

中国麻疯树研究进展与开发利用现状

刘方炎^{1,2} 李昆^{1,2} 孙永玉^{1,2}

(1. 中国林业科学研究院 资源昆虫研究所, 昆明 650224;

2. 国家林业局 云南元谋荒漠生态定位研究站, 云南 元谋 651300)

摘要 麻疯树是一种抗旱、耐贫瘠的多用途速生树种,是生产生物能源、农药和医药的主要原料。目前,麻疯树生物资源已受到国家高度关注,得到了大力发展。对我国麻疯树的相关研究成果进行总结和展望,可以为综合开发利用能源植物提供参考。方法:笔者从以下三方面总结并分析了我国麻疯树的研究进展及开发利用现状,1)麻疯树资源在中国发展的基本概况,包括生长习性、资源分布状况和研究历史等;2)基础研究现状,包括生物学特征、生殖生态学特征、种子生物学特征、良种选育以及栽培生理生态等;3)栽培技术研究,包括适生区区划、良种壮苗繁育、营造林技术和主要病虫害。指出了目前我国麻疯树研究与开发过程中存在的问题,探讨了麻疯树的开发利用前景,并提出了相关的建议。

关键词 麻疯树; 研究进展; 开发利用

中图分类号 S 216

文章编号 1007-4333(2012)06-0178-07

文献标志码 A

Research development and utilization status on *Jatropha curcas* in China

LIU Fang-yan^{1,2}, LI Kun^{1,2}, SUN Yong-yu^{1,2}

(1. Research Institute of Resources Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China;

2. Desert Ecosystem Station in Yuanmou County, State Forestry Administration of China, Yuanmou 651300, China)

Abstract *Jatropha curcas* is a multi-purpose quick-growing tree species that is drought-resistant and barren-resistant, and is the main raw material for production of bioenergy, biopesticide and biomedicine. At present, the forest biological resources including *J. curcas* are highly valued in China, and have seen rapid development. The research summary of *J. curcas* could provide a reference for the comprehensive development and utilization of energy plants. This paper summarizes and analyzes the research progress and the current situation of exploitation of *J. curcas* in China from the following three aspects: the general situation of *J. curcas* resources' development in China, including the growth habit, resource distribution, and research history etc; the current situation of basic research, including the biologic characteristics, reproductive and ecological characteristics, seed biological characteristics, good-seed breeding and cultivation physiological ecology etc; and the research on cultivation techniques, including the division of ideal habitat, good-seedling breeding, afforestation techniques, and main plant diseases and insect pests. The existing problems in the research and development of *J. curcas* in China and its development model are detailed and relevant suggestions are put forward.

Key words *J. curcas*; research progress; exploitation

麻疯树(*Jatropha curcas* L.)又被称为小桐子(云南)、臭桐树(云南),膏桐(四川、贵州、广东、广

西),黄肿树、假白榄(广东),假花生(广西),系大戟科(Euphorbiaceae)麻疯树属(*Jatropha* Linn.)落叶

收稿日期: 2012-06-27

基金项目: “十二五”国家科技支撑项目(2011BAD38B0404)

第一作者: 刘方炎, 助研, 博士, 主要从事野生植物保护与利用研究, E-mail: lfyan701@163.com

通讯作者: 李昆, 研究员, 博士, 主要从事脆弱生态区植被恢复、森林资源培育与利用研究, E-mail: caflikun@163.com

灌木树种。原产美洲热带,现全世界热带和南亚热带地区均有栽培,我国主要分布于云南、四川、贵州、广西、广东和海南等省(区),以云南分布面积最广,资源数量最大^[1]。麻疯树是一种多用途植物,一般国内外都将其作为药用植物栽培,以树皮、叶及果实(包括榨油后的渣饼)入药^[2]。同时,由于麻疯树种子油具有含量高,十六烷值高于欧美要求的标准,燃烧性能接近普通柴油等特点,可作为柴油机和工业锅炉的液体燃料直接使用,因而引起全世界广泛关注。目前已发现并受到广泛关注的能源植物有:麻疯树、橡胶树(*Hevea brasiliensis*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、木薯(*Manihot esculenta*)和油桐(*Vernicia fordii*)等。麻疯树种子含油率高达40%,超过油菜和大豆等常见的油料作物,且流动性好,与柴油、汽油和酒精的掺合性很好,是优质的可再生能源植物,可直接生产生物柴油。被世界粮农组织列为可再生能源树种,且是最有可能成为未来替代化石能源的具有巨大开发潜力的树种。近年来,我国麻疯树的研究工作取得了一定进展,一些地区甚至进行了较大规模的种植。麻疯树生物能源林经营已作为一种新型产业开始起步。然而,实现麻疯树产业化过程中存在的诸多问题需要正确对待和科学的加以解决。笔者探讨我国麻疯树研究和开发利用过程中存在的问题以及麻疯树在我国的发展前景,旨在为综合开发利用能源植物提供参考。

1 我国麻疯树资源基本概况

1.1 生长习性

麻疯树适应范围广,耐干旱瘠薄,由于其根系发达,可以在贫瘠的荒地(石砾质土、粗质土和石灰岩裸露地等)上生长;性喜光,喜暖热气候。野生麻疯树主要分布在干热的亚热带和潮湿的热带雨林。通常生长在海拔高度为700~1600 m的平地、丘陵及河谷荒山坡地。部分品种有一定的耐寒性,能忍耐-5℃的短暂低温。对生长地的土壤肥力要求不高,只要pH5~6、排水良好即可。一般栽培在园边作绿篱,也有半野生状态,多生于平地路旁的灌木丛中,以散生形式分布^[3-4]。

1.2 资源分布

麻疯树在我国主要分布在南方亚热带的干热河谷地区。广东、广西、云南、四川、贵州、台湾、福建和海南等省(区)有栽培或野生。云南西部、西南部、中部以及元江、金沙江、澜沧江流域均有栽培;广西主

要产于钦州、博白、蓉县、苍梧、南宁、邕宁、龙州、宁明、百色、凌云和都安等地,四川省的攀枝花、盐边、米易、宁南、德昌、西昌会理、金阳和盐源等地均有野生或栽培。贵州主要分布在南部和西南部,以南盘江、北盘江和赤水河流域南亚热带干热河谷地区为栽培中心,在罗甸望漠、册亨、贞丰和兴义等县市有零星分布,近年在贞丰、望漠、册亨和罗甸等地新造麻疯树林面积超过1500 hm²,并在贞丰县、兴义市和罗甸县初步建立了麻疯树试验林示范基地和种苗基地^[1,5]。国内其他部分省区(主要为中部和南部省份)也进行了试验和示范种植,但由于耐低温等问题没有完全解决目前仍然处于小面积或试验示范阶段。

1.3 研究历史与成果

我国近30年来关于麻疯树的研究主要集中在以下几个方面:麻疯树植物资源培育,麻疯树种子抗真菌蛋白及相关基因的分离、表达,麻疯树毒蛋白(curcin)的分离纯化、基因克隆作用机理,麻疯树快繁及药用植物网络数据库的构建等。在经过了国家“八五”、“九五”、“十五”和“十一五”计划后,我国生物质能源的研发已取得了较大的成绩。近年来,随着我国能源短缺问题的凸现,麻疯树的开发和研究已引起了广泛关注,其中,国家科技部门也在麻疯树综合利用开发项目方面进行了重大科研立项。

2004年,科技部将“生物质燃料油技术开发”列为“十五”国家重点科技攻关计划项目,由四川长江科技公司承担。该公司已与红河哈尼族彝族自治州政府签署协议,在种植推广取得成效的基础上,拟在红河工业园区内建设10万t生物柴油加工厂。2006年,中国科学院重要方向性项目“能源植物筛选评价与小桐子规模化种植关键技术研究”正式启动。该项目由中国科学院西双版纳热带植物园主持,项目组集成了中科院遗传与发育研究所、昆明植物所、华南植物园和武汉植物园的优势力量。至2011年项目结题时,收集了国内外麻疯树优良种源250余份,选育出种子产量和含油率较高的优良种源2个;利用系统诱变技术研究,获得了10000余份的诱变材料;开展分子辅助育种,初步建立了SRAP-PCR优化体系,确定高产或抗逆性强优良株系11个;在西双版纳植物园建成了约4hm²的麻疯树种质资源圃和诱变材料圃。同时,在云南思茅、西双版纳和广东等地区建立了栽培试验点6个,面积约7hm²,初步掌握了麻疯树丰产栽培的一些关键

技术;通过种子繁殖、扦插繁殖等技术建立了麻疯树的快繁技术体系,3年生植株种子产量达2 250 kg/hm²;发现通过激素处理后,麻疯树的总花数及雌雄花比显著提高,单株试验的种子产量提高至3.3倍。同时,项目中分离克隆并注册与油脂代谢和抗冷相关的重要功能基因12个,申请专利17项,其中PCT专利2项。

从2006年开始,云南神宇新能源有限公司开始发展麻疯树相关产业,并于2007年在云南省科技厅的组织下,与中石油合作申报了国家科技支撑计划“小桐子生物柴油产业化关键技术研究及示范”项目,获科技部立项支持。该项目实施了麻疯树良种选育,规模化、集约化栽培示范,麻疯树生物柴油加工技术与示范生产线建设等课题。通过项目的实施,已累计收集优良种质资源800余份;建设了种质资源圃20多hm²;筛选出优良材料20余个,获得优良品种9个,新品种3个;建立了麻疯树母树园和育种基地130多hm²,完成良种繁育基地200多hm²,繁育优质种苗8 000多万株;建立了10万hm²麻疯树生物能源原料林丰产栽培试验示范基地。据云南省科技厅介绍,神宇新能源有限公司已建成了年产6万t麻疯树生物质能源加工厂一座,建成投产了年处理1万余t麻疯树原料生产线,同时还建成可年产3 000 t麻疯树原料油、3 000 t麻疯树生物柴油和3 000余t脱毒饲料蛋白的生产线,属于国内第一条产业化连续生产麻疯树生物质能源产品的生产线。而在麻疯树良种选育、生物柴油加工和副产品综合利用等一批关键核心技术方面也逐渐趋于成熟,建立了9项技术规程和3项质量控制规范,申请专利19项(其中11项已获授权),获得麻疯树优良品种3个。该公司在良种选育、种植技术、产品加工和副产品开发利用领域均处于国内领先地位。

2008年根据国家科技部、四川省科技厅和省林业厅的工作安排,国家科技支撑项目“西南地区麻疯树良种选育及规模化培育综合利用关键技术研究及示范”正式启动。该项目由四川省林科院主持,中国林科院资源昆虫研究所、四川大学、中石油西南油气田公司、四川省长江造林局、贵州省农科院等单位共同承担,共获得国拨经费2 161万元支持。针对麻疯树高油、高产、多抗良种选育技术、良种壮苗标准化快繁技术、高产稳产定向培育技术、低产低效林改造及集约经营技术、生物柴油高效制备示范装置及综合利用技术等进行了深入研究。至项目结束

时,共收集国内外麻疯树种质资源群体72个、家系426个,初步筛选出种子含油率大于39%的种源15个、早实种源1个,获得17个耐寒个体;初选出扦插优良基质5种,研制麻疯树高效专用肥系列产品3个,申请发明专利1项;建设各类试验、示范区35个,面积合计1 478 hm²。

2 麻疯树的基础研究进展

2.1 生物学特征

麻疯树又名麻疯树、假花生树、青桐木、黄肿树、臭油桐、亮桐、水漆、桐油树等,该植物为小乔木,树高2~5 m、树皮光滑,树液或枝液呈淡乳白色,叶互生,呈圆形、有长柄,丛集树端,全缘或3~5缘浅裂,长10~15 cm。长圆形的花瓣呈淡绿色,雄花上部花梗有节,雌花上部花梗无节,花细小,鄂瓣均5裂;雌蕊8~12枚,子房2~4室。果实呈黄色、球形似枇杷;成熟的种子为黑色,种衣呈灰黑色、平滑,除去外壳内有3个似花生样的籽,籽长圆形,长18~20 mm,该属植物全世界约有200种。我国栽培的该属植物主要有五种,即麻疯树 *J. curcas*,佛杜树 *J. podagrica*,珊瑚花 *J. multifida*,棉叶麻疯树 *J. gossypifolia*,琴叶珊瑚花 *J. integerrima*^[6]。

2.2 生殖生态学

麻疯树为雌雄同株异花,聚伞花序。其花序形成和开花时间在4月份,麻疯树在中国的大多地区都是3月初花芽开始萌动,随着气温的升高,主要进行花序的生长发育,花序要经过15~20 d的生长阶段。其盛花期集中于4月下旬—5月上旬之间,此时约有80%的花开放^[7]。麻疯树的花多聚生于主茎或侧枝的顶部,也有些形成于叶腋的。无限花序的花序轴顶端并不立即发育成花,仍然保留着生长和产生侧生花的能力。有限花序的花序轴顶端不久就发育成一朵顶生花(雌花,一般生于花序的顶部或叶腋部),因此失去了生长的能力。顶生花的下面生出2~4个侧花序轴,侧生花序轴的顶端不久也发育成一朵顶生花(此花大多也是雌花),在这朵顶生花的下面又生出2~4个侧花序轴,花开放的顺序是最上面和最内轮的花先成熟开放,最下面和最外轮的有些成熟的就开放,有些不能成熟就干枯、脱落,所以,真正给顶生花(雌花)授粉的雄花远远小于所生长的雄花数量^[8-12]。总之,雌花大部分是顶生花,雄花就分布于顶生花的周围。生于枝条顶部的花序除了有限花序轴的顶生花和少数一些侧花序轴顶生花

外,基本上都是雄花,越往顶端生长的花序的雌花数量明显减少,有些完全是雄花。而没有雌花^[10]。同一个花序雄花数量远远大于雌花。雌雄花的比例大约为1:10。因此,雌花受粉率也很高,座果率为100%^[13]。

2.3 种子生物学

麻疯树种子中含有多种成分,主要有脂肪类物质、蛋白质和多肽、萜类物质及一些小分子物质,但不同的产地其物质含量不同(表1)。麻疯树的脂肪类物质主要分布在种仁中,成分含有醇、酸、酮、萜等多种化学成分^[14]。其油脂含量很高,含油率高达40%~60%,超过油菜和大豆等常见的油料作物,并

且油的流动性好。麻疯树的种子油与柴油、汽油、酒精的掺合性很好,相互掺合后,在长时间内不分离,通过化学或生物学转换可以获得优于目前0号柴油的生物柴油。麻疯树种子中的蛋白质含量为18.2%,主要组分为麻疯树毒蛋白(cumin),它的毒性与蓖麻(*Ricinus communis*)种子的毒蛋白(ricin)和巴豆(*Croton tiglium*)种子的毒蛋白(crotin)相似。Cumin具有抑制胃癌细胞、小鼠骨髓瘤细胞和人肝癌细胞(Human hepatoma)的体外增殖的能力。目前,Cumin的全长cDNA序列和基因序列已被克隆,并在大肠杆菌中表达出具有活性的 curcin 成熟蛋白和保守结构域蛋白^[15-17]。

表1 不同地方麻疯树种子油的脂肪酸组成

Table 1 Fatty acid composition of *J. curcas* seed oil from different locations %

脂肪酸组成	攀枝花	宾川	宁南	永胜	双柏	罗甸
肉豆蔻酸(C14:0)	0.09	0.04	0.07	0.06	0.05	0.11
棕榈(C16:0)	17.25	16.84	16.64	13.47	14.88	16.41
棕榈油酸(C16:1)	1.08	0.53	0.9	0.74	0.87	1.13
十七碳酸(C17:0)	0.13	0.08	0.14	0.11	0.13	0.12
十七碳烯酸(C17:1)	0.06	0.03	0.06	0.07	0.05	0.07
硬脂酸(C18:0)	7.42	7.83	7.96	6.43	9.81	5.58
油酸(C18:1)	40.31	42.44	44.91	40.26	46.03	37.91
亚油酸(C18:2)	32.69	32.67	28.02	38.04	27.78	37.02
亚麻酸(C18:3)	0.40	0.21	1.06	0.38	0.40	0.64
花生酸(C20:0)	0.22	0.11	0.25	0.25		0.66
二十碳烯酸(C20:1)	0.23			0.10		0.15
山俞酸(C20:2)	0.13			0.10		0.18
总量	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
饱和脂肪酸	25.11	24.54	25.06	20.32	24.87	22.88
不饱和脂肪酸	74.89	75.46	79.94	79.68	75.13	77.12

注:引自李化等,2006^[17]。

2.4 良种选育基础

我国麻疯树资源多处于野生状态,单株结实量、含油量差异大,但在良种选育方面,如家系选育、无性系选育以及杂交选育等方面研究并不多。在麻疯树良种选育的方法上,主要有常规育种、组织培养和分子育种^[18-22]。由于麻疯树的实生繁殖和无性繁殖都比较容易,因此,“有性繁殖,无性利用”对该树种良种选育同样适用^[23]。但是,在新品种选育时要

以无性系选育为途径,才能符合新品种的条件,其一致性和稳定性才有保证。可以说,麻疯树油料能源林的新品种选育就是选育籽实优质、丰产稳产的无性系品种。前面提及麻疯树的部分生殖学特性需要加强研究,交配制种或杂交制种等试验才能顺利开展。目前,麻疯树的良种选育研究实行“有性和无性并举”,首先使用选择出的麻疯树优良单株建立采穗圃,并扦插繁殖建立无性系测定林,选出优

良新品种供生产应用;同时,开展种源/家系测定选出优良种源或家系在此基础上以优良种源内的优良家系为材料进一步无性繁殖,开展无性系选育,评选出优良新品种供规模化营造油料能源林培育使用。目前,我国已经建立了西南地区能源植物数据库,选出了大量优良家系、单株和品种,同时,在攀枝花地区建立了133.3 hm²种苗基地和麻疯树优质高产种植技术体系^[24]。这些新品种育成和育种基地的建成,为麻疯树作为重要生物柴油的产业化开发奠定了基础。

2.5 栽培生理生态

麻疯树的种植及繁殖方式通常有直播造林法,育苗移栽法,硬枝插条法,绿篱式种植法以及组织培养法等。直播造林法,宜在雨季进行,大面积播种出苗率一般为50%~70%,出苗时间长短不一,一般为10~40 d,此法简便易行。育苗移栽法可以培育壮苗,有益于抵抗病虫害,提高成活率,在肥力较高的农耕地旁,绿篱式种植法是一种较好的种植方式。硬枝插条法是一种较为简便的麻疯树种植方法,只要树塘具有一定深度,一般为30 cm左右,选择适当的时间一般都可以成活。在已经开展的麻疯树扦插试验中,插条成活率在80%以上^[25]。麻疯树的组织培养技术已近于成熟,通常是利用其胚轴、叶柄及子叶等外植体进行诱导。麻疯树可用于点播造林,其萌芽性强,也可进行扦插繁殖。用种子繁殖的可生长出典型的主根和4条侧根,而扦插繁殖的则不能生长出主根。一般情况下,3年可长成3 m左右的植株。种子繁殖3~4年后可结果,扦插繁殖1年左右^[1]。

3 麻疯树栽培技术研究

3.1 麻疯树适生区划研究

我国麻疯树资源非常丰富。全国各地均已基本调查摸清了麻疯树资源分布状况,不同种源的生态习性,并开展了适应性评价和划分麻疯树适宜区,同时进行了引种栽培和建立麻疯树种苗繁育基地。

在云南省和四川省,通过对麻疯树生态气候条件需求的分析,提出了省内麻疯树适宜、次适宜区域,并通过立地条件选择麻疯树适生区,如丽江市、楚雄市以及攀枝花市等。浙江、福建等没有资源分布的省份则通过比较不同种源生长表现,确定是否适宜种植麻疯树或筛选适宜本地生态条件的种源及品种。

3.2 麻疯树良种壮苗繁育研究

为满足大规模造林对优良种苗的要求,对种子发育、萌发特性、播前处理等方面的研究显得尤为重要,种苗繁育研究成为栽培研究的热点。通过研究发现,麻疯树种子在开花后58 d达到生理成熟期,不同地理种源种子外观性状差异不大,而千粒重差异明显,可以以千粒重作为优良材料的选择指标。麻疯树种子萌发的最适温度为25~35℃,种皮、播种深度与种子发芽具有一定关系,而光照对发芽没有影响,麻疯树种子属于光中性的正常性种子。麻疯树播种前处理的研究表明,以98%浓硫酸拌种30 min处理最好,播种后能比对照提前1~2 d萌芽。硬枝扦插是麻疯树造林的主要方式,扦插苗具有分枝多,生长快,早结实的特点,长度为25 cm的1、2年生枝条较为合理,ABT1号生根粉和KMnO₄均能促进麻疯树插条生根,温度、光照、土壤等也影响扦插枝条生根。

3.3 营造林技术研究

根据麻疯树的生态习性,造林地宜选择在年均温18~28.5℃,极端最低温在-4℃,无霜期长,日照时间长,年积温相对较高的地区^[26]。整地采取带状清理或块状整地,造林密度一般按840~1110株/hm²进行定植,但在经营水平较高的地区,可以按1665株/hm²进行造林,移植苗木时要在穴底施放腐熟农家肥,返青成活后要及时查缺补实,并追施苗肥。麻疯树林地生态环境水热条件较好,杂草生长快,应及时抚育而提高造林成活率和保存率,提高造林成效。

3.4 主要病虫害

麻疯树主要的病害有麻疯树叶褐斑病、插穗枯萎病、插穗溃疡病、猝倒病、白粉病、煤污病、炭疽病、种实霉烂、腐病、灰霉病和叶斑病等11种,虫害有玛绢金龟、切根虫、二斑叶螨、夹竹桃蚜、堆蜡粉蚧、蚜虫、黄宽盾蝽、白蚂蚁、地老虎、潜叶蛾、尺蠖。白蚁、冻害、鼠害和蟋蟀等也会危害麻疯树,各地都根据实际情况制定了防治措施。

4 存在的问题与发展趋势

4.1 问题与建议

目前,我国麻疯树的开发利用存在诸多问题:1)麻疯树原料资源匮乏。长期以来对能源植物的研究、开发缺乏重视,致使资源培育不够,生物柴油原料林短缺,生产力不高。发展的瓶颈问题是原料来

源,同石化柴油相比还有一定的差距。2)产量低下。目前大部分麻疯树尚处于野生状态,未被驯化栽培,现有品种良莠不齐,缺乏可大面积推广的优质品种。因此,要发展好麻疯树生物能源产业,就必须建立优质高效的麻疯树原料林基地,培育出高产高油品种。3)麻疯树油自身存在的缺点,限制了其应用程度。麻疯树油油脂的分子较大,黏度较高,容易造成燃烧不完全。4)生产工艺改进和高碳脂肪酸的降解,原料的栽培技术和生物技术、油脂加工技术系统组装以降低成本等问题。目前,在制备生物柴油过程中,多是用氢氧化钠(钾)或甲醇钠等均相碱催化剂催化的酯交换反应,这将会使反应混合物发生皂化,呈胶体状态,造成分离困难;在后处理中,又容易造成催化剂流失和废水排放。5)许多与麻疯树燃料油商业化应用相关的问题亟待解决,如减税或免税的优惠政策^[27]。6)麻疯树应用的经济效益问题。目前我国麻疯树多种植于南方偏僻地区,利用手段仅仅局限于种子进行生物柴油提炼,而对麻疯树其他部分如枝干(可利用进行木柴加工及造纸行业)、种子提炼残留部分(可用来进行有机肥料加工)、叶片(国外已研究出无毒叶片的麻疯树,可用来进行牲畜青饲料)研究甚少,这就造成麻疯树目前提炼所生产的生物柴油与其他来源柴油相比价格不具竞争优势。因此,急需进行品种改良,培育无毒品种。另外,可扩大国际交流与合作,直接从国外引进高产优质品种或种源。

4.2 发展趋势与前景展望

麻疯树有较强的市场开发潜力,进一步研究和开发将会给人类带来可观的经济效益,开发前景广阔麻疯树作为生产生物柴油的原材料正在被开发利用为重要的能源植物之一,最有可能成为未来替代化石能源的具有巨大开发潜力的树种。我国广大的山区、沙区、干旱河谷地区等劣质土地均可栽种生物质燃料油原料的乔、灌木油料植物,以发展生物质燃料。在这些地区发展生物质燃料植物不仅可为我国的生物质燃料油工业提供丰富的可再生原料,还可改善生态环境,增加农民收入,为建设农村小康社会提供一条新的途径。

麻疯树的种子含有多种活性成分,有着重要的农药和医药价值,是一种极具综合价值的生物能源植物材料。在分子生物学研究方面,近年来建立了DNA、RNA提取方法并成功地克隆了几种功能基因。同时建立了植物再生和转基因体系,因此麻疯

树作为能源植物研究的模式植物具有很好的前景。麻疯树毒性较大,令人望而生畏。许多研究者仅仅从防止中毒或利用其毒性制成毒剂等进行了研究,但对利用其药用价值考虑较少。一些学者认为,从有毒植物中获得药源先导化合物的可能性较大。从有毒植物中开发新药已有一成功的报道,并引起了广大医药工作者的密切关注,因此,以植物毒素作为先导化合物的药源具有广阔的应用前景^[2]。麻疯树中含有较多的毒性成分,特别是种子中所含的毒蛋白,对它们进行深入的研究有望带来良好的经济效益。

另外,需要对麻疯树进行各类耐逆性状及其他抗性研究。国内外专家致力于麻疯树耐低温研究,如果能够研制成功耐低温和耐盐麻疯树新品种,在我国东部沿海的广大滩涂(因加工工厂和消费区域主要集中于该区域)进行种植的话,其应用前景广泛。

参 考 文 献

- [1] 杨顺林,范月清,沙毓沧,等.麻疯树资源的分布及综合开发利用前景[J].西南农业学报,2006,19(增):447-452
- [2] 林娟,唐琳.麻疯树的组织培养及植株再生[J].植物生理学通讯,2002,38(3):252
- [3] 李振华,郭予琦,麻德平,等.能源植物麻疯树的研发现状及展望[J].河南农业科学,2007(7):10-12
- [4] 苟圆,华坚.麻疯树资源的开发利用现状及前景[J].资源开发与市场,2007,23(6):519-522
- [5] 于曙明,孙建昌,陈波涛.贵州的麻疯树资源及其开发利用研究[J].西部林业科学,2006,35(3):14-17
- [6] 袁理春,赵琪,康平德,等.云南麻疯树(*Jatropha curcas*)资源生态地理分布及评价[J].西南农业学报,2007,20(6):1283-1286
- [7] 刘焕芳,邓云飞,廖景平.大戟科麻疯树属三种植物花器官发生[J].植物分类学报,2008,46(1):53-61
- [8] 刘方炎,李昆,王小庆,等.不同流域麻疯树性别分化及其两性花序中雌花数目特征[J].浙江林学院学报,2010,27(5):684-690
- [9] 李昆,尹伟伦,罗长维.小桐子繁育系统与传粉生态学研究[J].林业科学研究,2007,20(6):775-781
- [10] 杨清,彭代平,段柱标.小桐子传粉生物学研究[J].华南农业大学学报,2007,28(3):62-66
- [11] 刘方炎,李昆,张春华,等.麻疯树开花数量大小及其生态适应性[J].南京林业大学学报:自然科学版,2010,34(6):1-5
- [12] 罗长维,李昆,陈友,等.元江干热河谷麻疯树开花结实生物学特性[J].东北林业大学学报,2008,36(5):7-10
- [13] 郭承刚,王朝文,李建富,等.麻疯树物候期和花的发育动态观察[J].现代农业科技,2007(1):12-13
- [14] 邓志军,程红焱,宋松泉.麻疯树种子的研究进展[J].云南植物研究,2005,27(6):605

- [15] 林娟,陈钰,徐莺,等. 麻疯树核糖体失活蛋白抗肿瘤作用[J]. 中国药理学报:英文版,2003,3:241-246
- [16] 陈钰,魏琴,唐琳,等. 麻疯树营养器官和种子的蛋白质组成及对水分和温度胁迫的反应[J]. 中国油料作物学报,2003(4):98-104
- [17] 李化,陈丽,唐琳,等. 西南部分地区麻疯树种子油的理化性质及脂肪酸组成分析[J]. 应用与环境生物学报,2006,12(5):643-646
- [18] 林娟,周选围,唐克轩,等. 麻疯树植物资源研究概况[J]. 热带亚热带植物学报,2004,12(3):285-290
- [19] 陆伟达,魏琴,唐琳,等. 麻疯树愈伤组织诱导及快速繁殖[J]. 应用与环境学报,2003,9(2):127-130
- [20] 陈金洪,高敏. 麻疯树茎段离体培养及快速繁殖研究[J]. 广西农业科学,2006,37(3):221-223
- [21] 侯佩,张淑文,杨琳,等. 麻疯树胚乳愈伤组织诱导及其污染消除[J]. 应用与环境生物学报,2006,12(2):264-268
- [22] 王治涛,高帆,张淑文,等. 麻疯树胚乳 cDNA 文库的构建与分析[J]. 四川大学学报:自然科学版,2007,44(1):173-175
- [23] 李进华,袁军,汪利燕. 麻疯树育种与栽培研究进展[J]. 亚热带植物科学,2010,39(2):90-94
- [24] 李振华,郭子琦,麻德平,等. 能源植物小桐子的研发现状及展望[J]. 河南农业科学,2006,7:10-12
- [25] 李向勇,刘凡值. 麻疯树扦插育苗及移植[J]. 广西热带农业,2006,105(4):32
- [26] 余帅勇,丁贵杰. 能源植物麻疯树研究进展[J]. 贵州林业科技,2009,37(1):49-54
- [27] 刘杰,李黔柱,尹航,等. 麻疯树植物资源的研究与开发利用进展[J]. 贵州大学学报:自然科学版,2006,23(2):105-110

责任编辑:王燕华