

杜香挥发油研究概述

姜 玮, 刘静波*, 卢 静, 关 爽, 张 燕

(吉林大学军需科技学院营养与功能食品研究室, 吉林 长春 130062)

摘 要: 杜香, 中国传统中药材, 亦是重要的香料植物。杜香挥发油含有多种生理活性物质如枯茗醛、对-伞花烃、 α -蒎烯等, 其成分、含量与杜香的生长环境、采收季节、营养器官均有关系。杜香挥发油具有促进透皮吸收、抑菌、消炎、镇咳、祛痰、杀螨、驱虫、抗辐射、保肝和戒毒等作用, 有望开发为新型食品功能因子。通过对国内外关于杜香的研究文献统计, 发现杜香挥发油在成分分析和生理活性方面的研究逐年增多, 表明杜香挥发油的研究开发市场广阔。

关键词: 杜香挥发油; 化学成分; 生理功能; 研究趋势

Research Progress of Essential Oils from *Ledum palustre*

JIANG Wei, LIU Jing-bo*, LU Jing, GUAN Shuang, ZHANG Yan

(Laboratory of Nutrition and Functional Food, College of Quartermaster Technology, Jilin University, Changchun 130062, China)

Abstract: *Ledum palustre* is a traditional herb and a perfume plant. A large number of essential oils such as cumin aldehyde, *p*-cymene and α -pinene in *ledum palustre* execute multiple functions. The components and contents of essential oils in *Ledum palustre* were highly correlated with their growth environment, harvest seasons and nutritional organs. Essential oils from *Ledum palustre* have many physiological functions including skin absorption enhancement, anti-inflammatory, analgesic, reparative, diuretic, hepatoprotective, acaricidal, insecticidal, radioprotective and antitoxic functions. Based on the reports at home and abroad, *Ledum palustre* will have promising development value.

Key words: essential oils from *Ledum palustre*; component; physiological function; research direction

中图分类号: R932

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2010)13-0337-05

杜香(*Ledum palustre*)为被子植物门杜鹃花科杜香属常绿灌木, 是中国传统中药材, 也是重要的香料植物。杜香属植物分布在北半球温带或寒温带, 在我国主要分布于大、小兴安岭和吉林长白山^[1]。杜香属共有 3~4 种植物, 依据生长形态分类, 我国有 1 种及两个变种, 即杜香(*Ledum palustre* L. *palustre*, 又称细叶杜香、狭叶杜香、绊脚丝)、宽叶杜香(*Ledum palustre* var. *dilatatum* Wahl.)和小叶杜香(*Ledum palustre* var. *decumbens* Ait), 《中国植物志》^[2]对这 3 种形态有具体描述; 在国外还分布有其他品种(如加拿大的“拉布拉多茶”, *Ledum groenlandicum* Retzius), 但杜香挥发油的组成因其品种、生长地点的差异有较大区别^[2]。根据《长白山植物药志》^[3]记载, 我国杜香低毒且长白山民间已有用其治疗月经不调和不孕的偏方; 细叶杜香挥发油能止咳、祛痰; 宽叶杜香挥发油能祛痰、镇咳、平喘。

1 提取分离技术

挥发油, 也称精油, 不溶于水, 易溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。杜香挥发油是一个多组分的混合物, 目前以杜香挥发油中单一成分为标的物的提取分离较少, 大多研究以杜香挥发油的得率为提取方法评价指标, 气相质谱(GC-MS)定性分析化学组成。

杜香挥发油常采用的提取方法有水蒸气蒸馏(SD)、乙醇乙醚浸提、CO₂超临界(SFE)和固相微萃取(SPME)。张敏^[4]采用水蒸气蒸馏法研究宽叶杜香和杜香的挥发油得率分别为 1.2% 和 0.8%。孙长海等^[5]用 GC-MS 与直观推导式演进特征投影法分析水蒸气蒸馏法获得的杜香挥发油, 共分离解析出 72 种组分, 其中 40 种组分在杜香相关文献中未见报道。赵子峰等^[6]优化了 SFE 法提取条件, 认为萃取压力 20MPa、萃取温度 35℃、CO₂流量为 60kg/h 提取率最高能达到 1.59%。Bakkali 等^[7]发现挥

收稿日期: 2009-10-19

作者简介: 姜玮(1986—), 女, 硕士, 研究方向为营养与功能食品。E-mail: jiangwei6891@163.com

* 通信作者: 刘静波(1962—), 女, 教授, 博士, 研究方向为营养与功能食品。E-mail: ljb168@sohu.com

发油的化学成分随提取方法不同其组成比例会改变。王炎等^[8]用SD法和SPME法萃取杜香挥发油,经GC-MS分析,SD法获得挥发油有70多个峰,鉴定32种化合物;SPME法获取50多个峰,鉴定24种化合物。陈其秀等^[9]用SD法和SFE法提取细叶杜香挥发油,提取率分别为1.54%和1.72%,通过GC-MS分析,SFE法提取物主要含龙脑、对-伞花烃等,SD法提取物主要为4-松油醇。因此,杜香挥发油提取分离方法需依据目标物而定。

2 化学成分研究

杜香挥发油的研究始于10世纪,分为杜香嫩枝挥发油的结晶物与液体,前者后来被确认为是具有镇咳作用的喇叭茶醇^[10]。Bakkali等^[7]通过纸色谱分离、紫外分光光度计检测发现杜香的花中含有黄酮类物质。Vilnius和Rokiskis地区的杜香新、老枝挥发油主要成分为喇叭茶碱(31.4%~42.8%)、喇叭茶醇(23.6%~30.8%)、cyclocolorenes(4.0%~9.3%)、月桂烯(1.2%~8.6%)和柠檬烯(11.0%),且杜香嫩枝精油总量是老枝的3~4倍,含萜类物质较多,喇叭茶醇的含量与生长地理位置有关^[11]。

随着对杜香挥发油化学成分的深入研究,其组成有如下特点:1)挥发油在杜香各器官分布不同;2)不同营养期杜香挥发油含量与杜香的生长年龄、生长环境有关;3)不同生长形态的杜香其挥发油的含量不同;4)不同品种的杜香其挥发油组成不同;5)不同的方法提取的

杜香挥发油的组成不同。

我国对杜香挥发油成分的研究始于20世纪70年代,挥发油约占杜香叶片的0.2%~0.25%^[3],主要化学成分、检测方法及含量如表1所示。

3 生理活性及其应用

杜香在民间医学中早有应用。19世纪初,俄国本草记载了内服杜香浸剂或配剂及外敷的医疗作用;20世纪40年代,研究表明杜香嫩枝的挥发油具有镇痛、祛痰、脱敏、轻微降血压及利尿作用,适于治疗急、慢性支气管炎、支气管炎与咽喉炎^[10]。

根据国内外研究,杜香挥发油的生理活性有以下几方面。

3.1 促进透皮吸收

采用双室扩散模型研究发现,杜香挥发油萜烯对强脂性抗焦虑药物安定体外透皮吸收有促进作用,且质量浓度为50mg/L作用效果最强^[19];方亮等^[20]联合此法和HPLC法,发现5%杜香挥发油萜烯对复方丹参浸膏中丹参酮II A透皮吸收促渗作用比氮酮强3.6倍,且杜香萜烯与1,2-丙二醇混合体积比为4:1时协同促渗效果最佳。金红花等^[21]采用傅里叶红外光谱法研究了促进透皮吸收的机理,认为杜香萜烯主要使角质层的角蛋白发生构型改变而促进透皮吸收。

利用杜香挥发油的促透皮吸收作用研制的保湿润肤霜,保湿效果良好且能改善面部皮肤^[22];胡秀华的临床实验表明杜香挥发油祛斑霜对日晒斑、妊娠斑、雀斑、

表1 我国对杜香挥发油成分的研究

Table 1 Compositions of essential oils from *ledum palustre* in China

| 化学成分及相对含量/% | 提取方法 | 分析方法 | 资料来源 |
|--|-------|---------------|------|
| 桃金娘烯醛(27.02)、对-伞花烃(12.75)、 β -侧柏烯(21.63)、松油烯(3.65)、对-枯茗醛(2.02)等 | 水蒸气蒸馏 | GC-MS | [12] |
| 桃金娘烯醛(29.59)、对-伞花烃(12.31)、枯茗醛(7.90) | 水蒸气蒸馏 | GC-MS | [13] |
| 间-伞花烃(30.15)、二氢葛缕醇醋酸(19.99)、 α -守烯(8.19)及4-松油醇(3.51)等 | 水蒸气蒸馏 | GC-MS | [14] |
| 桃金娘烯醛(22.4538)、月桂烯(17.8307)、对-伞花烃(16.7000)、罗勒烯(1.5403) | 减压蒸馏 | IR、UV、催化加氢和沸点 | [15] |
| 桉烯(25.9)、对-伞花烃(14.8)、桃金娘烯醛(12.9)、4-松油醇(6.7)、枯茗醛(对异丙基苯甲醛(5.3) | 水蒸气蒸馏 | GC-MS | [16] |
| α -侧柏烯(17.13)、5-异丙基-双环[3.1.0]己-3-烯-2-酮(8.95)、间-枯烯醇(4.08)、对-薄荷-1,4-二烯-7-醇(4.35)、对聚伞花素(2.55)、枯茗醛(0.64)等 | 水蒸气蒸馏 | GC-MS | [8] |
| 4-(10)-侧柏烯(7.27)、 α -侧柏烯(25.20)、桃金娘烯醛(1.93)、4-松油醇(3.94)、5-异丙基-双环[3.1.0]己-3-烯-2-酮(8.16)、香树烯(5.52)等 | 固相微萃取 | GC-MS | [8] |
| α -thujenal(26.862)、4-松油醇(7.595)、1-异丙基二环[3.1.0]-2-己烯-4-酮(15.212)、对-伞花烃(3.566)等 | 水提 | GC-MS | [9] |
| 龙脑(20.747)、1-异丙基二环[3.1.0]-2-己烯-4-酮(13.658)、反式-松香芹醇(6.591)、香橙烯、对-伞花烃(5.000)、桃金娘烯醛(0.842)等 | 超临界提取 | GC-MS | [9] |
| 蒲公英萜醇(0.95g/kg)、熊果酸(0.32g/kg)、熊果醇(0.32g/kg)等 | 乙醇热回流 | UV、MS、NMR | [17] |
| 4-松油醇(30.23)、1-甲基-2-异丙基苯(16.58)、枯茗醛(9.85) | 水提 | GC-MS | [18] |

黄褐斑、老年斑均有不同程度的去除作用^[23]。

3.2 抑菌、消炎作用

谈华等^[24]发现 5.0%、10.0% 水蒸气蒸馏法得到的细叶杜香挥发油有杀菌作用, 10.0%~12.5% 是能完全杀灭青霉菌、金黄色葡萄球菌的最低浓度。Belousov 等^[25]研究表明, 40% 乙醇提取的杜香挥发油具有抑菌活性, 西伯利亚和远东地区的杜香挥发油能抗痉挛、利尿、抑制传染、抑菌^[26]。加拿大魁北克地区 28%、17% 甲醇提取的杜香枝、叶挥发油(25 $\mu\text{g/mL}$)有明显的消炎作用, 43g/mL 和 65g/mL 的嫩枝挥发油能抑制 DLD-1 结肠癌细胞和 A-549 肺癌细胞^[27]。

Tunon 等^[28]用体外实验发现, 薄层分离纯化后 0.2 mg/mL 杜香挥发油类物质对前列腺素 A 和诱导细胞外排的血小板活化因子有较好的消炎作用。采用对-伞花烃为主要成分的宽叶杜香挥发油制做的胶丸(软胶囊)能镇咳、祛痰, 治疗慢性气管炎^[29]。用南瓜蒂和杜香茎叶的水蒸气蒸馏液研制的复方杜香消炎洗液, 临床效果良好^[30]。Dreyer 等^[31]申请了含有杜香的能镇痛、消炎的复合配方专利。

3.3 镇咳、祛痰作用

祝君梅等^[32]发现宽叶杜香挥发油能抑制氨气所致小鼠的咳嗽, 能促进酚红分泌入支气管, 并能明显对抗乙酰胆碱收缩豚鼠离体气管条, 有显著的祛痰作用。2005 年, 潘兰宝^[33]利用杜香的镇咳、祛痰作用, 将杜香的嫩叶开发为保健茶, 并申请了专利。

3.4 解酒、保肝作用

据文献记载^[34], 放置一年的杜香属植物茎叶水蒸气蒸馏液与乙醇混合会出现白色浑浊现象, 说明杜香水馏物中有化学成分可与乙醇反应, 有解酒功效。黄明姬^[35]探讨了以杜香挥发油为主要成分的口服液抗醉、解酒功效, 表明杜香挥发油口服液具有一定的预防醉酒和促进醒酒的作用, 作用机制不明确。

Belousov 等^[36]研究表明, 杜香嫩枝挥发油能够降低四氯乙烷对大鼠的肝损伤程度, 对乙醇导致的肝损伤也具有保护作用^[37], 推测这可能与杜香中熊果酸具有抗氧化、清除自由基的作用有关系。

3.5 抗辐射作用

Arora 等^[38]和 Venkatachalam 等^[39]认为某些天然植物具有防辐射作用, 并指出天然药物不仅能有效的起到防护作用, 且毒性低。欧白芷和杜香属植物抽提物混合剂对分次 γ 射线照射小鼠的辐射有防护作用, 使小鼠照射后一个月的存活率 $LD_{90/30}$ 提高到 70%^[40]。

3.6 其他作用

Kim 等^[41]发现甲醇提取的杜香挥发油对害虫桃蚜、棉蚜的生长具有抑制作用, 给予受试物 24、48、72h 后, 桃蚜和棉蚜的存活率分别为 45.0%、31.9%、23.6%

和 3.7%、13.1%、10.9%。

杜香挥发油可以戒毒。杜香水蒸气蒸馏液与葛根、羌活、干姜等合用戒毒率达 100%, 无毒副作用, 同时还可综合提高戒毒者自身的体质、增强机体免疫、彻底戒除毒瘾^[42], 但尚需进一步研究其有效成分和作用机理。

杜香挥发油可用于塑料降解。杜香挥发性成分能有效分解聚丙烯塑料, 初步机理研究认为这是一种新的化学氧化降解途径, 并推测这可能与杜香挥发油中异松油烯、茨烯及罗勒烯等物质的氧化性有关^[43]。

4 毒性评价

《长白山植物药志》^[3]记载, 细叶杜香挥发油的口服 LD_{50} 为 0.785g/kg 小鼠体质量, 宽叶杜香挥发油口服 LD_{50} 为 0.870g/kg; 祝君梅等^[32]按寇氏法计算, 杜香油小鼠灌胃 LD_{50} 为 0.41mL/kg, 腹腔给药 LD_{50} 为 0.16mL/kg, 根据我国食品毒理学中外来化学物经口毒性分级标准判断, 杜香属于低毒物质。

黄明姬^[35]用 50mL/kg(含生药量 1kg/L)的杜香茎叶水蒸气蒸馏液分次灌胃小鼠, 观察 10d, 发现小鼠色毛、体质量、活动正常, 无死亡。

关爽等^[44]实验发现杜香乙醇提取的挥发油无遗传毒性且能降低环磷酰胺所致骨髓嗜多染红细胞微核的发生率, 对环磷酰胺所致遗传损伤有保护作用。

5 国内外总体研究趋势

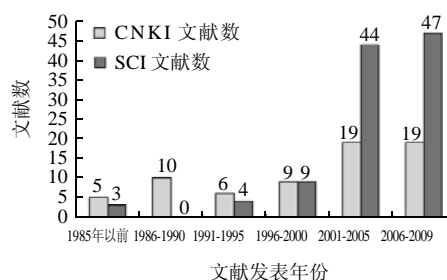


图1 国内外关于杜香的研究趋势图

Fig.1 Research tendency of ledum palustre at home and abroad

由于杜香挥发油的众多利用价值, 国内外对于杜香植物各方面的研究越来越多, 关于杜香的研究文献也逐年增多(图1); 以“杜香”为题名, 在 CNKI 总库包含的基础科学、工程科技 I 辑、农业科技、医药卫生科技数据文献中模糊匹配检索, 截止 2009 年 10 月 6 日共搜集 68 篇相关文献, 按照学科类别、文献类型统计如表 2 所示。以杜香的拉丁名 *Ledum palustre* 作为主题在 Web of Science(SCI)中检索, 共计 107 篇文献, 通

过 SCI 在线分析, 文献涵盖 55 个学科, 会议文献占 7.47%, 实验性文献占 90.65%, 书籍、专利和综述各占 0.93%, 涉及学科类别见表 3。通过表 2 和表 3 的分析, 可以看出我国国内关于杜香的研究主要集中在中医学和生物学领域; 而国际上关于杜香的研究总体侧重于生态环境、植物科学、农业等领域, 在药理、生命科学领域还不多; 因此, 关于杜香的生理作用研究极具潜力和空间。

表 2 杜香中国知识基础设施工程(CNKI)数据库文献统计
Table 2 Literature related to *ledum palustre* from China National Knowledge Infrastructure (CNKI)

| 学科类型 | 期刊 | 会议 | 年鉴 | 专利 | 基金论文 | 各学科占论文总数比例/% |
|---|----|----|----|----|------|--------------|
| 中医学 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34.92 |
| 生物学 | 11 | 1 | 0 | 0 | 3 | 19.05 |
| 林业 | 7 | 0 | 1 | 0 | 1 | 12.70 |
| 化学 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11.11 |
| 农作物 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6.35 |
| 园艺 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6.35 |
| 预防医学与卫生学 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4.76 |
| 轻工业、手工业 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4.76 |
| 各类别占论文总数比例/% 85.71 1.59 3.17 3.17 14.29 | | | | | | |

表 3 杜香 SCI 文献统计
Table 3 Literature related to *ledum palustre* from Science Citation Index (SCI)

| 序号 | 学科类别 | 文献百分比 /% | 文献数 |
|----|---|----------|-----|
| 1 | Environmental Sciences & Ecology | 42.99 | 46 |
| 2 | Plant Sciences | 39.25 | 42 |
| 3 | Forestry | 34.58 | 37 |
| 4 | Agriculture | 33.64 | 36 |
| 5 | Biodiversity & Conservation | 26.17 | 28 |
| 6 | Physiology | 14.95 | 16 |
| 7 | Meteorology & Atmospheric Sciences | 11.22 | 12 |
| 8 | Chemistry | 9.35 | 10 |
| 9 | Science & Technology-Other Topics | 7.48 | 8 |
| 10 | Biochemistry & Molecular Biology | 6.54 | 7 |
| 11 | Pharmacology & Pharmacy | 4.67 | 5 |
| 12 | Life Sciences & Biomedicine-Other Topics | 3.74 | 4 |
| 13 | Public, Environmental & Occupational Health | 3.74 | 4 |
| 14 | Anatomy & Morphology | 2.80 | 3 |
| 15 | Evolutionary Biology | 2.80 | 3 |

6 研究展望

2008 年植物提取物展会暨国际高端市场研讨会植物提取物博览会(plant extracts exhibition & conference, PEEC)发布的《中国植物提取物发展状况市场调查报告》显示, 我国植物提取物 80% 以上出口, 90% 以上供应于功能食品原料、食品补充剂原料、医药保健品原料和美容化妆品原料等市场, 其中供应医药保健领域占 36% 以上。

我国分布的杜香其挥发油主要含有桃金娘烯醛、

4- 松油醇、对 - 伞花烃, 枯茗醛等。桃金娘烯醛作为重要的精细化工中间体可进一步合成一系列更有价值的香料如甜味剂紫苏草等; 对 - 伞花烃不仅广泛应用于有机合成, 还可以直接用于软饮料、冰制食品、糖果、口香糖、调味料中, 也可调配化妆品、皂用和洗涤剂用香精, 制成软胶囊做镇咳、祛痰、治疗慢性气管炎药物^[29]。此外, 有报道称杜香是目前发现熊果酸含量最高的一种植物, 而熊果酸已经被国际医药领域认为最有可能开发成抗肿瘤的药品。目前, 俄罗斯、韩国已经有将杜香提取物添加到食品中制作功能食品的研究, 如软饮料^[45]、冰激淋、酸奶、罐头、面条等^[46-47]。可见, 杜香极具成为新型食品功能因子来源的潜力。

然而, 作为我国的传统中药材杜香虽然拥有诸多生理作用、经济潜力巨大, 但目前对其研究还不深入。比如杜香挥发油的提取大多采用传统的水蒸气蒸馏法, 超临界萃取和固相微萃取等高新技术运用较少, 导致提取率不高; 杜香中生理活性物质的分离纯化技术较不成熟, 尚不能快速分离出高纯度的功能活性成分; 杜香挥发油生理活性的作用机制和途径以及已知活性成分的功能拓展性研究也鲜见报道。此外, 杜香挥发油含量较少, 使广泛应用受限制较大, 如何使其经济效益最大化是值得深入研究的问题, 或许结合现代化学合成技术加强对杜香挥发油单一活性成分的研究是其发展的又一趋势。

加强对杜香挥发油的研究, 不仅有助于开拓新的植物提取物品种, 繁荣中国植物提取物市场; 对药品、食品、化妆品、化工行业均有一定的连带促进作用, 同时对杜香主产区东北老工业基地的经济振兴也可助一臂之力。

参考文献:

- [1] 赵子峰, 沙伟, 赵子云. 我国的杜香属植物及杜香属植物的应用[J]. 生物学教学, 2006, 31(4): 8-9.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第五十七卷第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 5-7.
- [3] 吉林省中医药研究所, 长白山自然保护区管理局, 东北师范大学生物系. 长白山植物志[M]. 吉林: 吉林人民出版社, 1982: 863-866.
- [4] 张敏. 杜香化学成分及抗炎止痛研究作用[D]. 上海: 华东师范大学, 2009.
- [5] 孙长海, 杨伟丽, 郑苹, 等. 细叶杜香挥发油 GC-MS 与直观推导式演进特征投影法分析[J]. 中草药, 2009, 40(10): 1556-1558.
- [6] 赵子峰, 沙伟, 金忠民, 等. 杜香挥发油超临界 CO₂ 萃取实验条件优化[J]. 植物研究, 2006, 26(3): 376-379.
- [7] BAKKALI F, AVERBECK S, AVERBECK D, et al. Biological effects of essential oils: a review[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46: 446-475.
- [8] 王炎, 赵敏. 大兴安岭地区细叶杜香挥发性成分的研究[J]. 色谱, 2003, 21(6): 631.
- [9] 陈其秀, 王晓琴, 陈其和, 等. 狭叶杜香挥发油提取方法的研究[J]. 内蒙古医学院学报, 2006, 28(5): 414-416.

- [10] 林克勤. 译. 杜香 (*Ledum palustre* L.) 生物活性物质[J]. 国土与自然资源研究, 1995(1): 73-75.
- [11] BUTKIENĖ R, ŠAKOČIŪTĖ V, LATVĖNAITĖ D, et al. Composition of young and aged shoot essential oils of the wild *Ledum palustre* L.[J]. CHEMIJA, 2008, 2(19): 19-24.
- [12] 赵德修, 王华亭, 吴承顺, 等. 狭叶杜香挥发油成分的初步研究[J]. 植物学报, 1987, 29(2): 189-193.
- [13] 景治中, 王美兰, 陈涑年. 细叶杜香精油的色谱-质谱联用分析[J]. 色谱, 1993, 11(4): 244-245.
- [14] 辛柏福, 于长华, 么希平, 等. 黑龙江杜香精油的开发利用[J]. 黑龙江大学自然科学学报, 1996, 13(2): 114-116.
- [15] 邱志国, 尹承增, 郭雪飞, 等. 杜香油主要成分的分离和鉴定[J]. 东北林业大学学报, 1997, 25(1): 41-44.
- [16] 赵振东, 王亚玲, 杜晓光, 等. 杜香精油主要组成及利用的研究[J]. 林产化工通讯, 2001, 35(5): 3-6.
- [17] 左文健. 杜香的化学成分研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2006.
- [18] 黄莹. 细叶杜香的化学成分研究[D]. 广州: 广东药学院, 2008.
- [19] 朱铨, 全香花, 崔哲, 等. 杜香萜烯对安定透皮吸收作用影响的研究[J]. 延边大学医学学报, 1998, 21(1): 29-31.
- [20] 方亮, 戈延茹, 孙玉华, 等. 杜香萜烯对复方丹参浸膏中丹参酮 II A 渗透大鼠皮肤的促进作用[J]. 中国中药杂志, 1999, 24(10): 603-605.
- [21] 金红花, 韩慧兰, 郑桂华, 等. 杜香萜烯促进透皮吸收机理的研究[J]. 延边大学医学学报, 2001, 24(1): 24-29.
- [22] 刘庆华, 甘雨波. 杜香油精保湿润肤霜的研制[J]. 齐齐哈尔大学学报, 2006, 22(6): 21-23.
- [23] 胡秀华. 植物杜香祛斑霜的研制[J]. 高师理科学刊, 2005, 25(4): 44-45.
- [24] 谈华, 刘庆华. 细叶杜香挥发油抑菌和杀菌作用的研究[J]. 齐齐哈尔大学学报, 2005, 21(3): 33-35.
- [25] BELOUSOV M V, SARATIKOV A S, AKHMEDZHANOV R R. Pharmacological properties of *Ledum palustre* (Ericaceae) from Tomsk region[J]. Rastitel'nye Resursy, 2006, 42(3): 130-140.
- [26] BELOUSOV M V, SARATIKOV A S, AKHMEDZHANOV R R, et al. Biological activity of family Ericaceae species of the Siberian and Far Eastern flora [J]. Rastitel'nye Resursy, 2006, 42(2): 90-101.
- [27] DUFOUR D, PICHETTE A, MSHVILDADZE V, et al. Antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities of methanolic extracts from *Ledum groenlandicum* Retzius[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2007, 111(1): 22-28.
- [28] TUNON H, OLAVSDOTTER C, BOHLIN L. Evaluation of anti-inflammatory activity of some Swedish medicinal plants: Inhibition of prostaglandin biosynthesis and PAF-induced exocytosis[J]. Journal of Ethno Pharmacology, 1995, 48(2): 61-76.
- [29] 张秋格, 毕良武, 赵振东, 等. 对伞花烃的制备与应用研究进展[J]. 现代化工, 2008, 28(2): 401-405.
- [30] 刘庆华, 范慧颖. 复方杜香消炎洗液的配制及应用[J]. 高师理科学刊, 2007, 27(6): 53-55.
- [31] DREYER L R. Homeopathic formulations useful for treating pain and/or inflammation: US, 07229648[P]. 2007-06-12.
- [32] 祝君梅, 赵树仪, 陈卫平, 等. 杜香油镇咳祛痰与急性毒性作用的实验研究[J]. 天津药学, 2001, 13(2): 26-27.
- [33] 潘兰宝. 用杜香的嫩叶制作保健茶的方法: 中国, 1650729[P]. 2005-08-10.
- [34] 朴英爱, 王思宏, 朴栋海, 等. 一种杜香属植物茎叶水馏物的研究[J]. 延边大学学报: 自然科学版, 2000, 26(4): 287-291.
- [35] 黄明姬. 杜香口服液对小鼠的抗醉及解酒作用[J]. 延边大学医学学报, 2008, 31(4): 271-272.
- [36] BELOUSOV M V, SARATIKOV A S, CHUCHALIN V S, et al. Hepatoprotective properties of *Ledum palustre* (Ericaceae) shoots dry extract[J]. Rastitel'nye Resursy, 2007, 43(1): 126-130.
- [37] DASCHINAMZHILOV Z B, YATZENKO T V, LYARSKAYA L V. Hepatoprotective effect of herbal medicine "dig-da-shi-tan" on liver damaged by ethanol[J]. Rastitel'nye Resursy, 2007, 43(1): 130-135.
- [38] ARORA R, GUPTA D, CHAWLA R, et al. Radioprotection by plant products: Present status and future prospects[J]. Phytotherapy Research, 2005, 19(1): 1-22.
- [39] VENKATACHALAM S R, CHATTOPADHYAY S. Natural radioprotective Agents: An overview[J]. Current Organic Chemistry, 2005, 4(9): 389-404.
- [40] NARIMANOV A A. The reproductive capacity of male mice protected against the superlethal action of gamma radiation by the administration of a mixture of *Archangelica officinalis* and *Ledum palustre* extracts[J]. Radiobiologiya, 1992, 32(2): 271-275.
- [41] KIM D I, PARK J D, KIM S G, et al. Screening of some crude plant extracts for their acaricidal and insecticidal efficacies[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2005, 8(1): 93-100.
- [42] 韩光铨. 一种纯中药戒毒药物及其制备方法: 中国, CN02109158.7 [P]. 2004-06-02.
- [43] 修志龙, 朱秀玲, 张代佳, 等. 天然挥发性成分化学降解塑料新途径初探[J]. 科学通报, 2003, 48(9): 913-916.
- [44] 关爽, 卢静, 刘静波. 杜香熊果酸提取物对小鼠遗传损伤的保护作用[J]. 食品科学, 2008, 29(1): 68-69.
- [45] FILONOVA G L, KOSYGINA L I, STRELKOV V N, et al. Vegetable concentrate called severyanin: Russia, RU20030108300[P]. 2005-01-27.
- [46] NAM B W, KIM D M. Health food composition containing extracts of *Ledum palustre* L. and having an excellent anti-oxidative effect: Korea, 1020060035422[P]. 2007-10-24.
- [47] DEIRDRE H. Tea time in southeast Alaska[J]. Agroborealis, 2006, 38(1): 34-39.