

马尾松穗条不同发育阶段的形态结构、 营养成分与嫁接效果*

王培蒂 秦国峰

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

关键词 马尾松 嫩枝接穗 形态—结构—营养成分 嫁接成活率

应用嫁接技术建立无性系种子园,是马尾松良种繁育的主要手段之一。通过十多年来的摸索和实践,利用嫩枝接穗嫁接不论是小范围试验还是大面积生产,均表现出质量高、效果好的优良特点。广东韶关地区林科所应用嫩枝嫁接,平均成活率达84.1%以上,比老枝嫁接高2~3倍^[1]。广西贵县覃塘林场连续4年分别不同季节进行嫁接对比试验,嫩枝嫁接成活率达84.5%~100%,而老枝嫁接仅有10%~21.4%^[2]。浙江省淳安县姥山林场与开化县林科所建立马尾松初级种子园共1000多亩,应用嫩枝嫁接其成活率稳定在80%以上。实践表明,嫩枝嫁接被广泛应用于生产,有力地推动了马尾松无性系种子园的建设。

为了从理论与实践上进一步阐述马尾松嫩枝嫁接的优异特性,本研究对用作接穗的不同形态的枝条,从生长状态、解剖结构、营养成分以及嫁接效果几方面进行了分析研究。

1 材料与方 法

1.1 试材采集

供试材料采集于浙江省淳安县姥山林场马尾松良种基地^[3]。1989年6月上旬从5年生马尾松树冠上采集枝条。将枝条分为7种形态类型,其中前5种为当年生枝,后2种为二年生枝。每种采集长为5cm的7个枝条,其中用于形态描述与切片制作各2个枝条,另3个去叶后,供主要营养成分的分析测定。

1.2 试样制片

试样采集后即用FAA加适量丙三醇的混合液固定软化。采用滑走切片机横向切片,厚度30μm左右,番红-固绿双重染色,制成永久切片。BHS型研究显微镜摄影拍片。

1.3 分析测定

本研究的各项营养成分,采用以下方法测定。含水量——烘干法;有机碳——重铬酸钾容量法;氮(N)——常量开氏法;钾(K)——火焰光度法;磷(P)——抗坏血酸还原法。测得的各项数据,用“可量资料小样本均数差异的显著性测验”进行统计分析^[4]。

本文于1991年3月13日收到。

* 本研究是“七五”国家科技攻关项目“马尾松种子园建立技术研究”中有关嫁接技术研究的一部分。

** 本研究由浙江农业大学金伟教授协助显微摄影,理化分析由我所中心实验室完成,在此一并致谢。

2 结果与分析

2.1 马尾松枝条的外部形态

为了便于识别和应用, 现以当年生枝的不同生长成熟度与去年的秋枝、春枝为序, 分别 7 种外部形态进行描述(见表 1)。

表 1 马尾松穗条的外部形态及内部构造

序号	枝条形态	叶鞘长 (cm)	针叶长 (cm)	枝条粗 (cm)	髓部宽 (cm)	髓部率 ^① (%)	木质部宽 (cm)	木质化 程 度
1	针芽态	0.6~0.7	未伸出叶鞘	0.60~0.66	0.32~0.36	53.3~54.5	0	未木质化
2	鞘叶态	0.9~1.0	0.6~0.8	0.62~0.70	0.35~0.45	56.5~64.3	0	未木质化
3	针叶态	1.0~1.2	1.2~1.8	0.68~0.80	0.26~0.40	38.2~50.0	0.03~0.06	开始木质化
4	绿枝态	1.4~1.5	7.5~9.1	0.68~0.86	0.25~0.33	36.8~38.4	0.11~0.12	半木质化
5	硬枝态	1.2~1.4	9.2~9.5	0.78~0.92	0.20~0.28	25.6~30.4	0.19~0.24	基本木质化
6	去年秋枝	0.6~0.7	9.8~11.5	0.78~0.96	0.19~0.25	24.4~26.0	0.21~0.25	全木质化
7	去年春枝	0.8~0.9	16.6~21.5	0.86~0.98	0.15~0.21	17.4~21.4	0.23~0.27	全木质化

① “髓部率”系指枝条横切面之髓部直径与枝条直径的百分比。

2.1.1 针芽态枝 冬芽伸长、芽鳞松开, 露出被有银灰色叶鞘的针叶尖顶(图版 I-1-1), 嫩枝为银灰而略带淡棕黄色。

2.1.2 鞘叶态枝 针叶伸出叶鞘长 1 cm 以下, 每束两针叶紧贴枝条(图版 I-1-2)。枝条灰绿色。

2.1.3 针叶态枝 每束两针叶分开, 长 1~2 cm (图版 I-1-3), 枝条鲜绿色。

2.1.4 绿枝态枝 针叶长 7~9 cm (图版 I-1-4), 枝条嫩绿色。

2.1.5 硬枝态枝 针叶继续增长(图版 I-1-5), 枝条由绿色转为淡黄褐色。

2.1.6 去年秋枝 为去年 9~10 月份抽生的枝条。因秋季生长期短, 针叶生长较稀而短(图版 I-1-6)。枝条黄褐色, 枝质较硬。

2.1.7 去年春枝 为去年 4~5 月份抽生的枝条, 针叶长 16~22 cm (图版 I-1-7), 深绿色。枝质较硬。

上述 7 种形态的枝条, 是指穗条木质部从未木质化到完全木质化的一个生长进程, 其间枝条逐渐增粗, 而木质部随之加宽, 髓部随之变小。据测定髓部率大致为: 针芽与鞘叶态枝 50%~64%, 针叶态枝 38%~50%, 绿枝态与硬枝态枝为 25%~38%, 二年生枝为 17%~26%。

2.2 马尾松枝条的生长状态与解剖结构(见表 2)

2.2.1 枝条的初生状态与解剖结构 针芽态枝与鞘叶态枝皆属初生生长状态的枝条(未木质化)。针芽态枝时期的维管组织呈束状(图版 I-2), 维管束由原形成层及初生韧皮部和初生木质部所组成。到了鞘叶态枝时期, 由于原形成层细胞伸长, 逐渐成为等径而扁平的典型形成层细胞, 此时维管组织中的形成层由束内部分和束间部分所组成。束间部分是由初生维管束之间的髓射线细胞发育和皮层薄壁细胞分化而来¹⁾, 所以维管形成层由束状向环状过渡, 从

1) 李正理. 维管形成层及其活动. 全国植物形态学讲习班讲义, 1980, 2~5 (铅印本).

表2 马尾松糖条的生长状态和解剖结构

序号	枝条形态	维管组织	木质部	髓部	叶隙	保护组织
1	针芽态枝	呈束状	薄壁细胞8~13层, 树脂道尚未形成	薄壁细胞间隙大	出现叶隙	表皮组织
2	鞘叶态枝	形成层开始呈环状	薄壁细胞10~14层, 个别树脂道形成	薄壁细胞间隙较小	有叶隙	表皮组织
3	针叶态枝	形成环状	薄壁细胞6~9层, 管胞 ^① 2~6层, 少数树脂道形成	胞间隙小	叶隙开始变窄	表皮组织
4	绿枝态枝	呈环状	管胞12~13层, 树脂道增生	胞间隙极小	叶隙变窄	表皮组织
5	硬枝态枝	呈环状	管胞30~38层, 树脂道增生	细胞壁开始变厚和木质化	叶隙更窄	木栓形成层与周皮开始形成
6	去年秋枝	呈环状	次生结构量增大, 树脂道丰富	部分薄壁细胞木质化	叶隙消失	木栓形成层与周皮形成
7	去年春枝	呈环状	年轮形成, 树脂道丰富	多数薄壁细胞木质化	叶隙消失	木栓形成层与周皮形成

① 在次生木质部中, 关于管胞采用“国际木材解剖学词汇(1957年)的定义。”

而形成了完整的一圈, 使维管形成层呈环状(图版 I-3); 髓部细胞是由许多外形不规则多面体的薄壁细胞组成(图版 I-4), 细胞间隙大; 有叶隙出现(图版 I-2), 叶隙部分是由束间的薄壁细胞所组成, 成为叶隙组织^[6]; 木质部中的个别树脂道形成(图版 I-4); 保护组织均为表皮组织(即薄壁组织)。

2.2.2 枝条的次生状态与解剖结构

(1) 针叶态枝时期 随着维管形成层活动, 使次生维管组织在枝条中成为一个连续的柱体, 其横切面呈一宽环状(图版 I-5), 此时部分木薄壁细胞开始转化为管胞(2~6层)^[6], 使枝条木质部开始木质化; 在木质部少数树脂道已形成。髓部薄壁细胞间隙变小。当束间形成层分裂产生的木质部和韧皮部在叶隙边缘时, 叶隙变窄(图版 I-5); 保护组织仍为表皮。

(2) 绿枝态时期 此时期大部分木质部的木薄壁细胞转化为管胞, 随着次生木质部不断增生; 叶隙也相继变窄, 木质部的树脂道继续增加; 髓薄壁细胞的胞间隙变得极小。

(3) 硬枝态时期 开始产生晚材管胞, 细胞比早材少而小, 这说明维管形成层的活动能力在减弱; 木质部的树脂道大量增生; 髓细胞壁开始增厚, 并逐渐木质化; 叶隙更加窄小(图版 I-6); 此时保护组织出现木栓形成层并开始形成周皮(图版 I-6, 7)。

(4) 去年秋枝至去年春枝时期 由于木质部管胞数量增多, 直至去年春枝形成年轮; 木质部的树脂道丰富; 髓部由部分薄壁细胞木质化到多数薄壁细胞木质化, 以至基本丧失了分化能力。此时期由维管形成层不断分化的次生木质部和次生韧皮部, 充满整个叶隙, 使叶隙消失(图版 I-8); 保护组织转化为周皮组织。

总结起来, 可将上述七种形态、结构的枝条归纳为3种类型: ①未木质化枝条(针芽态、鞘叶态和针叶态枝条)——维管组织呈束状; 木质部为薄壁细胞, 无树脂道, 出现叶隙; 髓部为薄壁细胞, 保护组织为表皮组织。②基本木质化枝条(绿枝态和硬枝态枝条)——维管组织呈环状; 木薄壁细胞转化为管胞, 树脂道形成、叶隙变窄; 髓薄壁细胞开始木质化; 木

栓形成层和周皮开始形成。③完全木质化枝条(去年秋枝和春枝)——维管组织呈环状；木质部次生结构量增大，树脂道丰富，叶隙消失；多数髓薄壁细胞木质化；木栓形成层和周皮形成。

2.3 马尾松枝条的营养分析

马尾松不同发育阶段的枝，其营养成分的含量是有明显差异的。为了探讨并验证其含量对嫁接成活率的影响，对7种形态的枝条分别测定了水分、有机碳、蛋白质和氮(N)、磷(P)、钾(K)等成分。一般认为，有机碳的含量与枝条木质化程度有关，可由C/N来判别枝条的幼嫩程度。测定结果见表3。

表3 马尾松穗条的营养成分

枝条形态	主要成分① (%)				必要元素② (%)		
	水分	有机碳	蛋白质	合计	N	P	K
针芽态枝	81.74	9.68	1.300	92.720	1.072	0.214	0.604
鞘叶态枝	81.61	9.77	1.150	92.530	0.998	0.195	0.572
针叶态枝	80.63	10.32	1.131	92.081	0.993	0.163	0.514
绿枝态枝	74.51	13.75	1.069	89.329	0.671	0.148	0.417
硬枝态枝	70.26	16.18	0.944	87.384	0.508	0.110	0.357
去年秋枝	65.60	18.82	0.982	85.422	0.457	0.097	0.289
去年春枝	61.14	21.36	1.088	83.588	0.448	0.072	0.161

① 是指占活枝重的百分数；② 是指占烘干枝重的百分数。

自针芽态枝到去年春枝，其水分含量由81.74%降至61.14%，蛋白质也相应减低，而有有机碳则由9.68%增至21.36%。这是枝条由嫩至老的营养成分变化规律。7种形态枝条，按其营养成分含量可以进一步归纳为以下三类：

(1) 水分多，蛋白质和必要元素丰富，有机碳少，水分80%以上，有机碳10%以下，氮、磷、钾分别在1%、0.2%、0.5%左右。

(2) 仅次于第1类。水分75%~70%，有机碳14%~16%，氮、磷、钾分别为0.7%~0.5%、0.15%~0.11%，0.4%左右。

(3) 水分61%~66%，有机碳19%~21%，氮、磷、钾分别为0.45%~0.46%、0.07%~0.10%、0.16%~0.29%。以上三类与枝条木质化程度三个阶段的划分是相一致的。

对水分、有机碳与氮素含量三项指标，按7种枝条形态顺序绘制成曲线(图1)，由此更明显可见，针芽态、鞘叶态、针叶态这三种枝条，水分(81.61%~81.74%)与氮素(0.993%~1.072%)含量高，而有有机碳含量低(9.68%~10.32%)。这三种形态阶段的营养成分变化比较平稳，之后即急剧上升或下降，可见这是枝条内水分与养分变化的转折点。

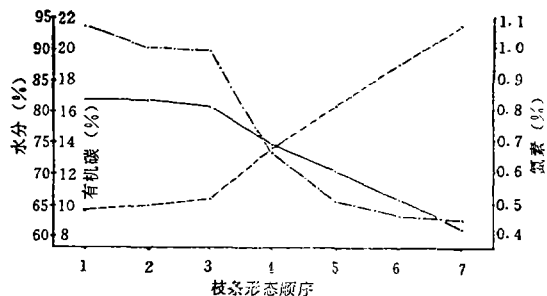


图1 马尾松不同形态枝条的水分、有机碳和氮素含量变化
——水分；-----有机碳；- · - · - · 氮素

生产上一般所称的嫩枝,实际上是针芽态、鞘叶态和针叶态三种未木质化枝条。采用嫩枝与老枝(基本木质化的硬枝态枝)作接穗,进行比较试验,结果是,嫩枝接面愈伤组织丰富,充满接部间隙(图版 I-9),而老枝嫁接接面仅在两侧有较多愈伤组织,中间很少(图版 I-10)。嫩枝嫁接不仅成活率高,而且愈合成活后当年穗梢生长量较大,一般针芽态枝延续生长量可达 17.2~32.7 cm,而绿枝态枝嫁接后当年穗梢则不再生长^[7]。

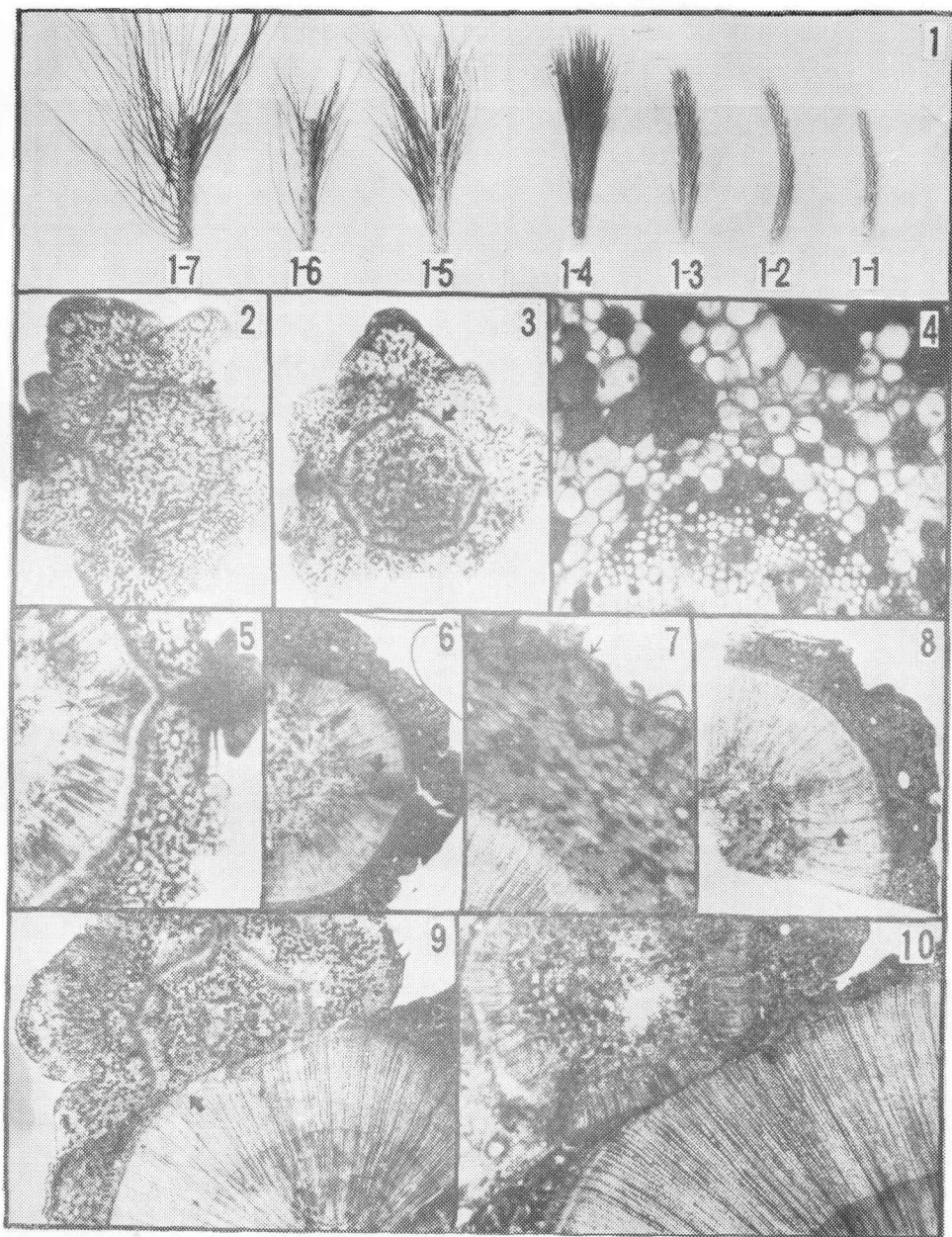
*Relationship between Graft Effect and Morphology,
Structure, Nutrient Composition of Scion at Different
Developmental Phase in Pinus massoniana*

Wang Peidi Qin Guofeng

(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Abstract In the paper the relationship between graft effect and external morphology, growth phase, anatomical structure and nutrient composition of tender scions of Masson Pine have been studied systematically. The results showed that if tender twig was used as scion and the needle was covered with sheath or needle just appeared, the scion was delicate and produced rich callus easily. Moreover, water and nutrient composition content of tender scion was higher and organic carbon content was smaller, which was favourable to the healing between scion and stock and the increase of survival rate of grafting. Because tender scion was at primary growth phase, the ability of cell division and differentiation was stronger, and there was larger growth increment after grafting. The above result was good proof for establishing seed orchard of Masson Pine using tender twig as scion.

Key words Masson Pine tender scion morphology—structure—nutrient composition survival rate of grafting



1. 枝条形态，1/4×。1—1针芽态枝，1—2鞘叶态枝，1—3针叶态枝，1—4绿枝态枝，1—5硬枝态枝，1—6去年秋枝，1—7去年春枝。2~4. 枝条的初生结构。2. 针芽态枝，呈束状维管束(→)，出现叶隙(→)，23×；3. 鞘叶态枝，示开始连结成环状的维管形成层(→)，30×；4. 图3放大的髓部和维管组织，示不规则多面体的髓薄壁细胞(→)，木质部开始形成的树脂道(→)，115×。5~8. 枝条的次生结构。5. 针叶态枝，示环状的维管组织(→)，变窄的叶隙(→)，23×；6. 硬枝态枝，示变得更窄的叶隙(→)，23×；7. 图6放大，示转化为木栓形成层(→)和周皮(→)，115×；8. 去年秋枝，示形成的叶迹(→)，增生的次生木质部，19×。9. 接穗髓部与砧木形成层贴接，示由髓部薄壁细胞产生丰富的愈伤组织(→)，41×。10. 接穗和砧木的形成层对接，示界面愈伤细胞少(→)，36×。(图版按原大9/10缩制)