

山西省林木育苗 与营林技术



■ 梁胜发 奥小平 编著

中国林业出版社

山西省林木育苗与营林技术

梁胜发 奥小平 编著



中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

山西省林木育苗与营林技术 / 梁胜发, 奥小平编著. —北京: 中国林业出版社, 2014. 7
ISBN 978-7-5038-7600-4

I. ①山… II. ①梁… ②奥… III. ①林木—育苗—山西省 ②营林—山西省
IV. ①S723.1 ②S722.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 168609 号



出版 中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)
网址 <http://lycb.forestry.gov.cn> 电话 (010)83228427
E-mail forestbook@163.com

发行 中国林业出版社
印刷 北京北林印刷厂
版次 2014 年 7 月第 1 版
印次 2014 年 7 月第 1 次
开本 787mm × 1092mm 1/16
印张 13.5
字数 300 千字
印数 1 ~ 1000 册
定价 45.00 元

编著者简介

梁胜发，男，1962年生，1987年毕业于山西农业大学林学专业，农业推广硕士。现任山西省林业种苗管理总站副站长，高级工程师，中国林学会林木遗传育种分会会员，山西省林木品种审定委员会副主任委员(兼秘书长和经济林专业委员会主任)，山西省林业标准化专业技术委员会委员。主要从事林木种苗技术管理和服务工作。在国家级专业技术刊物发表论文3篇。

奥小平，男，1965年生，1987年毕业于山西农业大学林学专业，硕士，教授级高级工程师。现就职于山西省林业科学研究院，主要从事林木种苗培育、造林技术研究工作。“太行山不同类型区生态林业工程综合配套技术”获国家科技进步二等奖，“黄土丘陵区防护林营造综合配套技术研究”等6个项目成果获山西省科技进步二等奖，出版学术著作3部，在国家级专业技术刊物发表论文5篇。

前 言

从20世纪90年代中后期开始,围绕我国城市化建设和林业六大工程建设,我国林木植物种苗业得到了迅速发展。全国种苗供应能力增强,良种和苗木生产能力已空前发展,基地供种率和主要造林树种良种使用率分别达到63%和51%。目前,林木苗木培育呈现出以下几个特点:

(1)育苗容器化。容器育苗是各国种苗生产者追求的目标,容器苗不仅移植成活率高,缓苗期短,苗期生长快,而且可以不受土质限制,可实现四季绿化造林。容器苗的使用改变了育苗流程和作业方式,减少了除草松土、施肥浇水的劳动强度,实现了机械化生产。

(2)技术现代化。由于容器苗的普遍应用,使得种苗生产的工厂化得以实现。自控温室、塑料大棚、高架苗床、加温通风、内外遮荫、自动走水机、自动播种机、滴灌设施和施肥机等的应用,实现了光、温、水、气、养的智能调控,极大地提高了劳动生产率,也使种苗生产实现了不“靠天吃饭”的目标。

(3)生产产业化。发达国家种苗现代化的另一重要特征,就是种苗各生产环节都实现了专业化,进而构成了一个有机的产业链,“育种→制种→种苗生产→苗木培育→起苗运输→拍卖(批发)→零售→应用”这一流程的各环节基本上由独立的有限责任公司来完成,实现了种苗生产的产业化。

(4)发展生态化。国外一些苗圃在整地、灌溉、切根、截顶、起苗、包装和贮藏各工序机械化、自动化生产的条件下,以及大量使用化肥、农药造成地力下降环境恶化的背景下,又开始使用有机肥和有机农药,利用植物体沤肥,增加土壤有机质;用中草药灭菌杀虫,改善土壤环境,培育微土壤中的生物和菌根菌,培肥了土壤,实现育苗的可持续发展。

在造林技术方面,针对主要造林树种,以容器苗应用为基础的抗旱造林技术得到广泛应用。为了改善干旱半干旱地区林地水分状况,先后出现以蓄水保墒为主的整地方式,在此基础上,结合不同树种对林地水分要求,提出了不同林种、不同树种配置技术,形成了适应于不同立地类型区的营林技术模式,极大地提高了造林成活率、保存率、生长量。

编著者

2014年4月

目 录

第一篇 苗木培育

第一章 裸根苗培育技术	(2)
第一节 苗圃地选择	(2)
第二节 苗圃建设	(3)
第三节 播种裸根苗培育技术	(8)
第四节 移植裸根苗培育技术	(16)
第五节 营养繁殖苗培育技术	(17)
第六节 裸根苗活力保护技术	(20)
第二章 容器苗培育技术	(31)
第一节 容器苗特点与培育基础	(32)
第二节 播种容器苗育苗	(34)
第三节 移植容器苗育苗	(79)
第四节 扦插容器苗育苗	(83)
第三章 组织培养育苗技术	(88)
第一节 组培育苗概述	(88)
第二节 针叶树组培育苗的现状与趋势	(91)
第四章 苗木质量评价	(96)
第一节 形态指标	(96)
第二节 苗木水分指标	(101)
第三节 苗木活力指标	(105)
第四节 苗木质量综合评价与控制	(106)
第五章 主要造林树种苗木培育	(109)
第六章 气控根育苗技术	(137)
第一节 控根快速育苗容器特点与应用	(137)
第二节 育苗技术	(138)
第七章 现代林业苗木培育技术	(141)
第一节 林木良种化育苗	(141)

第二篇 造林技术

第八章 定向苗木培育与营林技术	(146)
第一节 定向苗木定义及内容	(146)
第二节 造林目的	(146)
第三节 适宜树种与苗木类型	(147)
第四节 遗传因素	(148)
第五节 造林地的限制因子	(149)
第六节 造林的最佳时机	(149)
第七节 造林工具和造林技术	(150)
第九章 抗旱造林技术	(151)
第一节 抗旱造林基本理论	(151)
第二节 抗旱造林研究进展	(153)
第三节 抗旱造林技术	(156)
第四节 容器苗造林技术	(183)
第十章 三分式径流增肥整地营林模式	(186)
第一节 三分式径流增肥整地方式	(186)
第二节 不同苗木质量对造林成活与生长的影响	(193)
第三节 抚育对林木生长的差异性分析	(194)
第四节 技术模式	(196)
参考文献	(202)

第一篇 苗木培育

第一章

裸根苗培育技术

裸根苗是泛指在大田土壤中培育，根系直接与大田土壤结合，出圃时根系裸露的苗木。裸根苗培育方法简单，育苗成本低，是目前大多数地区所采用的主要育苗方法。

裸根苗的缺点有以下几个方面：①起苗时根系受损伤，影响苗木活力；②由于是裸根出圃，对苗木的包装、运输、贮藏及栽植等环节要求较严，稍有不慎就会导致苗木活力降低，甚至死亡；③用裸根苗造林后缓苗期较长；④在干旱半干旱地区苗木成活率低、生长势差，造林效果不佳。

由于裸根苗特点，它一般适于在土壤条件和水分条件相对较好的立地上造林。

第一节 苗圃地选择

苗圃按生产目的不同可分为：森林苗圃、园林苗圃、果树苗圃、试验苗圃等。按使用年限长短，又可分为固定苗圃和临时苗圃。根据苗圃面积大小可分为大($>20\text{hm}^2$)、中($7\sim20\text{hm}^2$)、小($<7\text{hm}^2$)型苗圃。

不同的苗圃类型，选择苗圃地时优先考虑的条件也不一样。培育裸根苗的苗圃，苗圃地点选择应优先考虑地形、土壤、水源等适合苗木生长的各种自然条件，其次要对设立苗圃地周边地区的经济状况、人们对林业重要性认识、出圃的方便程度及满足苗圃作业人员必要的生活条件有一个充分考虑。

具体而言，苗圃地选择一般要考虑如下条件：

1. 地形

一般固定的大型苗圃，最好设在排水良好、地势平坦的地方；如选择坡地，可选坡度在 3° 以内的土地，若坡度过大，容易引起水土流失，增加管理工作难度，影响育苗作业的顺利实施；但在土壤黏性较大且多雨地区，苗圃地不宜过平，可选用 $3^\circ\sim5^\circ$ 的坡地。在山区坡度较大的地方设苗圃，应修筑水平梯田，并选择南坡及东南坡、坡度较缓、土层较厚的地方。低洼地，不透光的峡谷，密林间的小块空地，长期积水的沼泽地，洪水线以下的河滩地，风口处和完全暴露的坡顶、高岗以及距林缘20m以内的地段，均不宜作苗圃地使用。

2. 土壤

土壤对苗木质量影响很大，其中以土质、结构、酸碱度等最为重要。

苗圃土壤应是比较肥沃的沙壤土、壤土和轻黏土，石砾含量少，结构疏松，透水

和透气良好,降雨时能充分吸收降水,地表径流少,灌溉时土壤渗透均匀,有利于幼苗出土和根系发育,也便于育苗作业和起苗等工作。

土壤酸碱度对苗木生长影响较大,不同树种对土壤酸碱度的适应能力不同,大多数针叶树适合于中性或微酸性土壤,大多数阔叶树适合于中性或微碱性土壤。一般而言,土壤中的含盐量应控制在 0.1% 以下,较重的盐碱土,不利于苗木生长,一般不宜作苗圃地。

3. 水源

苗圃应设在靠近水源,如河流、湖泊、池塘或水库附近,如无以上水源,则应考虑有无可利用的地下水。但地上水源优于地下水源,农田地上水温度高,水质软,并含一定的养分,要尽量利用,灌溉用水最好为淡水,含盐量不超过 0.1% ~ 0.15%。地下水位不宜过深或过浅,一般沙壤土和壤土为 1.5 ~ 2.0m,轻黏土为 2.5m 左右。

4. 病虫害

应调查苗圃地及其附近的林木病虫害情况,掌握病虫害种类、危害程度和进一步扩大的可能性,充分了解该病虫害对所培育苗木的危害性,如病虫害严重,则不宜选作苗圃地,或采取有效防治措施,根除后再育苗。

5. 经营条件

苗圃地的位置,要以靠近造林地为原则,一般应设在造林地区的中心,使培育的苗木

6. 周边地区居民对林业重要性认识

群众对林业重要性的认识直接关系到对设立苗圃地的满意程度,对今后苗圃的管理影响很大,要在设立苗圃地时最好征得当地群众的同意。

第二节 苗圃建设

土壤是苗木重要的生存环境,为了培育出高产、优质的苗木,必须保持和不断补充土壤肥力,使土壤有足够水分、养分和满足苗木根系生长的通气条件。整地、施肥、轮作是提高土壤肥力和改善土壤环境条件的三大土壤耕作措施。整地是用机械方法改善土壤的物理状况和肥力条件,施肥是用化学和生物的方法改良土壤肥力,轮作是用生物方法来改善土壤肥力因素。这三项措施在育苗生产中相互联系、相互促进、相互制约。其中整地是基础,苗圃地只有通过深耕细整,才能更好地发挥轮作和施肥的效果,为苗木生长提供适宜的环境条件。

(一) 整地技术

通过整地可以改善土壤结构,增加土壤的通气 and 透水性;提高土壤蓄水保墒和抗旱能力;改善土壤温热状况,促进有机质分解,达到改善圃地水、肥、气、热状况的目的,提高土壤肥力。同时还可翻埋草根、草籽、灭茬、混拌肥料,在一定程度上起

到消灭病虫害的作用。

整地的环节包括平地、浅耕、耕地、耙地、镇压、中耕等。

1. 平地

苗木起出后，常使圃地高低不平，难于耕作，所以在耕地前应先进行平整土地。

2. 浅耕

在种植农作物或绿肥作物收割后地表裸露或圃地起苗后，残根量多，土壤水分损失较大。起苗或收割后应马上进行浅耕，深度4~7cm。在生荒地、撂荒地或采伐迹地上新开垦苗圃地时，一般深度10~15cm。

3. 耕地

耕地是整地的主要环节。耕地的季节要根据气候和土壤而定，一般在春、秋两季进行。秋季耕地可减少虫害，促进土壤熟化，提高土温，保持土壤水分，山西省多数地区适合秋季耕地。秋季耕地要早，但沙性大的土壤，由于在秋冬季风大的地方，不宜秋耕。春耕往往是在前茬收获晚或劳力调配不开的情况下采用。但春季多风，温度上升，蒸发量大，春耕应在早春圃地刚开始解冻后立即进行。

耕地深度因圃地条件和育苗要求而定。一般培育1~2年生播种苗，耕地深度为25cm左右；培育营养繁殖苗和移植苗，耕地深度为30~35cm左右，一般培育速生阔叶树种，应比针叶树种深些。干旱地区为了蓄水保墒，应适当深耕；沙土地为防风蚀，防止水分蒸发应适当浅耕；春耕比秋耕应浅些。

具体耕地时间应在土壤不湿也不黏时，即土壤含水量为其饱和含水量的60%左右时最合适。

耕地的质量要求：保证耕后不板结和不形成硬土块；不漏耕，要求每平方米漏耕率小于1%；必须达到耕地深度要求，但也不得过深，不能将盐碱化和结构差的犁底层翻到表层。

4. 耙地

耙地是耕地后进行的表上耕作，其作用主要是破碎垡片和结皮，耙平地面，粉碎土块，清除杂草，镇压保墒。耙地时间对耕地效果影响很大，应根据气候和土壤条件而定。在冬季雪少，春季干旱多风的气候条件下，秋耕后要及时耙地，防止跑墒。但在低洼盐碱和水湿地，耕地后不必马上耙地，以便经过晒垡，促进土地熟化，提高土壤肥力，但翌年早春要顶凌耙地。春耕后必须立即耙地，否则既跑墒又不利于种，农谚说：“干耕干耙，湿耕湿耙，贪耕不耙，满地坷垃”就是这个道理。

5. 镇压

镇压的主要作用是压碎土块，压紧地表松土，防止表层气态水的损失，有利于蓄水保墒。镇压时间，干旱多风地区多在冬季进行，一般地区在播种以后，常用机具主要有无柄镇压器、环形镇压器相菱形镇压器等。

6. 中耕

中耕是在苗木生长期间进行的表土耕作措施，作用是防止地表板结、疏松表土、

蓄水保墒和清除杂草。中耕次数一般每年5~8次,多在灌水、降雨后和结合锄草完成。中耕深度一般5~12cm,随着苗木生长,中耕逐渐加深,原则是不能损伤根系,不能碰伤或锄掉苗木。

(二) 施肥技术

在苗木培育过程中,苗木不仅从土壤中吸收大量营养元素,而且出圃时还将大量表层肥沃土壤和大部分根系带走,使土壤肥力逐年下降。为了提高土壤肥力,弥补土壤营养元素不足,改善土壤理化性质,给苗木生长发育创造有利环境条件,需进行科学施肥。

1. 苗木缺素症状及诊断

为了做到科学施肥,必须首先对苗木的缺素状况进行诊断。苗木在生长发育过程中,需要的营养元素有碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、锌、钼、铜、氯等多种。当土壤某种或某些营养元素供应不足时,苗木代谢就会受到影响,外部形态随即表现出一定症状。

缺氮 氮是构成苗木蛋白质和叶绿素的重要元素。氮素缺乏时,苗木叶色黄绿而薄,茎干矮小、细弱,下部老时枯黄、脱落,枝梢生长停滞。

缺磷 磷是构成细胞核的重要元素,对细胞分裂和分生组织的形成起重要作用。缺磷时,苗木叶色呈紫色和古铜色,且先从下部老叶叶尖开始。苗木瘦、顶芽发育不良、侧芽退化,根少而细长。

缺钾 钾主要以离子状态吸附在细胞液的原生质中,它可提高细胞液浓度,增加苗木抗寒能力。苗木缺钾时,叶色暗绿或深绿,生长缓慢、茎干矮小、本质化程度低。山西省黄土高原一般不缺钾。

缺钙 苗木缺钙,影响细胞壁形成,细胞分裂受阻。表现在新根粗短、弯曲、尖端枯萎死亡;叶片较小,呈淡绿色,严重时嫩梢和幼芽枯死。土壤酸度过大、含钾过多时,容易引起钙缺乏。

缺铁 铁是合成叶绿素的重要成分。苗木缺铁时,苗梢呈现黄色、淡黄色、乳白色,逐渐向下发展,苗株黄化。严重时叶脉变为黄绿色,边缘出现棕褐色枯斑,直至枯死。铁在土壤中一般含量较多,不致缺乏,但在含钙过多的碱性土和锰、锌过多的酸性土,以及地温较低、土壤湿度过大的情况下,铁的利用率低,容易引起缺铁症。

缺硼 硼能调节水分吸收和养分平衡,参与碳水化合物的转化与运输,促进分生组织生长。苗木缺硼一般发生枯梢现象,叶片小,侧芽发育不良。当土壤钙的含量过高、有机质含量较低,以及过于干旱情况下,容易引起硼缺乏。

缺锰 锰能促进多种酶的活化,在苗木代谢过程中起多种作用。苗木缺锰时,最初苗梢叶脉呈淡黄绿色,并从叶梢向中脉发展,严重时叶片全部变为黄色,并由新梢向下黄化,逐渐扩展到全株。当土壤偏碱、湿度过大时,容易发生缺锰症,锰、铁在一定比例情况下,才能被苗木吸收利用,所以往往锰、铁同时缺乏。

在诊断苗木是否缺素时,可采取以下方法:①仔细观察苗木外部形态异常症状的特征,然后加以分析,判断是否属于缺素症和缺乏哪种营养元素;②施以某种速效营养元素(根外追肥),实地观察其反馈效果;③检验土壤中有效营养元素的含量;④分析异常苗木体内营养元素含量,与正常苗木比较。通常将①、②两种方法结合起来应用,即可得出诊断结论。

在诊断苗木缺素症时,要注意如下事项:①注意区别苗木缺素症与病虫感染的差异。苗木病虫感染通常是由点、块逐渐向周围蔓延,而缺乏某种营养元素只局限在一点或一块,不向外蔓延。②注意区别苗木缺素症与遗传因素的差异。遗传原因引起苗木白化症只是单株发生,缺素症则是呈现斑点或片状发生。③注意区别大量元素与微量元素的差异。氮、磷、钾大量元素缺乏,往往先从下部老叶发生病症,而铁、硼、锰等微量元素缺乏,往往先从顶部嫩梢部位发生症状。

2. 施肥原则

如何做到合理施肥是发挥施肥效益的关键。从原则上来说,施肥时必须考虑气候条件、土壤条件、苗木特性和肥料性质,有针对性地进行科学施肥,才能达到预期效果。

(1)气候条件。直接影响土壤中营养元素状况和苗木吸收营养元素的能力。一般在寒冷、干旱的条件下,由于温度低,雨水少,肥料分解缓慢,苗木吸收能力低,施肥时应选择易于分解的“熟性”肥料,且待充分腐熟后再施;在高温、多雨的条件下,肥料分解快,吸收强,且养分容易淋失,施肥时应选择分解较慢的“冷性”肥料。

(2)土壤条件。苗圃施肥应根据苗木对土壤养分的需要和苗圃土壤的养分状况,有针对性地进行。缺什么肥料补什么肥料,需要补多少就施多少。圃地养分状况与土壤的种类、物理性状和酸碱度等有密切关系。

就土壤种类而言,不同种类的土壤,营养元素含量不同,例如,东北平原的黑钙土,有机质含量丰富,一般为4.0%~6.0%,含氮量也比较高,为0.1%~0.5%,华北平原褐土,西北高原黄土,有机质含量较少,一般为0.5%~1.0%,含氮量仅为0.04%~0.12%;各类土壤磷的含量都比较低,为0.12%~0.15%,而钾的含量较高,为1.8%~2.6%;一般农耕地含氮量都小于0.1%,且多以腐殖态氮和蛋白质态氮存在,苗木利用率很低。

土壤物理性状直接影响土壤的营养状况和苗木的吸收能力,从土壤质地来看,沙性土壤,质地疏松,通气性好,温度较高,属于“热土”,宜用猪、牛粪等“冷性”肥料,为了延长肥效时间,可以用尚未腐熟的有机肥料。另外,砂质土壤,黏粒较少,吸附营养元素能力低,保肥力差,施肥时应少量勤施。黏性土壤,质地紧密,通气性差,温度较低,属于“冷土”,宜施马、羊粪等“热性”肥料,必须充分腐熟后再施。另外,黏质土壤,吸附能力强,保肥力高,缓冲能力大,施肥以后不易使土壤溶液浓度和pH值急剧变化而出现“烧苗”现象。因此,黏土施肥应适当减少次数而加大每次施肥量。壤土的性质介于二者之间,保肥能力中等。

土壤结构对土壤中的水分、温度、空气状况影响很大,结构良好的土壤,微生物活动旺盛,能促进土壤中有机态营养转化为苗木能够吸收利用状态(如有机氮转化为硝态和铵态氮)。苗木在结构良好的土壤中,根系吸收能力强,土壤肥料利用率高。实践证明,大量施用堆肥、厩肥、绿肥、泥炭等,对增加土壤中的有机质、改良土壤结构有显著效果。

土壤酸碱度对各种营养元素的利用率影响很大,过酸和过碱的土壤都不利于苗木对许多营养元素的吸收。据研究,在石灰性土壤中施用过磷酸钙,当年苗木只能吸收利用其中 10% 的磷,其余大部分则被转化为难溶性的磷酸三钙残留于土壤中;在微酸性到中性土壤中,磷肥的利用率可达 20% ~ 30%;在强酸性土壤中,磷多呈难溶性的磷酸铝和磷酸铁等固定下来,苗木很难吸收利用。因此,在石灰性土壤或强酸性土壤上施肥,磷肥的比例应适当增加。不同树种忍耐酸碱的程度不同,一般针叶树种喜欢在微酸性和中性土壤上生长,阔叶树种适宜在微碱性和中性土地上生长,如果土壤酸碱度与所培育的苗木特性不相适应时,应通过施肥加以调节。对碱性偏大的土壤,多施有机肥和生理酸性化肥,对酸性偏高的土壤宜施生理碱性化肥,或施石灰加以调节。

(3)苗木特性。不同树种苗木,对各种营养元素的需要量不同。据分析,在苗木的干物质中,主要营养元素含量的顺序为:氮 > 钙 > 钾 > 磷。豆科树种固有根瘤菌固定大气中的氮素,磷又能促进根瘤的发展,所以,豆科树种对磷肥的要求反而比对氮肥高。

同一树种的苗木在不同生长发育时期,对营养元素的要求不同。就 1 年生苗木而言,幼苗期对氮、磷敏感;速生期对氮、磷、钾要求都很高;生长后期,追施钾肥,停止施氮肥,可以促进苗木木质化,增强抗逆性。随着年龄的增加,需肥数量也逐渐增高,2 年生留床苗比 1 年生苗的需用量一般高 2 ~ 5 倍。苗木密度愈大需肥数量愈多,应酌情多施。

(4)肥料的性质。合理施肥还必须了解肥料的性质及其在不同土壤条件下对苗木的效应,一般可把肥料分为有机肥、无机肥和生物肥 3 类。

有机肥不仅含有氮、磷、钾等多种营养元素,而且肥效时间长,特别是,有机肥对改良土壤理化性状,促进土壤微生物活动,提高土壤肥力有极大的作用。但有机肥的缺点是某些养分特别是速效养分少,氮、磷、钾比例不当,尚须补充一定量的无机肥。

无机肥主要由矿物质构成,包括氮、磷、钾 3 种主要肥料和微量元素等。其特点是有效成分高,肥效快,苗木易于吸收,但肥分单一,对土壤改良作用远不如有机肥。如果常年单纯施用,会使土壤结构变坏,地力下降。

生物肥是用从土壤中分离出来的对苗木生长有益的微生物制成的肥料,如菌根菌等。

一般而言,有机肥料适宜用作基肥,无机肥料适合作追肥。但为了达到更好的施

肥效果最好是有机肥与无机肥混合,速效肥料与迟效肥料混合施用。

3. 施肥量

合理施肥量,应根据苗木对养分的吸收量(B)、土壤中养分的含量(C)和肥料的利用率(D)等因素来确定。一般而言,施肥量 A 则可根据下式计算:

$$A = (B - C) / D$$

但准确地确定施肥量是一个关系到土壤中养分含量、肥料有效利用率、不同苗木对养分的吸收情况的问题,实际上至今还没有很好解决办法,所以,计算出来的施肥量只能作为理论数值,供实际施肥参考。

4. 施肥方法

(1)基肥。基肥是在苗圃地进行土地耕作时施用的肥料。目的在于改良土壤结构、提高土地肥力,供应苗木整个生长周期所需要的绝大部分养分。用作基肥的肥料主要是有机肥料和不易淋失的无机肥料,如过磷酸钙、硫酸钾、氯化钾等。有机肥必须充分腐熟后再施用,以免灼伤幼苗、引进杂草和病虫害等。

(2)种肥。种肥是在播种时施用的肥料。主要目的在于比较集中地提供苗木生长所需的营养元素,用作种肥的肥料多是以磷为主的无机肥和人粪尿、饼肥等精制的有机肥料。

(3)追肥。追肥是在苗木生长期中根据不同树种苗木生长规律施用的肥料。目的在于补充基肥和种肥的不足,用作追肥的肥料多为速效性无机肥和人粪尿等。

(三) 轮作技术

轮作的主要目的是可以提高土壤肥力,改善土壤结构,充分利用土壤养分,减少病虫害的危害,减免杂草影响苗木生长。

第三节 播种裸根苗培育技术

播种育苗是把林木种子直接播种到土壤中,通过适宜的育苗技术措施,为种子提供有利于发芽、生长条件的育苗方法。

(一) 种子检验、贮藏与催芽

1. 种子检验

准备合格的种子是育苗工作的首要前提,种子品质检验是种子品质保证的一项技术性工作。为了保证种子质量,在种子采收、贮藏、调运、播种的各个环节,必须根据相关的技术规程对各种作业项目进行严格的检验。

对种子的检验样品的抽取是以“种批”为单位进行,种子的检验应由相应的林木种子检验机构进行。

种子品质指标主要包括净度、千粒重、含水量、发芽能力、种子生活力、种子优良度、林木种子鉴别。

林木种子检验所依据的是国家林业局颁布的《林木种子检验方法》。

2. 种子贮藏

经检验合格的种子要按规定进行贮藏保存。贮藏主要是控制和减低种子的呼吸作用，使之处于微弱的程度，消除导致种子变质的一切可能因素，以便极大限度地保持种子的生命力，延长种子的生命。贮藏期间要防止昆虫及鼠类危害种子。贮藏方法有干藏、湿藏、低温贮藏、真空贮藏等方法。

干藏法用于不致因干燥而损害生活力的种子，可装入麻袋、布袋等中放在干燥、低温通风处进行贮藏。如果贮藏地湿度较大，则必须将精选干燥的种子装入不透气并经消毒的密封容器内，放在低温处进行密封干燥法贮藏。

湿藏法是将种子贮藏在经常保持湿润和温度较低条件下，使种子保持一定的含水量和通气条件，以保持种子的生命力。这种方法适用于含水量较高的种子，或休眠期稀薄及需完成胚的后熟作用及需要催芽的种子，如栎类、银杏、桧柏、白皮松等。华北地区多为露天贮藏。

3. 种子催芽

种子成熟后多处于休眠期，在播种育苗之前必须通过机械擦伤、水浸、层积等物理、化学方法对种子进行处理，解除种子休眠，这一处理过程叫催芽。通过催芽后，种子发芽出土快，出苗多，幼苗整齐、健壮，是壮苗丰产的重要技术措施之一。

种子催芽方法很多，常规的有浸种催芽、层积催芽、化学药剂催芽等。

浸种催芽 浸种催芽是用水或某些溶液在播种之前浸泡种子，促进种子吸水膨胀的措施。主要用于强迫休眠种子。

浸种的关键是水温与浸种时间。水温对催芽效果影响很大，树种不同，要求浸种水温相差很大。一般种皮较薄、种子含水量较低，如杨、柳、榆等种子，适用 20 ~ 30℃ 温水或冷水浸种；种皮较厚的种子，如油松、侧柏、落叶松、元宝枫、臭椿等，适用 40 ~ 50℃ 温水浸种；种皮坚韧致密的种子，如刺槐、紫穗槐、山楂等，可用 70 ~ 90℃ 热水浸种。

大多数种子浸种时间为 1 ~ 2 昼夜，种皮薄的只需数小时就可吸胀，而种皮坚硬致密的需 3 ~ 5 天或更长时间。

凡浸种时间超过 12h 的都要每天换水 1 ~ 2 次。对硬粒种子采用热水逐次增温浸种效果更好，具体方法是：先用 70℃ 热水浸种 1 昼夜后，将筛子筛出的硬粒种子，再用 90℃ 热水浸种，反复 2 ~ 3 次，大部分硬粒种子都能吸胀。

种子吸水后，捞出催芽。种子数量少，可放在通气透水的筐、篓中，置适宜发芽温度(20 ~ 30℃)下催芽。在催芽期间，种子上面盖通气良好的湿润物，每天用洁净温水淋洗 2 ~ 3 次。种子数量大时，可选择背风向阳温暖的地面，架垫秸秆，铺上苇席，将捞出的种子与湿沙(其含水量为饱和含水量的 60%)以 1:3 的体积比混合，摊放在上面，厚度 10 ~ 20cm，上盖塑料薄膜，注意翻倒和喷水。经以上暖湿处理，一般 5 ~ 7

天即可萌发。待 30% 左右胚根萌发露白时, 即可播种。

层积催芽 层积催芽是将种子与湿润物(河沙、锯末等)混合或分层放置, 在一定温度下, 经过一定时间, 解除种子休眠。主要适用于生理休眠的种子, 也广泛用于强迫休眠种子。

根据层积的温度不同, 层积催芽分成低温层积、变温层积和高温层积催芽等方法。

低温层积催芽的主要条件是低温、湿润和通气。低温阶段一般控制在 $0 \sim 7^{\circ}\text{C}$, 待播种前再逐渐升温。湿润物以湿沙、蛭石等为宜, 湿度为饱和含水量的 60% 左右, 有些地区对樟子松、落叶松、云杉等种子采用混雪催芽, 效果更好。由于低温层积催芽符合林木种子的自然萌发规律, 能促进种子完成后熟, 种皮软化, 使种子内源激素发生有利于萌发的变化, 如脱落酸等抑制物质逐渐减少, 赤霉素等生长素逐渐增多, 因此, 它是目前种子催芽效果最好的方法之一。

低温层积催芽时间随树种、种源及种批情况而异, 短的 1~2 个月, 长的达 3~5 个月。层积期间要经常检查种子情况, 如有过干、过湿、发热、霉烂等情况, 应立即采取措施。

变温层积催芽是利用高温和低温交替进行层积催芽的方法。有些生理休眠的种子, 用变温层积催芽需要的日数少, 效果也好。

高温层积催芽是将浸种吸胀后的种子放在高温($15 \sim 30^{\circ}\text{C}$)条件下进行层积催芽的方法。在催芽期间, 保持适宜的水分和通气, 通过一定时间后, 种子即可发芽。该方法适用于强迫休眠的种子, 催芽效果一般比浸种催芽效果好。有时也用于生理休眠种子的催芽后期。

其他方法催芽 用各种外用化学药剂、微量元素、赤霉素、类生长素等溶液浸种, 对一部分树种的种子亦能起到催芽作用。

近年来, 种子催芽处理技术有了一些新发展, 如汽水浸种催芽、渗透调节法催芽、应用植物激素和生长调节剂催芽、稀土液处理、高锰酸钾液处理、浓硫酸腐蚀种皮催芽等。

4. 种子萌发

种子萌发可看作胚恢复活跃生长的过程。种子萌发过程可分为吸水、萌动和发芽 3 个阶段。首先是吸水膨胀, 软化种皮; 随后酶的活动加强, 导致呼吸作用、同化作用加剧, 营养物质转化为种胚所能利用的状态, 并输送到生长部分; 生长素增加, 抑制物质减少或消失, 细胞分裂, 分生组织分化出胚根并突破种皮, 发芽生长。

种子萌发最重要的环境因子是水分、温度和氧气。种子萌发的第一步是吸水, 水对于种子萌发的生理作用主要表现在: ①使种皮膨胀软化, 氧气容易透入, 增加呼吸作用; ②原生质吸水后由不活跃的凝胶状态转变为活跃的溶胶状态, 酶活性加强, 各种生物化学反应迅速进行; ③参与种子贮藏物质的水解, 并且是可溶性产物运输的媒介; ④胚的生长需要充足的水分, 无论是细胞的分裂与伸长都离不开水。