

2010年1月



منظمة الأغذية
والزراعة
للأمم المتحدة

联合国
粮食及
农业组织

Food
and
Agriculture
Organization
of
the
United
Nations

Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture

Продовольственная и
сельскохозяйственная
организация
Объединенных
Наций

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación

粮农组织国际技术大会

发展中国家的农业生物技术：种植业、林业、畜牧业、渔业和 涉农产业应对粮食不安全和气候变化 挑战的选择和机遇(ABDC-10)

墨西哥瓜达拉哈拉，2010年3月1-4日

综合：发展中国家林业生物技术的现状与选择

引言

森林及和其它林地在经济和生态功能方面发挥了重要作用。它们不仅提供商品和维持生计，同时也保护了土壤，调节水分和二氧化碳吸收。森林还保护了世界大部分的生物多样性。全球目前有略少于40亿公顷的森林，约占世界陆地面积的30%。全球森林的34%主要是用于木材和非木材林业产品的生产。一半以上的森林被用于木材及非木材生产，结合具有诸如与水土保留，生物多样性保护及休养娱乐的功能。世界上仅有5%的森林是在种植园中，与之相平衡的主要是在天然或半天然的状态下托管的和野生的林地。人工林的面积现正在不断地扩大，已接近全球木材总产量的50%。全球超过一半的木材消费量（在发展中国家则超过80%的木材消费量）被作为燃料燃烧。约16亿人口的生计严重依赖于森林资源。在拉丁美洲，东南亚和西非的热带雨林，6000万生活着的土著人完全靠森林为生。更深入的说，3.5亿住在密林里面或靠近密林的人民的生计或收入依赖于森林，而发展中国家中的12亿人是靠农场的树木来换取粮食和现金。

有各种不同类型的系统来管理森林和森林资源，它们以不同的管理力度为特征，从原始天然森林到生产性的工业化种植园。一系列因素造就了林业生物技术的全球性机遇，投资决策的条件，以及推动研究的重点—它们还以重要的方式强调了林业生物技术的使用不同与在农作物或畜牧上的应用。这些因素包括：森林树木是高度杂合的，长年生，寿命长、性成熟期晚，具有漫长的再生周期。森林树木的这些特点将保留生物多样性放在了高度优先的位置，被当作一条保险的策略来对付快速的变化；大多数森林树种具有狭窄的适应区域，所以用于种植的树种数量要比那些粮食作物高上几个数量级水平；森林林木是动态生态系统中的重要物种，因此针对林业损失的管理更多地转化为对树木生存的管理；尽管有些品种经过了一至四代的数量水平上的一些改善，但森林树木主要是野生的；

为尽量减轻粮农组织工作过程对环境的影响，促进实现对气候变化零影响，
本文件印数有限。谨请各位代表、观察员携带文件与会，勿再索取副本。
粮农组织大多数会议文件可从互联网 www.fao.org 网站获取。

本文件综合了 ABDC-10/4.1 文件的关键内容，评价了发展中国家林业生物技术的应用，考虑了它们目前应用的程度，过去成功和失败的原因，出现的挑战以及发展中国家和国际社会（FAO，联合国组织，非政府组织，捐助者和开发机构）共同面对的未来选项。

盘点 – 总结过去

近几十年来，林业生物技术已经成长成为一组充满活力的工具组合，将研究带入到了全球贸易和发展之中。历史上，林业生物技术的应用一直是用来发展造林效益。而今天树林仍然要用野生繁殖材料来进行种植。一些树木品种是处于驯化的早期阶段，但即便如此，它们最多也是半驯化的。对传统技术来说，在数量遗传学出现后，林木改良的概念在二十世纪传播甚广，其主要目标是确定和选择适合于造林的野生种子资源。仅有少量的轮回育种方法从中开发出来。育种周期很长，部分原因是必不可少的数量水平的提高。轮回林木育种是指在一给定造林系统中应用孟德尔遗传原则来改善树林的遗传质量。其目标是*提高种群的遗传价值，同时保留种群的遗传多样性*。遗传多样性被认为是对付单一种代灾难性损失的一种保险策略。这种高世代或轮回育种方法指的是数量水平上的提高，而不是品种或自交系的发展。现在许多种植的林木品种中只有极少数是经过一代的数量水平改良的。在比较林业与农作物或畜牧生物技术的进展时，这是微妙而重要的一点。林木育种者在遗传获得量的重要性、遗传多样性的重要性以及规避近交衰退和长期不确定性之间寻求平衡。

天然再生林的管理：DNA 和生化标记可用于越来越多的热带物种。今天，这些发现可用于指导发展中国家的森林经营管理计划，但只局限于对天然热带再生林成百上千种树木中的非常有限的树种进行管理。林业生物技术的领域不断地扩大，从工具的开发正转移进入到更多假设驱动的知识获取上。这样的研究调查是保护热带森林有关知识的强大源泉。这种研究也正从各种分子标记转移进入基因组学领域。DNA 测序数据的可用性对全球热带森林的研究带来了明显的好处。基因组学的数据正在给热带森林比较生物学带来各种新的见识。也许最直接的应用是国际植物条码计划。这种基因组学的新兴应用已被使用于多个研究领域，包括系统发育学。

因此，诸如分子标记和基因组学的生物技术工具可以提供关于天然再生热带林的重要知识以及提供关于整个热带森林生态系统性质的重要观点，包括森林树木与相互作用的微生物群落之间关系，这种关系可影响到管理热带森林所采用的战略。

人工林：虽然有一些重叠，但人工林使用的生物技术的范围通常与天然再生林的相差较大。人工种植林可以有不同类型的管理系统（如集约的，半集约的）和使用不同类型的遗传材料（如野生材料，基因改良的树）。根据管理强度的水平和使用在人工林遗传材料，可以使用不同组别的生物技术。简化起见，可以根据人工林的类型识别三种不同组别的生物技术，从最不复杂的到最先进的。

第一组生物技术适合于粗放管理的人工林，包括一系列的无性繁殖方法，包括依赖于组织培养的微组织繁殖法，生物肥料和利用分子标记的遗传指纹。这种人工林第一阶段的生物技术促进了种植本地及外来树种的森林的健康和质量。无性繁殖技术涵盖了广泛的技术范围，其对基因型的快速繁殖有用。这种技术已经用于那些只生产很少种子的品种或种子很难对付的品种以及短期内繁殖选定的基因型。尽管在发展中国家已有大量的树种用于微繁殖研究，但大部分报道的工作（94%）仍处于实验室阶段，而相对较少的（5%）进入了大田试验阶段。在发展中国家，不到 1% 报道的微繁殖研究已到达了商业应用阶段。对包括桉树，洋槐和柏树在内的本地和外来林木品种的生物肥料的运用已取得了积极的成果。正在考虑的共栖生物包括固氮菌如根瘤菌和绿萍，蓝绿藻以及菌根真菌。除了发展中国家粗放管理的人工林外，生物肥料已被证明对那些较集约管理的森林有用。不同类型的分子和生化标记也已被用于早期这几十年的树木改良计划中。例如，它们被用于测量繁殖

种群的遗传多样性，测定父本对大田试验中生长的子代的贡献，以及核实无性繁殖的遗传特征。

第二组生物技术适合于大规模种植的工业原料人工林。种植的单一个树种可以是本地的或外来的，但这些种植园是集约管理的。这组生物技术包括体细胞胚胎形成、分子标记和数量性状位点（QTL）分析、全基因组测序和功能基因组学。虽然在一些商业树种中有成功利用体细胞胚胎发生技术（一种组织培养技术）的报道，但在发展中国家将它大规模操作应用到森林树木上仍然有重大障碍。通过对影响感兴趣性状特征（或性状）的 QTLs 定位以及将它们应用于标记辅助筛选来提高轮回育种方法的选育水平。由于林木的谱系是异型杂交和高度杂合的，因此寻找林木的 QTL 比起大多数农作物及畜牧品种来说是成本更高，要求的计算更多。基因或反向基因组学可用于确定感兴趣基因及性质研究。对于像桉树或杨树类的硬木品种，其基因组的大小与那些水稻，番茄和拟南芥在同一范围内。杨树基因组是第一个完整测定序列的森林树种。桉树全基因组测序计划是一项更大的倡议，目前正由包括巴西和南非在内的 18 个国家的 130 位科学家协作进行。

第三组，也是最复杂的一组生物技术，包括逆向和反向基因组学方法，全基因组测序，低成本无性繁殖和转基因树木。迄今为止，仅有报道的转基因（GM）树木的商业化种植是中国的杨树。不过，大多数人工林使用的树种已经在实验室水平被成功地转化，包括干形特征，抗除草剂，开花的特点，木质素含量，昆虫和真菌抗性的性状已经是广泛研究的课题。许多发展中国家目前都有针对农作物（包括果树）的生物安全法规，但也有许多其它国家缺乏这方面的法律框架以及实施的能力。不过，还没有具体针对转基因树木使用的法规。尽管适用于农作物的政策和法规也可能用于树木，但目前还存在一些具体的问题（漫长的时间期限和生存期，野生资源，生态系统的主要成分）。森林不仅仅是树木，森林生态系统更加脆弱，寿命更长，以及不像农田那样进行密切的管理。关于林业的决策是相当复杂的，这是因为我们通常把农业主要是当作一种生产系统来看待，但通常把森林看作是一种自然系统，其重要性不仅仅是保护生物多样性，而且具有社会和文化的价值。因此，转基因树木的使用被更多地看作是政治和环境问题，而不是技术或贸易问题。

回顾发展中国家过去林业生物技术的整体应用情况，分析表明生物技术只是在非常领先的筛选和改良方法阶段获益。关于大多数树种和大多数树木管理系统，发展中国家迄今为止已经记载的进展中还没有纳入任何生物技术。在发展中国家，也有非常好的运用生物技术工具的先进林木育种程序的例子，但它们涉及的只仅是一小部分的森林面积（尽管它们木材产量的相对比例较高）。一个失败的主要原因是由于经常采取了“报价驱动”的方法，而对在一定条件（改善程度和管理强度）下使用生物技术工具的实际成本和效益作出了不恰当的评估。结果当然无法满足期望目标，而成本还离奇的高。这是新技术发展的早期阶段常见的风险。对提高研究者的技能来说仍有许多工作要做，以确保他们接受高等教育和/或适当的较高层次的培训计划从而来计划、制订和执行合适的树木改良方案。同时也需要在国家一级承诺充足的财政资源，以确保成功执行这些以生产改良繁殖材料为最终目的的计划。在更广泛计划（包括诸如树木改良和轮回育种常规技术的计划）内生物技术的有效整合是成功应用的各种研究案例的一个共同特点。

展望 - 为将来做准备

如果在一个合适的法律框架中运用，林业生物技术可以有助于提高生产力和降低森林生态系统对病害，退化和人为干扰的脆弱性。展望未来，生物技术可以用来解决一些关键问题。

森林，特别是热带森林，在气候变化的关键问题上发挥着中心作用，它被认为以新的方式来改造林业生物技术研究。问题的中心是如何促进森林来适应气候的变化。森林适应性是所有其他针对减缓气候变化的林业政策解决方案的基础。针对预期气候变化情形下的

生物和非生物的重压，在不久的将来，各种生物技术工具的开发更加会与天然再生林及人工林的树种相关，以帮助树木抗击虫害，耐受极端气候，生物修复和吸收二氧化碳。

另一个关键问题是森林遗传资源（FGR）的管理。遗传多样性给森林树木品种提供了进化的根本基础来适应几千年来不断变化的外部环境。火灾，森林砍伐，新病害，以及其他因素正日益威胁森林遗传资源。虽然森林遗传多样性的可持续利用能有助于解决新的挑战，维持社会、经济和文化价值以及环境服务和福利，但绝大多数的森林遗传资源现仍然不明，也未充分利用。必须对森林遗传资源的新用途进行评估，以实现对这些资源的可持续利用。生物技术的发展，能迅速促进森林遗传资源的更好利用，并可能对社会经济作出更大的贡献。生物技术的发展也将提供各种改进工具来提高保护和发展措施的效率（对制定与实施保护战略所需的大多数树种有关的生活史特征和遗传多样性的知识目前是缺乏或不足的）。

根据在这份文件中集中总结的以往实践，可确定多个具体选项，来帮助发展中国家作出今后林业部门采用生物技术的明智抉择。首先，生物技术应与传统技术结合。其次，公私伙伴关系是发展中国家可以考虑的一个重要选项，应在国家水平加以提升。第三，生物技术的信息和传播战略应予以改进。对发展中国家来说，公众获得良好的林业生物技术最新信息非常重要。综合信息和教育机制应到位，以促使社会相关部门之间的沟通。有关应用生物技术长远意义的相关问题，应包括其对社会经济影响，效率，成本和效益和环境影响等。

国际社会可通过提供一个用于生物技术的产生、适应和采用的国际合作和资金资助框架在支持发展中国家中发挥重要作用。

1. 国际社会可改善发展中国家获得有关林业生物技术的同行评审科学信息。即使有互联网接入，同行评审的期刊和书籍仍然是科学家信息来源的中心渠道。
2. 国际社会可以在各种水平上协助建立理解林业生物技术问题的能力。大多数决策者，科学家，甚至学生把林业生物技术视作为农业的一种形式。如前所述，实际情况并非如此。林业生物技术需要不同于使用在农作物和畜牧上的生物技术的能力建设。考虑到这个重要问题，国际社会应当加强在林业生物技术能力建设上的倡议。
3. 国际社会可继续总结发展中国家林业生物技术的地位和潜力。发展中国家的林业部门正处于一个非常充满活力的局面，正面临着一系列重要挑战和机遇，在这当中，生物技术可以发挥重要作用。全球性调查很重要，国际社会应继续就发展中国家林业生物技术的地位和潜力提供定期总结。
4. 国际社会应鼓励北南合作。发达国家的林业生物技术应用具有比原先预计更快的速度。由于在那里进行的大部分研究是关于加工和/或树种，这与发展中国家具有相关性，因此这些进展也很可能与发展中国家有关。国际社会应采取行动，确保发达国家的林业生物技术研究和应用效果可提供给发展中国家。