

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.02.012

康定木兰嫁接幼苗年生长规律的研究

伍杰,彭克忠,刘燕云,杨冬,兰常军
(甘孜藏族自治州林业科学研究所,四川康定 626001)

摘要:基于康定木兰嫁接幼苗苗高和地径的定株及定期观测数据,选择 Logistic 方程对其生长过程进行拟合,通过其中的参数分析生长规律。结果表明:(1)采用望春玉兰为砧木嫁接康定木兰,能够明显促进康定木兰的生长,年生长量接近望春玉兰萌蘖枝而远高于2 a 生康定木兰实生苗的生长量。(2)康定木兰嫁接苗苗高生长符合“S”型曲线,呈现“慢—快—慢”节律;地径生长符合双“S”型曲线,呈现“慢—快—慢—快—慢”节律。(3)根据生长量变化规律,苗高生长过程划分为生长初期(6月26日之前)、速生期(6月26日至8月15日)和生长后期(8月15日至10月18日),速生期累计时间50 d,速生期的累计生长量占理论上限值的56.92%。(4)地径生长过程划分为生长初期(5月27日之前)、速生期 I (5月27日至6月12日)、过渡期(6月12日至7月26日)、速生期 II (7月26日至8月13日)和生长后期(8月13日至10月18日),速生期 I 与速生期 II 合计累计时间34 d,合计累计生长量占理论上限值的61.8%。

关键词:康定木兰;嫁接幼苗;生长规律;Logistic 方程

中图分类号:S723.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5508(2017)02-0065-07

Research on Annual Growth Rhythm of Grafted Seedlings of *Magnolia dawsoniana*

WU Jie PENG Ke-zhong LIU Yan-yun YANG Dong LAN Chang-jun
(Ganzi Prefecture Forest Research Institute, Kangding 626001, Sichuan)

Abstract: Based on the data of the height and basal diameter growth of *Magnolia dawsoniana* grafted seedlings, the growth rhythm was analyzed by Logistic equation. The results showed that (1) taking *Magnolia biondii* as the rootstocks for grafting *M. Dawsoniana* could obviously promote the growth of *M. Dawsoniana*. The annual growth of grafted seedlings was closer to the growth of the sprout seedlings of *M. biondii* and significantly higher than the growth of 2-year old *M. Dawsoniana* seedlings. (2) The growth of seedling height exhibited a “S-shaped” curve as “slow-fast-slow” while that of basal diameters growth were presented as a “double S-shaped” curve as “slow-fast-slow-fast-slow”. (3) The growth period of seedling growth process could be divided into three parts: the initial growth stage (before June 26th), the fast-growing period (from June 26th to August 15th) and the late growth period (from August 15th to October 18th), The duration of fast-growing period was 50 days, and the fast-growing period of cumulative growth accounted for 56.92% of the theoretic maximum number. (4) The basal diameter growth process could be divided into three stages: the initial growth stage (before May 27th), the fast-growing period I (from May 27th to June 12th), the transition period (from June 12th to July 26th), the fast-growing period II (from July 26th to August 13th) and the late growth period (from August 13th to October 18th),

收稿日期:2016-12-13

基金项目:四川省科学技术厅科技支撑计划项目(计划编号2015NZ0049)。

作者简介:伍杰(1975-),男,本科,高级工程师,主要研究方向为林木培育。

besides, the cumulative time of the fast-growing period I and the fast-growing period II were 34 days, and the total cumulative growth accounted for 61.8% of the theoretic maximum number.

Key words: *Magnolia dawsoniana*, Grafted seedling, Growth rhythm, Logistic equation

康定木兰 (*M. dawsoniana*) 又名光叶木兰, 木兰科木兰属落叶乔木, 主要分布于川西泸定县海螺沟、燕子沟、雨洒坪及石棉县田湾河、九龙县洪坝等贡嘎山周围海拔 2 000 m ~ 2 500 m 的湿润沟谷地带^[1], 分布区狭窄、果实受虫害严重、种群内幼苗更新严重不足再加上人为采集花蕾做药材, 该物种被列入国家珍稀保护树种, 处于濒临灭绝边缘。康定木兰树形高大, 早春花先叶开放, 花色艳丽, 同时花蕾长期被当地人作为中药辛夷的替代品, 具有很高的药用价值, 因此康定木兰是一种开发利用价值极大的野生植物资源, 同时在维持地区物种多样性、保护生态环境方面具有较高的科研价值。但目前国内外对康定木兰的研究相对较少, 2001 年四川泸定县新兴骨干苗圃通过播种方式首次尝试人工引种我国第一批康定木兰树种^[1]。甘孜州林业科学研究所与四川农业大学合作, 从 2009 年起致力于野生康定木兰的资源保护与开发利用研究, 通过不同繁殖方式和栽培策略探讨康定木兰资源引种保护的方法。本试验以康定木兰嫁接苗为研究对象, 对其在人工栽培条件下的生长过程进行观测, 分析了嫁接对其生长量的影响, 通过有序样本聚类分析法与 Logistic 方程拟合法, 对苗木生长过程进行科学定量的划分, 为康定木兰苗的引种保护与资源开发提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

本试验在四川农业大学现代农业研发基地进行。基地位于崇州市桤泉镇, 地理坐标为东经 103° 07' ~ 103° 49', 北纬 30° 30' ~ 30° 53'。平均气温 15.9℃, 最热月平均气温为 25℃, 最冷月平均气温为 5.4℃。年平均降雨量 1 012.4 mm, 雨日和雨量均为夏多冬少。平均霜日 19 d, 平均无霜期为 285 d。

1.2 试验材料

试验材料为康定木兰嫁接苗, 采用望春玉兰为砧木, 2013 年 9 月初采集望春玉兰果实进行净种处理, 干净种子阴干后沙藏, 2014 年 2 月初, 进行层积催芽处理, 2 月底种子露白播种于苗床, 4 月底真叶生出两对时移栽, 株行距 50 m × 70 cm, 进行常规养

护。嫁接时间为 2015 年 3 月 1 日, 野生康定木兰 1 a ~ 2 a 生木质化枝条为接穗, 采用切接法嫁接, 套袋保湿, 4 月初接穗萌芽 10 cm ~ 15 cm 时解除绑扎, 5 月初叶片完全展开后开始观察测定。以同时播种繁殖的康定木兰实生苗以及嫁接未成活的望春玉兰萌蘖枝为对照。

1.3 试验方法

1.3.1 数据测量

于 2015 年 5 月 11 日开始定株调查, 随机选取康定木兰/望春玉兰嫁接苗 30 株苗木作为生长量测量的固定标准株并进行挂牌标记, 生长过程中定期、定位、定株调查, 生长期每 16 d 测定苗高和地径, 直至苗木停止生长, 用卷尺测量苗高, 精确到 0.1 cm, 游标卡尺测量地径指标, 精确到 0.1 mm。同时随机选取康定木兰实生苗 10 株, 嫁接未成活的望春玉兰萌蘖苗 10 株作为对照。地径测量位置为嫁接苗的接口基部或者萌蘖苗的分枝基部。

1.3.2 有序样本聚类分析法

苗木的生长过程是连续的而且不能跳跃, 为了在不打乱样本数据次序前提下, 将全部样本分成 3 类, 因此采用有序样本聚类分析方法^[3]。有序样本聚类分析法是基于黄金分割法 (fisher), 它按照样本序号和确保样本组内相似性最大, 二样本间的相似性最小为标准, 对全部样本进行分类^[4]。如赖文胜^[5]从长序榆苗高生长量的研究和林永英^[6]从卷斗青冈苗高的生长规律研究中得出, 有序样本聚类分析可以精确地划分苗高生长的时期。

有序样本聚类分析采用 DPS7.05 分析软件进行。试验步骤: 将生长期苗高的净生长量算出, 按顺序编号, 分别是 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{11}$; 其转化为 11 个有序样本分为 3 类进行聚类分析。分析用到的公式:

$$\text{类直径: } D_{ij} = \sum_{k=i}^j (X_k - \bar{X}_{ij})^2 ;$$

$$\text{最小误差函数: } e[p_0(n, k)] = \min_{k \leq j \leq m} \{ e[p(j-1)(k-1)] + D_{(1, n)} \} ;$$

根据最小误差函数确定各类边界样本号, 可得最后分类结果。

1.3.3 Logistic 方程拟合法

选用 Logistic 方程对康定木兰嫁接幼苗苗期生

长进行拟合,其方程表达式为:

$$Y = k / (1 + e^{a-bt}) \quad (1)$$

式中 k, a, b 3 个参数在 *DPS7.05* 统计分析平台上运用麦考特算法进行同步估计^[7-8]。此法能动态估算 k, a, b 的值,避免了 3 点法、4 点法等方法估算 a, b 时对 k 值精确的依赖,且参数的残差平方和最小,使得方程拟合精度更高^[9]。对(1)式进行二阶、三阶求导,即可了解生长曲线在时间轴上的瞬时变化情况^[10]。

首先,对式(1)求二阶导数,且令其为 0, $d^2Y/dt^2 = b^2ke^{a-bt}(-1 + e^{a-bt}) / (1 + e^{a-bt})^3 = 0$

可得生长曲线瞬时最大斜率对应的时间,即

$$t_0 = a/b \quad (2)$$

t_0 为生长量日增长速度最大时间。

再对(1)式求三阶导数,也令其为 0,

得 $d^3Y/dt^3 = b^3ke^{a-bt}(e^{2lna-2bt} - 4e^{a-bt} + 1) / (1 + e^{a-bt})^4 = 0$, 即 $e^{2lna-2bt} - 4e^{a-bt} + 1 = 0$, 可得生长曲线上瞬时斜率连续变化最快的两个时间点:

$$t_1 = (a - 1.317) / b \quad (3)$$

$$t_2 = (a + 1.317) / b \quad (4)$$

t_1, t_2 分别表示生长量累积由慢变快、由快到慢的时间; $t_1 \sim t_2$ 之间为速生期^[11]。

2 结果与分析

2.1 嫁接对康定木兰生长量的影响

根据实验观测,采用望春玉兰 1 a 生苗为砧木对康定木兰生长具有非常强烈的生长影响(表 1)。与康定木兰的实生苗相比,嫁接后的康定木兰当年的高生长量达到 149.25 cm,最高个体达到 210.30 cm,高度接近望春玉兰的萌蘖苗,是 2 a 生播种苗高度的 4.5 倍。嫁接苗的地径生长比萌蘖苗低 19%,是实生苗低精度 1.8 倍。说明望春玉兰做砧木对嫁接的康定木兰接穗的生长具有非常明显的促进作用,这可能得益于望春玉兰较为强壮的根系和对成都平原气候和土壤较强的适应能力。

表 1 康定木兰嫁接苗的高生长和地径生长量统计

材料	苗高(cm)			地径(cm)		
	MAX	AVG	CV/%	MAX	AVG	CV/%
康定木兰/望春玉兰嫁接苗	210.30	149.34	32.78	2.618	1.882	5.43
望春玉兰萌蘖苗	224.76	162.25	54.75	3.123	2.251	7.65
康定木兰实生苗	48.80	33.021	7.20	1.460	1.044	1.89

注:图中 MAX:最大值,AVG:平均值, CV:变异系数

2.2 有序样本聚类分析法对苗高生长期的划分

采用 DPS 对苗高净生长量进行标准化处理,计

算样本间的类直径和最小误差函数值。计算结果见表 2 和表 3。

表 2 类直径表 $D(i, j)$

Tab. 2 The class diameter $D(i, j)$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.0003									
2	0.0317	0.0212								
3	0.0893	0.0890	0.0890							
4	0.1442	0.1424	0.1359	0.0015						
5	0.2219	0.2124	0.1916	0.0115	0.0046					
6	0.4363	0.4062	0.3535	0.0920	0.0620	0.0302				
7	0.7534	0.6899	0.5906	0.2324	0.1641	0.0886	0.0150			
8	1.0064	0.9086	0.7652	0.3299	0.2285	0.1199	0.0209	0.0000		
9	1.2109	1.0805	0.8977	0.4007	0.2723	0.1393	0.0240	0.0000	0.0000	

根据表 4 将 10 个有序样本分成 3 类,查表得知: $e[p_0(10, 3)] = 0.067(7)$, 这说明精确最优解的分类的损失函数是 0.067, 首先分出第 3 类 $\{x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$; 再把剩余的 7 个样本分成两类,查表知 $e[p_0(7, 2)] = 0.406(4)$, 故第 2 类为 $\{x_4, x_5, x_6\}$, 最后剩余的成为第 1 类即 $\{x_1, x_2, x_3\}$ 。根据聚类分析

结果,将康定木兰嫁接苗苗高生长过程划分为 3 个生长期(如表 3 所示):生长初期 5 月 11 日至 6 月 28 日,累计时间 48 d,生长量占全年生长量的 25.17%,速生期 6 月 29 日至 8 月 15 日,累计时间 48 d,生长量占到了全年苗高生长量的 58.66%,生长后期 8 月 16 日至 10 月 18 日,累计时间 64 d,生

长量仅占全年生长量的 16.17%。

表 3

最小误差函数 $e[p_0(n,k)]$

Tab. 3

Minimum error function $e[p_0(n,k)]$

	2	3	4	5	6	7	8	9
3	0.021(7)							
4	0.089(7)	0.000(4)						
5	0.142(6)	0.002(4)	0.000(5)					
6	0.212(4)	0.012(4)	0.002(6)	0.000(6)				
7	0.406(4)	0.043(7)	0.012(7)	0.002(7)	0.000(7)			
8	0.690(4)	0.058(7)	0.027(7)	0.012(8)	0.002(8)	0.000(8)		
9	0.909(4)	0.064(7)	0.033(7)	0.012(8)	0.002(8)	0.000(8)	0.000(9)	
10	1.080(3)	0.067(7)	0.036(7)	0.012(8)	0.002(8)	0.000(8)	0.000(8)	0.000(9)

表 4

有序样本聚类分析法对苗高生长期的划分

Tab. 4

Ordinal sample cluster analysis method to divide height growth period of seedlings

生长期划分	起止日期(月·日)	累计时间(d)	净生长量(cm)	日均生长量(cm)	占总生长量百分数(%)
生长初期	5.11~6.28	48	30.96	0.65	25.17
速生期	6.29~8.15	48	72.15	1.50	58.66
生长后期	8.16~10.18	64	19.89	0.31	16.17

2.3 苗期生长过程的曲线拟合

康定木兰嫁接幼苗全年的苗高生长过程基本呈现“慢—快—慢”的规律(见图 1),通过 Logistic 方程进行苗高生长过程的拟合,得到苗高生长拟合曲线方程:

$$Y_H = 130.473683 / (1 + e^{3.7403 - 0.052680t})$$

回归方程的决定系数 $R^2 = 0.9968$, 回归方差 F 值为 ($P < 0.01$)。

而康定木兰嫁接苗全年的地径生长过程基本呈现“慢—快—慢—快—慢”的规律,并非简单的“慢—快—慢”变化趋势(见图 2),符合双“S”型曲线。因此,将地径生长划分为皆呈现出“慢—快—

慢”生长规律的两个阶段来拟合(即 0~48 d 和 48 d~160 d),得出两个阶段地径生长过程的 Logistic 方程:

$$\text{方程 1: } Y_D = 8.85263 / (1 + e^{3.9510 - 0.164625t})$$

$$\text{方程 2: } Y_D = 5.27369 / (1 + e^{12.4383 - 0.146333t})$$

方程 1 和方程 2 的决定系数分别为 $R^2 = 0.9956$ 与 $R^2 = 0.9936$, 均高达 0.99 以上,回归方差 F 值为 ($P < 0.01$)。

综上所述,上述回归方程的决定系数和 F 值均达极显著水平,说明使用 Logistic 方程对康定木兰嫁接幼苗的苗高和地径的年生长节律进行拟合具有较高的准确性。

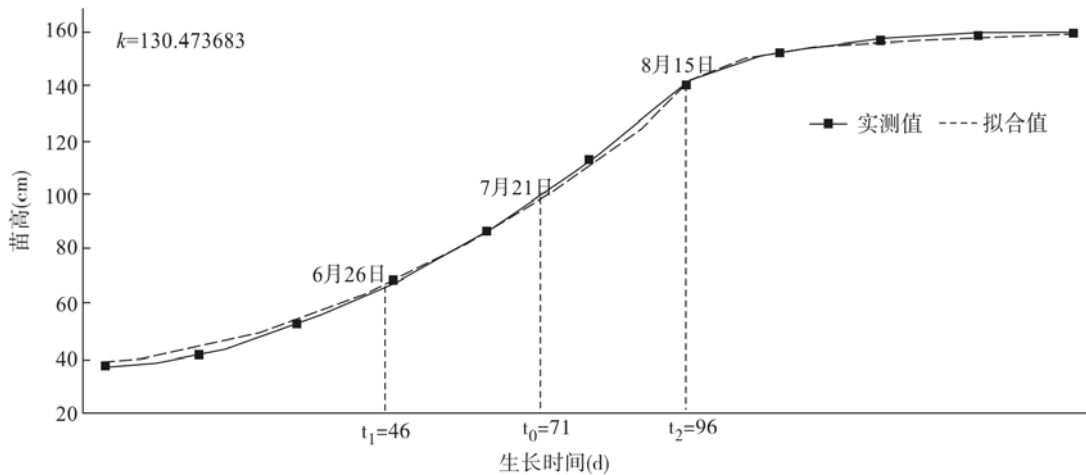


图 1 嫁接幼苗的苗高生长实际值和 Logistic 方程拟合曲线

Fig. 1 The fitting curve of the height growth actual value and the Logistic equation of grafted seedlings

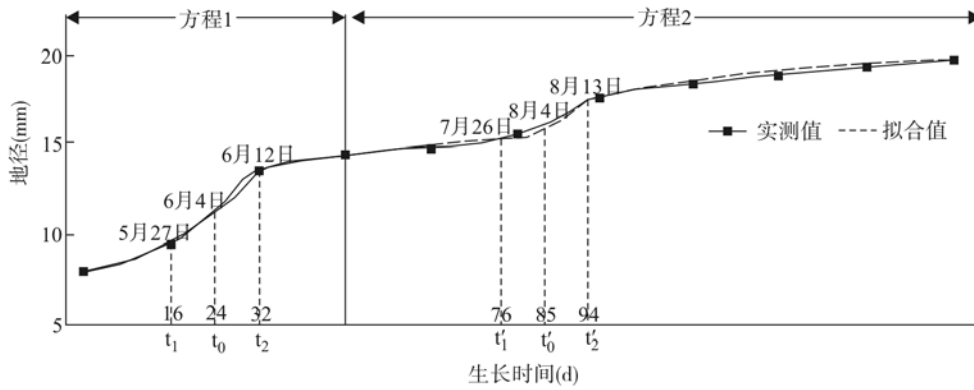


图2 嫁接幼苗的地径生长实际值和 Logistic 方程拟合曲线

Fig. 2 The fitting curve of the basal diameters growth actual value and the Logistic equation of grafted seedling

2.4 Logistic 曲线拟合对苗期生长阶段的划分

对拟合的 Logistic 方程曲线求二价和三价导数, 可以确定生长曲线的拐点^[12-13], 通过此方法可以确定康定木兰嫁接幼苗苗高和地径 1 a 生长过程中

处于速生期的 3 大时间点, 即速生期的开始日、结束日和最大速生点。从而最终确定苗木生长的时期 (见表 5)。

表 5 Logistic 曲线拟合对苗高和地径生长期的划分

Tab. 5 Partition of Logistic curve fitting to the growth stage of seedling height and basal diameters

性状	生长期划分	起止日期 (月·日)	累计时间 (d)	净生长量 (cm)	日均生长量 (cm)	占理论生长极值比 (%)
苗高	生长初期	5.11 ~ 6.26	46	28.85	0.63	22.11
	速生期/速生点	6.26 ~ 8.15/7.21	50	74.26	1.49	56.92
	生长后期	8.15 ~ 10.18	64	19.89	0.31	15.24
地径	生长初期	5.11 ~ 5.27	16	0.141	0.0088	9.98
	速生期 I/速生点 I	5.27 ~ 6.12/6.4	16	0.635	0.0397	44.95
	过渡期	6.12 ~ 7.26	44	0.167	0.0038	11.82
	速生期 II/速生点 II	7.26 ~ 8.13/8.4	18	0.238	0.0132	16.85
	生长后期	8.13 ~ 10.18	66	0.161	0.0024	11.40

由表 5 得知, 康定木兰嫁接幼苗的苗高生长过程可以划分为 3 个时期: 6 月 26 日以前为生长初期, 6 月 26 日至 8 月 15 日为速生期, 速生点日期为 7 月 21 日, 8 月 15 日至 10 月 18 日为生长后期。生长初期、速生期与生长后期的累计时间分别为 46 d、50 d 与 64 d, 速生期的苗高累计生长量最大, 达到 74.26 cm, 占理论值上限值的比例为 56.92%。生长初期与生长后期的苗高累计生长量分别为 28.85 cm 和 19.89 cm, 分别占到了理论值上限值的 22.11% 与 15.24%。160 d 内苗高的累计总生长量占理论值上限值的 94.27%。

由表 4 还可以看出, 由于康定木兰嫁接幼苗的地径生长过程并非苗高生长过程所呈现的“慢—快—慢”规律, 而是“慢—快—慢—快—慢”的变化趋势, 故将地径生长过程划分为五个时期, 即生长初期(5 月 11 日至 5 月 27 日)、速生期 I (5 月 27 日至 6 月 12 日)、过渡期(6 月 12 日至 7 月 26 日)、速生

期 II (7 月 26 日至 8 月 13 日)、生长后期(8 月 13 日至 10 月 18 日)。速生期 I 中的速生点日期为 6 月 4 日, 速生期 II 中的速生点日期为 8 月 4 日。各生长期的累计生长量分别为 0.141 cm、0.635 cm、0.167 cm、0.238 cm 和 0.161 cm, 其中速生期 I 的累计时间最短仅为 16 d, 但其累计生长量却最大, 占到了理论值上限值的 44.95%。160 d 内康定木兰嫁接幼苗的地径累计生长量占理论值上限值的 95%。

3 结论

(1) 嫁接培育的康定木兰幼苗在 1 a 生长过程中拥有较大的生长量, 苗高平均达到 149.34 cm, 地径平均达到 18.82 mm。株高和地径均达到或接近望春玉兰萌蘖苗的生长量, 而远高于康定木兰 2a 生实生苗的高度和地径。嫁接对康定木兰的生长具有

非常积极的影响。

(2)康定木兰嫁接幼苗的苗高、地径的生长过程均符合“S”型生长曲线,其中地径的生长过程为双“S”型曲线,苗高和地径的生长分别呈现出“慢—快—慢”与“慢—快—慢—快—慢”的节奏。采用 Logistic 方程拟合法对康定木兰嫁接苗的生长进行拟合具备较高的精度。

(3)通过有序样本聚类分析法和 Logistic 方程拟合法对康定木兰苗期生长阶段的划分结果基本一致。康定木兰嫁接幼苗的苗高生长期划分为生长初期、速生期和生长后期。苗高生长初期在6月26日之前,速生期从6月26日到8月15日,生长后期为8月15日至10月18日。苗高速生期累计时间50 d,累计生长量为74.26 cm,约占全年苗高生长量的60%。康定木兰嫁接幼苗的地径生长期划分为生长初期(5月27日之前)、速生期 I (5月27日至6月12日)、过渡期(6月12日至7月26日)、速生期 II (7月26日至8月13日)和生长后期(8月13日至10月18日)。速生期 I 与速生期 II 合计累计时间34 d,合计累计生长量8.73 mm,约占全年地径生长量的62%。速生期 I 的累计生长量大于速生期 II 的累计生长量,约为速生期 II 的2.7倍,占全年地径生长量的45%左右。

4 讨论

有研究表明,嫁接苗的根系活力、光合作用能力均优于播种苗和扦插苗。如曾义安等^[14],郑阳霞等^[15]研究发现,嫁接苗有较强的光合能力,其叶绿素含量、净光合速率均高于扦插苗。本试验采用望春玉兰为砧木,康定木兰1 a~2 a生木质化枝条为接穗的嫁接苗,不仅保留了母树的优良性状,而且在1 a生长过程中拥有较大的生长量。

本试验采用 Logistic 方程拟合法对康定木兰嫁接苗的生长进行拟合具备较高的精度。从而确定了苗高和地径的生长速生期,以便对苗木的水肥管理提供依据,即在苗高生长速生期增加水肥供给,以促进高形态的建成;地径生长速生期则减少水分供给,以促进茎干生长和木质化。但从生长期的划分结果中发现:苗高生长速生期的时间跨度范围包括了地径生长速生期 II,但考虑到地径生长量的主要贡献期为速生期 I,其占理论上限值的44.95%,约为速

生期 II 的2.7倍,且速生期 II 累计时间较短,故地径生长速生期 II 在水肥管理过程中仍然以保证苗高生长为主,增加水肥供给。通过划分结果还发现:康定木兰嫁接幼苗的地径速生期先于苗高速生期。地径与苗木根系大小、抗逆性、苗木鲜重、干重相关^[16]。在对病虫害和极端温度的抗逆性方面,粗壮苗木也要强于细弱苗木^[17~19]。所以地径速生期先于苗高速生期是由于有机物的能量优先提供给了地径生长,先使茎干粗度以及木质化程度得以增加,以便提高茎干抗弯曲能力和支撑能力,从而保证苗木的苗高生长。此外,地径速生期的优先到来也是为了一定程度地抵抗病虫害与极端温度。

苗木的生长发育与年生长规律不仅与自身遗传特性有关,而且与周围环境密切相关,是两者的综合体现。文亚峰^[20]认为,与无性繁殖群体相比,有性繁殖个体具有较高的遗传多样性,来自父母双方的遗传信息有利于基因重组和基因突变;王旭军^[21]、潘德权^[22]分别对不同种源红榉、乐昌含笑生长节律进行研究,结果表明不同种源苗高生长差异在速生期逐渐拉大,生长最慢种源的生长曲线呈平缓增长趋势。本文中的试验苗木采用望春玉兰为砧木,康定木兰1 a~2 a生木质化枝条为接穗,苗木生长除受自身遗传特性的影响外,还与砧木种类、嫁接方法等有一定的联系。因此,有必要对不同年龄、不同砧木的嫁接苗生长规律进行再试验,从而得出更加科学的结论,为康定木兰的产业化发展提供理论支持。

参考文献:

- [1] 秦斌等. 康定木兰的繁殖及开发利用[J]. 林业实用技术, 2002(10):27.
- [2] 北京林业大学园林花卉教研组. 花卉学[M]. 北京:中国林业出版社,1990.
- [3] 连勇机,陈元品,林贤山. 秃杉苗高生长期划分的有序样本聚类分析[J]. 福建林业科技, 2004, 31(2):45~48.
- [4] 唐雪辉,张耀华,刘兴乐. 有序样本聚类分析在黄花槐苗高生长期划分中的应用[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(3):646~648.
- [5] 赖文胜. 有序样本聚类分析在长序榆苗高生长期划分中的应用[J]. 福建林业科技, 2001, 28(1):16~18.
- [6] 林永英. 卷斗青冈苗高生长期有序聚类划分方法研究[J]. 福建林学院学报, 2002, 22(3):223~226.
- [7] 邢黎峰,法永乐,陈文周,等. Richards 林木生长模型及其适用性[J]. 山东林业科技, 1997, (5):17~20.
- [8] 郑立飞,赵惠燕,刘光祖. Richards 模型的推广研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(8):107~110.

- [9] 程毛林. Richards 模型参数估计及其模型应用[J]. 数学的实践与认识,2010,40(12):139~143.
- [10] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [11] 王莽莽,李典谟. 用麦夸方法最优拟合逻辑斯谛曲线[J]. 生态学报,1986,6(2):142~147.
- [12] 魏巍,许玉兰,李根前,等. 一年生云南松苗期生长动态规律研究[J]. 西北林学院学报,2012,27(1):75~80.
- [13] 李秋元,孟德顺. Logistic 曲线的性质及其在植物生长分析中的应用[J]. 西北林学院学报,1993,8(3):81~86.
- [14] 曾义安,朱月林,黄保健,等. 嫁接对黄瓜的光和特性及叶片激素含量和可溶性蛋白研究[J]. 南京农业大学学报,2005,28(1):16~19.
- [15] 郑阳霞,李焕秀,严泽生. 嫁接对茄子光合特性的影响[J]. 中国蔬菜,2009(16):56~60.
- [16] 沈国舫. 森林培育学[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
- [17] 王天兴,相思河. 兴安落叶松苗木木质化程度的测定[J]. 林业科技,1992,(4):7~7.
- [18] 戴继先. 樟子松苗木木质化因素数量化分析[J]. 东北林业大学学报,1998,(5):22~26.
- [19] 侯百良,王辉. 浅谈促进日本落叶松播种苗充分木质化的措施[J]. 内蒙古林业调查设计,2009,(1):35~36.
- [20] 文亚峰,韩文军,吴顺. 植物遗传多样性及其影响因素[J]. 中南林业科技大学学报,2010,30(12):80~87.
- [21] 王旭军,张日清,许忠坤,等. 不同种源红桦苗期生长节律的研究[J]. 中南林业科技大学学报,2013,33(7):31~34.
- [22] 潘德权,李茂,袁仁平,等. 不同种源乐昌含笑营养袋苗期生长节律研究[J]. 种子,2010,29(2):60~62.

(上接第 119 页)

包括:第一,根据当地生态系统面临的威胁来制定社区保护计划,让社区能够真正采取行动保护集体林;第二,提高社区治理水平,提高董事会的管理能力,促进社区参与,提升集体行动力;第三,推动社区发展集体经济,让村民在保护中收益,从而从根本上促进社区采取保护行动。第四,保护与发展形成相互支持的机制,推动社区保护的可持续。

熊耳村的社区集体林可持续实践是对是理县集体林董事会经营管理制度落地的有效探索,促进社区层面制度的执行有效性及可持续运转。

理县集体林董事会经营管理制度在社区层面的执行未来可以:第一,加强对董事会管理人员的培训,提高董事会对集体林保护的理解,更有针对性的开展工作;第二,加强对村委、董事会人员管理能力

培训,促进社区参与式决策,提高社区集体行动力;第三,加强对社区集体经济的引导,促进社区形成自我造血功能。

参考文献:

- [1] 阿坝州森林资源管护办法(试行).
- [2] 理县集体公益林护林员管理办法.
- [3] 理县集体林地检查验收评分标准.
- [4] 天保二期集体林管理办法.
- [5] 埃莉诺·奥斯特罗姆. 共同合作—集体行为、公共资源与实践中的多元方法[M]. 北京:中国人民大学出版社,2013.
- [6] 李克金. 小兴安岭森林资源可持续经营的研究——以鹤北林业局为例[J]. 森林工程,2016,32(3):12~15.
- [7] 黄伟,穆小洪. 黑嘎乡国有林保护区森林资源结构调查与分析[J]. 四川林业科技,2016,(2):103~106.
- [8] 李欧. 参与式发展研究与实践方法[M]. 北京:社会科学文献出版社,2010.