

聚焦国家重点研发计划之农业领域 林业资源篇

现代生物技术为林业发展和经济腾飞插上翅膀

——记“林木次生生长的分子调控与环境胁迫机制”项目

随着我国“增加森林面积4000万公顷”国际承诺的提出,加强林业资源培育及高效利用科技创新,提高人工林生产力和资源利用水平,已成为国家林业科技重大战略任务。

次生长,就是树干的增粗生长。决定木材产量和品质的,就是树木的次生长。聚焦林木次生长过程,应用现代分子生物学技术,对林木次生长分子调控与环境胁迫机制展开系统研究,进行科研攻关,分析不同生长环境条件对树木次生长的影响,有目的地进行林木遗传育种改良,培育出适应不同环境条件、抗逆能力强的优质树种,为实现人工林高效培育提供理论基础。

项目由中国林业科学研究院林业研究所牵头,下属6个课题组,整合全国林业科技专家人才队伍,22所院校和科研单位共

同参与,由国内科研院所和大专院校的数十位专家组成,包括“国家杰出青年”“国家青年千人”和“国家林业局科技领军人才”荣誉获得者。

项目主要针对主要速生用材树种,比如杨树、桉树、白桦等,利用基因组、转录组、MicroRNA表达谱分析等分子生物学研究手段,构建调控网络,查找并解析基因在调控维管分生组织、次生木质部分化这些关系木材形成过程及木材品质的机理和作用,明确关键代谢途径和调控因子,分析不同环境条件下关键代谢途径变化和调控因子的表达模式,

阐明次生长与抗逆的平衡调控机制。

项目旨在通过分子生物学技术,进行品种改良,实现从传统的“经验育种”到定向高效的“精准育种”转化,培育出适应不同环境生长的优良品种,以速生丰产来提高林木的产量和质量,提高森林存量,降低木材进口依赖,缓解水土流失,净化环境,以绿色发展来调节生态环境。项目的研发实施将有力填补我国林业科研空白,提高自主研发能力,加快林木良种化进程,推动我国现代林业产业大发展,为新时期中国经济腾飞注入巨大活力。

为我人工林生产经营及可持续发展奠定坚实基础

——记“人工林生产力形成的结构与环境效应”项目

目前,国家生态文明建设已成为我国的“国家战略”,同时我国将全面停止天然林商业性采伐,而近50%的木材进口又面临着巨大的国际压力。在此背景下,加快人工林资源培育,是我国林业的重要任务和重大挑战。当前乃至今后相当长时间,应对这一挑战并努力保障我国木材安全的根本出路是建立我国自己的人工林木材高效可持续生产体系。基于现有立地条件,如何有效提升人工林的生产力和稳定性,是我国人工林面临的核心问题。解决这一问题的关键在于科学认知人工林生产力形成的结构与环境效应。

项目紧密围绕国家重点研发计划“林业资源培育及高效利用技术创新”重点专项的总体目标要求,聚焦人工林生产力形成与稳定提升这一核心问题,以我国人工林前5大树种杉木、马尾松、桉树、落叶松、杨树为主要对象,并适当考虑北方主要树种油松及珍贵树种水曲柳、降香黄檀等树种人工林,以林分实验、野外定位观测、机理过程与模型相结合;以结构解析与表达、物质循环与利用、生物调控为基础;注重土壤微生物功能群及相关地下生态过程;考虑氮沉降、水热协同、立地等及经营措施的影响;个体、林分、景观尺度相结合,阐释生产力形成与提升、木材生产与生态功能协同的区域结构优化机制和调控策略。

本项目将系统揭示主要速生用材树种及珍贵用材树种生产力形成与分配的生理及环境控制机制,明晰物质循环主要过程及其对结构与环境的响应与适应规律,阐明经营管理措施对人工林地力维持的影响机制;解析人工林对环境变化的适应策略及生产功能与主要生态功能的协同发展途径、区域结构优化机制并提出调控对策。重点解决:生产力维持与提升的林分结构效应及其量化方法和稳定性维持机制;生产力形成过程中地上地下生态学过程及其耦合协同效应与产物分配调控机理;林分、景观和区域尺度木材生产与生态功能协同关系与结构优化策略等重要科学问题。

与以往类似研究相比较,本项目具有三个显著特点:一是同时考虑林分空间和非空间结构,创立人工林结构量化分析方法体系,构建人工林高效培育的结构化经营理论。关联地上与地下部分,建立生态系统和区域尺度人工林生产功能与生态功能的量化关系和双赢的结构与环境策略;在景观和区域尺度,创新人工林结构调整与空间配置及社会效益。

其模拟方法,阐释木材生产与其他生态功能的权衡机制;二是通过气候和立地条件一致的同质园和全坡位带状造林基地的长期监测研究,从个体、林分和生态系统3个水平同步研究生产力形成的关键生理生态学过程,消除不同树种的年龄效应和气候差异,通过生态过程的多尺度嵌套系统揭示人工林生产力的形成机制,探索人工林生产力对立地条件变化的响应机制;三是针对典型人工林,综合采用树木生理生态、分子生态学、同位素技术、化学计量学、高通量宏基因组学等试验方法和技术,创新研究叶冠层与根冠层的协同效应,构建以水分、养分与光能利用效率和产物分配关键过程参数为重点的生产力形成机制与体系;在林分和系统等几个层面揭示经营、环境变化与土壤生物功能群和地力维持与提升的关系,关注区域水热协同对生产力的影响,提升对生产力形成及其结构与环境效应的认识,实现人工林生态学方法和理论创新。

本项目由中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所牵头,联合中国林业科学研究院林业研究所、亚热带林业研究所、热带林业研究所,以及中国科学院地理资源研究所、沈阳应用生态研究所,北京林业大学、南京林业大学、东北林业大学等20余所国家级科研院所及高等院校共同承担。聚集了目前国内有关人工林生产力及相关领域的主要力量和最强团队,拥有多个国家重点实验室以及部门重点实验室, CERN和CFERN的近20个野外台站,几乎覆盖全国主要人工林分布区,研究基础雄厚、优势互补、思想活跃、具有很强执行力,有望取得预期的科研成果。

通过本项目的实施,将建立和完善人工林实验基地条件,形成10—15个可用于我国人工林结构与功能规律及其调控研究的长期固定实验基地,提升研究机构的实验研究平台和青年科技工作者的专业能力,促进社会各界科学认知人工林生产力形成的结构与环境效应,有力加强林学和生态学等学科的发展,为我国人工林生产经营及可持续发展奠定坚实的理论基础。通过人为调控提升人工林生态系统的生产力并充分发挥其生态功能,将进一步满足国家对人工林生态系统木材生产与生态安全功能的双重需求,支撑我国“五位一体”战略的实施,将具有显著的社会、经济和生态效益。

(本版撰文 马爱平)

保障木材供给安全 促进产业转型升级

——记“南方主要珍贵用材树种高效培育技术研究”项目

随着国民经济的高速发展和科技的巨大进步,人民生活水平得到了显著提高,对珍贵木材的消费需求也急剧增加。而当前我国珍贵木材绝大多数采自于天然林,一方面消费天然林木材资源所面临的环保压力日益增大,国际上传统珍贵用材的生产国也正逐步限制原木出口,这对我国珍贵用材的供给及传统家具产业的可持续发展构成潜在威胁;另一方面天然林资源的更新速度远远满足不了当前我国日益增长的消费需求。因此,开展珍贵用材树种的高效培育技术研究,是顺应当前国内外形势发展的需要,对于全面提升我国珍贵用材树种的培育技术水平和增加我国珍贵用材的资源储备具有重要的战略意义。

项目围绕“保障木材供给安全,促进产业转型升级”的总体目标,针对当前我国南方地区珍贵用材资源少、培育技术落后(良

种使用率低、林分产量低、质量差、病虫害严重、木材生产低效、规模化发展困难等诸多共性问题)和产业发展缓慢等问题,选择降香黄檀、柚木、楠木、西南桦、樟树、红锥、椿木、木荷、檀香和印度黄檀等南方地区重要的珍贵用材树种,开展良种繁育与壮苗培育、高效栽培与经营、大径级无节材培育等研究,重点突破良种组培和扦插等快繁及壮苗培育技术、高效培育模式与经营技术、大径级无节材培育技术以及心材形成调控技术,为实现我国珍贵用材树种的地域化、品系化、繁育产业化和经营可持续化的大径级高效培育提供技术支撑,最终实现我国南方珍贵用材由天然林生产到人工林生产的转变。

项目从良种壮苗的高效繁育技术体系入手,通过组培、扦插、体胚发生等途径解决良种规模化快繁难题;通过育苗容器、轻基

质配方、水肥管理等环节解决壮苗培育问题;通过立地选择、精准施肥、抚育管理等措施实现人工林丰产栽培;通过密度控制、抹芽修枝、混交配置、目标树经营等手段优化大径级无节材培育技术;通过水肥调控、生长调节剂应用等技术提高心材产量与质量,缩短培育周期,实现南方珍贵用材林的优质高效培育。

通过项目的实施,将全面提升我国南方地区珍贵用材树种良种使用率,扩大高效栽培技术应用范围和规模,促进我国南方地区珍贵用材林的规模化发展,大大增加我国珍贵用材的资源储备,不仅有助于改变我国珍贵用材长期依赖于进口的局面,促进我国木材加工业、家具制造业、装饰装修业的健康发展;还有助于增加我国森林覆盖率 and 木材蓄积量,促进珍贵木材资源培育的提质增效,同时还将产出一系列良种繁育、壮

苗培育和高效栽培技术及产业;项目预计申请或获授权国家发明专利20项,制定行业或地方标准10项,构建具有国际先进水平的珍贵用材林高效培育技术体系10个,实现单位面积蓄积量提高20%,林分质量提高20%,综合效益提高30%的项目目标;同时项目还将建立3000亩育苗基地和5000亩珍贵树种长期试验示范基地,培养和锻炼一大批具有创新能力的多学科专业人才。

项目成果的应用,有助于改善我国南方地区林分结构,保护生物多样性、涵养水源、维持地力、美化环境等,符合我国生态文明建设的政策需求。珍贵树种人工林具有单位产值高的特点,成果的辐射推广将极大提高广大林农或涉林企业的经济效益,促进林农增收,有助于我国贫困山区的精准扶贫,在农村社会进步和繁荣和谐构建发挥着积极作用。

集成创新全产业链增值增效技术支撑产业转型升级

——记“竹资源全产业链增值增效技术集成与示范”项目

随着我国的经济进入稳增长、调结构的新常态,竹产业的发展正面临前所未有的严峻挑战。竹产业总体规模较小、竹材利用率低、竹产品附加值不高、农户竹分散经营和竹子良种率低等现状已经成为制约我国竹产业高速发展的瓶颈。鉴于此,国际竹藤中心联合南京林业大学、中国林科院亚林所、国家林业局竹子研究中心、浙江鑫鑫竹基复合材料科技有限公司等共25家国内主要从事竹子资源研发的产学研用单位,以全产业链增值增效为出发点,按照产业链布局创新链、一体化组织创新的思路,积极申报国家重点研发计划“林业资源培育及高效利用技术创新”重点专项2016年指南中设置的“竹资源全产业链增值增效技术集成与示范”项目,并获得科技部立项批准,项目总经费达4000余万元。

本项目将从重要基础理论到培育和加工利用全产业链过程开展重点研究,为实现竹产业的转型升级提供科技支撑。

在竹苗规模化标准化繁育方面,针对竹子种苗繁育系数低、成本高、种苗质量参差不齐等问题,集成竹子种苗繁育技术,创新营养器官幼化和休眠芽萌动诱导技术,提供成熟配套的适合不同竹种、不同培育目标的繁育技术体系,使种苗繁育系数提高4倍,竹苗产量提高6倍,建设竹子种苗繁育基地10个,实现年产优质竹苗2000万株,实现种苗标准化和规模化生产。

在竹资源高效培育和规模经营方面,针对材用林培育核心技术分散、成本高、高效经营难、笋用林效益低、安全风险高、产品附加值低等问题,通过研发材用竹林基于机械采收的培育技术模式,优化结构调控、养分管理技术,集成笋用竹林精准培育、病虫害生态调控、全笋高效利用等关键技术,形成规模经营和低成本采伐模式,将建设材用、笋用竹林高效培育示范林21万亩,使单位面积综合效益提升20%,同时开展保鲜及深加工技术集成,形成竹笋食品

年生产能力总计5000吨的规模化生产线4条,有效延伸竹笋加工产业链,促进竹业品牌建设。

在竹质建筑材料连续化成套制造方面,针对竹材加工机械化程度低、产品同质化等问题,突破柔性竹单位加工与层积、原竹精细疏解单元定向重组、竹材弧形原态等曲率层积关键技术及装备;开发圆筒、规格竹条的模量和密度分级技术与设备,集成连续化竹层板和多功能化胶粘剂制造等关键技术;使原竹出材率提高6%,加工总成本再降低20%,竹材加工业年增产产值7.2亿元,年增利润达1.8亿元,并将有力推动竹质建筑材料新型产业发展,带动竹材加工产业的技术转型升级。

在竹质管道用材连续化成套制造技术方面,针对竹复合管材料连续化、规模化技术集成度低等问题,开发连续长度缠绕用薄竹篾带加工技术、竹质管道用材大规模工业化生产工艺和连续化成套设备制造技术,使

每个生产加工单元所需人员减少25%;若将现有的1.1亿吨闲置竹资源全部用来生产竹复管替代传统高排放管材,可实现节能超过1.4亿吨标准煤,减少全国二氧化碳排放总量的3.5%,并且在竹子种植环节可带动500万农户、户均收入增加4000元左右,在加工生产环节可增加就业75万人,超过现有竹产业从业人数的10%。

本项目的实施将提升我国竹苗规模化标准化繁育技术水平,实现竹资源高效培育和规模经营,构建精准高效笋用林培育和全笋无害安全加工技术体系,形成竹质层积材和重组竹制造技术体系,建成竹质家具连续化制造产业链,构建新型生物复合管加工制造产业链,从而推动支撑种苗繁育—营造林—加工利用全产业链技术升级,提高竹材生产力和资源综合利用水平,促进产业结构调整 and 转型升级,解决农村剩余劳动力,直接促进农民增收,创造巨大的经济、生态和社会效益。

加快木材工业节能、节材、安全、环保发展步伐

——记“木材工业节能降耗与生产安全控制技术”项目

中国林业科学研究院木材工业研究所牵头的“木材工业节能降耗与生产安全控制技术”重点研发计划项目协同创新团队,集合了木材工业领域内最具优势的4家科研院所、9家高等院校以及10家龙头企业,形成了产学研有机结合的协同创新模式。经过评审,该项目获得科技部立项批准,项目总经费3300万元,其中中央财政专项经费2700万元,自筹经费600万元。

“木材工业节能降耗与生产安全控制技术”项目将紧紧围绕《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》“林业资源培育及高效利用技术创新”重点专项申报指南以及当前木材工业产业发展面临的重大战略需求,从木质原料制备、加工、中间产品制造、终端产品使用到人居环境评价的全产业链进行设计,围绕节能、节材、安全、环保四个方面重点开展研究。

针对指南中“木制品生产过程中能耗高、效率低、质量不稳定”的技术难题,本项目重点开展木材节能降耗与质量控制技术研究。以樟木为研究对象,突破锯材汽蒸处理节能干燥及质量控制技术;以松木、杉木

为研究对象,突破锯材高温节能干燥技术;以桉木、杨木单板为研究对象,突破单板太阳能预干协同干燥技术,开展单板太阳能预干协同生产示范。

针对指南中“木材加工效率低、材料损耗高”的技术难题,本项目重点开展木门窗套部件异形拼接与木制品弯曲部件压曲成型技术研究。通过木制品异形拼接、塑基装饰薄木制备、纤维增强层异型胶合木构件制造、实木压曲与定型等技术的研究,节约木材资源,提高木材利用率,减少加工能耗,降低加工剩余物。

针对指南中的“人造板生产安全与污染减排”问题,本项目重点开展粉尘燃爆防控和VOCs减排技术研究。在纤维增强和VOCs排放的机理研究基础上,集成粉尘预分离和预热回收技术,开发出粉尘燃爆防控和尾气净化设备,并进行生产示范应用。研究成果能够有效防止纤维板生产粉尘燃爆,净化后排气中甲醛、非甲烷总烃等指标和含污水分别达到国家有关工业废气排放和工业废水间接排放的标准,最终实现人造板的安全生产和污染减排。

针对指南中的“环保”问题,本项目重点开展木质材料表面绿色装饰、无甲醛绿色木材胶粘剂制造和木质家居材料健康安全性能检测与评价等关键技术研究。重点突破快干水性UV漆、木材表面化学调色技术、木质立体打印技术、豆粕蛋白绿色改性活化、双组份豆粕胶黏剂协同交联增强和豆粕胶中密度纤维板制造6项环保关键技术,研制快干水性UV漆、水性UV漆涂饰地板、木质立体打印地板、双组份豆粕胶黏剂、吸音板和儿童家具用豆粕胶中密度纤维板等6种新产品,其中水性漆VOC不超过80g/L,开展快干水性漆和双组份豆粕胶黏剂生产示范,为人造板企业转型升级提供技术支撑。

本项目的顺利开展和实施将产生显著的经济效益、生态效益和社会效益:在节能方面,实现提高木质基材干燥效率不低于16%,降低产品能耗不低于10%,每年将减少109.8万吨标准煤,减排CO₂288.6万吨,SO₂1.0万吨,NO_x0.8万吨。在节材方面,通过对木制品部件进行异形拼接和弯曲成型加工,可以实现节材不低于16%,可大大减

少木材切削加工量,减少加工剩余物,显著降低切削加工能耗,延长加工装备使用寿命。在安全生产方面,突破木粉尘燃爆防控、纤维板干燥与热压排气VOCs减量及其含污废水净化等关键技术,实现人造板工业安全生产、高效经济的污染治理与水资源回用,显著提升人造板行业的生产安全等级,降低人造板行业的环境污染风险,进一步保障员工的健康安全,推动传统木材工业向绿色、安全和可持续性的产业升级。在环保方面,研发生产的快干水性UV漆,解决成膜速度慢等应用问题,降低现有木器涂装中VOCs的排放,保护生产工人的身体健康;木材表面化学调色及木质UV树脂立体打印技术,将提高木材表面装饰效果,提高产品附加值;制备的无甲醛绿色胶黏剂,将提高人造板环保性能和产品价值,克服传统木材胶黏剂的潜在甲醛释放危害及对石化原料依赖程度高的问题,有利于我国人造板产业的可持续发展;木质家居材料的甲醛、VOCs和气味等来源和规律的研究,不仅有利于木质家居材料的质量控制,而且有利于指导消费者正确使用人造板产品。

