

我国主要树种遗传育种专利分析*

梅秀英¹ 林娟² 马文君¹

(1 中国林业科学研究院,北京 100091; 2 复旦大学生命科学学院植物科学研究所,上海 200433)

摘要:利用欧洲专利局数据库和中国国家知识产权局专利数据库为数据源,对我国林业行业开展联合攻关的23个研究树种在全球和中国的专利申请情况进行了检索,共检出402个专利。在全面分析的基础上,找出我国林木遗传育种存在的问题,分析了其产生的原因,并结合我国林业实际和未来发展目标,提出今后林木遗传改良技术发展和知识产权保护的具体对策。

关键词:专利 林木遗传改良 分析与评价 问题与对策

中图分类号:S718.46 S722

文献标识码:A

文章编号:1001-4241(2011)03-0053-06

Analysis of Patent on Major Tree Species Breeding in China

Mei Xiuying¹ Lin Juan² Ma Wenjun¹

(1 Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2 Institute of Plant Biology, School of Life Sciences, Fudan University, Shanghai 200433, China)

Abstract: The patent on 23 trees species which are the emphasis of the allied study in forestry sector of China were searched at home and abroad with both the European Patent Office Database and the Chinese Patent Database as the original data source. The results showed that 402 patents were found. Based on comprehensive analysis of the patents application in terms of forest genetic improvement at home and abroad, the paper pinned down the existing problems and analyzed their causes. Specific strategies for forest genetic improvement and intellectual protection in the future were proposed in view of forestry practices and future development goals in China.

Key words: patent forest genetic improvement evaluation problem strategies.

随着世界经济日益全球化和知识经济迅猛发展,应用生物技术特别是基因工程技术为林木遗传改良开辟了一条新的途径,依靠现代基因工程与常规育种技术相结合,可极大地缩短林木育种周期,加速育种进程,创造新种质,选育新品种,对于营造优质人工林、提高林地生产力、缓解木材供需矛盾、保护生态环境具有重要意义。本文旨在通过对我国主要树种在国内外申请遗传育种专利的情况进行统计分析,发现我国林木遗传育种存在的主要问题,进而提出我国加快林木遗传育种技术发展和知识产权保护的对策。

1 主要树种和专利数据来源

本文采用欧洲专利局世界专利数据库(worldwide database)和中国国家知识产权局专利数据库作为数据源,时间截至2011年3月中旬,分析我国林业行业开展联合攻关的23个主要树种。这些树种均应用生物技术手段开展了遗传育种研究并在国内外申报了专利,分别是:马尾松(*Pinus massoniana*)、落叶松(*Larix decidua*)、云杉(*Picea asperata*)、杉木(*Cunninghamia sinensis*)、国外松(包括湿地松*P. elliotii*和火炬松*P. taeda*)、红松(*P. kraiensis*)、福建柏(*Fokienia hodginsii*)、杨树(*Populus* spp.)、桉树(*Eucalyptus*

* 收稿日期:2011-05-03

基金项目:国家科技支撑项目(2009BADA8B04)

作者简介:梅秀英 副教授,主要研究方向:科技管理、植物学 E-mail: meixy@caf.ac.cn

spp.)、相思(*Acacia* spp.)、椴树(*Tilia henryana*)、水曲柳(*Fraxinus mandschurica*)、泡桐(*Paulownia fortunei*)、白桦(*Betula platyphylla*)、西南桦(*B. alnoides*)、柚木(*Tectona glandis*)、竹(*Bambusoideae* spp.)、楸树(*Catalpa bungei*)、鹅掌楸(*Liriodendron tulipifera*)、油茶(*Camellia oleifera*)、核桃(*Juglans regia*)、板栗(*Castanea mollis-simat*)和枣(*Ziziphus zizyphus*)。

2 主要树种在国内外申请林木育种专利状况

通过检索显示,23个主要树种在国内外申请专利共402个,涉及细胞工程育种的有275个,杂交育种的28个,诱变育种的1个,分子标记辅助育种的10个,转基因育种的88个。各主要树种在遗传育种技术领域的专利分布状况见表1。

表1 23个主要树种的遗传育种专利分布状况

树种	细胞工程 育种	杂交育种	诱变育种	分子标记 辅助育种	转基因育种	合计
马尾松(<i>Pinus massoniana</i>)	8(3,5)	1(0,1)	0(0,0)	1(0,1)	2(0,2)	12(3,9)
落叶松(<i>Larix decidua</i>)	15(5,10)	1(0,1)	0(0,0)	1(0,1)	0(0,0)	17(5,12)
云杉(<i>Picea asperata</i>)	9(1,8)	2(0,2)	0(0,0)	1(0,1)	3(0,3)	15(1,14)
杉木(<i>Cunninghamia sinensis</i>)	3(3,0)	0(0,0)	0(0,0)	1(1,0)	2(0,2)	6(3,3)
国外松(包括湿地松 <i>P. elliotii</i> 和火炬松 <i>P. taeda</i>)	8(0,8)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	1(0,1)	9(0,9)
红松(<i>P. kraiensis</i>)	1(1,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	1(1,0)
福建柏(<i>Fokienia hodginsii</i>)	1(1,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	1(1,0)
杨树(<i>Populus</i> spp.)	45(13,32)	5(1,4)	1(1,0)	1(0,1)	37(8,29)	89(23,66)
桉树(<i>Eucalyptus</i> spp.)	32(2,30)	2(0,2)	0(0,0)	0(0,0)	18(0,18)	52(2,50)
相思(<i>Acacia</i> spp.)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	3(3,0)	3(3,0)
椴树(<i>Tilia henryana</i>)	4(0,4)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	4(0,4)
水曲柳(<i>Fraxinus mandschurica</i>)	9(1,8)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	9(1,8)
泡桐(<i>Paulownia fortunei</i>)	4(2,2)	0(0,0)	0(0,0)	1(0,1)	5(3,2)	10(5,5)
白桦(<i>Betula platyphylla</i>)	16(2,14)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	3(2,1)	19(4,15)
西南桦(<i>Betula alnoides</i>)	4(2,2)	1(0,1)	0(0,0)	0(0,0)	1(0,1)	6(2,4)
柚木(<i>Tectona glandis</i>)	4(3,1)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	4(3,1)
竹类(<i>Bambusoideae</i> spp.)	31(15,16)	4(3,1)	0(0,0)	2(1,1)	6(0,6)	43(19,24)
楸树(<i>Catalpa bungei</i>)	1(0,1)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	1(0,1)
鹅掌楸(<i>Liriodendron tulipifera</i>)	7(5,2)	1(1,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	8(6,2)
油茶(<i>Camellia oleifera</i>)	4(4,0)	2(1,1)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	6(5,1)
核桃(<i>Juglans regia</i>)	50(4,46)	5(0,5)	0(0,0)	0(0,0)	3(0,3)	58(4,54)
板栗(<i>Castanea mollis-simat</i>)	2(2,0)	0(0,0)	0(0,0)	1(0,1)	1(1,0)	4(3,1)
枣(<i>Ziziphus zizyphus</i>)	17(6,11)	4(3,1)	0(0,0)	1(0,1)	3(2,1)	25(11,14)
总计	275(75,200)	28(9,19)	1(1,0)	10(2,8)	88(19,69)	402(106,296)

* 表中专利数据均表示为:国内外申请专利数合计(国内申请专利数,国外申请专利数)

2.1 各树种的专利状况

在国内外申请专利的23个树种主要是用材林和经济林树种。从表1可以看出,申请专利最多的是杨

树,在国内外共申请了89个专利;其次是核桃,共申请了58个;位居第3的桉树共申请了52个专利。众所周知,杨树是利用遗传育种技术进行树木改良最早

的树种, 在国内外研究最多、应用时间较长; 其次是核桃、桉树新品种的培育。这3个树种也是具有较高经济价值的树种。

在细胞工程育种中, 在国内申请专利的有19个树种, 分别是竹类、杨树、枣、西南桦、鹅掌楸、落叶松、柚木、红松、泡桐、福建柏、杉木、云杉、板栗、白桦、水曲柳、马尾松、油茶、核桃、桉树。其中, 申请数超过15个的有竹类和杨树。在国外申请专利的树种有17个, 包括核桃、杨树、桉树、竹类、白桦、枣、落叶松、水曲柳、国外松、云杉、马尾松、椴树、西南桦、鹅掌楸、柚木、泡桐、楸树。其中, 申请数最多的是核桃, 超过15个的其他树种还有杨树、桉树和竹类。

在23个树种中, 杂交育种申请国内专利的有5个, 分别是枣、竹类、鹅掌楸、杨树和油茶; 杂交育种申请国外专利的有11个, 包括核桃、落叶松、桉树、云杉、西南桦、杨树、马尾松、枣、竹类和油茶。诱变育种申请国内专利的只涉及杨树1个树种, 分子标记辅助育种涉及竹类和杉木2个树种; 诱变育种则没有申请国外专利, 分子标记辅助育种涉及核桃、马尾松、落叶松、泡桐、杨树、竹类、云杉、枣等8个树种。

转基因育种有杨树、相思树、板栗、白桦、枣树和泡桐6个树种申请了国内专利, 其中较多的杨树为8个。在这方面则有杨树、云杉、竹类、马尾松、桉树、核桃、杉木、国外松、白桦、西南桦、枣树和泡桐12个树种申请了国外专利。其中较多的杨树为29个, 其次是桉树为18个。

2.2 技术组成

林木遗传育种技术包括细胞工程育种、杂交育种、诱变育种、分子标记辅助育种和转基因技术育种等。在23个树种的国内专利中, 细胞工程育种专利最多, 有75个, 主要技术包括组织培养、快速繁殖、体细胞变异、原生质体培养和体细胞杂交、单倍体育种、多倍体育种。涉及的技术多集中在利用组织培养进行优良品种的快速繁殖, 有70个专利, 只有1个专利属于体细胞变异, 4个专利属于多倍体育种。而有关原生质体培养和体细胞杂交及单倍体育种技术均未涉及。竹类的15个专利主要集中在采用组织培养技术进行优良品种的快速繁殖。杨树的13个专利除了采用组织培养技术进行优良品种的快速繁殖外, 还有1个涉及体细胞变异, 3个涉及多倍体育种。

在国外专利申请中, 23个树种涉及到细胞工程育种的有200个, 使用的技术和国内专利相差无几。

在育种应用上涉及的技术多集中在利用组织培养进行优良品种的培育和快速繁殖, 有193个, 只有2个属于体细胞变异, 5个属于多倍体育种。核桃的46个专利主要集中在优良品种的培育方面。杨树的32个专利除了采用组织培养技术进行优良品种的快速繁殖外, 还有2个涉及体细胞变异, 2个涉及多倍体育种。桉树的30个专利均集中在采用组织培养技术进行优良品种的快速繁殖方面。

杂交育种申请国内专利数只有9个, 主要涉及到杂交亲本的选育、杂种后代的检测等技术; 而国外专利则有19个, 主要涉及杂交亲本的选育和杂交方法的选择方面。诱变育种的国内专利只有1个, 为一种经 γ 射线诱导突变从而培育得到大量变异植株的新方法。分子标记辅助育种的专利也只有2个, 为一种毛竹微卫星(Micro Satellite, MS) 分子标记的开发与应用。在国外申请的8个专利涉及到分子标记辅助育种, 其中包括扩增片段长度多态性(AFLP)、单核苷酸多态性(SNP)、限制性片段长度多态性(RFLP)和MS标记等。

转基因技术育种是现代生物技术中最具有发展潜力的一项应用技术, 在23个树种中, 转基因育种申请国内专利的有19个, 主要涉及基因的选择和转基因技术等方面。其中基因克隆和应用的专利有10个, 这些基因包括抗逆基因、纤维素合酶基因、抗虫基因以及与次生代谢产物相关的基因; 转基因技术包括农杆菌介导的转化、叶绿体定点转化方法和RNA干涉的方法。转基因育种申请国外专利的有69个, 主要包括基因的选择和转基因技术的应用等方面。涉及基因的克隆和应用的专利有22个, 这些基因包括抗逆基因、纤维素合酶基因、抗虫基因、次生代谢产物相关的基因以及特异表达的启动子。涉及到的转基因技术有农杆菌介导的转化和RNA干涉的方法。因此, 从基因工程育种的水平来看, 无论是在数量还是质量上, 国内外专利申请都存在着较大差距。

2.3 林木育种申请国内外专利的比较

从23个树种的统计数据来看, 申请国内专利的数量有106个, 国外有296个。从专利的分布来看, 申请国内专利中竹类和杨树占优势, 申请国外专利最多的树种则是核桃、杨树和桉树。从技术应用层面来看, 国内外专利申请大都把传统技术和现代生物技术结合起来使用, 所用技术虽然大同小异, 均涉及到细胞工程育种技术、杂交育种、诱变育种、分子标记辅助

育种和转基因技术育种等方面,但国内传统育种技术特别是细胞工程育种技术在整个专利申请中占了较大比重,约为71%,国外则为67%;在转基因技术育种中,国内申请专利占申请专利总数的18%,国外则为23%;在分子标记辅助育种的应用中,国内申请专利占申请专利总数的1.9%,国外则为2.7%。

现代生物技术,特别是分子生物学技术在抗性、定向高效育种中将愈来愈被广泛应用。虽然分子标记技术在国内外林木育种中均有应用,但从专利数量和使用技术上看,国内仅有2个专利涉及MS标记,且还是在MS分子标记筛选方法的建立上申请的专利;而国外专利涉及的技术有AFLP、SNP、RFLP和MS标记等,专利申请数量达8个。转基因技术辅助育种是近年来国内外关注的热点,国内外均在杨树中应用得较好,在该领域专利范畴内,国内申请的专利无论是在数量上还是技术应用层次上均不及在国外申请的专利。

3 我国林木育种专利的分析与评价

统计分析结果显示,我国23种林木遗传育种方面的专利集中在1991—2010年。1995年之前,林木育种专利仅4项,且局限于传统育种范畴;1995—2000年,林木育种专利仅4项,且全是传统育种范畴;2001—2005年,林木育种专利34项,其中传统育种4项,组织培养应用5项,基因工程育种1项;2006—2010年,林木育种专利31项,其中传统育种14项,组织培养应用育种10项,基因工程育种7项。可见,2000年之前全是传统育种,2001—2005年出现组织培养应用以及基因工程育种,2006年后3种专利比较均衡。

近年来,在世界经济日益全球化和知识经济迅猛发展的大背景下,知识产权的竞争日趋白热化。实际上,包括专利在内的知识产权是凝结人的智力的应受到保护的一种物权,是现代社会和知识经济年代体现竞争能力的核心所在。拥有专利的数量和运用程度是衡量一家企业、一项产业乃至一个国家创造力和生命活力的重要指标,用它来衡量某一领域的研究现状和水平,具有很强的说服力。近10年来,尽管我国林业科技取得了许多重要成就,共获得科研成果近2000项,其中国家级科技奖励成果近80项,但在专利的申请数量上还比较少。从对林木遗传育种专利的分析来看,主要表现在以下几个方面的滞后:一是

遗传分子标记方面的专利申请不足。我国虽然在分子标记方面做了一些工作,例如,在1997年首次用RAPD标记构建了马尾松连锁图;随后,在杨树、杉木、桉树中也有构建连锁图谱的报道,并探讨了木材密度、性别分化的基因定位。但是,目前申请林木分子标记辅助选择育种的专利只有一项,有些研究如张蕴哲等利用毛新杨(*P. tomentosa* Carr × *P. alba* L. var. *pymmidalis* Bge.) × 毛白杨(*P. tomentosa* Cart.)的杂交群体构建了AFLP分子遗传图谱,在抗性育种方面也得到了初步的应用,但未见其专利申请^[6]。二是体细胞胚胎发生和人工种子方面的专利申请尚处于空白。体细胞胚胎发生和人工种子是一种非常有效的大规模克隆繁殖方法^[7],且在许多有重要经济价值的树种中都取得了显著进展^[8]。尤其在裸子植物体细胞胚胎发生研究方面进展很快,目前已从30多种松柏类植物中诱导出体细胞胚,并对云杉、松类等一些树种通过体胚发生获得了再生植株,有的已在温室或大田移栽成活^[9]。三是在一些新技术方面专利申请滞后。近年来,在提高遗传转化效率方面发展了一些新技术,例如,超声波辅助农杆菌介导法、低能离子束与农杆菌介导结合法、基因枪与农杆菌介导结合法以及负压与农杆菌介导结合法等,均可增强农杆菌浸染,提高转化效率。但这些技术在林木育种中的应用较少,也未见专利的申请。落叶松是第一个得到转基因植株的松杉类植物^[10],而且是迄今为止唯一一种利用发根农杆菌介导^[11]、根癌农杆菌介导^[12]和基因枪法^[13]都转化成功的裸子植物,但申请国内外有关这方面的专利均很少。

4 我国林木遗传育种存在的主要问题与对策

4.1 存在的主要问题

1) 研究内容。目前,在林业中应用的生物技术大多集中在组织培养和分子标记2个领域,这2项技术取得的进展是研究者在研究树木改良、创造克隆株系及品种的过程中,通过几十年来的不断努力积累而成的。人们对于转基因植物的关注多集中在作为人类食品的作物上面,而在林业上很少会成为一个问题。对于一些提供非木材产品的多用途树种来说,进行谨慎的评估是必要的。尽管转基因技术具有广阔的应用发展前景,但该项技术的应用也面临着不少问题:(1) 林木需要改良的性状,如抗寒、抗旱及耐盐碱等是受多基因控制的数量性状,而目前在林木研

究中多数转化的是控制单一性状的来源于微生物或草本植物的少数基因,来源于林木本身的基因非常少。(2)林木的转化效率较低,即便已获得了转化细胞,也很难分化再生成植株。(3)林木生长周期较长,外源基因在转基因植株中的稳定遗传和时空表达特性的研究还很欠缺。(4)在林木育种过程中,转基因植物的安全问题同样受到公众的关注,也是迫切需要解决的问题。目前,生物技术只有充分利用常规育种中选育的优良繁殖材料和长期积累的技术信息,才能达到快速改良品种的目的^[14]。

2) 技术水平。目前,我国林木遗传育种主要以常规育种为主,其主要过程包括选育、遗传测定和良种繁殖3个相互联系和依存步骤组成,所涉及的技术多为组织细胞培养技术,对现代生物技术,特别是基因工程技术与应用和发达国家相比存在着较大的差距,主要问题是技术储备相对不足和创新不够。主要表现是对林木植物组织细胞培养和转化系统的研究不够深入,对不同造林树种的基因型研究才刚刚起步,还没有筛选出适宜DNA转化的品系,需要建立针叶树种的胚性细胞系和再生系统等等。创新性成果总是与扎实深厚的基础研究工作分不开,只有基础性研究积累到一定程度,新的技术才能够诞生。因此,在今后一段时期,特别是在林木基因工程育种中,建立成套的基因高效转化、可控表达的载体系统,形成从基因分离、树木转化、基因可控表达达到转基因功能鉴定的完整技术体系,是林木生物技术的重点。早在世界瞩目的人类基因组计划刚刚完成人类基因组草图之前,模式植物拟南芥基因组全序测定已经完成,标志着植物后基因组学研究时代的到来^[15]。目前,作为林木研究的模式植物毛果杨(*Populus trichocarpa*)全基因组框架图已经完成^[16],可可树(*Theobroma cacao*)基因组测序业已报道^[17],茶树基因组测序计划在我国也已启动。随着木本植物功能基因组学基因的表达、转录组学、蛋白质组学和代谢组学的深入研究,转基因林木的研究将会步入一个崭新的时代。

3) 管理机制。在管理中缺乏科技成果转化的技术平台和运行机制。多年来,国家各部委在林木育种技术研究中投入了大量的人力、物力和财力,前期研究也取得了不少的成果,但这些成果如何进一步推广和应用,却缺少下文,许多成果仅以论文和专利的形式收场,没有进一步产业化的打算和后续推广的热情

和行动。究其原因,除了科技人员缺乏将研究成果进行转化的意识外,科研管理部门没有搭建技术转化的平台、缺少合理有效的管理运行机制也是重要的原因之一。随着生物技术的迅猛发展,生物经济已成为世界经济的一个重要组成部分,生物经济的核心内容就是生物技术产业,它在未来的育种产业上占据着举足轻重的地位,但其所蕴含的巨大潜力和商机目前尚未被我们充分认识。

4) 知识产权。鉴于林业所具有的长期公益性服务理念,服务对象也多为老、少、边、穷地区的林户,林业科技人员普遍缺乏市场意识和竞争环境。长期以来科技评价的导向作用,也使得许多林业科技人员对研究成果申请专利、植物新品种权、商标权、计算机软件著作权、技术秘密等意识薄弱,对知识产权保护的意义和作用认识不够,对申报过程和程序了解不多,对国外知识产权保护制度和专利申请更加陌生。科技人员基本上已习惯于在获得研究成果后走发表论文、鉴定成果、申报奖励这条路。加之有关知识产权的归属和利益分配的激励机制不够健全,缺乏明确的知识产权政策导向等因素,造成我国林业行业的一些知识产权无形中流失了。

4.2 主要对策

1) 创造拥有自主知识产权的林木基因专利。据资料统计,美国在生物工程领域拥有的专利最多,占世界专利总量的59%;欧洲次之,占19%;日本其次,占17%;而包括中国在内的其他国家仅占5%。目前,美国、德国、法国、日本、加拿大和新西兰等林业发达国家由于引进了一些新技术和方法,因此在林木生物技术领域发展迅速,也取得了可喜的进展。基因专利是对以基因为主导产业的垄断性保护,且基因专利权的保护时限比品种应用的周期要长很多,在我国及早实施林木基因专利战略至关重要。应通过国家重大专项、科技支撑、863、973、公益性行业专项等科技计划的实施,充分利用我国林木种质资源丰富,科研院所、高校从事育种研究的科技人员较多的群体优势,积极鼓励科技人员对林木功能基因、繁殖材料和新品种进行研发和专利申请,以期获得一批具有重要应用价值和自主知识产权的林木基因专利和新品种等。国家转基因重大专项也应考虑扩大林木在项目中所占的份额。这些举措将对提高我国林木育种水平和国际竞争力产生深远的影响。

2) 确立林木生物技术产业的竞争策略。林木生

物技术产业作为一个朝阳产业,充分认识到其在林木育种产业发展中所占有的重要地位,对掌握林木育种产业的主动权意义重大。应根据国家保证粮油安全、生态安全的重大战略需求,制定我国生物技术育种的战略规划和扶持政策,在此基础上形成以提升自主创新研发能力为主线,优惠产业政策扶持的我国主要树种生物技术育种研究开发及产业化体系,强化专利等在建设林木基因产业基地方面的应用,促使专利技术尽快转化为现实生产力。通过实施“人才、标准、专利”战略,在诸如林木基因组、林木抗性基因研究等领域开展一些前沿性的研究,作好相关技术储备的研究工作。对技术和市场已高度产业化的生物技术育种领域,如林木组织培养和工厂化育苗技术、林木快速生根繁殖技术等,要扩大成果,形成规模化效益。

3) 重视林业科技管理和知识产权管理的密切结合。在林业科技管理工作中,应从促进林业可持续健康发展,不断增强科技核心竞争力的战略高度来认识和加强科技管理与知识产权管理相结合的重要性。首先,应通过建立科学、公正、有效的知识产权创造、保护、运用和管理的激励政策、制度和评价机制,激励知识产权创造,营造有利于自主创新、有利于产学研相结合的政策环境,不断提高专利、成果的产出质量以及实用性和转化率。科技管理部门在审批项目立项时,应进一步完善专利指标考核制度和内容,重专利质量和转化量而不重专利申请量。其次,要全面提高林业行业,特别是林业科技工作者和企业保护知识产权的意识以及运用知识产权制度的能力和水平,特别是要对各级主管领导和主要管理人员加强培训,使之能将知识产权保护和管理提升为单位的发展战略、加强核心竞争力的高度来加以认识和对待。第三,科技管理部门应为知识产权有效管理和应用搭建好平台,包括设立专门的林业知识产权管理机构,配备既懂法律又懂专业的知识产权管理人才,积极探索院企合作、产业联盟、技术转移机构、科技园(基地)、中介服务等多种形式的专利转化模式,对诸如专利申请条件、种类、策略、途径、优惠政策和专利价值实现等科技人员在知识产权方面关注的热点问题,切实给予支撑指导或全面实施代理。要充分发挥知识产权在促进林业科技创新、产业升级、占领经济市场等方面的重要功能和作用,不断完善推进专利成果向现实生产力转化的措施和手段。

参 考 文 献

- [1] Jörgensen J. Embryogenesis in *Quercus petraea* and *Fagus sylvatica* [J]. Journal of Plant Physiology, 1988, 132(5): 638-640.
- [2] Jörgensen J. Somatic embryogenesis in *Aesculus hippocastanum* L. by culture of filament callus [J]. Journal of Plant Physiology, 1989, 135(2): 240-241.
- [3] Kinoshita I, Saito A. Propagation of Japanese white birch by encapsulated axillary buds: 1. regeneration of plantlets under aseptic conditions [J]. Journal of the Japanese Forestry Society, 1990, 72(2): 166-170.
- [4] Song S L, Sato T, Ishii K, et al. *In vitro* mass propagation by meristem culture of two mature trees of *Paulownia catalpifolia* [J]. Journal of the Japanese Forestry Society, 1990, 72(6): 495-498.
- [5] 程东升. 日本的林业生物技术研究现状 [J]. 世界林业研究, 1992, 5(3): 70-75.
- [6] 张蕴哲, 刘红霞, 鄢荣领, 等. 毛新杨 × 毛白杨 AFLP 分子遗传图谱 [J]. 林业科学研究, 2003, 16(5): 595-603.
- [7] Timmis R. Bioprocessing for tree production in the forest industry: conifer somatic embryogenesis [J]. Biotechnology Progress, 1998, 14(1): 156-166.
- [8] Jain S M, Brar D S, Ahloowalia B S. Somaclonal variation and induced mutations in crop improvement [M]. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998: 28-35.
- [9] 杨金玲, 桂耀林, 杨映根, 等. 白扦体细胞胚胎发生及植株再生 [J]. 植物学报, 1997, 39(4): 315-321.
- [10] Pilate G, Leple J C, Cornu D. Transgenic larch (*Larix species*) [M] // Baiaj YPS (ed.). Biotechnology in agriculture and forestry (44). Berlin: Springer-Verlag, 2000: 125-142.
- [11] Huang Y, Diner A M, Karnosky D F. *Agrobacterium rhizogenes*-mediated genetic transformation and regeneration of a conifer: *Larix decidua* [J]. In Vitro Cellular & Developmental Biology, 1991, 27(4): 201-207.
- [12] Levee V, Lelu M A, Jouanin L, et al. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of hybrid larch (*Larix kaempferi* × *L. decidua*) and transgenic plant regeneration [J]. Plant Cell Reports, 1997, 16(10): 680-685.
- [13] Klimaszewska K, Devantier Y, Lachance D, et al. *Larix laricina* (Tannracker) - somatic embryogenesis and genetic transformation [J]. Canadian Journal of Forest Research, 1997, 27(4): 538-550.
- [14] 沈熙环. 林木常规育种与生物技术的应用 [J]. 林业科技开发, 2006, 20(1): 1-4.
- [15] The Arabidopsis Genome Initiative. Analysis of the genome sequence of the flowering plant *Arabidopsis* [J]. Nature, 2000, 408(6814): 796-815.
- [16] Tuskan G A, Difazio S, Jansson S, et al. The genome of black cottonwood *Populus trichocarpa* (Torr. & Gray) [J]. Science, 313(5793): 1596-1604.
- [17] Argout X, Salse J, Aury J M, et al. The genome of *Theobroma cacao* [J]. Nature Genetics, 2011, 43(2): 101-108.