

大戟属植物现代药用的研究进展

包勒朝鲁^{1,2} 那生桑²

(1 北京中医药大学基础医学院博士研究生,北京,100029; 2 内蒙古医科大学,呼和浩特,010110)

摘要 大戟属植物是大戟科植物中种类最多、生境最为广泛和变异性最大的一属,也是被子植物中分类最困难的属之一。该属约有2 000种,遍布世界各地。我国有80余种,其中原产60余种,栽培和归化10余种,在西南的横断山区和西北的干旱地区较为多。目前,对大戟属植物的研究主要集中在化学成分及药理活性方面。本文就该属植物的药用概况及共有的生药特征、显微特征、化学成分、药理活性和质量控制等研究进展进行综述,为其今后的药用开发研究提供参考。

关键词 大戟属;药用植物;生药特征;显微特征;化学成分;药理药效;现代研究;进展

Advances on Modern Medicinal Researches on Plants of Euphorbia L.

Baole Chaolu^{1,2}, Na Shengsang²

(1 School of Basic Medical Sciences, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China;

2 Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010110, China)

Abstract Euphorbia is one of the most kinds, the most extensive and most variegated of Euphorbiaceae, and one of the most difficult genus of angiosperms. There are about 2,000 species of this genus all over the world. There are more than 80 species in China, of which about 60 species are native, and more than 10 species are cultivated and naturalized. There are more in the Hengduan Mountains in the southwest and the arid regions in the northwest. At present, research on Euphorbia mainly focuses on chemical composition and pharmacological activity. In this paper, the medicinal profiles of the genus and the common research progress of pharmacological characteristics, microscopic characteristics, chemical composition, pharmacological activity and quality control were reviewed, which provided references for future medicinal development research.

Key Words Euphorbia L.; Medicinal plant; Pharmacognosy characteristics; Microscopical characteristics; Chemical composition; Pharmacological effects; Modern research; Progress

中图分类号:R284.2 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1673-7202.2018.08.063

大戟属(*Euphorbia*)为大戟科(*Euphorbiaceae*)植物中最大的一属,全世界有2 000余种,我国有80余种^[1]。大戟属植物分布较为广泛,热带、亚热带、陆地和沙漠均可生长。我国大戟属植物主要有地锦草亚属、美洲大戟亚属、大戟亚属、一品红亚属和乳浆大戟亚属等5个亚属^[2],主要分布于西南的横断山区和西北的干旱地区均有分布。大戟属植物中具有药用作用的较多,我国医药著作记载较多,从明代的《本草纲目》至清代的《植物名实图考》《生草药性备要》等均有记载,在近代中医药专著《中药大辞典》记载有32种,《中草药汇编》(1987年版)记载有37种。2015年版的《中华人民共和国药典》收录了京大戟、月腺大戟、狼毒大戟、甘遂、地锦草、飞扬草、地锦草、续随子等8种。中国民族医药中使用的大戟属植物更为丰富,例如蒙医常用的麻拉干扎拉额部苏、塔日奴、八嘎塔日奴、胡德日奈杜日吉德、砂麻杜日吉德等均为大戟属植物。药用大戟属植物主要当做通便、利尿药物使用。近年来,随着人们对大戟属

植物研究的不断加深,其具有的抗肿瘤、抗白血病、抗菌、抗炎、抗病毒、抗结核等药理活性^[3]和致炎、致癌,对皮肤和口腔、胃肠道黏膜刺激性等不良反应^[4]的双重性引起了国内外许多学者的极大兴趣。现围绕大戟属植物的药用概况及共有的生药特征、显微特征、化学成分、药理活性、质量控制进行了详述,为其今后的更深入的研究提供了参考依据。

1 大戟属植物药用概况

大戟属植物种类较多,作用广泛。据文献记载大戟属植物有40余种已入药,其中较为常用的有狼毒、甘遂、千金子、京大戟、地锦草和蒙医常用品种喜马拉雅大戟、中尼大戟等^[2,5],它们基本上性苦寒、有毒,具有峻下逐水药用功效,一般用于通便、利尿、治疗水肿、结核、银屑病、疥疮和无名肿毒,尤其是除疣、抗肿瘤等^[2]。见表1。

2 大戟属植物共有的生药特征

大戟属植物为1年生、2年生或多年生草本、灌木或乔木,植物体具乳状液汁。根圆柱状,或纤维

基金项目:内蒙古自治区科技计划项目——鹿角等20种蒙药材一般炮制工艺及质量标准研究

作者简介:包勒朝鲁(1976.10—),男,硕士研究生,副教授,博士研究生,研究方向:蒙药炮制规范化,E-mail:956613769@qq.com

通信作者:那生桑(1956.01—),男,博士,教授,研究方向:蒙药现代化,E-mail:504085531@qq.com

表 1 大戟属药用植物

药材名	拉丁名	药用部位	功效
京大戟	<i>E. pekinensis</i> Rupr	根	泻水逐饮,消肿散结
狼毒大戟	<i>E. pallasii</i> Turcz	根	逐水祛痰,破积杀虫
月腺大戟	<i>E. bracteolata</i> Hayata.	根	逐水散结,破积杀虫
甘遂	<i>E. kansui</i> T. N. LiouxT. P. Wang	块根	泻水逐饮,破积通便
续随子(千金子)	<i>E. lathyris</i> L.	种子	泻水消肿,破血消症
湖北大戟	<i>E. hylonoma</i> Hand. Mazz	根、茎叶	消痰,逐水,攻积,止血,止痛
地锦草	<i>E. Humifusae</i> Willd.	全草	清热解毒,利湿退黄,活血止血
泽漆	<i>E. helioscopia</i> L.	地上部份	利尿消肿,化痰散结,杀虫止痒
大狼毒	<i>E. nematocypha</i> Hand. -Mazz.	根	化瘀止血,杀虫止痒
飞扬草	<i>E. hirta</i> L.	全草	清热解毒,利湿止痒
三朵云	<i>E. erythraea</i> Hemsl	根	活血,通便
土瓜狼毒	<i>E. pinus</i> Lévl	根	舒筋活血,止痛,通便
小飞扬草(通奶草)	<i>E. thymifolia</i> L.	根	清热利湿,收敛止痒
小狼毒	<i>E. prolifera</i> Buch-Ham.	根	利水消肿,泻下通便,湿阻中满
火殃筋	<i>E. antiquorum</i> L.	鲜茎	祛风,行气
牛奶浆草	<i>E. hippocrepica</i> Hemsl.	根	逐水消肿
毛地锦	<i>E. humifusa</i> Willd.	全草	清热利湿,解毒消肿,健脾开胃,活血止血
水黄花	<i>E. chrysocoma</i> Levl. etVan.	根皮叶	泻水,清热解毒
林大戟	<i>E. lucorum</i> Rupr.	根	逐水通便,消肿散结
乳浆草	<i>E. esula</i> L.	根	利水道,消水肿,杀虫,攻虫,攻肠胃中积滞
细叶大戟	<i>E. esula</i> L. var. <i>cyparissoides</i> Boiss	叶、茎	解毒消肿
贵州落地金钱	<i>E. rothiana</i> Spreng.	根	泻下祛瘀
高山大戟	<i>E. stracheyi</i> Boiss	根	止血祛瘀,生肌止痛
银边翠	<i>E. marginata</i> Pursh	全草	拔毒消肿
黄土大戟	<i>E. luticola</i> Hand. -Mazz	根	活血解毒,利尿通便
绿玉树	<i>E. tirucalli</i> L.	全草	泻下,催吐,通便,驱风
虎刺梅(铁海棠)	<i>E. milli</i> Ch. DesMoulins	全草	排脓,解毒,逐水
窄叶大戟	<i>E. aleniozenkii</i> Czerniaev.	全草	拔毒消肿
准格尔大戟	<i>E. soongarica</i> Boiss	根	逐水饮,消肿散结
猫眼草	<i>E. lunulata</i> Bunge	全草	镇咳,祛痰,散结,逐水,拔毒,杀虫
斑地锦	<i>E. maculata</i> L.	全草	止血,清湿热,通乳
猩猩木(一品)	<i>E. pulcherrima</i> Willd.		调经止血,活血化痰,接骨消肿
红癭草	<i>E. peplus</i> L.	全草	杀虫解毒
霸王鞭	<i>E. royleana</i> Boiss	全草	祛风解毒,杀虫止痒
鸡肠狼毒	<i>E. prolifera</i> Buch. Ham.	根	舒筋活血,止痛,通便
喜马拉雅大戟	<i>E. himalayensis</i> Boiss.	根	泻下,催吐,止腐
中尼大戟	<i>E. pseudosikkimensis</i> (Hurusawa et Y. Tanaka)Chin	根	泻下,催吐,止腐

状,或具不规则块根。叶常互生或对生,少轮生,常全缘,少分裂或具齿或不规则;叶常无叶柄,少数具叶柄;托叶常无,少数存在或呈钻状或呈刺状。杯状聚伞花序,外围绿色杯状的总苞,有萼状裂片 4~5 片,裂片与肥厚肉质的腺体互生;内含有多数或少数雄花,雌花 1 朵;雄花仅具 1 个雄蕊,花丝和花柄间有关节;雌花单生于杯状花序的中央而突出于外,由 1 个 3 心皮雌蕊组成,子房 3 室,每室有 1 个胚珠,3 个花柱,上部每个花柱再分为三叉;果实为蒴果;种子每室 1 枚,常卵球状,种皮革质,深褐色或淡黄色,具纹饰或否;胚乳丰富;子叶肥大^[6-7]。具乳状液汁为本属植物一大特点^[2]。

3 大戟属植物显微特征的共性

大戟属药用植物的用药部位多为根部,其根本栓层较厚,次生皮层发达,有大量的乳汁管,韧皮部缺乏,木质部狭窄呈辐射状,网纹导管及周围纤维。乳汁管细胞存在于幼苗的子叶茎节部位,而在成熟植物中则发生在木质部的髓部及茎轴皮层,叶脉中也有发生,形状为杆状、髓状或淀粉粒状^[7]。同时值得注意的是,不同种类的植物的显微特征也略有所不同,如狼毒大戟木质部内侧具多环维管组织^[8];狼毒大戟根横切面可见多轮同心内函韧皮部异常构造^[9];高山大戟根横切面可见异常的木内异型维管束,其粉末中也可见异常形态的木纤维和后

壁细胞^[10]。

4 化学成分

大戟属植物化学成分的研究较为多,其主要含有二萜类、三萜类、甾醇、黄酮、鞣质和酸类化合物等成分。

4.1 二萜类 二萜酯类成分在大戟属植物中较为普遍存在,特别是在其白色乳汁中。迄今为止,已有20余种碳骨架类型的300多种大戟二萜酯被分离鉴定,且新化合物和新碳骨架仍在被发现^[11]。目前已被发现的二萜类化合物的化学结构类型主要包括松香烷型(abietane type)、阿替斯烷型(atisane type)、贝壳杉烷型(kaurane type)、海松烷型(pimarane type)、异海松烷型、巴豆萜烷型(Tig liane type)、巨大戟烷型(Ingenane type)、瑞香烷型(Daphane type)、千金二萜烷型(La thy rane type)、假白榄烷型(Jatrophane type)、西松烷型(casbabe type)、续随子烷型(lathrane type)、曼西醇烷型(myrsinol type)、玫瑰烷型(rosane type)、甘青大戟醇A型(euphoractine A type)、甘青大戟醇B型(euphoractine B type)、甘青大戟醇C型(euphoractine C type)等^[12-13]。其中,松香烷型二萜是该属植物中的主要二萜类化合物^[13],也是该属中数目最多的四环二萜类成分^[14];千金烷型二萜是本属植物中数量最多的大环二萜类化合物^[15];巴豆烷型二萜是大戟属药用植物具有中毒性、刺激性、致炎和辅助致癌作用的重要成分之一^[14];巨大戟烷型二萜是本属植物中最常见的刺激成分^[16]。

4.2 三萜和甾醇类 三萜类成分和甾醇类化合物在大戟属植物中分布也较为广泛。但是由于其结构及生理活性研究较少,没有大戟二萜类成分新颖而独特,同时多数为已知化合物,如r大戟醇、A、B-大戟甾醇、甘遂醇、大戟酮及B-谷甾醇、豆甾醇等^[12],故其在大戟属植物中的研究并未受到重视。目前已报道的三萜类化合物的化学结构类型主要有环阿尔廷烷型(cycloartane type)、羊毛脂烷型(lanostane type)、大戟烷型(euphane type)、甘遂烷型(tirucallane type)、齐敦果烷型(oleanane type)、乌苏烷型(ursane type)、羽扇豆烷型(lupane type)等,其中环阿尔廷烷型三萜是该属植物中主要的三萜成分^[13],也是该属植物中最多的四环三萜结构类型^[17]。

4.3 黄酮和花色苷类 黄酮类化合物和花色苷类成分主要分布在于大戟属植物的根和茎叶中。其类型主要为黄酮类、黄酮醇类、二氢黄酮或二氢黄酮醇类及花色素类^[18]。其中黄酮苷元主要为槲皮素、芹

菜素及木犀草素;糖部分主要有葡萄糖、鼠李糖、半乳糖等^[15]。石心红等^[19]首次从准噶尔大戟根的氯仿部分离得到山柰酚、槲皮素、芹菜素、鼠李素等4种化合物;从正丁醇部分离得到槲皮苷、槲皮素-3-O-A-D-阿拉伯糖苷、芹菜素-7-O-β-D-葡萄糖苷等3种化合物。

4.5 鞣质和酸性 大戟属植物含有一定量的鞣质和酸性成分,但含量均为不多,相关研究也甚少,仅限于将鞣质水解后得到的没食子鞣质、鞣花鞣质及其低聚体等可水解鞣质。鞣质水解后可得没食子酸、逆没食子酸及鞣花酸等酸性成分^[20]。另据报道,日本冈山大学的奥田托南等从8种大戟属植物中分离得到110多个鞣质单体化合物,其中21个新化合物^[6]。

5 药理作用

大戟属药用植物具有抗肿瘤、抗白血病、抗病毒、抗菌、抗炎镇痛、泻下、抗生育、保肝、抗氧化等作用。其中抗肿瘤活性已成为其研究焦点。

5.1 抗肿瘤作用 大戟属植物具有抗肿瘤活性,李忌等^[21]采用MTT快速比色法,以长春碱(vinblastine)为阳性对照组,比较研究了6种从大戟属植物中分离得到的二萜类化合物对肝癌SMMC-7221、肺腺癌L342和胃腺癌MCC-80-3细胞生长的抑制活性,结果发现6种二萜类化合物的抗肿瘤活性强度与其化学结构密切相关,其中15-O-benzoyl-5-hydroxyisolat hyrol, jolkinol B和euphoractine A的抗肿瘤活性强于长春碱,酯酰化取代基是影响其抗肿瘤活性强度的主要官能团。另据研究报道,狼毒大戟能够促进肿瘤细胞凋亡和抑制肿瘤细胞c-myc和ras基因表达^[22],其水浸液对小鼠由白血病细胞L615攻击引起的白细胞显著增高和大有显著的降低和缓解作用^[23];甘遂中的巨大戟萜醇(Ingenol)型二萜酯类有显著的抗癌活性等^[24];鸡肠狼毒中提取的二萜酯类成分Euphor prolitherin A和Euphor prolitherinB,对肿瘤生长有良好的抑制作用^[25]。

5.2 抗白血病作用 尚溪瀛等^[26]对L615白血病小鼠注射大戟注射液进行了体内的药物实验研究,结果显示给药组L615白血病小鼠的生存期明显延长,并阻断了S期的癌细胞,表现出了良好的抗癌活性。

5.3 抗病毒作用 大戟属植物具有良好的抗病毒活性,郑维发^[27]采用鼻吸入法,以流感病毒亚甲型小鼠肺炎适应株FM1对小鼠造模,观察了从甘遂醇提取物中4种化合物的体内抗病毒活性,结果4种化

合物均显现出了一定的体内抗病毒活性,其抗病毒的作用机制可能是通过提高机体细胞免疫力而实现的。Wang 等^[28]研究发现羽扇豆酮对 HSV-1 和 HSV-2 具有很强的抗病毒抑斑作用。王立岩^[29]研究发现甘遂中的巨大戟二萜醇酯类成分对人类免疫缺陷病毒(HIV)具有很强的抑制作用。

5.4 抗菌作用 大戟属药用植物对大肠杆菌、绿脓杆菌、伤寒杆菌、霍乱杆菌等肠道致病菌和结核杆菌以及对黄色毛癣菌、同心性毛癣菌等皮肤真菌均有不同程度的抑制作用。陈志宝等^[30]研究发现狼毒大戟在试管内对大肠杆菌、绿脓杆菌、志贺氏杆菌、宋内氏痢疾杆菌、变形杆菌、伤寒杆菌、副伤寒杆菌、霍乱杆菌等肠道致病菌具有完全抑制作用。月腺大戟根的乙醇提取物所含的西松烷型二萜酯月腺大戟素 A 具有抗菌活性^[7];小叶地锦、通乳草对大肠杆菌、痢疾杆菌有较强抗菌作用,斑地锦草、通乳草对金黄色葡萄球菌有显著抗菌作用^[31];月腺大戟根部丙酮提取物对小麦赤霉病菌、油菜菌核病菌、棉花黄萎病菌、苹果炭疽病菌、甜瓜蔓枯病菌均有明显的抑菌作用^[32]。

5.5 抗炎镇痛作用 大戟属植物具有较强的抗炎活性和镇痛作用。观察大戟石油醚提取液对角叉菜胶、甲醛、佐剂、乙醛等不同因素诱导的炎性渗出的影响发现,大戟石油醚提取液角叉菜胶引起的足肿、佐剂引起的关节炎、甲醛引起的关节炎、角叉菜胶引起的胸膜炎、乙酸诱导的血管通透性的增强均有较强的抑制作用^[33]。从 *E. hirta* 地上部分分离得到的三萜和甾醇类化合物对佛波酯诱发的鼠耳朵炎性反应具有明显的抑制作用^[7]。另据报道,狼毒大戟煎剂对电击小鼠尾法及热板法所致的疼痛均有良好的镇痛作用^[12]。

5.6 其他作用 大戟属药用植物大部分均有较强的泻下、促进生长因子、止泻、保肝作用^[12]。地锦草提取物能明显提高小鼠血液超氧化物歧化酶(SOD)活性,显现较强的抗自由基活性,并能降低丙二醛(MDA)含量,具有较强的抗氧化性作用^[34]。

6 质量控制研究

大戟属植物的质量控制研究并不多,集中在京大戟^[35]、狼毒^[36,38]、甘遂^[38-39]、千金子^[40]、地锦草^[41-43]的含量测定方面。主要是通过直接测定法、酸水解测定法、氧化还原后测定法等进行前处理后采用薄层扫描法(TLCS)^[44]、可见分光光度法(VIS)^[45-46]、高效液相色谱法(HPLC)^[47-48]、毛细管气相色谱-质谱联用法(GC-MS)^[49]、液相色谱-质谱

联用法(LC-MS)^[50]、电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)^[51]等进行分离和检测。其中最常用的为高效液相色谱法(HPLC)。熊爽等^[52]对月腺大戟根中的 2 种主要三萜类成分 β -香树脂醇乙酸酯(化合物 I)和 24-亚甲基环阿尔廷醇(化合物 II)进行含量测定。结果化合物 I 和 II 进样量均在 0.1 ~ 5.0 μg 范围内有良好的线性关系,相关系数均在 0.9998 以上($n=6$);平均回收率($n=6$)分别为 99.3% 和 96.9%,RSD 分别为 1.9% 和 0.86%。贺金华等^[53]研究发现叶大戟草中山柰酚和槲皮素的浓度分别在 5.2 ~ 156.0 $\mu\text{g/mL}$ 和 3.1 ~ 92.1 $\mu\text{g/mL}$ 范围内与各自峰面积积分值呈良好的线性关系(r 分别为 0.9999、0.9997);精密度、重复性、稳定性试验的 RSD 均 < 3%;平均加样回收率分别为 101.73% 和 101.39%,RSD 分别 1.27% 和 1.59% (n 均为 6)。王灿坚等^[54]采用 HPLC 定量分析方法测定狼毒药材中狼毒乙素和岩大戟内酯 B 含量,结果狼毒乙素线性范围为 0.005 ~ 0.863 μg ($r=0.9999$),平均回收率为 96.4% (RSD = 1.4%, $n=6$);岩大戟内酯 B 线性范围为 0.003 ~ 0.496 μg ($r=0.9999$),平均回收率为 96.0% (RSD = 2.1%, $n=6$)。

值得注意的是,目前大戟属药用植物的现代研究主要集中在其抗肿瘤、抗白血病的化学成分及药理药效方面,从传统中医、蒙医主要功效角度分析较少。在传统中医、蒙医中多数大戟属植物主要用于善涤脏腑之水邪,将其列为峻下逐水药,可用于通便、利尿,治疗水肿、结核等^[12]。该属植物中医、蒙医中的活性成分到底是哪一个? 目前所供认的其刺激性成分是真的其泻下功效的物质基础吗? 这些问题值得进一步研究。

综上所述,大戟属植物种类繁多,分布广泛,资源丰富。目前大戟属植物的研究主要集中在二萜类成分和抗肿瘤活性上。大戟属植物主要含有萜类、黄酮类、鞣质类等成分,具有抗肿瘤、抗白血病、抗病毒、抗菌、抗炎镇痛、泻下、抗生育、保肝、抗氧化等活性。其二萜类和三萜类成分普遍具有抗癌、抗菌活性,具有很大的研究开发潜力。

参考文献

- [1] 师彦平,贾忠建.我国大戟二萜酯及其生理活性研究新进展[J].高等学校化学学报,1997,18(7):1107-1112.
- [2] 中国植物志编委会.中国植物志[M].北京:科学出版社,1979:26-29,62-63.
- [3] 浮光苗,余伯阳,李星,等.狼毒大戟化学成分与药理作用[J].国外医药:植物药分册,2003,18(3):101-103.
- [4] 南京中医药大学.中华本草[M].上海:上海科技出版社,2006:

- 778-812.
- [5] 罗布桑. 蒙药学. 呼和浩特[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2006:341.
- [6] 张坤, 仇峰, 覃禹, 等. 大戟属植物的药用研究进展[J]. 中国药业, 2011, 20(22): 27-30.
- [7] 李伟, 蔡霞, 胡正海, 等. 大戟属药用植物的研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2008, 27(5): 1-4, 9.
- [8] 赵奎君, 杨隼, 徐国钧, 等. 狼毒大戟的生药鉴定[J]. 中药材, 2000, 23(5): 258-260.
- [9] 翟延君, 马妮, 刘桂芳, 等. 狼毒大戟的生药学研究[J]. 中草药, 2001, 32(1): 67-69.
- [10] 赵奎君, 杨隼. 高山大戟的生药鉴定[J]. 中药材, 2000, 23(2): 74-76.
- [11] 宿树兰, 段金廛, 丁安伟. 大戟二萜醇酯类成分及其毒效关系研究进展[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2007, 9(4): 67-73, 85.
- [12] 耿婷, 丁安伟, 张丽. 大戟属植物的研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2008, 26(11): 2433-2436.
- [13] 张旭东, 钟惠民. 大戟属植物化学成分及生理活性研究[J]. 广州化工, 2012, 40(14): 110-112.
- [14] 史海明, 闵知大, 屠鹏飞, 等. 中国大戟属植物中二萜成分的化学及生物活性[J]. 化学进展, 2008, 20(2): 375-385.
- [15] 张蓓蓓, 戴源, 廖志新. 大戟属植物的化学成分及药理活性研究进展[J]. 东南大学学报: 医学版, 2010, 29(1): 99-106.
- [16] 焦莹, 柳江华, 刘桂芳, 等. 大戟属植物主要化学成分及其生物活性的研究进展[J]. 中草药, 1990, 21(2): 39-44.
- [17] 张本印, 王环, 沈建伟, 等. 大戟属三萜类结构及生物活性[J]. 化学进展, 2010, 22(5): 877-886.
- [18] 田瑛, 刘细桥, 孙立敏, 等. 大戟科黄酮类化合物的研究进展[J]. 国际药学研究杂志, 2009, 36(4): 272-276, 286.
- [19] 石心红, 王宇行, 孔令义. 准噶尔大戟根中黄酮类成分的研究[J]. 中国药理学杂志, 2006, 41(20): 1538-1540.
- [20] 柳润辉, 孔令义. 大戟属植物中的鞣质[J]. 国外医药: 植物药分册, 2001, 16(2): 61-62.
- [21] 李忌, 郑耘, 郑荣梁, 等. 天然二萜类化合物的抗肿瘤活性[J]. 肿瘤防治研究, 1995, 22(5): 271-272.
- [22] 姚苹, 崔晞, 刘萍, 等. 狼毒大戟对病毒性 T 细胞白血病的抑制作用[J]. 中华微生物学和免疫学杂志, 2003, 23(3): 183-187.
- [23] 胡克忠, 崔晞, 巩固明, 等. 狼毒大戟水浸液对 L615 白血病的抑制作用[J]. 中国药业, 2002, 11(12): 30-31.
- [24] 潘勤, 闵知大. 甘遂中巨大戟二萜醇型二萜酯类化学成分的研究[J]. 中草药, 2003, 34(6): 489-492.
- [25] 李杰, 赵维, 邓亮, 等. 鸡肠狼毒植物中曼西醇型二萜成分的研究[J]. 浙江大学学报: 医学版, 2011, 40(4): 380-383.
- [26] 尚溪溪, 文成英, 刘丽波. 大戟注射液对 L615 白血病小鼠体内药物实验及 DNA 含量的检测[J]. 中医药学报, 2000, 2(68): 76-79.
- [27] 郑维发. 甘遂醇提取物中 4 种二萜类化合物的体内抗病毒活性研究[J]. 中草药, 2004, 35(1): 65-68.
- [28] Wang LY, Wang NL, Yao XS, et al. Diterpenes from the roots of *Euphorbia kansui* and their in vitro effects on the cell division of *Xenopus* [J]. J Nat Prod, 2002, 65(9): 1246-1251.
- [29] 王立岩. 甘遂的化学成分及其生物活性的研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2003.
- [30] 陈志宝, 赵岩, 邓旭明. 狼毒大戟的化学成分、药理作用及临床应用[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2001, 13(3): 52-57.
- [31] 褚小兰, 范崔生. 地锦类中草药的化学成分和药理研究概况[J]. 中国野生植物资源, 1998, 15(2): 17-19.
- [32] 孟娜, 周守标, 蒋继宏. 月腺大戟 (*Euphorbia ebracteolata*) 根部提取物抑菌作用的测定[J]. 生物学杂志, 2005, 22(4): 16-17, 53.
- [33] 左凤. 大戟提取物的抗炎作用[J]. 国外医学: 中医中药分册, 1998, 20(3): 39-43.
- [34] 曹瑞玲, 魏永春, 余集凯, 等. 地锦草提取物对小鼠血液 SOD 和 MDA 的影响[J]. 内蒙古民族大学学报: 自然科学版, 2002, 17(4): 342-344.
- [35] 张乐林, 葛秀允, 孙立立. HPLC 法测定京大戟中大戟二烯醇的含量[J]. 中药新药与临床药理, 2015, 26(3): 384-386.
- [36] 粟晓黎, 林瑞超, 王兆基, 等. 毒性中药狼毒质量标准研究[J]. 中成药, 2006, 28(4): 498-503.
- [37] 乔春峰, 韩全斌, 贺震旦, 等. RP-HPLC 法测定狼毒中岩大戟内酯 A 和 B 的含量[J]. 药物分析杂志, 2006, 26(9): 1204-1206.
- [38] 王磊, 李明华, 程显隆, 等. 甘遂的 HPLC 指纹图谱研究及指标成分含量测定[J]. 药物分析杂志, 2014, 34(4): 628-631.
- [39] 刘小鸣, 王瑞生, 吴瑞环, 等. 千金子水煎液中 4 种有效成分含量测定[C]. 南京: 全国中药炮制学术年会暨中药饮片创新发展论坛及协同创新联盟会议会议讲义, 2014.
- [40] 黄彩虹, 刘海涛, 雷鹏, 等. 高效液相色谱法测定地锦草中鞣花酸的含量[J]. 中南药学, 2013, 11(2): 136-138.
- [41] 杜海红, 丁红, 刘永红, 等. 地锦草有效成分总黄酮测定方法的建立及提取工艺研究[J]. 山西医科大学学报, 2012, 43(12): 932-935.
- [42] 吕凤莲, 宋绍锦, 方彬. HPLC 法测定地锦草中芦丁的含量[J]. 齐鲁药事, 2010, 29(3): 139-140.
- [43] 李群, 卢炜, 王文兰, 等. 千金子炮制品中秦皮乙素含量的测定[J]. 中成药, 2000, 22(2): 137-139.
- [44] 丁立军, 张前程, 庞丽纹, 等. 狼毒大戟水提取物中总黄酮含量的测定[J]. 内蒙古工业大学学报: 自然科学版, 2005, 24(1): 28-31.
- [45] 李兴华, 陈侨, 姜杉. 京大戟醋制前后总三萜类成分的含量比较[J]. 今日药学, 2015, 25(10): 691-693.
- [46] 乔春峰, 韩全斌, 贺震旦, 等. RP-HPLC 法测定狼毒中岩大戟内酯 A 和 B 的含量[J]. 药物分析杂志, 2006, 26(9): 1204-1206.
- [47] 李青云, 赵亮, 王新霞, 等. 高效液相色谱法测定白狼毒中月腺大戟素 A 的含量[J]. 第二军医大学学报, 2016, 37(4): 517-520.
- [48] 杜天信, 王中东, 汪茂田. 千金子挥发性成分的分析研究[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(10): 1006.
- [49] 粟晓黎, 林瑞超, 王兆基, 等. 毒性中药狼毒质量标准研究[J]. 中成药, 2006, 28(4): 498-503.
- [50] 王松君, 曹林, 常平, 等. ICP-M S 测定中草药狼毒中稀土和微量元素[J]. 光谱学与光谱分析, 2006, 26(7): 1330-1333.
- [51] 熊爽, 丁长江, 李政, 等. RP-HPLC 法测定月腺大戟根中 2 种三萜类成分的含量[J]. 药物分析杂志, 2010, 30(1): 21-23.
- [52] 贺金华, 蔡晓翠, 何江, 等. HPLC 法同时测定对叶大戟草中黄酮和鞣皮素的含量[J]. 中国药房, 2013, 24(35): 3321-3314.
- [53] 王灿坚, 江英桥, 毕福钧, 等. RP-HPLC 法测定狼毒中狼毒乙素和岩大戟内酯 B 的含量[J]. 药物分析杂志, 2011, 31(5): 839-842.