

- 2000, 22(4): 503-506.
- [4] Darwish F M M, Reinecke M G. Ecdysteroids and other constituents from *Sida spinosa* L. [J]. Phytochemistry, 2003, 62(8): 1179-1184.
- [5] 李维峰, 宋启示, 项伟, 等. 拔毒散化学成份的研究 [J]. 中草药, 2006, 37(9): 1304-1306.
- [6] Sutradhar R K, Rahman A K M M, Ahmad M U, et al. Alkaloids of *Sida cordifolia* L. [J]. Indian J Chem, 2007, 46B(11): 1896-1900.
- [7] Prakash A, Varma R K, Ghosal S. Chemical constituents of Malvaceae. Part III: Alkaloidal constituents of *Sida acuta*, *S. humilis*, *S. rhombifolia* and *S. spinosa* [J]. Planta Med, 1981, 43: 384-388.
- [8] Karou D, Dicko M H, Sanon S, et al. Antimalarial activity of *Sida acuta* Burm. f. (Malvaceae) and *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) [J]. J Ethnopharmacol, 2003, 89(2/3): 291-294.
- [9] Kanth V R, Diwan P V. Analgesic, anti-inflammatory and hypoglycaemic activities of *Sida cordifolia* [J]. Phytother Res, 1999, 13(1): 75-79.
- [10] Islam M E, Haque M E, Mosaddik M A. Cytotoxicity and antibacterial activity of *Sida rhombifolia* (Malvaceae) grown in Bangladesh [J]. Phytother Res, 2003, 17(8): 973-975.
- [11] Venkatesh S, Reddy Y S R, Suresh B, et al. Antinociceptive and anti-inflammatory activity of *Sida rhomboidea* leaves [J]. J Ethnopharmacol, 1999, 67(2): 229-232.
- [12] Otero R, Nunez V, Jimenez S L, et al. Snakebites and ethnobotany in the northwest region of Colombia. Part II: Neutralization of lethal and enzymatic effects of *Bothrops atrox* venom [J]. J Ethnopharmacol, 2000, 71(3): 505-511.
- [13] 杜德极, 石小枫. 拔毒散生物活性研究 [J]. 中草药, 1995, 26(11): 594-595.
- [14] Malairajan P, Gopalakrishnan G, Narasimhan S, et al. Analgesic activity of some Indian medicinal plants [J]. J Ethnopharmacol, 2006, 106(3): 425-428.
- [15] Dassonneville L, Bonjean K, De Pauw-Gillet M C, et al. Stimulation of topoisomerase II-mediated DNA cleavage by three DNA-intercalating plant alkaloids: cryptolepine, matadine, and serpentine [J]. Biochemistry, 1999, 38(24): 7719-7726.
- [16] Rao K S, Mishra S H. Antihepatotoxic activity of *Sida cordifolia* whole plant [J]. Indian Perfumer, 1998, 69(1): 7-12.
- [17] Gilani A H, Aziz N, Ahmad M, et al. Spasmogenic and spasmolytic constituents in *Sida pakistanica* [J]. Pharm Biol, 1999, 37(3): 173-180.

(收稿日期 2009-07-31)

瑞香狼毒的化学成分、生物活性及应用研究进展

刘文程, 王 臣

(哈尔滨师范大学生命科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150025)

摘要:瑞香狼毒为传统中药, 性味苦平, 有杀菌、杀虫、散结、逐水、止痛、祛痰等功效。近几十年来, 国内外对其化学成分、生物活性及应用等方面进行了较深入的研究并取得显著成果。综述了瑞香狼毒的化学成分、生物活性及应用的研究进展, 为进一步开发这味传统中药提供参考。

关键词:瑞香狼毒; 化学成分; 生物活性; 应用

中图分类号: R282.71

文献标识码: A

文章编号: 1674-5515(2010)01-0026-05

Research on chemical constituents, bioactivity, and application of *Stellera chamaejasme*

LIU Wen-cheng, WANG Chen

(College of Life Science and Technology, Harbin Normal University, Harbin 150025, China)

Abstract: *Stellera chamaejasme* L., a traditional Chinese medicinal material, is bitter and neutral in nature. It has many functions such as killing bacteria and insects, relieving pain and eliminating phlegm. There is a significant progress on researches of *S. chamaejasme* L. This article summarizes the studies on

基金项目 哈尔滨师范大学博士科研启动基金项目

作者简介 刘文程(1983—), 男, 硕士研究生, 研究方向为植物生物学。Tel: 13845169150, E-mail: lwc472789659@yahoo.com.cn

chemical constituents, bioactivity and application of poisonous plant *S. chamaejasme* L. in order to provide reference for further research and development of traditional botanical pesticides.

Key words: *Stellera chamaejasme* L.; chemical constituents; bioactivity; application

瑞香狼毒 *Stellera chamaejasme* L., 又名狼毒、断肠草、馒头花等, 是瑞香科狼毒属多年生草本有毒植物, 分布于中国东北、西北、西南等大部分地区, 其根粗大、圆柱形、质韧不易折断, 断面有白色绒毛纤维。瑞香狼毒为传统中药, 性味苦平, 有杀菌、杀虫、散结、逐水祛痰、破积杀虫之功效。近几十年来, 国内外学者对其化学成分、生物活性及应用进行了深入研究并取得显著成果。将近年来对瑞香狼毒化学成分、生物活性及在多方面的应用情况进行综述。

1 化学成分

瑞香狼毒含三萜、胡萝卜苷、皂苷、鞣质、多糖、富马酸、蒽苷及苯丙素类(烯醇糖苷类)化学成分。目前分离、鉴定出的化学成分主要有香豆素类、黄酮类、二萜类和本脂素类等。20世纪六七十年代, 我国化学家从瑞香狼毒根中分离出第一个单体酸性物质, 定名为狼毒素^[1], 后经学者确定为双氢双黄酮的结构。20世纪七八十年代, 前苏联学者 Tikhomirova、Modonova 和蒙古学者 Narantuyaa 从该植物中分离得到香豆素类化合物。

1.1 香豆素类

香豆素类是瑞香科植物的特征性成分, 包括牛防风素(又名 6-甲氧基白芷素)、异佛手柑内酯、具免疫调节活性的虎耳草素、异虎耳草素、具抗菌活性的伞形花内酯和瑞香内酯^[2](又名瑞香素、白瑞香素)、东莨菪素、香豆素糖苷^[3], 伞形花内酯、伞形花内酯-7-O- β -D-吡喃木糖基(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖苷^[4], 伞形花内酯-7-氧葡萄糖苷^[5]、O-[β -D-吡喃木糖基(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖基]7-羟基香豆素、7,8-二羟基香豆素^[6]、新瑞香素、西瑞香素^[7]、异西瑞香素 B^[8]。

1.2 黄酮类

瑞香狼毒中的黄酮类化合物多为二氢黄酮的二聚体双氢双黄酮类, 有狼毒素, (-)-7-甲氧基狼毒素(具旋光性)^[9], 7-甲氧基狼毒素 A, 瑞香狼毒素 A'、B、4', 4'', 5, 5'', 7, 7''-六羟基-3, 3''-双黄酮^[10]。还有狼毒素 A、B、C、D^[10-11], 狼毒素的甲基衍生物 A、B、C, 异狼毒素, 新狼毒素 A、B, 雁皮素 A、C, 异新狼毒素 A, 优狼毒素 A、B、C, 异狼毒素 B, 异雁皮素 A, 狼毒素外消旋体, 内消旋体异狼毒素和(+)-狼毒

素。其他黄酮类化合物还有瑞香酚^[5], (-)-表枇杷素-7-O- β -D-吡喃葡萄糖苷, stelleranol, (+)-表枇杷素, 茺花醇 A、B, 洋芹素, 槲皮素, 芸香苷, 二氢山柰酚, 二氢瑞香素乙, 瑞香素乙, 3', 14-二甲基-4', 11-二甲氧基-5, 7-二羟基苯骈二氢黄酮。

狼毒色原酮类化合物比较少见, 仅分离得到狼毒色原酮、mohsenone 和色原酮衍生物 iso-mohsenone^[12]。经 HPLC 分析, 狼毒色原酮在狼毒根干粉中的质量分数为 0.94%。

1.3 二萜类

瑞香狼毒中具强烈鱼毒活性的二萜原酸酯类化合物有胡拉毒素、萨布毒素 A、单纯杆菌素; 具抗白血病活性的有 pimelea factor P₂, 不饱和脂肪酸酰化的瑞香烷型二萜^[3], 具抗肿瘤活性的环氧二萜类尼地吗啉, 此外还有 stelleramacrin A、B, neostellerin A、B、C, neostellin 和 neostellerin 等。

1.4 木脂素类

木脂素是一类由苯丙素氧化聚合而成的天然化合物, 多具有四氢呋喃和四氢呋喃型结构。已分离的此类化合物有拉帕酚 F、clemastanin B、牛蒡苷^[13]、木兰勒宁 C、鹅掌楸树脂醇 B、(-)-松脂醇、罗汉松树脂醇、(+)-樟树宁、(-)-松脂醇单甲醚、isohinokinin、(-)-松脂醇二甲醚(又名桉叶素)^[10]、ilemasthanin B、松树脂醇二甲醚、burschernin^[14]等。

1.5 其他

瑞香狼毒茎叶中含有 1,1-二甲基丁基苯、2,3-二甲基十氢化萘、环己基苯、正十六烷、正十七烷、正十八烷、正十九烷、2,6,10,14-四甲基十六烷、十六烷酸、十六烷酸甲酯、十六烷酸乙酯、4-甲基十九烷、钛酸二丁酯、9,12,15-十八碳三烯酸甲酯、9,12-十八碳二烯酸、9,12,15-十八碳三烯酸、十八烷酸、十八烷酸甲酯和十八烷酸乙酯等 20 个化合物^[15]。

瑞香狼毒根中的挥发油含有: 醋酸乙酯、辛醛、苯甲醇、辛醇、 β -月桂烯、橙花醛、橙花醇、5-甲基癸烷、癸醛、3,7,11-三甲基十二碳 α -反-6,6-顺 10-烯醇、3,7,11-三甲基十二碳 α -反-6, O-顺三烯醇、正十九烷、十六碳酸甲酯、十六碳酸乙酯、十六碳酸、7,10-十八碳二烯酸甲酯、十八碳酸甲酯等至少 22 种化合物^[16], 以及麝子油醇、10,13-十八二烯酸甲酯。

该植物干燥叶中的挥发油为黄色,有独特刺激性臭味,质量分数约为0.0071%,胍基甲酰二苯胺的量达到17.26%。瑞香狼毒根含锌、铜、镉等多种微量元素,硒的量为37 mg/g,并含18种以上天然氨基酸^[16]。还含有苯乙酮、棕榈酸、邻羟甲基苯甲醛、9-甲基-8-十五烯酸、十一烷、正十二烷、正十三烷、十四烷、 β -谷甾醇、具杀虫活性的1,5-二苯基-2-烯-1-戊酮、1,5-二苯基-1-戊酮、桂皮酸、正二十二酯、咖啡酸正二十酯、对羟基桂皮酸正二十二酯、4-乙氧基苯甲酸、(+)-5,7,4'-三羟基黄酮-3-醇、2,6-二甲氧基对苯醌、*N,N*-二甲基-*L*-天门冬氨酸,以及具有免疫调节和抗肿瘤活性的*S*-(+)-3-羟基-1,5-二苯基-1-戊酮^[8,17]。

2 生物活性

2.1 防虫、杀虫

在高寒的草原,于8月采集的瑞香狼毒含灭蚜活性较高的物质。将其根晒干研成细粉,翻地时放入沟内,可杀死地下害虫;防治猿叶虫、蚊子幼虫、松毛虫;还具有毒杀粘虫、苍蝇幼虫的作用。

张国洲等^[18]在盆栽法试验中,发现瑞香狼毒根乙醇提取物(SCEE)对菜粉蝶有较好的防治效果,对作物有较高的保叶率。经0.5% SCEE处理后,第7天对菜粉蝶的防治效果为79.59%,第5和10天的保叶率分别为74.54%、81.31%;经1.5% SCEE处理后第7天的防治效果为87.68%,第5和10天的保叶率分别为83.47%、89.83%。Wang等^[19]采用夹毒法、叶碟法、浸叶法及食料混药法对瑞香狼毒的杀虫活性进行测定,发现SCEE对菜粉蝶幼虫、亚洲玉米螟幼虫和桃蚜具有很强的杀虫活性,对斜纹夜蛾幼虫和小菜蛾幼虫的杀虫活性则较弱。张程辉等^[20]用瑞香狼毒根乙醇提取物对舞毒蛾的防治效果进行了室外试验,发现该提取物对舞毒蛾有较好的防治效果,在舞毒蛾卵期、1龄虫、2龄虫时期防治效果分别为87%、64%、41%。李宁等^[21]研究了瑞香狼毒根及茎叶丙酮提取液对温室白粉虱室内生物活性的作用,结果丙酮提取液原液稀释1000倍后使白粉虱成虫的校正死亡率分别为81.27%、75.57%。

尚涛等^[22]将瑞香狼毒杀虫活性部位(LD)分别与烟碱乳油(YJR)、增效剂CT-901A(Bz)按不同质量比混配,在室内对家蝇、酢酱草茹叶螨进行毒力测定,利用相关软件进行毒力回归分析。结果发现LD与YJR、LD与Bz两种复配及LD+YJR+Bz 3

种物质的复配显著增强杀虫效果,当LD:YJR:Bz为20:1:1或30:1:1时,对家蝇的毒力效果更加明显,LC₅₀达5 μ g/L;当LD:Bz为20:1或30:1时,LD:YJR:Bz为30:1:1时,对酢酱草茹叶螨的毒力效果也同样显著,LC₅₀也达5 μ g/L。李捷等^[23]采用不同的生物活性测定方法,比较了瑞香狼毒根4种不同溶剂提取物的杀螨活性,发现4个提取物对山楂叶螨有很好的触杀和内吸活性。在触杀活性测试中,石油醚提取物和氯仿提取物的杀螨活性最强;在内吸作用检测中,乙醇、氯仿和石油醚提取物的杀螨活性均较高,杀螨效果显著。在对石油醚提取物的不同溶剂萃取物进行生物活性追踪测定中发现,石油醚萃取物和氯仿萃取物具有较高的生物活性,质量浓度为0.6 g/L,山楂叶螨的24 h校正死亡率分别达到93.22%、79.66%。

2.2 抗菌与抗真菌

杨顺义等^[24]用石油醚、二氯甲烷、丙酮、乙醇、甲醇5种溶剂,以连续回流、冷浸及振荡3种方法对瑞香狼毒根中的抑菌成分进行了提取研究。发现丙酮、乙醇、甲醇3种溶剂提取物对番茄灰霉病菌、辣椒丝核菌、黄瓜枯萎病菌、番茄早疫病病菌和黄瓜黑星病菌菌丝生长的抑制活性显著高于二氯甲烷和石油醚提取物,而丙酮、乙醇、甲醇3种提取物间的抑菌活性差异不显著。周乐等^[25]采用生物活性跟踪法,首次从瑞香狼毒根中分离出2个具广谱杀菌活性的物质,经波谱鉴定分别为新狼毒素B和狼毒色原酮。生物检测结果表明,这两个化合物质量浓度为2.2 g/L时对苹果干腐病菌、小麦赤霉病菌、蕃茄早疫病病菌、南瓜枯萎病菌、玉米大斑病菌、烟草赤星病菌和辣椒疫霉病菌均有一定的抑制作用。欧阳秋等^[26]采用抑制菌丝生长速率法测定瑞香狼毒对石膏样毛癣菌的最小抑菌浓度(MIC)、最低杀菌浓度(MFC);用透射电镜观察药物作用后菌丝超微结构的变化。结果发现瑞香狼毒对石膏样毛癣菌有明显的抑制作用,EC₅₀为302.1 μ g/mL, MIC为312.5 μ g/mL, MFC为625.0 μ g/mL;用透射电镜观察到经药物作用后,菌丝细胞有明显的形态变化。

孔洁等^[27]以番茄晚疫病病菌为供试菌,研究了瑞香狼毒提取物的抑菌活性,采用急性经口、眼刺激、皮肤试验等方法,研究了瑞香狼毒醋酸乙酯萃取物的急性毒性。结果发现,瑞香狼毒醋酸乙酯萃取物ig给药,对小鼠的急性毒性为低毒;急性皮肤刺激对白兔无影响;眼刺激对白兔仅有轻度反应;对鲫鱼

的毒性属中级。瑞香狼毒醋酸乙酯萃取物及其3个提取部位对番茄晚疫病病菌有较好的抑制活性。梁海英等^[28]研究了瑞香狼毒的甲醇、醋酸乙酯、石油醚萃取物对稻瘟病菌的抑制作用,发现醋酸乙酯萃取物对稻瘟病菌生长的抑制作用最强,质量浓度为1.75 mg/mL且处理12 h,对稻瘟病菌孢子萌发的抑制率达100%,2.016 mg/mL时,对产孢量的抑制率为95.20%。温哲屹等^[29]用醋酸乙酯等溶剂,以平行提取法提取瑞香狼毒活性物质;采用生长速率法研究了提取物对8种植物病原菌的抑菌活性;以大久保桃为试验对象,研究不同浓度瑞香狼毒醋酸乙酯提取液控制桃褐腐病的效果;并检测了桃中3种抗病性酶的活性。结果发现,瑞香狼毒醋酸乙酯提取物对8种供试病原菌中的7种有明显的抑制作用,对桃褐腐病病原菌、苹果腐烂病病原菌、小麦赤霉病病原菌、黄瓜枯萎病病原菌生长产生完全抑制作用;瑞香狼毒醋酸乙酯、水、甲醇、乙醇、石油醚等提取物对桃褐腐病病原菌均有抑制作用(抑菌率均高于60%),其中醋酸乙酯提取物可完全抑制病原菌菌丝的生长;经3种质量浓度的醋酸乙酯提取物处理的桃,其病斑均小于对照组,20 mg/mL的效果最好;醋酸乙酯提取物还显著增强桃苯丙酸解氨酶、过氧化物酶的活性,但对多酚氧化酶活性的影响不明显。

2.3 酶抑制

黄晓等^[30]用 Sephadex G-25、DEAE-Sephadex Fast Flow 和 Sephadex G-200 柱色谱法分离、精制了家蚕头部中的乙酰胆碱酯酶(AChE),并以有机磷化学农药为阳性对照,研究了瑞香狼毒甲醇、乙醇提取物对精制的 AChE 的抑制作用。发现这2个提取物对精制的 AChE 有一定抑制作用。

2.4 抗病毒

薛小平等^[31]用不同浓度的瑞香狼毒提取液喷洒烟苗,发现提取液约1.5、1.88、2.25 L/hm²给药后10 d,对烟草黄瓜花叶病的防治效果分别为55.0%、59.0%、59.6%,与清水处理组的病情指数相比差异极显著;20%病毒A可湿性粉剂1500 g/hm²的防治效果为56.9%。喷施瑞香狼毒提取液后烟叶内的病毒浓度在药后10 d下降了43.2%~45.9%。

2.5 异株克生作用与抑制种子萌发

周淑清等^[32]研究了瑞香狼毒鲜株水浸提液对苜蓿、披碱草等十种植物种子萌发的作用,并用该

植物茎叶粉碎物进行植物盆栽影响测定。结果表明:瑞香狼毒对所试植物种子的萌发和幼苗生长均有抑制作用,作用的强弱因植物种类的不同而有差异。曹成有等^[33]研究了不同浓度瑞香狼毒提取液处理后的2种植物种子的萌发特性和生理指标的变化。结果发现2种提取液原液或稀释20倍以内后,均对种子的萌发率和萌发进程产生了明显的抑制作用;萌发过程中脯氨酸的量提高,可溶性蛋白和可溶性糖的量降低,幼苗中超氧化物歧化酶(SOD)活性提高,丙二醛(MDA)的量增加。

3 应用

瑞香狼毒的应用非常广泛,可从中提取工业原料,也可以开发药物、有机农药,还可作为观赏植物。纪亚君等^[34]深入研究了瑞香狼毒分子水平的毒理学,阐明作用机制,进行“生物合理设计”。

瑞香狼毒根、茎中含有丰富的纤维和淀粉,纤维细长、柔软,有一定韧性,是生产各种高级纸张的原料,藏族居民用它生产“藏经”纸。其根部淀粉的质量分数为34.77%,去皮后的根含淀粉64.49%,可用来发酵生产工业乙醇^[35]。

将瑞香狼毒开发成新型的植物杀虫剂,能控制草原滋生、蔓延的杂草,并防治农作物虫害、减少化学农药使用。在今后农药理论研究和生产实践等方面有重大科学和生态学应用价值,例如瑞香素对棉蚜、桔蚜和烟蚜的LD₅₀分别为(29.48±1.55)、(30.75±1.50)、(95.88±2.06) μg/g,防治棉蚜效果显著,有很高的触杀作用^[36]。

瑞香狼毒具清热解毒、泻火、止溃疡、祛腐生肌的功效,可用于治水肿腹胀、心腹疼痛、肺结核、慢性气管炎、恶性肿瘤^[37]、滴虫性阴道炎、疥癣、瘟疫、坐骨神经痛^[38],以及跌打损伤等。

4 小结

瑞香狼毒是草地植被长期逆向演替的产物,严重危害畜牧业的发展,具有明显的异株克生作用和较强的毒性,能触杀毒害农业害虫、抑制病菌的生长,因此对其化学成分和生物活性进行细致地研究,可以变废为宝,为低毒、高效的新型药物的开发、充分合理利用这一天然绿色资源植物提供有价值的理论基础和参考依据。尽管瑞香狼毒是中国传统的药用植物,但其应用还不够广泛,并未大量投入生产、制成药剂,因此将瑞香狼毒开发成农药产品或药品,或与其他药用植物合用,配成复方药剂,代替化学农

药或开发成新药,将有广阔的发展前景,在资源可持续发展利用方面具有重要意义。

参考文献

- [1] 黄文魁,张振杰.瑞香科狼毒中的双二氢黄酮——狼毒素(Chamaejasmine)的结构[J].兰州大学学报:自然科学版,1977,12:50-54.
- [2] 刘桂芳,付玉芹,侯凤飞,等.瑞香狼毒化学成分研究[J].中国中药杂志,1995,20(12):738-740.
- [3] Jiang Z H, Tanaka T, Sakamoto T, et al. Biflavanones, diterpenes, and coumarins from the roots of *Stellera chamaejasme* L. [J]. Chem Pharm Bull, 2002, 50(1): 137-139.
- [4] 刘欣,叶文才,车镇涛,等.瑞香狼毒的化学成分研究[J].中草药,2004,35(4):379-381.
- [5] 冯宝民,弓晓杰,史丽颖,等.瑞香狼毒根中酚类成分的研究[J].中国中药杂志,2008,33(4):403-405.
- [6] 田尚衣,魏春雁,周道玮,等.高效液相色谱法测定瑞香狼毒根、茎、叶、花中7,8-二羟基香豆素的含量[J].分析化学研究简报,2004,12(32):1627-1630.
- [7] 冯宝民,裴月湖,韩冰.瑞香狼毒化学成分的研究[J].沈阳药科大学学报,2000,17(4):258-259,288.
- [8] 杨国红,陈道峰.瑞香狼毒中的一个新双香豆素——异西瑞香素B[J].中国天然药物,2006,11(4):425-427.
- [9] 杨伟文,邢有权,宋茂森,等.瑞香狼毒化学成分研究[J].兰州大学学报,1983,19(4):109-111.
- [10] Xu Z H, Qin G W, Li X Y, et al. New biflavanones and bioactive compounds from *Stellera chamaejasme* L. [J]. Acta Pharm Sin, 2001, 36(9):669-671.
- [11] Liu G Q, Tatematsu H, Kurokawa M, et al. Novel C-3/C-3'-Biflavanones from *Stellera chamaejasme* L. [J]. Chem Pharm Bull, 1984, 32(1): 362-365.
- [12] Feng B M, Pei Y H, Hua H M. Chemical constituents of *Stellera chamaejasme* L. [J]. J Asian Nat Prod Res, 2002, 4(4):259-263.
- [13] 刘欣,叶文才,车镇涛,等.瑞香狼毒的木脂素类成分研究[J].中国药科大学学报,2003,34(2):116-118.
- [14] 冯宝民,裴月湖,张海龙,等.瑞香狼毒中的化学成分[J].中草药,2004,35(1):12-14.
- [15] 于凤兰,戈巧英,郝乃斌,等.瑞香狼毒茎叶化学成分研究[J].植物学通报,1998,15(5):66-67.
- [16] 曲广义,杨志强,杨宝印,等.瑞香狼毒活性成分——氨基酸及挥发油的初步分析[J].沈阳医药,1992,7(4):22-24.
- [17] Xu Z H, Qin G W, Xu R S. A new bicoumarin from *Stellera chamaejasme* L. [J]. J Asian Nat Prod Res, 2001, 3(4):335-340.
- [18] 张国洲,王亚维,徐汉虹.瑞香狼毒防治菜粉蝶盆栽试验[J].安徽农业大学学报,2002,29(3):230-232.
- [19] Wang Y W, Zhang G Z, Xu H H, et al. Biological activity of extract *Stellera chamaejasme* against five pest insects [J]. Entomologia Sinica, 2002, 9(3):17-22.
- [20] 张程辉,张煜明.瑞香狼毒防治舞毒蛾的研究[J].宁夏农林科技,2007,5:40.
- [21] 李宁,邱丹,刚存武.三种植物源农药对温室白粉虱生物活性的测定[J].长江蔬菜,2004,(4):50-51.
- [22] 尚涛,景晓兰,高平.狼毒活性部位复合乳油功效[J].天然产物研究与开发,2007,19:662-666.
- [23] 李捷,赵飞,刘素琪,等.瑞香狼毒根提取物对山楂叶螨的生物活性[J].植物资源与环境学报,2007,16(3):31-34.
- [24] 杨顺义,郭东艳,张新虎,等.瑞香狼毒根中抑菌成分提取工艺[J].农药,2006,45(9):594-595.
- [25] 周乐,元超,秦宝福,等.瑞香狼毒根的抑菌活性成分研究(II)[J].西北植物学报,2004,24(12):2346-2349.
- [26] 欧阳秋,黄晓,陶科,等.瑞香狼毒对石膏样毛癣菌的抑制作用及其对超微结构的影响[J].华西药学杂志,2008,23(1):10-12.
- [27] 孔洁,吴佳君,史冠莹,等.瑞香狼毒提取物对试验动物急性毒性及活性的初步研究[J].四川动物,2009,28(2):171-174.
- [28] 梁海英,陶科,张新刚,等.瑞香狼毒对稻瘟病菌的抑制活性及其机理的初步研究[J].四川大学学报:自然科学版,2008,45(2):446-450.
- [29] 温哲屹,师光禄,苏学友,等.瑞香狼毒提取物对病原菌及桃霉的生物活性研究[J].北京农学院学报,2008,23(1):25-29.
- [30] 黄晓,滕云,陶科,等.天然产物对家蚕乙酰胆碱酯酶抑制作用研究[J].四川动物,2008,27(3):327-330.
- [31] 薛小平,王茂胜,陈懿,等.瑞香狼毒提取液防治烟草黄瓜花叶病药效试验[J].安徽农业科学,2008,36(9):3761-3762.
- [32] 周淑清,黄祖杰,阿荣.狼毒异株克生现象的初步研究[J].中国草地,1998,(4):52-55.
- [33] 曹成有,富瑞,王文星,等.瑞香狼毒根提取液对植物种子萌发的抑制作用[J].东北大学学报:自然科学版,2007,28(5):729-732.
- [34] 纪亚君.青海天然草地有毒植物瑞香狼毒及其综合治理[J].青海畜牧兽医杂志,2003,33(4):35-36.
- [35] 张健琛.浅谈狼毒资源的开发与利用[J].中国野生植物,1992,(2):36-37.
- [36] 高平,刘世贵,侯太平,等.瑞香素对蚜虫生物活性的研究[J].植物保护学报,2001,28(3):265-268.
- [37] 贾正平,樊俊杰,王彦广,等.瑞香狼毒水提物小鼠药物血清对小鼠白血病 L₁₂₁₀ 细胞增殖、克隆形成和 DNA 合成的影响[J].中草药,2001,32(9):807-809.
- [38] 张国洲,陈于年,王亚维,等.瑞香科杀虫植物——瑞香狼毒[J].华中师范大学学报:自然科学版,2000,34(3):326-330.

(收稿日期 2009-08-19)

节 能 减 排 保 护 环 境