

无患子属的化学成分及研究进展

周露^{1*}, 赵友兴²¹云南省香料研究开发中心, 昆明 650051; ²中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204

摘要: 本文介绍了无患子科无患子属植物近年来在化学成分及应用方面的研究进展。

关键词: 无患子科; 无患子属; 无患子皂苷; 天然表面活性剂; 抗肿瘤; 抗菌; 杀精子; 抗偏头疼

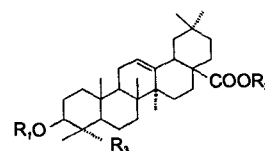
中图分类号: Q946.91

文献标识码: A

Research Progresses in Chemical Constituents and Applications of *Sapindus*ZHOU Lu^{1*}, ZHAO You-xing²¹Yunnan Development & Research Center of F&F, Kunming 650051, China;²Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Science, Kunming 650204, ChinaAbstract: The progresses of chemical constituents and their application research on the plant of *Sapindus* of Sapindaceae were reviewed.Key words: Sapindaceae; *Sapindus*; saponins; natural surfactant; anticancer; antibiosis; spermicidal; antimigraine

无患子属(*Sapindus*), 无患子科植物, 约 14 种。分布于美洲、亚洲和大洋洲的热带亚热带地区, 我国有 4 种, 产西南至东部, 其果皮供洗涤用, 可代肥皂, 材质柔软, 黄褐色, 供农具用, 尤为适为梳。乔木; 叶偶数羽状复叶, 有小叶 2~3 多对; 花极小, 杂性, 辐射对称, 单性异株, 排成腋生或顶生的总状花序; 萼片和花瓣 4~5; 花盘环状, 肉质; 雄蕊 8~10; 子房 2~4 室, 每室有胚珠 1 颗; 果核果状, 果皮革质; 种子球形, 黑色, 无假种皮; 种脐线形。云南这 4 个种全有^[1]。从地理分布来看无患子科的现代变异中心在亚洲(印度-马来西亚)-非洲-南美洲, 无患子属主要分布于新热带域^[2]。

无患子属植物在亚洲有广泛分布, 其果实在当地都有肥皂果的俗称, 无患子属的果皮水浸液可洗涤头发及各种衣物, 在洗涤用品缺乏的年代其果皮常被当作洗涤剂使用, 能产生丰富的泡沫, 去污能力强。产生丰富泡沫是果皮中含的皂苷成分所致。中国的无患子属共有 4 个种, 他们分别是 *Sapindus mukorossi* Gaertn. (无患子) *Sapindus rarak* dc. (毛瓣无患子) *Sapindus delavayi* Radlk. (皮哨子) *Sapindus tomentosus* Kurz (星月菩提), 分布在长江以南的广

大地区^[1]。

R ₁	R ₃	R ₂
1 -H	-OH	-H
2 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Ara(p)	-OH	-H
3 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Xyl	-OH	-H
4 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Ara(f)	-OH	-H
5 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Xyl	-OH	-Glc-(2-1)-Glc
6 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Ara(p)	-OH	-Glc-(2-1)-Glc
7 -Ara(p)-(2-1)-Rha	-OH	-Glc-(2-1)-Glc
8 -Ara(p)-(2-1)-Rha	-OH	-H
9 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Xyl-(4-1)Ac	-OH	-H
10 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Ara(p) (3-1)Ac (4-1)Ac	-OH	-H
11 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Ara(P)	-H	-H
12 -H	-H	-H
13 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Xyl	-OH	-H
14 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Xyl-(3-1)Ac	-OH	-H
15 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Xyl (3-1)Ac (4-1)Ac	-OH	-H
16 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Ara(f) (3-1)Ac (5-1)Ac	-OH	-H
17 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Xyl-(2-1)Ac	-OH	-H
18 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Xyl-(4-1)Ac	-OAc	-H
19 -Ara(p)-(2-1)-Rha-(3-1)-Xyl-(4-1)Ac	-H	-H

图 1 无患子属中常春藤皂苷成分结构式

Fig. 1 Structure of hederagenin saponin from *Sapindus*

1 无患子属化学成分的研究进展

2~4, 8~19 为常春藤皂苷的“monodesmoside” (单皂苷), 5~7 为常春藤皂苷的“bisdesmoside”

收稿日期: 2006-11-07

接受日期: 2006-12-26

* 通讯作者 Tel: 86-871-3137502; E-mail: lukunkm@163.com

(双皂苷)。

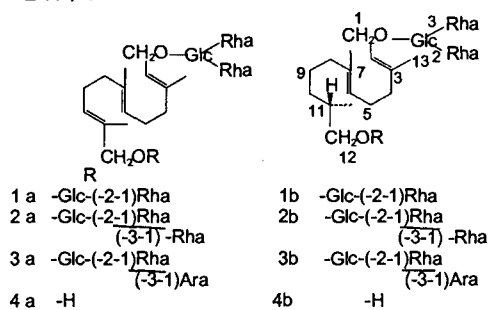


图2 无患子倍半萜苷成分结构式

Fig. 2 Structure of mukurozioside from *Sapindus*

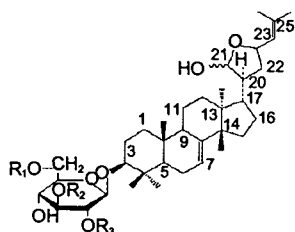


图3 无患子属中无患子三萜苷成分结构式

Fig. 3 Structure of sapimukoside from *Sapindus*

Sapimukoside 1. R₁ = H R₂ = Ara R₃ = Rha C₂₁差向异构体混合物

Sapimukoside 2. R₁ = Rha R₂ = H R₃ = Rha C₂₁差向异构体混合物

注: Ara(p): α-L-arabinopyranosyl α-L-阿呋喃糖

Ara(f): α-L-arabinofuranosyl α-L-阿呋喃糖

Glc: β-D-glucopyranosyl β-D-葡萄糖吡喃糖

Rha: α-L-rhamnopyranosyl α-L-鼠李吡喃糖

Xyl: β-D-xylopyranosyl β-D-木吡喃糖

Ac: acetyl 乙酰基

Nakayama K., Fuino H., Kasai R. 等^[3,4]从 *Sapindus delavayi* Radlk. (样品来源于中国云南省)中分得常春藤单皂苷(monodesmoside) 2~4 和 8~10 (见图1), 这些化合物曾经在 *Sapindus mukurossi* 中分到, 在 *Sapindus delavayi* 中还首次发现皂苷 11、13、14 (见图1) 和两个乙酰化皂苷 15、16 (见图1), 与 *Sapindus mukurossi* 不同的是在 *Sapindus delavayi* 中没有发现常春藤双皂苷(bisdesmoside)。

Kanchanapoom T., Kasai R., Yamasaki K. ^[5] 从泰国植物药 *Sapindus emarginatus* 中分到 10 个化合物, 三个新化合物乙酰化常春藤皂苷 17~19 (见图1), 6 个已知常春藤皂苷, 和 1 个已知非环倍半萜苷 2a、2b (见图2), 该倍半萜苷是第一个具有甜味的非环倍半萜苷。在 *Sapindus emarginatus* 中也没有分到常春藤双皂苷。

孙洁如等^[6]从 *Sapindus mukurossi* 分到一个新

的无患子无环倍半萜苷, 就是 mukurozioside R 位上葡萄糖的 6 位 OH 乙酰化。化学名为 11(S)-2,6(E,E)-doddecadine-3,7,11-trimethyl-1,12-diol-1,12-bis-O-L-rhamnopyranosyl-(-1-2)-[-L-rhamnopyranosyl-(1-3)]-6-O-acetyl-β-D-glucopyranoside。

腾荣伟等^[7]从 *Sapindus mukurossi* 的根部分到两个大戟烷型无患子三萜皂苷(图3), 分别命名为 Sapimukoside 1、Sapimukoside 2。

2 无患子属植物化学成分的应用研究

2.1 用于表面活性剂方面的研究

无患子皂甙是一种优良的天然表面活性剂, 可用于丝毛类洗涤剂及洗发香波的配方中, 具有较强的去污能力。日本的 KIMATA H., NAKASHIMA T. ^[8] 等研究了 *Sapindus mukurossi* 的常春藤单皂苷 2~4 (见图1) 能有效促进氨苄青霉素钠在小鼠直肠盲肠段的吸收, 单皂苷 2~4 微溶于水, 加入常春藤双皂苷 5~7 (见图1) 后溶解性大大增加, 表明 *Sapindus mukurossi* 的双皂苷能促进单皂苷的溶解。日本的 Nakayama K., Funino H. 等^[3] 研究了 *Sapindus mukurossi* 中单一组分常春藤双皂苷 5、6 对常春藤单皂苷 2 的溶解性及双皂苷 5、6 的临界表面胶束浓度。研究表明双皂苷 5、6 在其临界胶束浓度下对单链苷 2 的溶解性最佳, 无患子皂苷中双皂苷能极大的促进单链苷的水溶性, 促进机体对单链苷的吸收。5 是 6 的异构体, 5、6 的溶解作用基本相同, 5、6 混合物的溶解作用比单一的要差(未能解释)。作者还研究了化合物 5、6 及甘草素(甘草皂苷)对黄色 OB(一种用来测定表面活性剂溶解性的标准化合物)的溶解性, 化合物 5、6 对黄体酮(孕甾酮)的溶解性。结果表明化合物 5、6 对黄色 OB 的溶解性远远好于甘草素对其的溶解性, 化合物 5、6 都能极大的促进黄体酮的溶解性^[3]。WU-HIUNG WONG, RYOJI KASAI 等^[9] 研究发现从 *Sapindus mukurossi* 果皮得到的双皂苷及倍半萜苷能有效的促进单皂苷在水中的溶解性, 倍半萜苷也能对金合欢醇(倍半萜)、香叶醇(无环单萜)、dl-α-生育酚(维生素 E)在水中的溶解性, 倍半萜苷可开发成一种新的增溶剂。周仁等^[10] 研究了 *Sapindus mukurossi* 的果皮水提取液用于清除人体表面金属毒物(含铅、锰、重铬酸钾、氧化砷等)的效果, 实验用 5% 的 *Sapindus mukurossi* 水溶液与 1% 的肥皂水和 3% 的硝酸水溶

液对金属毒物的洗脱效果进行对比。结果显示 *Sapindus mukorossi* 水提液对铅的洗脱率明显优于肥皂水,洗脱效果接近硝酸水溶液。它对几种常见的金属毒物的洗脱率都在 90% 以上,效果令人满意。KOMMALAPATI R. R, Valsaraj K. T, Constant W. D, 等^[11-13]做了以 *Sapindus mukorossi* 果皮中的水提取物制备的植物基质表面活性剂,用于洗脱污染土壤中的 HCB(六氯苯)的试验,并用植物基质表面活性剂和 SDS(十二烷基硫酸钠)对 HCB 的洗脱效果做比较,结果表明浓度为 25% *Sapindus mukorossi* 水提液可使 HCB 在水中的溶解度提高近 300 倍,从污染的土壤中洗脱的 HCB 回收率超过 90%。对 HCB 的洗脱这种天然表面活性剂作用与 SDS 相似,天然表面活性剂的生物降解性好不会造成对土壤的二次污染,具有良好的应用前景。上海白猫有限公司孙洁如,陈孔常等^[14]研究了用正丁醇提取的 *Sapindus mukorossi* 的三萜皂苷和倍半萜糖苷的混合物,风干后得黄色粉末,萃取率为 50.7%。实验结果表明此混合物是一种表面活性很强的非离子表面活性剂,与 AES 铵盐、K12 铵盐、AOS 各自复配后,复配体系有不同程度的增效作用,尤其是 K12 铵盐复配后效果最好。说明 *Sapindus mukorossi* 皂苷提取物适宜复配在洗发香波或洗涤剂中,有刺激性低、溶解性好、泡沫丰富细腻、脱脂性适中、抗硬水性强的特点。

2.2 无患子属植物化学成分的生物活性

2.2.1 抗菌性研究

英国的 Tamura Y,^[15] 等研究了 *Sapindus mukorossi* 果皮中皂苷的抗皮真菌活性及其构效关系。结果表明从果皮中提取的粗皂苷对啤酒糖酵母菌和产朊假丝酵母菌有明显抗菌活性。SP-mix(无患子皂苷混合物)、单皂苷对抗皮真菌有显著活性而 SG-mix(倍半萜糖苷混合物)、双皂苷无效。SP-mix 对酵母菌抑制作用较强,对除微小毛霉菌外的真菌无效。SP-mix 对革兰氏阳性菌有中等抑制作用,对革兰氏阴性菌无效。结果表明 SP-mix 具有抗皮真菌、念珠菌和防止头屑产生的作用,可用于功能性化妆品、洗涤用品的配制。

2.2.2 治疗偏头痛

Sapindus trifoliatus Linn. 果皮中含皂苷及糖,皂苷大多是常春藤苷为甙元的糖甙,在印度民间其果皮被当作收敛剂、催吐剂等用于治疗气喘、消化不良引起的绞痛、腹泻、四肢麻痹。果皮的水溶性被用于治疗因鼻塞引起的偏头痛,恢复癫痫、歇斯底里病人

的意识^[16]。印度的 Arulmozhi D. K. 等^[17,18]研究了 *Sapindus trifoliatus* 作用于中枢神经系统的抗偏头痛机理,用 *Sapindus trifoliatus* 果皮水提取液的冻干粉(得率为 68%)静脉注射小白鼠;测定水提液对小白鼠自发活动性的影响,发现 *Sapindus trifoliatus* 剂量在 20~100 mg 时产生小白鼠自发活动。测定水提液对硫喷妥睡眠时间的影响,发现 *Sapindus trifoliatus* 剂量在 20~100 mg 时可延长硫喷妥睡眠时间而不能影响它的发作时间。在对 PTZ 诱导占位和 MES 诱导占位的影响实验发现时 *Sapindus trifoliatus* 对化学或物理刺激导致的惊厥没有保护作用,*Sapindus trifoliatus* 对惊厥的作用可能源于它的中枢神经系统的抑制作用及镇静作用。

多巴胺受体拮抗剂已经被证实对治疗偏头痛有效^[19]。抗偏头痛药麦角碱和二氢麦角碱主要是通过与肾上腺素能受体和多巴胺受体的亲和发生作用^[20],多巴胺受体拮抗剂的镇痛是细胞间质通过中枢扩大拟交感神经的传递。实验发现 *Sapindus trifoliatus* 对肾上腺素能受体、多巴胺受体和胆碱能受体有亲和作用,。无患子皂苷已被证实有拮抗苯丙胺镇静作用的活性和降低实验动物自发活动的活性^[21,22]。*Sapindus trifoliatus* 的皂苷提取物对偏头痛的作用机制可能是通过调节多巴胺受体、肾上腺素能受体发挥作用。

2.2.3 杀精作用

Sapindus mukorossi 果皮中提取的皂苷被证实具有显著的杀精子活性,在印度这种皂苷制成的杀精霜剂叫“CONSAP”已完成三期临床。与用于阴道类避孕药物相比,“CONSAP”的优越性在于对阴道组织的乳酸杆菌嗜酸菌群落没有明显影响。乳酸杆菌嗜酸菌在阴道组织维持一定的数量,通过竞争排斥机制阻止病原体的侵入,可防止阴道传染性疾病^[23,24]。通过实验 Ojha. P, 等发现无患子皂苷制成的阴道避孕药比用 nonoxynol-9(一种非离子表面活性剂)制成的更适用。

2.2.4 抗肿瘤活性

长尾常敦^[25]从 *Sapindus mukorossi* 果皮的甲醇提取物对小鼠黑素瘤、Hela、人胃癌细胞增殖具有抑制活性,对活性成分进行筛选发现单皂苷对部分肿瘤有抑制活性,而双皂苷则完全没有活性。五个活性成分分别是以常春藤皂苷元为苷元的单皂苷。分别鉴定为无患子皂苷 A、B,常春藤皂苷 E₁ 及 G 和 3-O-乙酰无患子皂苷 B。研究发现糖链中乙酰基结

合时有使活性增强的趋势。

2.2.5 抗胃溃疡活性

无患子属的三萜皂苷化合物如常春藤皂苷、齐墩果酸衍生物被证实具有治疗和抗胃溃疡的活性^[26]。

Sapindus saponria L. 在当地它的果实被当作肥皂用,还用于治疗溃疡、皮肤损伤及炎症。其果实及叶子用 70% 乙醇提取得冻干粉,提取物中主要含有皂苷、单宁、生物碱、蒽醌、黄酮等。实验证实该提取物能减少幽门结扎小鼠的胃分泌物量,果实提取物较叶提取物更有效。消化酶在胃酸为 pH 1.6 ~ 3.2 时能正常发挥作用,胃酸增加会降低胃蛋白酶的消化活性,服用提取物后能维持胃酸 pH 而不影响食物的消化吸收过程。可能是 *Sapindus saponria* L. 中的成分皂苷、单宁起到了抗胃酸分泌和保护细胞的作用,使 *Sapindus saponria* L. 具有抗胃溃疡的能力^[27,28]。

2.3 总结

无患子属植物果实都含有丰富的皂苷、倍半萜苷、三萜苷,如常春藤皂苷、无患子倍半萜苷、无患子三萜苷等,这些成分的混合物能产生丰富的泡沫,是一种性能优良的表面活性剂,俗称“肥皂果”。无患子属果实的化学成分研究已研究较多,以印度、日本、中国、泰国等国家发表的文章较多。

在无患子属植物的应用方面日本、印度、美国等国家工作做的较多。无患子其优良的表面活性性能是其它植物无以取代的,是一种高效环保的天然表面活性剂,可用于各类洗涤产品特别是一些特殊用途的洗涤剂中,如清洗人体表面金属毒物,清除受污染的土壤中的各类有机化学成分,洗脱力较强,避免土壤的二次污染。无患子属植物被发现具有良好的抗菌性,具有抗皮真菌、念珠菌和防止头屑产生的作用。印度科研工作者对无患子属植物用于治疗偏头痛及机理作了详细研究,发现其能治疗鼻塞引起的偏头痛、恢复癫痫、歇斯底里病人的意识。在印度利用无患子属植物的杀精作用,其提取物还被制成一种霜剂用于阴道避孕。巴西科研工作者发现无患子属植物具有一定的抗胃溃疡潜力。日本科研工作者发现无患子属植物提取物的一些常春藤单皂苷具有抑制肿瘤细胞增殖的作用。

在构效关系方面常春藤单皂苷表面活性性能较双皂苷强,双皂苷能增加单皂苷的溶解性。糖苷乙酰化能使抗癌活性增强。

中国的无患子属植物资源丰富,在长江以南有广泛的分布。其果实具有相当广泛的用途,果实成

熟后自然脱落,没有得到有效利用。应该对无患子属植物这一资源进行深入研究、有效利用。

参考文献

- 1 Wu ZY(吴征镒), Chen SK(陈书坤), Li XW(李锡文), et al. Yunnan Flora(云南植物志). 1 Section, Beijing: Science Publisher(科学出版社), 1979.
- 2 Xian LH(夏念和), Luo XR(罗献瑞). Geographical distribution of *Sapindaceae* in China. *J Trop Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报), 1995, 3: 13-28.
- 3 Nakayama K, Fujino H, Kasai R, et al. Saponins of Chinese *Sapindus delavayi* (Pyi-shiau-tzu), a source of natural surfactants. *Chem Pharm Bull*, 1986, 34: 2209-2213.
- 4 Nakayama K, Fujino H, Kasai R, et al. Solubilizing properties of *Sapindus mukurossi* Gaertn. *Chem Pharm Bull*, 1986, 34: 3279-3286.
- 5 Kanchanapoom T, Kasai R, Yamasaki K. Acetylated triterpene saponins from the thai medicinal plant. *Chem Pharm Bull*, 2001, 49: 1195-1197.
- 6 Sun JR, Cheng KC, Pan TY, et al. A new acyclic sesquiterpene oligoglycoside from pericarps of *Sapindus mukurossi*. *Chinese Chemical Letters*, 2002, 13: 555-556.
- 7 Teng RW, Ni W, Hua Y, et al. Two new triterpenoid saponins from *Sapindus mukurossi*. *Acta Botanica Sinica*, 2003, 45: 369-372.
- 8 Kimata H, Nakashima T, Kokubun S, et al. Saponins of pericarps of *Sapindus mukurossi* Gaertn and solubilization of monodesmosides by bisdesmosides. *Chem Pharm Bull*, 1983, 31: 1996-2005.
- 9 Wu HW, Kasai R, Choshi W, et al. Acyclic sesquiterpene oligoglycosides from pericarps of *Sapindus delavayi*. *Phytochemistry*, 1991, 30: 2699-2702.
- 10 Zhou R(周仁), Gan L(甘荔), Cheng MF(陈福明), et al. Cleaning effect of *Sapindus mukurossi* detergent on surface contamination of metallic toxicants. *Profession Medicine* (职业医学), 1991, 18: 330-331.
- 11 Kommalapati RR, Valsaraj KT, Constant WD, et al. Aqueous solubility enhancement and desorption of hexachlorobenzene from soil using a plant-based surfactant. *Wat Res*, 1997, 31: 2161-2170.
- 12 Kommalapati RR, Valsaraj KT, Constant WD, et al. Soil flushing using colloidal gas aphon suspensions generated from a plant-based surfactant. *J Hazardous Materials*, 1998, 60: 73-87.
- 13 Roy D, Kommalapati RR, Mandava S, et al. Soil washing potential of a natural surfactant. *Environ Sci Tech*, 1997, 31: 670-675.

(下转第 467 页)

鼠的关节肿胀度及关节炎指数,其抑制 AA 大鼠关节肿胀及关节炎指数的机制尚待进一步研究探讨。

参考文献

- 1 Wang MY(王梦月), Wei YF(卫莹芳), Shi Y(史炎). Preliminary pharmacological study on polysaccharide from *Urtica fissa*. *Chin Tradit Herb Drugs*(中药材杂志), 2001, 24: 666-667.
- 2 Zhao YN(赵永娜), Wantana R, Pisit B, et al. Study on anti-inflammatory, antinociceptive of traditional medicinal plant: *Urtica macrorrhiza* Hand-Mazz. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2005, 17: 69-71.
- 3 Li XH(李晓红), Zhao YN(赵永娜), Li SY(李顺英), et al. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of different fractions of *Urtica macrorrhiza* Hand-Mazz in experimental animals. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2007 (in press).
- 4 Xu SY(徐叔云), Bian RL(卞如濂), Chen X(陈修), et al. *Methods of Pharmacological Experiments*. People's Public Health Publishing House, 2002. 911-913.
- 5 Fang J(方鉴), Zhang YX(张永祥), Ru XB(茹祥斌), et al. A study of the immune function of adjuvant arthritis rats. *Chin J Immunol*(中国免疫学杂志), 2000, 16: 525-528.
- 6 Molving J. Endotoxin-stimulated human monocyte secretion of interleukin-1, tumor necrosis factor alpha, and prostaglandin E2 shows stable individual differences. *Scand J Immunol*, 1998, 27: 705.
- 7 Chen JF(陈继藩), Zhao HF(赵会芳), Shen XY(沈晓燕), et al. Effect of tongbiling on synoviocytes secretion of IL-1, TNF- α and PGE2 in rats with adjuvant arthritis. *Guangzhou Univ Tradit Chin Med J*(广州中医药大学学报), 1999, 16: 30-34.
- 8 Sun JR(孙洁如), Cheng KC(陈孔常), Zhou MF(周鸣方), et al. Study of surface activity and application of *Sapindus mukurossi*. *China Surfactant Detergent & Cosmetics*(日用化学工业), 2002, 32(4): 16-18.
- 9 Tamura Y. 无患子果皮中皂苷的抗皮真菌活性. *Foreign Med Sci, Section Tradit Med*(国外医学中医中药分册), 2002, 24: 300-301.
- 10 Kritkar KR, Basu, et al. Indian medical plants, Vol. 1. International Book Distributors, Indian, 1999. 632-635.
- 11 Arulmozhi DK, Sridhar N, Bodhankar L, et al. In vitro pharmacological investigations of *Sapindus trifoliatus* in various migraine targets. *Journal of Ethnopharmacology*, 2004, 95: 239-245.
- 12 Arulmozhi DK, Veerranjaneyulu A, Bodhankar SL, et al. Pharmacological studies of the aqueous extract of *Sapindus trifoliatus* on central nervous system: possible antimigraine mechanisms. *Journal of Ethnopharmacology*, 2005, 97: 491-496.
- 13 Peroutka ST. Dopamine and migraine. *Neurology*, 1997, 49: 560-566.
- 14 Villalon GM, De V, et al. Canine external carotid vasoconstrictions to methysergide, ergotamine and dihydroergotamine: role of 5-HT_{1B}/ID receptors and α 2-adrenoceptors. *British Journal of Pharmacology*, 1999, 126: 585-594.
- 15 Wagner H, Ott, et al. Chemistry, ¹²C NMR study and pharmacology of saponins from *Colubrina asiatica*. *Planta Medica*, 1983, 48: 136-141.
- 16 Dubois MA, Ilyyas, et al. Cussonosides A and B, two triterpene saponins from *Coria barteri*. *Plant Medica*, 1986, 56: 80-83.
- 17 Ojha P, Maikhuri JP, Gupta G. Effect of spermicides on *Lactobacillus acidophilus* in vitro nonoxynol-9 vs. Saponins. *Contraception*, 2003, 68: 135-138.
- 18 Maikhuri JP, Dwivedi AK, Dhar JD, et al. Mechanism of some acrylophenones, quinolines and dithiocarbamate as potent, non-detergent spermicidal agents. *Contraception*, 2003, 67: 403-408.
- 19 Changwei CD(长尾常敦), 关于肿瘤细胞增殖抑制成分的研究(14): 无患子果皮中的活性成分. *Foreign Med Sci, Section Tradit Med*(国外医学中医中药分册), 2002, 24: 246.
- 20 Mahato SB, Sucharita, et al. Advance in triterpenoids research, 1990-1994. *Phytochemistry*, 1997, 44: 1185-1236.
- 21 Adriana L, Meyer A, Jayme AA, et al. Antiulcer activity of *Sapindus saponaria* L. in the rat. *Journal of Ethnopharmacology*, 2002, 82: 41-44.
- 22 Wezenciono V, Maleki I, et al. Nitrogenous triterpene derivatives. part 10. Hemisuccinates of some derivatives of Oleanolic acid and their antiulcer effects. *Pharmazie*, 1987, 40: 542-544.