)、isocyasterone (68)、28-*epi*-cyasterone (69)、25-*epi*-28-*epi*-cyasterone (70)、24-hydroxycyasterone(71)、sengosterone(72)、amarasterone A(73)、precyasterone(74)、makisterone B(75)和 2, 3-isopropylidene cyasterone (76)、2, 3-isopropylidene isocyasterone (77)，结构见图5。它们与牛膝中的甾酮类化合物结构有明显差异，这

可能与二者药效的差异相关。

此外，Zhou 等^[34]首次分离到 4-[(1-乙氧基-2-羟基)-乙基-苯酚、N-[(3, 4, 5-三甲氧基)]-苯基-甲酰胺、丁二酸、对羟基苯甲酸、大豆苷、葛根苷和苯基-1-β-D-葡萄糖苷。Liu 等^[36]分离到一个新的杂环化合物 5, 5'-diisobutoxy-2, 2'-bifuran。

2.4 头花杯苋的化学成分

头花杯苋分布于我国四川、云南、西藏等地，

具有祛风湿、逐瘀血的功效，常与川牛膝混用或作川牛膝的代用品。近几年没有对其化学成分方面的研究报道，仅在 20 世纪 70 年代有学者从其根部分离到 9 个甾酮类化合物：cyasterone (67)、

isocyasterone (68)、sengosterone (72)、amarasterone A (73)、precyasterone (74)、*epi*-cyasterone (78)、poststerone (79)、capitasterone (80)、amarasterone B (81) [37-39]。部分化合物结构见图 6。

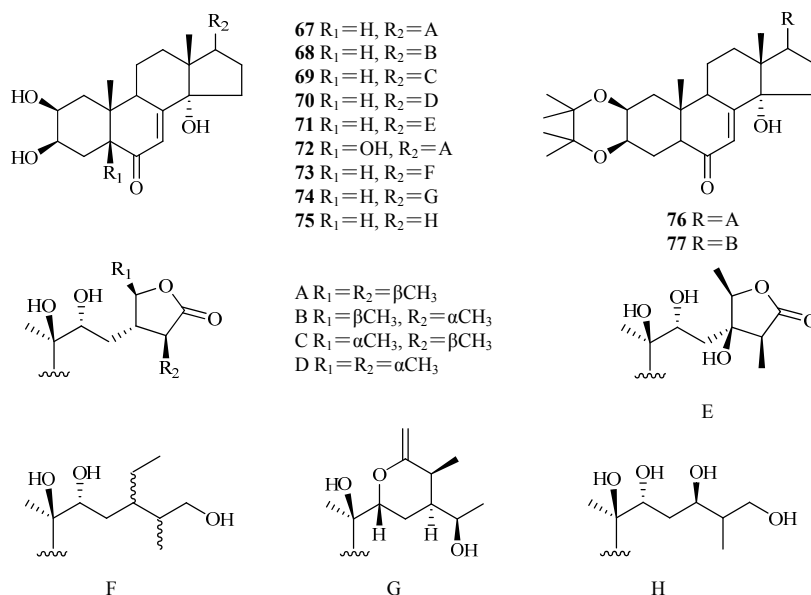


图 5 川牛膝中的甾酮类化合物结构

Fig. 5 Structures of sterones from *C. officinalis*

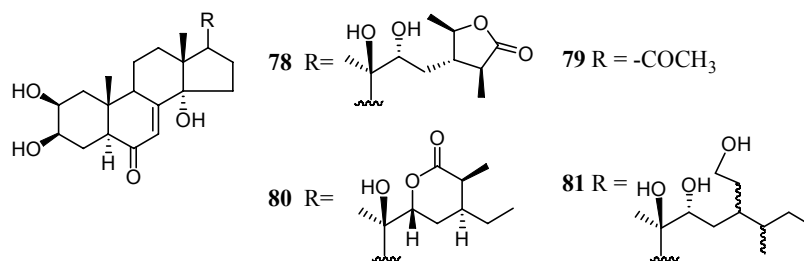


图 6 头花杯苣中的甾酮类成分结构

Fig. 6 Structures of sterones from *C. capitata*

3 结语

综述了 4 种苋科牛膝的资源植物化学成分研究概况，化学成分类型以五环三萜及其苷类和甾酮类为主，成分结构骨架相似，但不同属牛膝之间成分结构差异明显，如牛膝和川牛膝的甾酮类成分尽管结构骨架相似，但 17 位取代基差异显著，提示二者的药效物质基础不同，因而功效有别。中药的同名异物现象十分常见，消除同名异物现象，规范我国中药材名称，有利于更好地认识和利用药材。就牛膝的资源植物而言，目前除了对《中国药典》收录的牛膝和川牛膝化学成分研究较多外，其余药材的化学成分研究较少甚至没有。对具有同一俗名的药

材资源植物进行化学成分的的系统性对比研究，有利于揭示它们不同的药效物质基础，探讨成分差异与药理作用差异的相关性，有助于消除同名异物现象，进一步规范药材的流通和使用。

参考文献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草》编辑委员会. 中华本草 [M]. 上海: 上海科学出版社, 1999.
- [2] Takemoto T, Ogawa S, Nishimoto N, *et al.* Studies on the constituents of *Achyranthes Radix* VII. The insect-moulting substances in *Achyranthes* and *Cyathula* genera “supplement” [J]. *Yakugaku Zasshi*, 1968, 88: 1293-1297.

- [3] 祁乃喜, 贾淑萍, 郝志芳, 等. 怀牛膝成分的分离与鉴定 [J]. 中国药物化学杂志, 2005, 15(3): 162-166.
- [4] 李 娟, 毕志明, 肖雅洁, 等. 怀牛膝的三萜皂苷成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2007, 42(3): 178.
- [5] 王广树, 周小平, 杨晓虹, 等. 牛膝中酸性三萜皂苷成分的分离与鉴定 [J]. 中国药物化学杂志, 2004, 14(1): 40-42.
- [6] Li J X, Hareyama T, Tezuka Y, *et al.* Five new oleanolic acid glycosides from *Achyranthes bidentata* with inhibitory activity on osteoclast formation [J]. *Planta Med*, 2005, 71: 673-679.
- [7] 贾淑萍, 俞智勇, 郝志芳, 等. 怀牛膝根成分的分离与鉴定 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31 (15): 1244-1247.
- [8] 鲁 磊, 冯 锋, 柳文媛, 等. 怀牛膝成分的分离与鉴定 [J]. 药学与临床研究, 2007, 15(3): 202-204.
- [9] Mitaine-Offer A C, Marouf A, Hanquet B, *et al.* Two triterpene saponins from *Achyranthes bidentata* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2001, 49: 1492-1494.
- [10] 王广树, 丛登立, 杨锦竹, 等. 牛膝中三萜皂苷的研究 [J]. 中国药物化学杂志, 2005, 15(4): 224-226.
- [11] Mitaine-Offer A C, Marouf A, Pizza C, *et al.* Bidentatoside I, a new triterpene saponin from *Achyranthes bidentata* [J]. *J Nat Prod*, 2001, 64: 243-245.
- [12] Wei H L, Li Y J, Chen J, *et al.* Triterpenoid saponins in roots of *Achyranthes bidentata* [J]. *Chin J Nat Med*, 2012, 10(2): 98-101.
- [13] 孟大利, 吉 双, 张予川, 等. 牛膝中萜类及糖类成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2009, 26(5): 21-25.
- [14] Yang L, Jiang H, Wang Q H, *et al.* A new feruloyl tyramine glycoside from the roots of *Achyranthes bidentata* [J]. *Chin J Nat Med*, 2012, 10(1): 16-19.
- [15] Tatsuro H, Yuji N, Yuji H, *et al.* Two new sulfated oleanan saponins from *Achyranthes* root [J]. *J Nat Med*, 2012, DOI 10. 1007/s11418-012-0684-5.
- [16] 孟大利, 侯柏玲, 汪 毅, 等. 中药牛膝中的植物甾酮类成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23(9): 562-564.
- [17] Meng D L, Li X, Wang J H, *et al.* A new phytosterone from *Achyranthes bidentata* Bl. [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2005, 7: 181-184.
- [18] 林大专, 王广树, 杨晓虹, 等. 牛膝中新蜕皮甾酮类成分的研究 [J]. 中国药学杂志, 2006, 41(17): 1295-1297.
- [19] 赵婉婷, 孟大利, 李 铤, 等. 牛膝的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(4): 207-210.
- [20] Li X, Zhao W, Meng D, *et al.* A new phytosterone from the roots of *Achyranthes bidentata* [J]. *Fitoterapia*, 2007, 78: 607-608.
- [21] 杨 柳, 姜 海, 杨炳友, 等. 怀牛膝中化学成分的分离与鉴定 [J]. 中医药信息, 2012, 29(1): 22-24.
- [22] 王秋红, 杨 柳, 姜 海, 等. 怀牛膝中甾酮类成分的分离与鉴定 [J]. 中医药信息, 2012, 40(1): 69-71.
- [23] 汪 涛, 崔书亚, 索有瑞, 等. 怀牛膝水溶性化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2004, 29 (7): 649-652.
- [24] 孟大利, 李 铤, 熊印华, 等. 中药牛膝中化学成分的研究 [J]. 沈阳药科大学学报, 2002, 19(1): 27-30.
- [25] 孟大利, 张 毅, 李 宁, 等. 中药牛膝化学成分的分析与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2008, 25(5): 27-30.
- [26] 董琴琴, 颜 健, 郑梦斐, 等. 牛膝种子化学成分研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2010, 18(5): 569-572.
- [27] Hariharan V, Rangaswami S. Structure of saponins A and B from the seeds of *Achyranthes aspera* [J]. *Phytochemistry*, 1970, 9: 409-414.
- [28] Seshadri V, Batta A K, Rangaswami S. Structures of two new saponins from *Achyranthes aspera* [J]. *Indian J Chem*, 1981, 20B: 773-775.
- [29] Michl G, Abebe D, Bucar F, *et al.* New triterpenoid saponins from *Achyranthes aspera* Linn [J]. *Helv Chim Acta*, 2000, 83: 359-363.
- [30] Kunert O, Haslinger E, Schmid M G, *et al.* Three saponins, a steroid, and a flavanol glycoside from *Achyranthes aspera* [J]. *Monatsh Chem*, 2000, 131: 195-204.
- [31] Misra T N, Singh R S, Pandey H S, *et al.* Two long chain compounds from *Achyranthes aspera* [J]. *Phytochemistry*, 1993, 33: 221-223.
- [32] Misra T N, Singh R S, Pandey H S, *et al.* An aliphatic dihydroxyketone from *Achyranthes aspera* [J]. *Phytochemistry*, 1991, 30: 2076-2078.
- [33] Zhou R, Li B G, Zhang G L. Chemical study on *Cyathula officinalis* Kuan [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2005, 7: 245-252.
- [34] Zhou R, Li B G, Zhang G L. Glycosides from roots of *Cyathula officinalis* Kuan [J]. *J Integr Plant Biol*, 2005,

- 47(3): 368-374.
- [35] Okuzumi K, Hara N, Uekusa H, *et al.* Structure elucidation of cyasterone stereoisomers isolated from *Cyathula officinalis* [J]. *Org Biomol Chem*, 2005, 3: 1227-1232.
- [36] Liu J, Xu J, Zhao X J, *et al.* A new heterocyclic compound from *Cyathula officinalis* Kuan [J]. *Chin Chem Lett*, 2010, 21(1): 70-72.
- [37] Hikino H, Nomoto K, Takemoto T. Poststerone, a metabolite of insect metamorphosing substances from *Cyathula capitata* [J]. *Steroids*, 1970, 16: 393-400.
- [38] Hikino H, Nomoto K, Takemoto T. Structure of sengosterone, a novel C29 insect-moulting substance from *Cyathula capitata* [J]. *Tetrahedron Lett*, 1969, 18: 1417-1420.
- [39] Hikino H, Nomoto K, Takemoto T. Isocyasterone, an insect metamorphosing substance from *Cyathula capitata* [J]. *Phytochemistry*, 1971, 10: 3173-3178.