

乌苏烷型降三萜类化合物研究进展

宋乐苓^{1,2}, 王凤玲^{2,3,4}, 王 燕^{2,3,4}, 张浩超^{1,2}, 孙敬勇^{2,3,4*}

1. 济南大学 山东省医学科学院 医学与生命科学学院, 山东 济南 250200

2. 山东省医学科学院药物研究所, 山东 济南 250062

3. 国家卫生部生物技术药物重点实验室, 山东 济南 250062

4. 山东省罕见病重点实验室, 山东 济南 250062

摘 要: 乌苏烷型降三萜是在乌苏烷三萜碳骨架上减少 1 个或几个甲基, 按其缺少甲基的位置可分为 23-降、24-降、28-降、29-降、30-降、2-降、3-降和 3,24-降 8 种类型。其药理活性包括抗癌、抗炎、抗菌和抑制酰基辅酶 A-胆固醇酰基转移酶 (ACAT) 等。结合国内外有关乌苏烷型降三萜类化合物的文献, 对乌苏烷型降三萜类化合物的植物分布、化学结构特征及药理活性 3 方面进行综述, 为此类化合物的进一步研究提供参考依据。

关键词: 乌苏烷型降三萜; 抗癌; 抗炎; 抗菌; 酰基辅酶 A-胆固醇酰基转移酶

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2017)22-4826-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.22.035

Research progress on nor-ursane triterpenes

SONG Le-ling^{1,2}, WANG Feng-ling^{2,3,4}, WANG Yan^{2,3,4}, ZHANG Hao-chao^{1,2}, SUN Jing-yong^{2,3,4}

1. School of Medicine and Life Sciences, University of Jinan-Shandong Academy of Medical Sciences, Jinan 250200, China

2. Institute of Materia Medica, Shandong Academy of Medical Sciences, Jinan 250062, China

3. Key Laboratory for Biotech-Drugs Ministry of Health, Jinan 250062, China

4. Key Laboratory for Rare & Uncommon Diseases of Shandong Province, Jinan 250062, China

Abstract: Nor-ursane triterpenes are formed by the reduction of one or several methyl groups on the ursane triterpene carbon skeleton. According to the position of vacant methyl, they can be divided into eight types, including 23-nor, 24-nor, 28-nor, 29-nor, 30-nor, 2-nor, 3-nor, and 3,24-nor. Moreover, nor-ursane triterpenes have several pharmacological effects such as anti-cancer, anti-inflammatory, anti-bacterial, inhibition of acyl cholesterol acyl transferase (ACAT) and so on. In this study, more than 30 relevant literatures of nor-ursane triterpenoid compounds at home and abroad were reviewed. The plant distribution, pharmacological activity and structural characteristics of nor-ursane triterpenes were studied. Therefore, this review may provide the basis for further study of this type of compound.

Key words: nor-ursane triterpenes; anti-cancer; anti-inflammatory; anti-bacterial; acyl cholesterol acyl transferase

乌苏烷型三萜类化合物又称 α -香树脂烷型三萜, 这些化合物大多是乌苏酸衍生物, 乌苏烷型降三萜是在乌苏烷三萜的骨架上去掉 1 个或几个甲基。已有 50 多种乌苏烷型降三萜相继从植物中分离出来, 其中一些具有潜在的生物活性。目前关于乌苏烷型降三萜类化合物的报道仅限于化学成分的分

离、提取, 结构鉴定和药理活性的筛选, 并无对此类型化合物的系统总结, 因此, 本文对乌苏烷型降

1 乌苏烷型降三萜在植物中的分布

由表 1 可知乌苏烷型降三萜在五加科乔木状树参 *Pseudopanax arboretum* (Murr.) Allan^[1]、柿科金苹果 *Diospyros decandra* Lour^[2]和萝藦科南方球兰 *Hoya australis* R. Br. ex J. Trail^[3]中分布较广, 在夹

收稿日期: 2017-07-07

基金项目: 山东省高等学校科技计划项目 (J15LM07); 山东省医学科学院医药卫生科技创新工程

作者简介: 宋乐苓 (1993—), 女, 在读硕士, 研究方向为天然药物化学。Tel: 15105415979 E-mail: 956759610@qq.com

*通信作者 孙敬勇 (1970—), 男, 副研究员, 研究方向为天然药物化学。Tel: (0531)82919963 E-mail: sunjingyong08@hotmail.com

竹桃科糖胶树 *Alstonia scholaris* Linn. R. Br.^[4]、杉科羊蹄 *Rumex japonicus* Houtt.^[5]、冬青科苦丁茶冬青 *Ilex kudincha* C. J. Tseng^[6]和梅叶冬青 *I. asprella* (Hook. et Arn.) Champ. ex. Benth.^[7]、珙桐科珙桐 *Davidia involucrata* Baill^[8]、马钱科钩吻 *Gelsemium elegans* (Gardnet. et Champ) Benth.^[9]、蔷薇科金樱子 *Rosa laevigata* Michx^[10]和白叶莓 *Rubus innominatus* S. Moore^[11]等植物中也有较为广泛的分布,甚至在加拿大海岸的原油中也发现了此类化合物^[12]。

2 乌苏烷型降三萜的结构特征

乌苏烷型降三萜是在乌苏烷三萜的 30 碳骨架上去掉 1 个或几个甲基,按缺少碳原子的个数分为一降、二降,按其缺少甲基的位置可分为 23-降(a)型、24-降(b)型、28-降(c)型、29-降(d)型、30-降(e)型、2-降(f)型、3-降(g)型、3,24-降(h)型 8 种类型,从表 1 可以看出化合物大多数为一降,其中 24-降、28-降居多。代表化合物结构见图 1。

表 1 乌苏烷型降三萜在植物中的分布

Table 1 Distribution of nor-ursane triterpenoids in plants

编号	名称	类型	植物来源	科名	文献
1	2 β ,3 β ,19 α ,24-tetrahydroxy-23-norurs-12-en-28-oic acid	a	<i>Symplocos hinensis</i>	山矾科	13
2	2 α ,19 α -dihydroxy-3-oxo-23-norurs-12-en-28-oic acid	a	<i>Triumfett cordifolia</i>	椴树科	14
3	3 β ,19 α ,24-trihydroxy-23-norurs-12-en-28-oic acid	a	<i>Emmenopterys henryi</i>	茜草科	15
4	2 α ,3 α ,19 α -trihydroxy-24-norurs-4(23),12-dien-28-oic acid	b	<i>R. japonicus</i>	杉科	5
5	4(R),23-epoxy-2 α ,3 α ,19 α -trihydroxy-24-norurs-12-en-28-oic acid	b	<i>R. japonicus</i>	杉科	5
6	2 α ,3 β -dihydroxy-24-nor-urs-4(23),11-dien-28,13 β -olide (ilekudinol A)	b	<i>I. kudincha</i> <i>Weigela subsessilis</i>	冬青科 忍冬科	6 16
7	2 α ,3 β -dihydroxy-24-nor-urs-4(23),12-dien-28-oic acid (ilekudinol B)	b	<i>I. kudincha</i> <i>W. subsessilis</i>	冬青科 忍冬科	6 16
8	3-oxo-24-norurs-12-en-28-oate	b	<i>P. arboreum</i>	五加科	1
9	trimethyl-24-nor-2,3-secours-12-ene-2,3,28-trioate	b	<i>P. arboreum</i>	五加科	1
10	methyl-2-hydroxy-3-oxo-24-norursa-1,4,12-trien-28-oate	b	<i>P. arboreum</i>	五加科	1
11	6,12-dihydroxy-11R-methoxy-24-norurs-12-en-3-one	b	<i>Microtropis japonica</i>	卫矛科	17
12	3 β -acetate-24-norurs-4,12-dieneester triterpene	b	<i>A. scholaris</i>	夹竹桃科	4
13	3 β -hydroxy-24-norurs-4,12,28-triene triterpene	b	<i>A. scholaris</i>	夹竹桃科	4
14	24-nor-12-ursene	b	<i>Cressa cretica</i> <i>Haloxylon salicornicum</i>	旋花科 藜科	18 19
15	3 β -acetate-24-norurs-4,12,20-triene ester triterpene	b	<i>A. scholaris</i>	夹竹桃科	20
16	24-norurs-12-en-3-one	b	<i>Boswellia carterii</i>	橄榄科	21
17	11-oxo-24-norursa-3,9(11),12-triene	b	<i>Boswellia carterii</i>	橄榄科	21
18	11,12-epoxy-2,6 β ,20-trihydroxy-24-norursa-1,4-dien-3-on-(28 $\rightarrow$ 13)-olide	b	<i>I. asprella</i>	冬青科	7
19	11,12-epoxy-2,6 β -dihydroxy-24-norursa-1,4,20(30)-trien-3-on-(28 $\rightarrow$ 13)-olide	b	<i>I. asprella</i>	冬青科	7
20	11,12-epoxy-2,6 β -dihydroxy-24-norursa-1,4,20-dien-3-on-(28 $\rightarrow$ 13)-olide	b	<i>I. asprella</i>	冬青科	7,22
21	3-oxo-2,19-dihydroxy-24-norurs-1,4,12-trien-28-oic acid (knoxivalic acid A)	b	<i>Knoxia valerianoides</i>	茜草科	23
22	2-oxo-3 β ,19 α -dihydroxy-24-norurs-12-en-28-oic acid	b	<i>D. decandra</i>	柿科	2
23	2-oxo-3 β ,19 α ,22 α -trihydroxy-24-norurs-12-en-28-oic acid	b	<i>D. decandra</i>	柿科	2
24	3-oxo-2,19 α ,22 α -trihydroxy-24-norurs-1,4,12-trien-28-oic acid	b	<i>D. decandra</i>	柿科	2
25	19 α ,22 α -dihydroxy-24-nor-2,3-secours-12-en-2,3,28-trioic acid (diospyric acid E)	b	<i>D. decandra</i>	柿科	2
26	2 α ,3 β ,7 β ,19 α -tetrahydroxy-24-norurs-4(23),12-dien-6-one-28-oicacid	b	<i>G. elegans</i>	马钱科	9
27	2 α ,3 β ,7 β -tetrahydroxy-24-norurs-4(23)-1,2-dien-6-one-28-oicacid	b	<i>G. elegans</i>	马钱科	9
28	2 α ,3 β -dihydroxy-24-norurs-4(5),12-then-6-one-30-oicacid	b	<i>G. elegans</i>	马钱科	9

续表 1

编号	名称	类型	植物来源	科名	文献
29	2 α ,3 α ,19 α -trihydroxy-24-norurs-4(23),12-dien-28-oic acid	b	<i>R. japonicus</i>	蓼科	24
30	3 β -hydroxy-24-nor-urs-4(23),12-dien-28-oic acid	b	<i>Dipsacus asper</i>	川续断科	25
31	(11 <i>S</i> ,12 <i>S</i>)-4-methyl-11,12-epoxy-2-hydroxy-3-oxoursa-1,4-diene-28-oic acid γ -lactone (ulmoidol A)	b	<i>Eucommia ulmoides</i>	杜仲科	26
32	3 β -hydroxy-24-nor-urs-4(23),12-dien-28-oic acid	b	<i>I. cornuta</i>	冬青科	27
33	2 α ,3 β ,23-trihydroxy-12,17-dien-28-norursane	c	<i>R. laevigata</i>	蔷薇科	10
34	2 α ,3 β ,23-trihydroxy-19-oxo-18,19-seco-12,17-dien-28-norursane	c	<i>R. laevigata</i>	蔷薇科	10
35	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-28-norursa-12,17,19,21-tetraen-2,3-diol	c	<i>Diplectria becariana</i>	野牡丹科	28
36	17 β -formyloxy-28-nor-urs-12-ene-3 β -ol	c	<i>Eucalyptus cladocalyx</i>	桃金娘科	29
37	28-norurs-12-ene-3 β ,17 β -diol	c	<i>Nerium oleander</i>	夹竹桃科	15,21
38	28-norurs-12-en-3 β -ol	c	<i>N. oleander</i>	夹竹桃科	30-31
39	28-norurs-12(13),18(17)-dien-3 β -ol (ilexaponin C)	c	<i>I. pubescens</i>	冬青科	32
40	3 β -hydroxy-29-norurs-13(18)-en-20 β ,28 β -oide (larreagenin A)	d	<i>Larreu divaricata</i>	蒺藜科	33
41	3 β -30-norurs-11-en-3-ol	e	<i>Alhagi camelorum</i>	豆科	34
42	3 β -hydroxy-30-norurs-21-en-20-one	e	<i>Eupatorium fortunei</i>	菊科	35
43	3 β -19 α -dihydroxy-30-norurs-12-ene	e	<i>Debregeasia salicifolia</i>	荨麻科	36-37
44	3 α ,19 α -dihydroxy-2-norurs-12-en-23,28-dioic acid-23-methyl ester	f	<i>D. involucrata</i>	珙桐科	8
45	19 α ,23-dihydroxy-3-oxo-2-norurs-12-en-28-oic acid	f	<i>D. involucrata</i>	珙桐科	8
46	19 α -hydroxy-2-oxo-nor-A(3)-urs-12-en-28-oic acid	g	<i>Rubus innominatus</i>	蔷薇科	11
47	1 β ,19 α -dihydroxy-2-oxo-nor-A(3)-urs-12-en-28-oic acid	g	<i>R. innominatus</i>	蔷薇科	11
48	3,4-seco-3-norurs-12-en-2-al	g	<i>H. australis</i>	萝藦科	3
49	3,4-seco-3-norurs-20-en-2-al	g	<i>H. australis</i>	萝藦科	3
50	3,4-seco-3-norurs-20(29)-en-2-al	g	<i>H. australis</i>	萝藦科	3
51	3,4-seco-3-norurs-12-en-2-ol	g	<i>H. australis</i>	萝藦科	3
52	3,4-seco-3-norurs-20-2-ol	g	<i>H. australis</i>	萝藦科	3
53	3,4-seco-3-norurs-20(30)-en-2-ol	g	<i>H. australis</i>	萝藦科	3
54	dimethyl-4-oxo-3,24-dinor-2,3-seco-urs-12-ene-2,28-dioate	h	<i>P. arboreum</i>	五加科	1
55	4-oxo-19 α ,22 α -dihydroxy-3,24-dinor-2,4-seco-urs-12-en-2,28-dioic acid	h	<i>D. decandra</i>	柿科	2

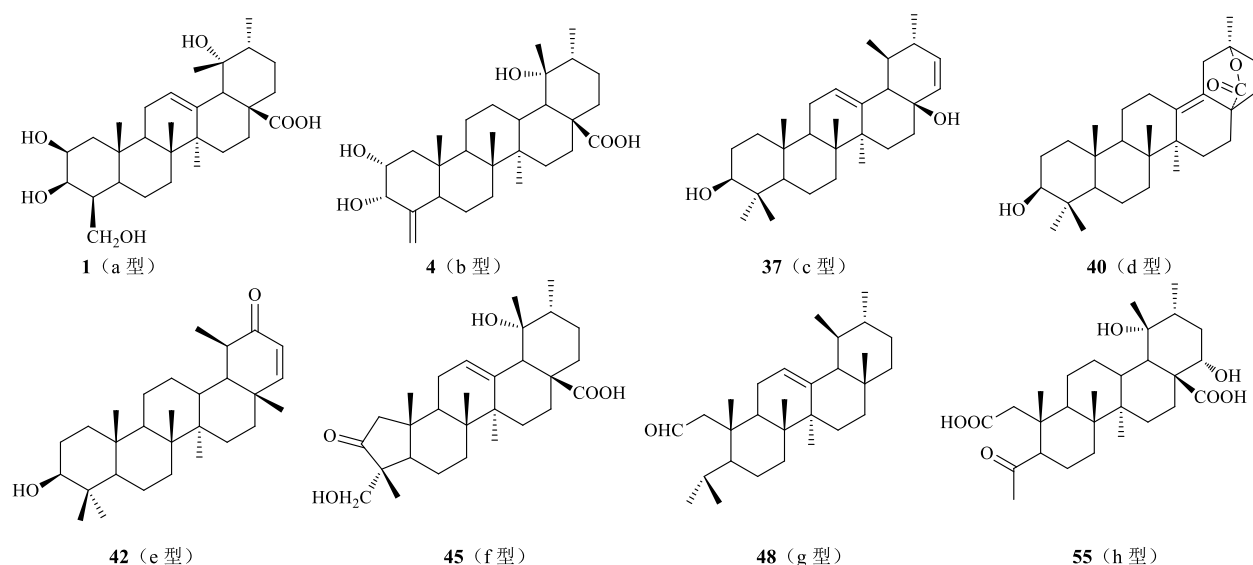


图 1 乌苏烷型降三萜各结构类型代表化合物

Fig. 1 Representative compounds of various structural types from nor-ursane triterpenes

3 乌苏烷型降三萜的药理活性

3.1 抗癌活性

Li 等^[13]运用传统的 MTT 法检测化合物 **1** 对黑色素瘤细胞 (B16 和 B16-BL6)、胃癌细胞 BGC-823 以及肾癌细胞 Ketr-3 的细胞毒活性, 结果显示其对 B16、BGC-823 细胞显示较强的细胞毒活性, 其半数抑制浓度 (IC_{50}) 值为 0.068、0.029 $\mu\text{mol/L}$, 而对 B16-BL6、Ketr-3 细胞则显示相对较弱的活性, 其 IC_{50} 值为 0.26、0.35 $\mu\text{mol/L}$ 。

Lee 等^[27]研究化合物 **32** 的抗肿瘤活性, 发现其对肺癌 A549 细胞、卵巢癌 SK-OV-3 细胞、黑色素瘤 SK-MEL-2 细胞和结肠癌 HCT15 细胞均具有中等强度的细胞毒活性, 其 IC_{50} 值分别为 12.92、10.03、7.82、11.08 $\mu\text{mol/L}$ 。

Zhao 等^[38]用 MTT 法检测从夹竹桃中提取的化合物 **37** 的抗肿瘤活性, 发现其对肝癌 HepG2 细胞具有中等强度的抑制活性, 其 IC_{50} 值为 21.1 $\mu\text{mol/L}$ 。

3.2 酰基辅酶 A-胆固醇酰基转移酶 (ACAT) 抑制活性

Nishimura 等^[6]通过实验证明 ilekudinol A (**6**) 和 ilekudinol B (**7**) 对 ACAT 有明显的抑制作用。ilekudinol B 的活性甚至高于一些从五味子中提取的木脂素类化合物。

3.3 抗菌活性

Laghari 等^[34]检测了从豆科植物中提取的化合物 **41** 的抗菌活性, 发现其对黑曲霉和酿酒酵母有显著的抗菌活性, 有希望发展为新的抗菌药物。

Nareeboon 等^[2]发现化合物 **23** 对白色念珠菌的 IC_{50} 为 42.6 mg/mL, 而化合物 **22** 有较弱的抗结核杆菌的作用, 其 IC_{50} 值为 200 mg/mL。

3.4 蛋白酪氨酸磷酸酶 1B (PTP1B) 抑制活性

Na 等^[16]从忍冬科红王子锦带 *W. subsessilis* L. H. Bailey 中提取的 ilekudinol A (**6**) 和 ilekudinol B (**7**) 均为蛋白酪氨酸磷酸酶 1B (PTP1B) 的非竞争抑制剂, IC_{50} 值分别为 (29.1 $\pm$ 2.8)、(5.3 $\pm$ 0.5) $\mu\text{mol/L}$, 对 2 型糖尿病和肥胖有潜在的治疗效果。研究结果还表明 C-28 游离羧基对此类型三萜类化合物的 PTP1B 抑制活性起着至关重要的作用。

3.5 抗炎活性

Zeng 等^[10]用氢化可的松作阳性对照, 通过测定化合物 **33** 对脂多糖 (LPS) 诱导的小鼠单核巨噬细胞 RAW 264.7 所产生的一氧化氮、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-1 β (IL-1 β), IL-6 和 IL-10

的抑制活性, 发现该化合物具有体外抗炎活性。

3.6 黄嘌呤氧化酶抑制活性

Lin 等^[32]发现 ilexsaponin C (**39**) 对黄嘌呤氧化酶 (XOD, 主要功能是把黄嘌呤和次黄嘌呤氧化成尿酸) 有明显的抑制活性, 可以作为潜在的治疗高尿酸血症药物进行进一步研发。

3.7 成纤维细胞 WI-38 抑制活性

Zhao 等^[38]用 MTT 法检测从夹竹桃中提取的化合物 **37**, 发现其能够抑制 WI-38 细胞 (从肺细胞诱导的正常人成纤维细胞) 的生长。

4 结语与展望

乌苏烷型降三萜化合物结构新颖, 而且具有一定的药理活性, 其中一些化合物药理活性显著。但此类化合物的探究还处于起步阶段, 其药理活性的研究并不全面, 化合物的数量也有限, 新化合物的探索和药理活性研究都有待进一步深入。

参考文献

- [1] Bowden B F, Cambie R C, Parnell J C. Constituents of the fruit of *Pseudopanax arboreum* (Araliaceae) [J]. *Aust J Chem*, 1975, 28(1): 91-107.
- [2] Nareeboon P, Kraus W, Beifuss U, et al. Novel 24-nor-, 24-nor-2,3-seco-, and 3,24-dinor-2,4-seco-ursane triterpenes from *Diospyros decandra*: Evidences for ring A biosynthetic transformations [J]. *Tetrahedron*, 2006, 62(23): 5519-5526.
- [3] Baas W J, Berkel I E M V, Versluis C, et al. Ring-A fissioned 3,4-seco-3-nor-triterpene-2-aldehydes and related pentacyclic triterpenoids from the leaf wax of *Hoya australis* [J]. *Phytochemistry*, 1992, 31(6): 2073-2078.
- [4] Sultana N, Saleem M. Phytochemical studies on *Alstonia scholaris* [J]. *Z Naturforsch B*, 2014, 65(2): 203-210.
- [5] Jang D S, Kim J M, Kim J H, et al. 24-nor-Ursane type triterpenoids from the stems of *Rumex japonicus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2006, 53(12): 1594-1596.
- [6] Nishimura K, Fukuda T, Miyase T, et al. Activity-guided isolation of triterpenoid acyl CoA cholesteryl acyl transferase (ACAT) inhibitors from *Ilex kudincha* [J]. *J Nat Prod*, 1999, 62(7): 1061-1064.
- [7] 白俊其, 岗梅, 广东络石藤和毛叶藤仲化学成分研究 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2013.
- [8] Tan Q W, Ouyang M A, Gao B. Three new ring-A modified ursane triterpenes from *Davidia involucreata* [J]. *Molecules*, 2014, 19(4): 4897-4906.
- [9] 巫洪儒, 柳叶亚菊和钩吻化学成分研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2013.

- [10] Zeng N, Shen Y, Li L Z, *et al.* Anti-inflammatory triterpenes from the leaves of *Rosa laevigata* [J]. *J Nat Prod*, 2011, 74(4): 732-738.
- [11] Chen Z Z, Tong L, Feng Y, *et al.* Ursane-type nortriterpenes with a five-membered A-ring from *Rubus innominatus* [J]. *Phytochemistry*, 2015, 116(1): 329-336.
- [12] Peakman T M, Haven H L T, Rullkötter J, *et al.* Characterisation of 24-nor-triterpenoids occurring in sediments and crude oils by comparison with synthesized standards [J]. *Tetrahedron*, 1991, 47(23): 3779-3786.
- [13] Li X H, Shen D D, Li N, *et al.* Bioactive triterpenoids from *Symplocos chinensis* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2003, 5(1): 49-56.
- [14] Sandjo L P, Tchoukoua A, Ntede H N, *et al.* New nortriterpenoid and ceramides from stems and leaves of cultivated *triumfetta cordifolia* A rich (tiliaceae) [J]. *J Am Oil Chem Soc*, 2010, 87(10): 1167-1177.
- [15] Wu X D, He J, Li X Y, *et al.* Triterpenoids and steroids with cytotoxic activity from *Emmenopterys henryi* [J]. *Planta Med*, 2013, 79(14): 1356-1361.
- [16] Na M K, Thuong P T, Hwang I H, *et al.* Protein tyrosine phosphatase 1B inhibitory activity of 24-norursane triterpenes isolated from *Weigela subsessilis* [J]. *Phytother Res*, 2010, 24(11): 1716-1719.
- [17] Chen I H, Lu M C, Du Y C, *et al.* Cytotoxic triterpenoids from the stems of *Microtropis japonica* [J]. *J Nat Prod*, 2009, 72(7): 1231-1236.
- [18] Hussain S, Ahmed E, Malik A, *et al.* Phytochemical studies on *Cressa cretica* [J]. *J Chem Soc Pakistan*, 2005, 27(3): 296-298.
- [19] Ferheen S, Ahmed E, Afza N, *et al.* Phytochemical studies on *Haloxylon salicornicum* [J]. *J Chem Soc Pakistan*, 2005, 27(2): 219-222.
- [20] Sultana N, Saify Z S, Saleem M, *et al.* Two new triterpenes from *Alstonia scholaris* flowers [J]. *Nat Prod Res*, 2013, 27(14): 1277-1286.
- [21] 王彦改. 多蕊蛇菰及乳香的化学成分研究 [D]. 北京: 中国医学科学院北京协和医学院, 2013.
- [22] Saito Y, Takashima Y, Okamoto Y, *et al.* Two new norursane-type triterpenoids from *Dipsacus chinensis* collected in China [J]. *Chem Lett*, 2012, 41(4): 372-373.
- [23] 赵峰, 马丽, 孙居锋, 等. 红大戟中的 1 个新降碳三萜 [J]. 中草药, 2014, 45(1): 28-30.
- [24] 郝砚彬. 羊蹄茎中的 24-去甲基-乌苏烷型三萜类化合物 [J]. 国际中医中药杂志, 2006(3): 172-173.
- [25] 王强, 刘二伟, 韩立峰, 等. 中药川续断化学成分的研究 [J]. 药学报, 2013, 48(7): 1124-1127.
- [26] Li C, Li L, Wang C, *et al.* A new ursane-type nor-triterpenoid from the leaves of *Eucommia ulmoides* Oliv. [J]. *Molecules*, 2012, 17(12): 13960-13968.
- [27] Lee K R, Lee S Y, Suh W S, *et al.* Triterpene saponins from the aerial parts of *Ilex cornuta* and their cytotoxic activity [J]. *Cheminform*, 2015, 91(6): 1187-1197.
- [28] Jang D S, Su B N, Pawlus A D, *et al.* Beccaridiol, an unusual 28-nortriterpenoid from the leaves of *diplectria beccariana* [J]. *Phytochemistry*, 2006, 67(16): 1832-1837.
- [29] Benyahia S, Benayache S, Benayache F, *et al.* Cladocalol, a pentacyclic 28-nor-triterpene from *Eucalyptus cladocalyx* with cytotoxic activity [J]. *Chem Inform*, 2005, 36(35): 627-632.
- [30] Fu L, Zhang S, Li N, *et al.* Three new triterpenes from *Nerium oleander* and biological activity of the isolated compounds [J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(2): 198-206.
- [31] Gupta V, Mittal P. Phytochemical and pharmacological potential of *Nerium oleander*: A review [J]. *Int J Pharm Sci Res*, 2010, 1(3): 21-27.
- [32] Lin L P, Qu W, Liang J Y. Triterpene saponins with XOD inhibitory activity from the roots of *Ilex pubescens* [J]. *Chin Chem Lett*, 2011, 22(6): 697-700.
- [33] Habermehl G, Möller H. Isolierung und struktur von larreagenin A [J]. *Eur J Org Chem*, 1974, 1974(2): 169-175.
- [34] Laghari A H, Memon S, Nelofar A, *et al.* Antifungal ursene-type triterpene from the roots of *Alhagi camelorum* [J]. *Helvetica Chimica Acta*, 2012, 95(9): 1556-1560.
- [35] Chen Y J, Jiang H X, Gao K. One novel nortriterpene and other constituents from *Eupatorium fortunei* Turcz [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2013, 47(8): 1-4.
- [36] Akbar E, Riaz M, Malik A. Ursene type nortriterpene from *Debregeasia salicifolia* [J]. *Fitoterapia*, 2001, 72(4): 382-385.
- [37] 王坚. 水麻属植物研究现状及其开发价值 [J]. 中国民族民间医药, 2011, 20(12): 48-49.
- [38] Zhao M, Zhang S, Fu L, *et al.* Taraxasterane-and ursane-type triterpenes from *Nerium oleander* and their biological activities [J]. *J Nat Prod*, 2006, 69(8): 1164-1167.