

濒危药用植物东北刺人参研究进展

李婉莹, 张楠淇, 王英平*

(吉林农业大学中药材学院, 长春 130118)

摘要: 东北刺人参(*Oplopanax elatus* Nakai)是长白山地区的一种濒危珍贵药材, 含有皂苷、挥发油、黄酮等多种化学成分, 具有抗真菌、抗炎、抗氧化、抗疲劳、抗癌及调节中枢神经系统等多种药理活性。由于野生资源分布区域狭窄, 自然环境多变等原因, 东北刺人参的资源保护及可持续利用已引起广泛关注。本文对东北刺人参的资源分布、人工繁育技术、化学成分及药理活性等研究进行系统综述, 以期对东北刺人参的深入开发利用提供参考。

关键词: 东北刺人参; 资源; 繁殖; 化学成分; 药理活性

中图分类号: R282

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)06-0123-06

Progress of Endangered Medicinal Plant *Oplopanax Elatus* Nakai

LI Wanying, ZHANG Nanqi, WANG Yingping*

(College of Chinese Medicinal Materials, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: *Oplopanax elatus* Nakai is an endangered and precious medicinal material in Changbai Mountain area. It contains saponins, volatile oil, flavonoids and other chemical components, and has anti-fungal, anti-inflammatory, anti-oxidation, anti-fatigue, anti-cancer and central nervous system regulation activities. Due to the narrow distribution area of wild resources and man-made overexploitation, the resource protection and sustainable utilization of *O. elatus* have attracted extensive attention in recent years. In this review, we summarized the resource distribution, cultivation techniques, chemical components and pharmacological activities of *O. elatus* to provide reference for the further development and utilization.

Key words: *Oplopanax elatus*; Resources; Reproduction; Chemical component; Pharmacological activity

东北刺人参(*Oplopanax elatus* Nakai)为五加科刺人参属植物, 又名刺人参, 以干燥根及根状茎入药, 具有补气助阳、解热镇痛等功效, 用于治疗神经衰弱、抑郁、风湿、皮肤癣菌、低血压、阳痿等多种疾病^[1]。因其具有与人参相类似的功效, 也被誉为木本人参, 是一种极具开发价值的珍贵药用植物。东北刺人参含有挥发油、皂苷类、黄酮类等多种生物活性物质, 现代药理学研究证实其具有抗真菌、抗炎、抗氧化、抗疲劳、抗癌以及中枢神经系统调节作用等^[1-7]。由于种子结实率低, 发芽困难, 生长收获不受人为控制, 东北刺人参野生资源濒临枯竭, 被列为国家二级保护植物^[8]。本文通过检索国内外相关文献, 对东北刺人参的资源分布、人工繁育技术、化学成分及

药理活性等研究进行系统综述, 并对今后研究和利用进行了展望, 以期对东北刺人参的深入开发利用提供参考。

1 资源分布

东北刺人参为多年生灌木, 枝上密生针状直刺, 叶片掌状分裂, 裂片三角形或阔三角形, 边缘有锯齿; 圆锥花序近顶生, 伞形花序有花6~10朵, 总花梗密生刺毛; 花瓣5, 长圆状三角形; 雄蕊5; 子房2室; 花柱2。果实球形, 直径7~12 mm, 黄红色; 花期6~7月, 果期9月^[9]。东北刺人参的地理分布区域十分狭窄, 只分布于我国东北部、俄罗斯锡霍特山南部及朝鲜半岛北部。常生长于海拔1 300~1 800 m的针阔叶混交林带及海拔800~1 000 m的松杉林下, 该区域夏季雨量充沛, 温湿度适宜, 冬季气候寒冷, 积雪深厚且冻结期长^[10-12]。由于长时间生长在寒冷环境中, 导致结实率很低, 东北刺人参种群的自然增长受到限制, 并且近年来天气变化频繁, 气候异常, 东北刺人参在开花

收稿日期: 2020-03-02

基金项目: 吉林省科技发展计划重点研发项目(20200402077NC)

作者简介: 李婉莹(1991-), 女, 助教, 在读博士, 主要从事中药学研究。

通讯作者: 王英平, 男, 博士, 研究员, E-mail: yingpingw@126.com

期遭受冷空气侵袭,造成冻害,严重影响其自然繁育,致使野生资源日趋枯竭。

2 人工繁育技术

2.1 有性繁殖

东北刺人参种子具有多重休眠特性,不同种子完成形态后熟的时间差异较大,种胚的分化与发育并不同步,导致种子发芽率极低且不整齐,在自然环境条件下需要经过18个月以上的低温后熟才能萌发,经变温层积处理7个月发芽率为2.3%,密封干藏3年后种子发芽率有显著提高,优化变温层积处理方法可使种子发芽率提高至55%^[13-15]。刘继生等^[16]研究发现移栽到野外环境中的东北刺人参播种苗长势要好于在温室内培育的播种苗。赵阳等^[17]采用人工控温预处理与室外埋藏自然变温处理相结合的方法解除种子休眠,使发芽率达到68%以上,且室外埋藏处理1年种子当年生苗的合格苗率为60%,显著提高了刺人参播种苗的质量及种子利用率。张顺捷等^[18]将东北刺人参苗木在低温地区引种栽培且能够自然越冬,在种子变温催芽处理时发现经过7个月变温处理发芽率很低,层积前赤霉素处理对种子的播种保苗数有极显著的促进作用。本课题组开展了东北刺人参的栽培驯化研究,模拟野外种植环境,发现在株距30 cm,行距50 cm的栽培条件下植株长势良好,结实率可达50%,并且利用遮阴网进行遮阴处理,以松针覆盖土壤表面保持水分,这些工作为东北刺人参的驯化研究积累了宝贵经验。

2.2 无性繁殖

东北刺人参的无性繁殖研究始于20世纪70年代,王章淮^[19]尝试采用分株、压条和扦插的方法引种繁殖,但移栽后刺人参成活率较低。郑文杰^[20]开展人工栽培试验并证明用埋干、整株移栽或扦插等多种繁殖方式刺人参均有成活可能,萘乙酸处理对扦插成活具有促进作用,顶枝扦插成活率最高。曹长清等^[21]研究表明,无性繁殖采用埋根方法苗木成活率高,5~6年生的根茎埋根繁殖成活率可达97%,显著高于扦插方法繁殖植株成活率(34%)。葛江丽等^[22]对东北刺人参诱导愈伤组织进行了初步研究,筛选出最佳激素是1.0 mg/L 2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)、1.0 mg/L 6-苄氨基腺嘌呤(6-BA),最佳外植体是叶子,最佳继代培养的激素为0.2 mg/L 萘乙酸(NAA)和2.0 mg/L 6-BA。孙玲玲^[23]研究发现诱导东北刺人参愈伤组

织的最佳外植体为生长5 d的嫩叶,在24 °C条件下MS培养基中添加1 mg/L NAA和1 mg/L 6-BA时,诱导率可达95%。Heung等^[24]分析发现基因型和外植体类型均对刺人参体细胞胚的诱导产生影响,通过筛选发现10 mg 胚性愈伤组织在添加5%蔗糖、1.8 g/L 结冷胶和3.2 g/L 琼脂的培养基中体细胞胚转化率最高。利用组织培养技术可提高繁殖系数,加快种苗繁殖,为实现东北刺人参规模化、产业化种植创造条件。

3 化学成分

目前在东北刺人参中共发现400余种化合物,包括皂苷、酚酸、黄酮、挥发油等,皂苷类和黄酮类成分等存在于叶中,而酚酸、萜醌和脂肪酸类成分等主要存在于根和茎中,挥发油类在根、茎中均较多存在^[15-7, 25-28]。

3.1 挥发油类成分

东北刺人参挥发油种类丰富,已见报道的成分达169种,主要为单萜烯类、倍半萜类及其含氧衍生物^[29-31]。胡鑫尧等^[32]分析了刺人参各部位中挥发油成分,鉴定出叶中22种,根皮中19种、根与茎均有13种、根茎中仅有9种,且各部位均含有橙花叔醇和香榧醇,占总挥发油含量的60%。李向高等^[33]利用GC-MS-COMP技术从刺人参中分离出111种成分并鉴定出45种为单萜和倍半萜类,全根中含量最高的成分为 β -金合欢烯,根皮和茎中则以 β -甜没药烯含量最高。Zhang^[26]在刺人参茎中测得以 α -蒎烯、辛醛为主要成分的挥发油,含量达3.1%。陈萍等^[34]研究表明,刺人参根挥发油提取率为0.83%,从中分离出105种组分并鉴定出了78个组分,主要包括 α -蒎烯(8.78%)、 β -蒎烯(8.94%)、反式橙花叔醇(17.85%)等。

3.2 皂苷类成分

东北刺人参根、茎、叶中均含有皂苷成分,不同部位皂苷类成分含量不尽相同,刺人参根60%乙醇提取物中总皂苷含量为17.43%,显著高于茎中皂苷含量(6.9%)。王广树等^[35-37]从刺人参叶中分离得到25种皂苷成分,除glycoside III、glycoside II、glycoside IV外,其余22种为新发现的五环三萜皂苷,齐墩果烷型14种,羽扇豆烯型8种,分别命名为刺人参皂苷A-V。徐小平^[38]以刺人参皂苷Z为指标性成分对刺人参总皂苷进行定性定量分析,并通过优化方法使总皂苷含量达到50%以上。

3.3 黄酮类成分

目前对于东北刺人参中黄酮类物质的报道较

少,仅发现于叶及不定根中。王广树等^[39]从东北刺人参叶中分离得到2种黄酮苷,经鉴定为山奈黄素 3-O- β -D-吡喃半乳糖基-(1 \rightarrow 2)- β -D-吡喃葡萄糖苷、槲皮素-3-O- β -D-吡喃半乳糖基- β -D-吡喃葡萄糖苷。吴晓晗等^[40]通过对提取工艺进行优化,测得不定根中总黄酮含量为185.74 mg/g。

3.4 蒽醌类成分

东北刺人参茎与根中存在4种蒽醌类化合物,分别为大黄酚、大黄酸、芦荟大黄素和大黄素甲醚^[41]。

3.5 脂肪酸类成分

东北刺人参茎中共分离鉴定出以6,9-十八碳二烯酸为主成分的18个脂肪酸类化合物^[42]。对东北刺人参不同部位中脂肪酸成分的分析研究发现,根部与茎中均含有羊脂酸、天竺葵酸、2-癸烯酸和花生酸这4种脂肪酸,并且在刺人参根中分离鉴定出异油酸、壬二酸等14个脂肪酸类化合物^[43]。

3.6 游离氨基酸类成分

刺人参植株各个部位均含有12种以上的游离氨基酸,总氨基酸含量在果实中最高为519.8 mg/g,而必需氨基酸含量则在叶中最高为222.6 mg/g^[44]。汪树理等^[45]分析比较了刺人参茎和根中的氨基酸含量,结果显示茎中氨基酸总含量(3.61%)略高于根中含量(3.29%),必需氨基酸含量约占氨基酸总量的40%。

3.7 微量元素

利用原子吸收光谱法测定刺人参根、茎中微量元素含量,结果显示根中Zn、Cu含量均高于茎中二者含量。东北刺人参根与茎中Fe、Zn、Mn、Cu、Al、Sr、Ag和Cr等8种微量元素总含量均高于人参,其中Mn、Fe、Zn三种元素含量占总量的80%以上,结果显示刺人参中Mn含量较高,说明刺人参更易富集Mn元素^[46]。

3.8 其他成分

东北刺人参中还含有 β -谷甾醇、鼠李糖、蔗糖、正二十七烷醇。Huang等^[47]在刺人参中分离得到多种单体成分并鉴定为oploxyne A、oploxyne B、oplopandiol、faltarindiol。邵莉等^[48]从刺人参中分离并鉴定了11个化合物,包括5个炔醇与4个苯丙素类化合物,其中对甲氧基反式肉桂酸和芥子酸为首次从该属植物中分离得到。经波谱数据分析,在刺人参根部鉴定出11个单体成分,包括(E)-sinapic acid-4-O- β -D-glucopyranoside、3-hydroxyphenethyl alcohol 4-O- β -D-glucopyranoside等7个首次从刺

人参属植物中分离得到的酚苷类化合物^[49]。

4 药理活性

4.1 抗菌作用

东北刺人参对红色发癣菌等真菌具有明显的抑杀作用,以试管内药基法研究刺人参挥发油的抗真菌活性,结果表明其对多种皮肤癣菌具有良好的抑菌和杀菌作用,对皮肤无刺激性且治疗有效率达90%^[29,50]。孟晓伟等^[51]研究发现,不同极性的刺人参挥发油对真菌均有明显的抑杀作用,其中油层挥发油的最小抑菌浓度(MIC)与最小杀菌浓度(MFC)分别为0.063%、0.126%,水层挥发油的MIC与MFC分别为0.034%、0.070%,以橙花叔醇和毕橙茄醇为主要成分的水层挥发油展现出更强的抗真菌活性。

4.2 抗炎作用

张树臣等^[52]发现东北刺人参醇提取物在10 g/kg剂量下给药能有效抑制多种关节炎模型动物的足肿胀及炎性肉芽肿的形成,而切除动物脑垂体后作用消失,推测刺人参可通过兴奋垂体-肾上腺皮质系统功能从而达到治疗关节炎的作用。刺人参挥发油同样具有抗炎作用,给药后有效抑制角叉菜胶、5-HT、PGE2引起的大鼠足肿胀,降低组织渗出液中5-HT或PGE2的含量,并抑制了白细胞游走和棉球肉芽肿^[53]。以东北刺人参提取物灌胃给药肺损伤的模型动物时发现炎症细胞浓度、NO、TNF- α 、IL-6、IL-1 β 等均表现为剂量依赖性的降低,SOD和GSH-Px活性有所提高,而MDA含量和MPO活性均有降低,证实了刺人参对急性肺损伤小鼠具有较强的抗炎活性,通过体外实验进一步揭示其通过调控MAPK和NF- κ B炎症信号通路而产生抗炎作用^[54]。

4.3 抗氧化作用

李慧娟^[55]研究发现刺人参提取液中酚和多糖含量对DPPH自由基清除率均有影响,并且总酚含量对刺人参的抗氧化活性影响较大。李贺^[54]发现刺人参不定根提取物及其不同极性萃取物均对DPPH自由基清除、铁离子螯合能力及还原能力在浓度一定范围内呈量效关系,其中乙酸乙酯萃取物抗氧化活性显著,在其活性成分与抗氧化能力的相关性分析中确定刺人参中的总黄酮、总多糖和总皂苷为其抗氧化活性的药效物质。

4.4 免疫调节作用

通过观察东北刺人参提取物对免疫器官脏器指数、碳粒廓清能力、迟发型超敏反应的影响,评

价其对免疫抑制小鼠的免疫功能调节作用,将不同剂量的茎叶提取物分别连续给药7天后,小鼠单核巨噬细胞的吞噬功能在不同程度均有提高,廓清指数及吞噬指数均高于模型组,给药组小鼠的胸腺指数和脾脏指数显著提高,表明刺人参提取物能够增强免疫抑制小鼠的非特异性免疫功能^[56]。

4.5 神经系统调节作用

刺人参挥发油给药后可显著降低小鼠自由活动量,与戊巴比妥钠、氯丙嗪等联用时可发挥协同促进作用,对戊四氮所致惊厥模型小鼠及化学刺激疼痛模型小鼠具有拮抗、镇痛作用^[57]。李廷利等^[58]发现东北刺人参有效部位可显著延长模型小鼠的睡眠时间并呈时效量效关系,并揭示改善睡眠的作用与调节中枢神经递质(DA、NE、5-HT)和NO有关。东北刺人参水提物对黑腹果蝇睡眠节律具有干预作用,给药后果蝇平均睡眠时间显著增加,自主活动次数减少,且呈现剂量依赖性,揭示刺人参通过减少果蝇片段化睡眠,延长总睡眠时间,进而达到改善睡眠质量的目的^[59]。在初步确定刺人参改善睡眠的主要成分为皂苷类成分后,于爽等^[60]通过观察刺人参总皂苷对小鼠自由活动的影响,明确其对中枢神经系统的抑制作用,进一步研究发现给药后睡眠剥夺模型小鼠脑内促进睡眠的细胞因子(IL-1 β 、TNF- α)含量均有升高,而抑制睡眠的细胞因子(IL-4、IL-10)含量有所降低,推测刺人参总皂苷改善睡眠的作用机制可能与脑内睡眠相关的细胞因子含量有关。

4.6 血压调节作用

东北刺人参皂苷对大鼠血压的影响具有双向调节作用。陈霞等^[61]将刺人参皂苷静脉注射给药大鼠,低剂量给药时大鼠动脉压下降,当给药剂量增加时,大鼠动脉压升高,并证明升压作用与 α 受体有关。通过测定给药前后大鼠血清中NE、DA、5-HT浓度,推测刺人参皂苷是通过抑制5-HT释放或抑制其活性而引起的血压变化^[62]。

4.7 抗癌作用

Liu等^[63]对刺人参中化学成分进行了体外抗癌活性筛选,发现3 α -羟基羽扇豆-20(29)-烯-23,28-二酸对HepG-2、HCT116、NCI H460、MGC803等多种肿瘤细胞具有显著抑制作用。Qiao等^[64]研究发现刺人参中多炔类成分(PEO)能显著降低HCT-116和SW-480细胞的存活率,结合体内外实验研究推测其通过下调Wnt信号通路相关蛋白的表达而达到治疗结肠癌的作用。东北

刺人参的二氯甲烷萃取物(OED)与伊利替康联合使用时对SW-480细胞具有明显的协同抑制作用,进一步研究揭示两者作用机制与其调控Caspase-3蛋白的表达相关^[65]。

4.8 抗疲劳作用

研究表明小鼠经注射刺人参酞剂(5 mL/kg)后,其运动能力显著增强,可持续30~40 min发挥作用,以刺人参糖苷给药对小鼠运动的刺激作用可达2 h。模型小鼠经连续灌服东北刺人参根及根茎50%乙醇提取物后,其游泳时间延长了77.68%^[66]。刺人参混悬液可有效延长小鼠的耐缺氧时间以及负重游泳时间,并降低了血浆中乳酸含量,表明东北刺人参具有一定的抗疲劳作用^[56]。

4.9 临床应用

东北刺人参安全性较高并且没有不良反应,在民间应用广泛,尤其在神经衰弱、风湿病、心血管疾病等方面的临床治疗效果较好。在韩国被认为具有与人参类似的适应原样作用,主要用于治疗慢性疲劳综合征、胃肠道功能紊乱、神经衰弱等。俄罗斯早在20世纪50年代就正式批准东北刺人参作为补品和抗糖尿病药物用于治疗轻度糖尿病。刺人参中的有效酞与人参中的有效酞相似,主要用于刺激中枢神经系统的衰弱和抑郁症,在治疗阳痿、消瘦、低血压、身体和精神疲劳方面也起着非常重要的作用。在服用7天东北刺人参提取物酞剂后,患者疲劳、焦虑、头疼等症状有明显的减轻,睡眠质量也有提高,持续服用2~3周后效果更为明显。刺人参40%乙醇提取物的酞剂对糖尿病患者具有一定的治疗效果,基于患者注射胰岛素并口服1.5 mL酞剂,服用1小时后患者血糖水平显著下降,28%的患者血糖下降了80%,治疗6天后病症都有明显好转^[2,67-70]。

5 小结与展望

东北刺人参含有挥发油、皂苷、黄酮等多种化学成分,具有抗菌、抗炎、抗氧化、抗癌、调节神经系统及免疫功能等多种药理活性,对神经衰弱、糖尿病、心血管病、风湿性关节炎等均有良好的疗效。目前的资源不足严重制约了东北刺人参产品开发及其综合利用。

作为国家二级保护植物,东北刺人参的资源保护及种群扩大是目前面临的重要问题,由于种群分布区狭窄、自然环境多变等原因,依靠东北刺人参自然恢复种群数量的希望渺茫,必须加以人工保护和辅助繁殖,在保护野生资源的同时应

深入开展东北刺人参高效栽培驯化研究,一方面积极探寻出能够有效解除刺人参种子休眠的先进技术,另一方面加快组织培养技术应用到生产实用阶段,以替代和补偿资源的短缺。鉴于东北刺人参实现大规模种植和产业化应用还需要较为漫长的时期,应积极寻求可替代资源,探究其非传统药用部位作为新药用部位资源的可行性,对其非药用部位如叶、果实等进行系统的分析评价,深入挖掘资源多层次、精细化的利用价值和潜在价值,为东北刺人参的高效利用提供物质基础,更加有利于恢复药用资源种群的变更和再生与开发利用间的平衡,为药用植物资源综合利用及新产品的开发研究提供科学依据^[71-74]。

参考文献:

- [1] 《全国中草药汇编》编写组. 全国中草药汇编[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1996: 367.
- [2] Alexander N S, Olga N P, Valery G M, et al. *Oplopanax elatus* (Nakai) Nakai: chemistry, traditional use and pharmacology[J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2014, 12(10): 721-729.
- [3] 何晓燕, 王 凯. 东北刺人参化学成分及药理作用的研究进展[J]. 通化师范学院学报, 2007, 28(10): 34-36.
- [4] 孙 涛, 庞立杰, 王 彦, 等. 东北刺人参的化学成分药理作用及食用价值的研究进展[J]. 人参研究, 2009, 21(3): 26-29.
- [5] Huang W H, Zhang Q W, Yuan C S, et al. Chemical constituents of the plants from the genus *Oplopanax* [J]. Chemistry and Biodiversity, 2014, 11(2): 181-196.
- [6] 康杰尧, 李世杰, 王 艳, 等. 东北刺人参化学成分及药理作用研究进展[J]. 中成药, 2020, 42(1): 156-161.
- [7] 燕洁静, 郝迷迷, 赵 薇, 等. 东北刺人参化学成分及药理作用研究进展[J]. 天津中医药大学学报, 2021, 40(2): 260-266.
- [8] 傅立国. 中国植物红皮书—稀有濒危植物[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 741.
- [9] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 16-17.
- [10] 李崇儒, 易富科, 李万林. 东北刺人参参与生态环境关系的初步研究[J]. 植物生态学报, 1983(3): 6.
- [11] 张秋菊, 汪英侠. 东北刺人参自然更新的研究进展[J]. 种子, 2014, 33(2): 52-55.
- [12] 周 繇. 长白山东北刺人参的资源调查及其开发利用[J]. 特产研究, 2002(3): 44-46.
- [13] 南喜范, 赵现泽, 刘继生. 密封干藏对东北刺人参种子催芽效果的影响[J]. 延边大学农学学报, 2008, 30(4): 241-243.
- [14] 刘继生, 林长春. 层积处理对东北刺人参种胚后熟的影响[J]. 延边大学农学学报, 2007, 29(3): 157-159.
- [15] 张 鹏, 沈海龙, 纪玉山, 等. 东北刺人参种胚形态后熟过程中的解剖观察[J]. 种子, 2007, 26(12): 45-47.
- [16] 刘继生, 张 鹏, 沈海龙. 东北刺人参播种苗移栽试验[J]. 东北林业大学学报, 2003, 31(6): 26-27.
- [17] 赵 阳, 刘 迪, 樊 磊, 等. 东北刺人参种子实用催芽技术研究[J]. 现代园艺, 2019(2): 15-17.
- [18] 张顺捷, 陈 宇, 刘 刚, 等. 东北刺人参引种培育初报[J]. 中国林副特产, 2010(2): 18-19.
- [19] 王章淮. 东北刺人参的引种繁殖[J]. 自然资源研究, 1980(3): 61-63.
- [20] 郑文杰. 东北刺人参人工栽培实验及物候观测初报[J]. 辽宁林业科技, 1994(1): 44-47.
- [21] 曹长清, 张永红, 赵 宇. 东北刺人参根繁殖[J]. 中国林业, 2010(12A): 49.
- [22] 葛江丽, 李成浩, 刘 芳, 等. 东北刺人参愈伤组织诱导和继代培养的研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(30): 14660-14667.
- [23] 孙玲玲. 东北刺人参体外培养体系的建立[D]. 上海: 华东师范大学, 2016.
- [24] Heung K M, Yong W K, Yong Y H, et al. Improvement of somatic embryogenesis and plantlet conversion in *Oplopanax elatus*, an endangered medicinal woody plant [J]. Springerplus, 2013, 2: 428.
- [25] 许玲惠, 闻晓东. 刺人参化学成分及分析方法研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2018, 37(4): 36-42.
- [26] WANG G S, XU J D, MA X L, et al. Chemical studies on the glycosides in the leaves of *Oplopanax elatus* Nakai (IV) [J]. Chemical Research in Chinese Universities, 1997, 13(1): 34-48.
- [27] Zhang H G, Liu S Y, Fu A H, et al. Chemical constituents of essential oil in stem of *Oplopanax elatus* and their antifungal action[J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 1999, 34(6): 369-371.
- [28] 王海静, 严铭铭, 武 星, 等. 刺人参茎化学成分的研究[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(3): 678-679.
- [29] 宓鹤鸣, 李承祜, 苏中武, 等. 刺人参挥发油成分及其抗真菌活性的研究[J]. 药学报, 1987, 22(7): 549-552.
- [30] 武 星, 严铭铭, 刘琬晖, 等. 超临界提取东北刺人参挥发性成分分析[J]. 长春中医药大学学报, 2007, 23(2): 28-29.
- [31] 刘朋朋, 潘激扬, 林青华, 等. 东北刺人参挥发油化学成分分析[J]. 天津中医药, 2012, 29(5): 481-483.
- [32] 胡鑫尧, 卢为琴, 杨成对, 等. 东北刺人参挥发油成分的研究[J]. 中草药, 1989, 20(8): 2-4, 47.
- [33] 李向高, 帅 绯, 张崇禧. 刺人参中挥发油成分的分离鉴定[J]. 中国药学杂志, 1990, 25(3): 167-169.
- [34] 陈 萍, 张吉波, 王建刚. 东北刺人参根挥发油的GC-MS分析[J]. 中药材, 2016, 39(4): 799-801.
- [35] 王广树, 徐景达. 刺人参叶中皂甙的含量测定[J]. 人参研究, 1996(2): 34-35.
- [36] 王广树, 杨晓红, 徐景达. 东北刺人参叶中四种新三萜皂苷的分离与结构鉴定[J]. 药学报, 2004, 39(5): 354-358.
- [37] 王广树. 中草药刺人参和牛膝中的齐墩果烷型三萜皂苷及羽扇豆烯三萜皂苷的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2006.
- [38] 徐小平. 刺人参苷的药学研究[D]. 长春: 吉林大学, 2009.
- [39] 王广树, 徐景达. 刺人参中配糖的化学研究[J]. 中国药学杂志, 1993, 28(10): 593-594.
- [40] 吴晓晗, 范明智, 李学峰. 东北刺人参不定根总黄酮提取工艺的优化及其抗氧化活性的研究[J]. 延边大学农学学报, 2020, 42(3): 9-16.
- [41] 许 颂, 梁华清. 刺人参的萜醌成分研究[J]. 中草药, 1998, 29(4): 222-223.

- [42] 张宏桂,张宏,阎吉昌,等.野生东北刺人参茎中脂肪酸成分分析[J].中国药学杂志,1994,29(6):331-332.
- [43] 刘金平,张宏桂,吴广宣.东北刺人参根、茎脂肪酸成分对比分析[J].白求恩医科大学学报,1994,20(1):29-30.
- [44] 吴广宣,王晓光,苗人培.东北刺人参各部位游离氨基酸的测定[J].氨基酸杂志,1991(2):34-35.
- [45] 汪树理,陈颖,王艳梅.东北刺人参氨基酸·元素含量的测定[J].安徽农业科学,2009,37(31):15243.
- [46] 刘建国,张其鸿,奚建华.东北刺人参的微量元素测定分析[J].广东微量元素科学,1995,2(9):47-49.
- [47] Huang W H, Zhang Q W, Wang C Z, et al. Isolation and identification of two new polyynes from a north American ethnic medicinal plant—*Oplopanax horridus* (Smith) Miq[J]. Molecules, 2010, 15(2): 1089-1096.
- [48] 邵莉,王锦,罗伟,等.刺人参的化学成分研究[J].中药材,2017,40(10):2331-2334.
- [49] 邵莉,王锦,陈蔓芸,等.东北刺人参根部的酚苷成分[J].中草药,2017,48(22):4620-4625.
- [50] 付爱华,张宏桂,张林,等.东北刺人参挥发油抗真菌实验及临床研究[J].中华皮肤科杂志,1997,30(5):23-24.
- [51] 孟晓伟,付爱华,刘兵,等.GC-MS法研究东北刺人参挥发油抗真菌活性成分[J].中国实验方剂学杂志,2012,18(21):136-138.
- [52] 张树臣,王桂芝.刺人参对实验性关节炎及神经-垂体-肾上腺皮质系统功能的影响[J].药科学报,1980,15(2):81-85.
- [53] 曲淑岩,姜秀莲,毋英杰,等.刺人参油的抗炎作用[J].中草药,1986,17(7):25-26,18.
- [54] 李贺.东北刺人参不定根提取物抗氧化及抗炎特性的研究[D].延吉:延边大学,2018.
- [55] 李慧娟.东北刺人参不定根反应器培养及其抗氧化活性的研究[D].延吉:延边大学,2012.
- [56] 胡彦武.东北刺人参茎叶提取物对环磷酰胺致免疫抑制小鼠免疫功能的影响[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(7):156-158.
- [57] 曲淑岩,毋英杰,王一华,等.刺人参油对中枢神经系统的抑制作用[J].中草药,1984,15(6):19-21,36.
- [58] 李廷利,于爽,辛静.刺人参的有效部位改善睡眠作用及作用机制的研究[J].中药药理与临床,2012,28(5):105-108.
- [59] 王艳艳,翟春梅,李廷利,等.东北刺人参抗疲劳及改善睡眠节律作用研究[J].食品工业科技,2020,41(2):307-323.
- [60] 于爽,闫金铭,黄莉莉,等.东北刺人参总皂苷改善睡眠的作用及机制研究[J].食品与药品,2021,23(1):1-5.
- [61] 陈霞,李红,刘芬,等.刺人参皂甙对大鼠血压的影响[J].白求恩医科大学学报,1997,23(5):475-477.
- [62] 许镇.刺人参苷的药效学研究[D].长春:吉林大学,2009.
- [63] Liu P P, Qu Y, Dou D Q, et al. Determination of anti-cancer constituents in *Oplopanax horridus* and *Oplopanax elatus* [J]. Journal Chemical Society of Pakistan, 2012, 34(2): 417-423.
- [64] Qiao X, Sun W, Wang C, et al. Polyene-enriched extract from *Oplopanax elatus* significantly ameliorates the progression of colon carcinogenesis in ApcMin/+ mice[J]. Molecules, 2017, 22(10): 1593.
- [65] Wang J, Shao L, Wang C Z, et al. Synergetic inhibition of human colorectal cancer cells by combining polyene-enriched fraction from *Oplopanax elatus* and irinotecan [J]. Nutrition and Cancer, 2019, 71(3): 472-482.
- [66] 傅颖新,马正俐,马之骏.长白山刺人参抗衰老实验[J].中国医院药学杂志,1995,15(3):122-124.
- [67] 田桂荣,张树臣,王新荣.刺人参治疗慢性风湿性关节炎123例[J].吉林中医药,1985(3):11.
- [68] 金英善,玄永浩,金允哲.濒危植物东北刺人参的开发利用和保护[J].中国野生植物资源,2002(6):31.
- [69] Baranov A I. Medicinal uses of ginseng and related plants in the soviet union: Recent trends in the Soviet literature [J]. Journal of Ethnopharmacology, 1982, 6: 339-353.
- [70] 吉林省中医中药研究院.长白山植物药志[M].长春:吉林人民出版社,1982:785.
- [71] 张然,张雪清,张岩,等.对野生植物资源保护与开发专利战略研究的分析[J].吉林农业科学,2008,33(4):62-65.
- [72] 黄璐琦,彭华胜,肖培根.中药资源发展的趋势探讨[J].中国中药杂志,2011,36(1):1-4.
- [73] Li X W, Chen Y N, Lai Y F, et al. Sustainable utilization of traditional Chinese medicine resources: systematic evaluation on different production modes[J]. Evid Based Complement Alternat Medecine, 2015, 218901.
- [74] 李志勇,王均琪,黎彩凤,等.中药新资源的功效与功能定位研究策略[J].中国中药杂志,2021,46(14):3455-3464.

(责任编辑:王丝语)