

国家星火计划培训丛书



——一叶成林—— 植物非试管克隆新技术

科学技术部农村科技司 主编

浙江丽水市农科所农业智能化快繁中心 徐伟忠 编著



台海出版社

国家星火计划培训丛书

一叶成林—— 植物非试管克隆新技术

主 编：徐伟忠

副 主 编：陈银华 朱丽霞 徐伟专

技术顾问：苏朝安

编写顾问：姜华年 丁潮洪 王雪武

参编人员：向 林 林伟洋 赵 根 陈建华

付小燕 曾凡清 朱粤芬 曹鹏飞

林国华 林玲英 周松年 赵 静

詹喜法

台海出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

一叶成林——植物非试管克隆新技术/徐伟忠编著.

北京: 台海出版社, 2006.6

(国家星火计划培训丛书. 第25辑)

ISBN 7-80141-500-0

I. 一… II. 徐… III. 植物-无性系-遗传工程

IV. S330

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 065953 号

丛 书 名/国家星火计划培训丛书

书 名/一叶成林——植物非试管克隆新技术

责任编辑/吕莺 李虎山

装帧设计/李虎山

印 刷/铁道科学研究院印刷厂

开 本/787×1092 1/32 印张/6

印 数/10000 册 字数/12 千字

发 行/新华书店北京发行所发行

版 次/2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

台海出版社(北京景山东街 20 号 邮编:100009 电话:010-68975073)

ISBN 7-80141-500-0 全五册定价:50.00 元

《国家星火计划培训丛书》编委会

顾 问：何 康 陈耀邦 卢良恕
石元春 李振声 王连铮
袁隆平

名誉主任委员：韩德乾

主 任 委 员：王晓方

副主任委员：陈传宏 余 健

委 员：李增来 胡京华 陈良玉
欧阳晓光 袁清林 史秀菊
陆 庠 李虎山 方智远
孙联生 苏振环 徐天星
赵震寰

秘 书 长：李增来

副 秘 书 长：袁清林 胡京华 史秀菊

前 言

国家科委 1986 年提出的星火计划，对推动农村经济的发展，引导农民致富，推广各项新技术取得了巨大的成就。星火计划是落实科教兴农，把科学技术引向农村，促进农村经济发展转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来的战略措施，为提高农民的生活质量，加快农村工业化、现代化和城镇化建设进程，推动农村奔小康发挥了重大作用。

星火项目主要是面向农村，以农民为主设立和推广的，但是，由于农民目前受文化程度、专业技术水平、信息不灵等因素的制约，影响了对科学技术的接受能力。科学技术部十分重视对农村干部、星火带头人、广大农民的科技培训。为了使培训有一套适应目前农村现实情况的教材，使农业科技的推广落到实处，科学技术部农村与社会发展司决定新编一套《国家星火计划培训丛书》（大部分为图册），并委托中国农村科技杂志社组织编写。

本丛书图文并茂，它浅显、直观、科学、准确，可以一看就懂，一学就会，便于普及，便于推广。

本丛书立意新颖，它不同于一般的农业科技书，不是只讲知识，而是注重知识、技术、信息和市场的全面介绍。可对农民、农村、农业上项目、找市场、调整产业结构提供参考和借鉴。

本丛书的作者大多是来自生产第一线的科技致富带头人和有实践经验的专家学者，内容来自第一手资料，更具体，更生动，更有示范作用。

星火计划在我国经济发展，调整农村经济结构中，发挥了重要的作用。目前，我国农业和农村经济发展已经进入了新阶段，对农业和农村经济结构进行战略性调整是新阶段农村和农村科技工作面临的重大任务，党中央、国务院确定的西部大开发战略，为星火计划的西进提供了机遇。在此际遇之际，我们真心地奉献给农民群众一套“星火培训”的实用教材。但由于时间紧促、水平所限，不尽人意的地方在所难免，衷心欢迎广大读者批评指正。

《国家星火计划培训丛书》编委会

序 言

植物繁殖是农业生产中最为重要的环节,不管是瓜果、蔬菜、林业、绿化、中药材等产业的发展都离不开种苗。目前用于种苗生产的方法有种子育苗、扦插育苗、嫁接育苗与组织培养育苗等技术,但不管是哪种育苗繁殖技术都是为了能为生产提供健壮而根系发达并且遗传性状稳定一致的商品苗。

人类社会是以农业为基础产业而发展起来的社会,在数千年的农业生产经验与技术发展过程中已形成了许多固有而稳定的育苗技术与方法,如种子播种育苗,扦插嫁接育苗等。随着当前农业产业化的发展和规模化集约化的形成与推进,对于传统的育苗方法与速度已不能满足当前产业化发展的需要,特别是西部退耕还林工程,急需生产上能为之提供大量整齐而健壮的商品苗,供绿化山川之用。另外,近年农业发展已从传统零散而无序的状态发展为以地方及区域为优势的产业化农业经济,更是促进与推动了种苗产业的发展。生产上急需开发一种具有效率高、速度快、适应性强、运行成本低的育苗新技术。因此,国内外各个研究部门、生产机构也纷纷投入了这个领域的研究,而且也推出了许多可应用的成果与技术。如中国林科院的全光照间歇弥雾育苗技术,昆明环境科学研究所的光自养微繁殖技术以及各种各样植物的无糖组培技术,还有千叶大学古在丰树先生研究的闭锁型苗木生产系统,中国农业大学研究的植物根系雾化培养箱,可谓是百家争鸣,百家齐放。而浙江省丽水市农科所农业智能化快繁中心,近年研究开发的植物非试管克隆新技术,就是这众多先进育苗技术中的一朵绚丽奇

葩,为什么这么说呢,因为植物非试管克隆新技术,它是基于传统综合现代各种育苗技术之精华而成的一项新技术,它克服了传统组织培养育苗的缺点,集成了现代工厂化育苗、无土育苗、营养液育苗、计算机自动控制等国内国际先进的育苗技术,而形成的一种效率高、速度快、成本低、易操作的现代化育苗新技术—植物非试管克隆技术。

目前,该技术已通过国家鉴定,综合技术指标居国内领先水平,并成为国家科技部的星火项目,而且通过近几年的推广运用,已在国内形成了产业优势,渐渐为各公司、企业、科研院所引进与运用,而且已成为现代工厂化育苗的一种标志与象征。随着该技术的不断深入研究 with 推广,它将成为我国育苗技术领域中的一项主要的育苗新技术。为了让这项技术使更多的人了解,本书利用简洁易懂的文字与表现手法,并结合多年科研推广实践,深入浅出地阐述植物非试管克隆技术的原理,生产实践,工艺流程等,让生产及科研部门能更深入地了解与运用这项先进的育苗新技术,为我国种苗产业发展作出更大的贡献。

目 录

第一章 走近植物非试管克隆新技术	(1)
第二章 认识植物非试管克隆新技术	(3)
一、与种子育苗的区别	(3)
二、与嫁接育苗的区别	(4)
三、与扦插育苗的区别	(5)
四、与组培技术的区别	(7)
五、植物非试管克隆技术的本质与特点	(10)
第三章 学会植物非试管克隆新技术	(18)
一、理论基础	(18)
二、环境因子对离体材料发育的影响	(27)
三、生物因子对离体材料发育的影响	(36)
四、离体材料本身对发育的影响	(50)
五、标准化非试管克隆基地的建立	(71)
六、植物快繁环境模拟计算机原理及运用	(104)
七、植物非试管克隆技术的具体操作	(129)
第四章 运用植物非试管克隆新技术	(149)
一、在 F_1 代及太空蔬菜育苗上的运用	(149)
二、蔬菜断根育苗上的运用	(151)
三、果树苗木培育上的运用	(152)
四、在试管外生根及炼苗上的运用	(156)
五、在试管花卉生产上的运用	(157)
六、在水培花卉水生根诱导上的运用	(158)

七、无土栽培净根苗培育上的运用	(159)
八、在常规性生产方面的运用	(159)
第五章 各种经济植物的快繁技术要点	(160)
一、果树类	(160)
二、园林绿化类	(166)
三、经济作物类	(168)
四、药材类	(170)
五、花卉类	(173)
六、经济林类	(175)
七、濒危植物类	(177)
第六章 新型的非试管克隆技术及未来展望	
.....	(179)
一、太阳能供电的非试管克隆系统。	(179)
二、闭锁型苗木生产系统	(180)
三、气雾快繁法——雾增殖技术	(181)
四、超声波生物育苗箱	(182)
附 浙江省丽水市农科所农业智能化快繁中心简介 ...	(185)

第一章 走近植物非试管克隆新技术

植物的繁殖技术可谓是形形色色并且方式各异,因植物不同而不同,因季节不同而有异,因地理差异而有区别,但你肯定没有看到过这么一种新型的育苗技术,它在大田里,在简易的大棚内,不分一年四季,不管是瓜果蔬菜还是绿化苗,都可以实现快速生根、快速成苗和快速增殖,这个技术就是一叶成林的植物非试管克隆新技术。

所谓非试管,说明它是在离开试管外的环境下繁殖,所谓克隆,说明它是一种无性繁殖方法。所谓一叶成林,说明它是一种几何倍增的扩繁法。你走进基地就可以看到,这里的一根枝,一片叶,一条根都能培养成一株或数株幼苗。一株多花筋骨草,一张小小的叶片上就能长出十几株小苗,一根光秃的枝干也能长出如此发达的根系,甚至一块不大的小百合鳞片上也能长出很多的小苗,还有更多的是一叶一芽能在短期内发育成一株完整的克隆苗。这些苗不是长在瓶子里,也不是长在土壤中,而是长在白白的珍珠岩基质里,长在清洁而整齐的苗床中,这就是用于实施植物非试管克隆的基地——快繁基地。

在快繁基地里,密密麻麻地培育着各种各样的植物,绝大多数绿色植物,都可在这个基地里实现生根壮苗与增殖,达到快速育苗的目的,如西瓜及番茄,一般取它的一个带叶茎节,3~4天即生根,7~10天就可移栽,而木本的如桃树,也只需15~20天生根,还有一些药材及珍稀树种红豆杉,40天左右也可生根移栽,也就是说,大多数的植物在快繁基地里一般短

的 7~10 天生根移栽,长的 30~45 天即可生根移栽,而且可实现周年育苗周年移栽,效率之高,速度之快是其他任何一种育苗方法无法比拟的。

这是一个驱蚊草快繁的技术流程,它从一叶一芽开始,运用该技术后,一年可扩繁至 200 万株以上,它是如何实现的呢?这就是多代循环几何倍增的魅力所在。如一叶一芽的繁殖材料 15 天即可生根而成为小苗,再经约 45 天的栽培,每株可长出约 15~20 个新叶,这些新叶就是繁殖下一代的最好材料,也叫离体材料,那么从一叶一芽至倍增 15~20 倍只需两个月,如此循环,年可循环 4~5 代,这样就可达到 200 多万株的种苗量。这就是快繁技术的神奇所在。也是它在生产上的意义所在,有了它,种苗的扩繁不再难,有了它,种苗的集约化工厂化成为可能,有了它,珍稀植物的拯救有了希望,有了它难繁殖的品种不再难,周期长的品种不再长。植物非试管克隆技术的推广与运用,为种苗生产的工厂化开辟了一条崭新的技术途径。

第二章 认识植物非试管克隆新技术

所谓植物非试管克隆技术,就是运用计算机控制技术与生物技术有机结合的一种全新的育苗技术,通过计算机对环境的精确模拟,为植物离体材料的发育创造了最佳的温光气热营养激素环境,从而使植物的全息性得到尽快地表达,以实现种苗的快速成苗与几何倍增,这就是植物非试管克隆新技术的技术核心,它有别于传统的扦插嫁接,又有别于现代的组织培养技术,但同时又是对传统与现代各种育苗技术之集成与发展,它既有传统育苗的易操作性,又有现代育苗的高效性,也就是说它克服了传统育苗的季节限制与现代育苗的操作繁琐及高成本弊端,而开发成功的一项全新育苗技术。

一、与种子育苗的区别

种子育苗是农业生产上最常见的育苗技术,特别是在农作物及蔬菜上,它是一种最主要的育苗方式,这种育苗方式具有操作简单而且种子来源广,成本又低的特点,所以它已是农业生产上最主要的一种育苗方式。但这种育苗方式对于那些种子价格高的或变异系数较大,以及种子数量有限的情况下,种子育苗是难以达到良好而快速的效果的。除了 F_1 代的杂交人工制种外,大多数种子留种培育的种苗,都存在后代性状分离,导致农艺性状及产量质量的参差不齐,影响了商品性和产量。

另外,在种子数量极为有限或价格极高的情况下,种子育苗难以在短期内扩繁出大量性状一致商品苗,而采用非试管克隆后就可轻松实现。既使在有足够种子数量的保障下,利

用快繁也可改进种苗的综合性状与商品率,如大多种子苗表现为根系不整齐而且数量少,移栽后的生长及发育都没有快繁苗表现得好,所以在发达国家,许多原本用种子育苗的品种如西瓜、黄瓜、豇豆等,它们都开始采用先播种出苗,再切茎断根育苗,待重新长出快繁的无性系根系后,再移植大田,这样除了产量提高外,抗逆性提高及缩短发育期都有明显的效果。

对于有些转基因的品种或者成本极高的太空种质,存在不能形成种子或种子少与昂贵的情况下,采用种子育苗难以满足生产需要时,非试管克隆技术可以得以有效解决。最近流行的转基因植物驱蚊草与荧光花卉,它不能形成种子,即使有少量种子成苗率也不高,而且后代分离与变异大,针对这些品种运用非试管克隆技术就可体现出极大的优势。

还有一些品种,如西瓜在苗期极易患猝倒病,而用非试管克隆后可以有效解决。采用种子育苗对于一些成本低,变异小的农作物或蔬菜瓜果是可以采用的,但在成本高、种源少的情况下,只有非试管克隆技术才能实现优良品种的短时间内扩繁。而采用种子育苗就难以实现,因种子需经开花授粉及成熟漫长的制种阶段,非试管克隆可随时取母本植株上的营养器官枝叶芽或根进行扩繁,以解决种子周期长、速度慢的问题。

二、与嫁接育苗的区别

嫁接育苗是传统育苗中实现无性系保留运用得最早最为常见的技术,在木本的果树及瓜类植物上近年运用极为广泛。这种方法能保持品种优良特性外,许多植物还可通过嫁接来提高植株的抗逆性或改善某些农艺性状,在生产上运用得到了很好的反响。但同时也存在着技术繁琐,时间周期过长,遇

到不利的气候环境,还会导致成活率低或苗势差的缺点,而且许多品种对嫁接砧木的选择存在专一性,如果两者不亲和,还会影响成活率与品质。所以在进行嫁接育苗前一定要选择适合的砧木品种进行砧木苗的培育,一般品种需 1~2 年时间,生长快的品种也需半年左右,这样无疑就延长了优良品种的繁育周期,如果树类一般快的 1 年,时间长的需两年或三年,如枣苗,板栗苗,杨梅,枇杷等,都需较长时间的培育期,才能成为一株生长可用的商品苗。而采用非试管克隆新技术后,上述这些品种只需截取它的一叶一芽或一枝段及根段就可培育成一个完整的个体,如枣树只需 15 天即生根,25 天就可移栽大田,而嫁接苗需 2~3 年。

更为繁琐的是工艺流程多,成活率受天气制约大,如桃苗一遇雨天成活率就极低或者即使成活也会导致严重流胶,成活后还需解膜与除萌,管理繁杂而受季节影响大。而非试管克隆新技术,只要生根成苗后即可移栽,根系发达而成活率高,一年四季皆可移栽定植,用该方法培育的苗木,根系呈爆炸式,并且根冠比极大,适于远距离或反季节移栽,成活率高,缓苗期短,这是目前任何一种育苗技术所无法比拟的。另外,嫁接存在的不亲和现象或后期不亲和现象,运用快繁后可以有效解决,如最近金银花王苗木的培育大多采用嫁接,但它会出现后期不亲和,会于嫁接接口处出现掐脖子现象,三年后遇台风一吹就断,给种植者带来严重经济损失,而采用快繁技术可以有效地解决,因为它属自根苗,不存在亲和性问题。

三、与扦插育苗的区别

现代的扦插育苗技术已对于植物不同的季节,不同的基

质,不同的环境,不同的药剂等进行了科学而系统的研究,而且开发了各种各样的生根粉,其中最权威的的就是中国林科院王涛研究员开发推广的 ABT 生根粉。这些技术及促进生根药剂的研究为扦插育苗技术的发展提供了强劲的技术支撑,但美中不足的是,并不是所有植物都能进行扦插,也不是在任何季节都可进行扦插繁殖,更为不足的是成活率影响的因素多,不稳定,难以在生产上大规模工厂化地实施。

而非试管克隆技术能克服上述的各种缺点,又能延续传统育苗操作上的简易性,实现种苗的工厂化生产。如扦插育苗大多只有在气候适宜的春季或秋季进行,而采用非试管克隆技术后,一年四季都可实施快繁,实现周年快繁。其实在计算机控制的精确模拟环境下,能为生根成苗创造最佳的环境条件,使离体材料的生根过程稳定而高效率,生根时间大大缩短,就是同样的生根成活率,非试管克隆苗它具有比扦插苗更为发达而整齐的根系,这点是任何育苗技术无法比拟的。

操作简单看似与传统扦插相似,但非试管克隆技术可以使用比扦插材料更小的微材料快速生根与成苗,如一叶一芽,或一叶半叶,或一枝,或一芽,或一根等,只要是全息性较强的植物离体器官都可当作快繁时的离体材料。而扦插大多选择具有较多贮藏养分的大枝段大枝条作为材料。从耗材上扦插用的更多些。从繁苗的密度上比扦插育苗更密,每平方米可达 400~1000 株,如结合立体多层次的架式育苗效率还可提高得更多。一个 240 平方米的快繁大棚,至少年生产 50~100 万株苗,是大田扦插育苗的几倍或几十倍。

从管理用工来说,投入的成本也大大地降低,传统扦插育苗除了扣膜保湿遮阴外,平时还需进行定时的浇水与病虫害

防治,用工量大、成本高,而在非试管克隆的育苗环境下,一切可交给计算机控制自动完成,这样的话就可大大地降低劳动力投入,减少种苗的成本,大多数品种从繁殖至生根移栽,成本不会超过1分钱,是扦插育苗的1/10~1/20。

在适宜的品种上,采用非试管克隆新技术,几乎适用于所有的绿色植物,而扦插育苗只适于一些特定的品种与季节,就是传统或组织培养最难繁殖的松树及濒危植物百山祖冷杉也得以快繁成功。其他的如瓜果蔬菜绿化药材等皆可,在适宜品种范围上有了质的提升。而且运用新技术培育的苗木根冠比大,适合周年移栽全年定植,大大加快优良品种的产业化进程。如果结合穴盘育苗,更可使苗木的培育、移栽、定植一体化,使种植时引起的生长不良、缓苗期过长的现象得以克服。采用新技术培育的苗木就是在盛夏也可移栽,这是其他任何一种育苗方法做不到的,这种新技术结合与采纳了传统育苗易操作性的优点,摒弃环境多变性的缺点,实现了种苗的周年快速培育与多代循环的几何倍增。在常规扦插育苗情况下,一根枝条经扦插后一年只能成为一株苗,而非试管克隆新技术可以实现几千倍上万倍甚至上百万倍的几何级扩增,这是扦插以及其他育苗技术无可比拟的。

四、与组培技术的区别

组培技术全称为组织培养技术,就是运用植物组织或器官甚至是细胞,在密封的装有调配好营养基质的试管瓶中,完成它的分化增殖及生根过程,使接种后的植物组织经一段时间的培育后发育成为一个或数个完整的植株,这就是我们近代生物技术中常提及的组织培养技术。它是目前科研院校科