

可食松苗期生长规律研究

张晓鹏, 宋晓斌, 薄颖生, 韩恩贤, 苏美琼

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 通过对 2 a 生可食松(*Pinus edulis*) 苗木高、地径以及分枝数等生长参数的分析研究, 并且应用聚类分析法对其苗高生长时期进行了划分。研究结果表明, 可食松苗木高生长具较为明显的二次生长的特性, 但高生长增量主要集中在第一次快速生长期(04 11—06 30), 生长增量为 5.64 cm, 占全年高生长增量的 70.41%, 是苗高生长的关键时期。地径生长也具有和高生长相近的特点, 且地径生长表现出来和高生长相协调的特性。

关键词: 可食松; 高生长; 地径; 规律; 有序聚类分析

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2007)03—0075—04

中图分类号: S723.1⁺3

Research on Yearly Growth Regularity of Nursery Stocks of *Pinus edulis*

ZHANG Xiao-peng, SONG Xiao-bin, BO Ying-sheng, HAN En-xian, SU Mei-qiong

(College of Forestry, Northwest Sci-Tech Agriculture & Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The growth parameters such as height growth, diameter growth and the divaricates of the 2-year-old nursery stocks of *Pinus edulis* were analyzed, and different growth stages to height growth are determined by sequence cluster analysis. The result showed that height growth of the *Pinus edulis* was evidently characterized by the twice rapid growth stages. However, the considerable 5.64 cm increment of height growth occurs in the first rapid growth stage (April 11—June 30), and the increment at this stage accounts for 70.4% of the total increment in the whole year. It is the most important stage of fostering high quality nursery stocks of *Pinus edulis*. The diameter growth resembles and cooperates with the height growth.

Keywords: *Pinus edulis*; height growth; diameter growth; regularity; sequence cluster analysis

可食松(*Pinus edulis* L.) 又名食松、美味松, 属松科松属, 常绿针叶小乔木。可食松根系发达, 主根深达 3~4 m, 但一般水平根系主要分布在 25~41 cm。耐寒耐旱, 耐瘠薄, 分枝多, 主干不明显, 枝叶浓密, 具有很好的拦截雨水和水土保持作用。为美国荒漠和半干旱地区重要的防沙治沙、水土保持树种, 木本油料树种和高寒地带城市绿化树种, 具很强的抗逆性, 在美国西部干旱半干旱地区对生态环境起着重要的保护作用, 而且其所产种子食用性价值颇高^[1]。西北农林科技大学 2002 年从美国引入种子进行苗木繁育。目前对可食松苗木生长规律未见报道, 培育优质苗木的培育缺乏理论指导, 为此我们对可食松苗木生长规律进行了研究。林木种苗在年生长过程中表现出明显的节律性, 通常把苗高的年生长过程划分为出苗期、生长初期、生长盛期和生长后期^[2]。但这种划分一般是以苗木的形态特征而进行直观评定, 这种定性分析往往带有很大主观性和盲目性。随着数学

方法的运用, 关于生物生长规律研究的科学性大大提高。如孙岩等应用有序聚类分析法对樟子松苗期生长节律进行了研究^[3], 将樟子松的苗木生长分为 3 个时期(生长初期、生长盛期、生长后期)。林永英对于 1 年生卷斗青冈苗高生长时期有序聚类划分方法所做的研究等^[4]。本文试图通过对 2 a 生可食松苗木生长过程进行有序样品聚类分析, 并建立苗木生长数学模型来探讨可食松容器苗生长规律, 以寻求苗木管理的关键时期, 为培育优质壮苗提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

实验地设在陕西省扶风县天度乡, 位于东经 107°20′, 北纬 34°20′, 属黄土台塬地貌, 暖温带半湿润大陆性季风气候, 年平均气温 12.4℃, 年极端最高气温 40.3℃, 极端最低气温 -18℃, 年均降水量 604 mm, 无霜期 209 d。

收稿日期: 2006-03-10

修稿日期: 2007-03-06

资助项目: 国家林业局“948”项目“抗逆性可食松及栽培技术引进”(2001—37)

作者简介: 张晓鹏(1970—), 男(汉族), 陕西省淳化县人, 助研, 硕士, 从事森林培育和经济林栽培技术研究。E-mail: zhangxp1688@163.com。

通讯作者: 宋晓斌(1962—), 男(汉族), 陕西省武功县人, 副研究员, 主要从事森林培育等方面研究。E-mail: songxb88@yahoo.com.cn。

1.2 材料

试验用材料来自于本课题组 2002 年从美国引进的可食松种子所培育的播种苗;由于可食松苗木生长缓慢,在困难立地造林应以 2 a 生苗木造林较好,而且 1 a 生苗木生长所需的营养可从苗圃足量获得,不必人为补充养分;苗木第 2 a 生长则需更多的营养物质,苗圃地已远远不能满足苗木生长对养分的需求,需要加强管理,所以第 2 a 则应为培育优质苗木的关键时期,为此我们选择苗木第 2 a 作为研究对象。

1.3 方法

在苗床里随机选取 1 a 生苗木 50 株,挂牌标号进行定株观察,于土壤解冻树液流动后(3 月 20 日)开始,直到苗木停止生长(10 月 30 日),每 10 d 观测一次,观察项目包括苗高和地径。地径测量固定方向进

行定向测量,苗高测量以顶芽基部为准。分析方法应用有序聚类(最优分割法)对每次统计的苗高和地径的净生长量进行聚类划分。并用 Logistic 曲线方程对苗木生长进程进行拟合:

$$y = k / (1 + ae^{-bx})$$

式中: y ——苗高累计生长量; X ——生长时间; k ——生长极限; a, b ——待定常数。

2 结果与分析

2.1 苗高生长规律

2.1.1 苗木生长过程 按照实验方案对所选定的可食松苗木生长情况进行观测,然后对每次观测结果进行加权平均,求其平均值,并计算出各个测量阶段的平均苗高的净生长量,结果见表 1。

表 1 苗高、地径生长定期观测结果

测定时间	生长天数/d	高累计生长量/cm	高净生长量/cm	地径累计生长量/mm	地径净生长量/mm	测定时间	生长天数/d	高累计生长量/cm	高净生长量/cm	地径累计生长量/mm	地径净生长量/mm
—0320	0 ¹	6.50	0.00	7.58	0.00	—0720	122	12.75	0.11	12.67	0.57
—0331	11	6.60	0.10	7.72	0.14	—0731	133	12.85	0.10	12.94	0.27
—0410	21	6.79	0.19	7.86	0.14	—0810	143	12.98	0.13	13.28	0.34
—0420	31	7.21	0.42	8.52	0.66	—0820	153	13.10	0.12	13.43	0.15
—0430	41	8.11	0.90	9.71	1.19	—0831	164	13.29	0.19	13.57	0.14
—0510	51	9.00	0.89	10.16	1.35	—0910	174	13.60	0.31	13.73	0.16
—0520	61	9.75	0.54	10.80	0.64	—0920	184	14.03	0.43	14.00	0.27
—0531	72	10.86	1.21	10.86	0.06	—0930	194	14.30	0.27	14.24	0.24
—0610	82	11.62	0.76	11.72	0.86	—1010	204	14.42	0.12	14.36	0.12
—0620	92	12.00	0.38	11.77	0.05	—1020	214	14.48	0.05	14.34	0.10
—0630	102	12.43	0.43	77.83	0.06	—	—	—	—	14.39	0.06
—0710	112	12.64	0.21	12.10	0.27	—	—	—	—	14.41	0.02

注: ¹ 考察对象为苗木生长第二年,故把第一年生长时间作为 0,便于分析。

2.1.2 苗高月生长的比较 从表 1 可以看出,可食松苗高从 3 月开始到 10 月结束,持续 8 个月,每个月的净生长量是不同的(如图 1 所示)。

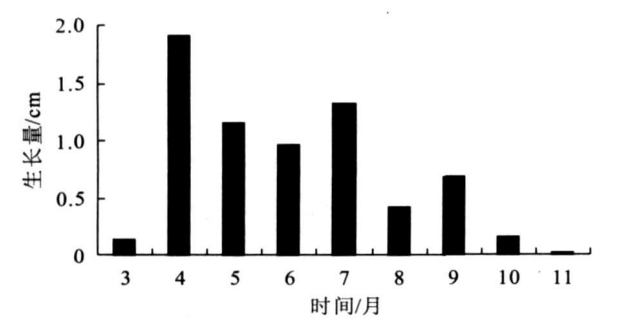


图 1 可食松苗高月生长比较

通过对苗高不同月份的生长量进行方差分析可以看出, $F = 94.496 > F_{(0.01)}$,说明可食松苗高生长各月间存在着显著差异,所以有针对性地抓住苗木生长的关键阶段,培育优质苗木,可达到事半功倍的效果(表 2)。

2.1.3 苗高不同生长时期的划分 参考有序聚类的划分方法^[5],对苗高的年生长进行划分。先根据苗高的统计量计算出每次统计的净生长量,再将每次的净生长量按照顺序进行连续编号,分别为 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{21}$,利用 SAS 统计分析软件对 21 个有序样本进行聚类分析,结合实际观察结果对可食松苗木高生长进程进行划分,结果见表 3。

表 2 苗高不同月份生长的比较

变差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比	$F_{(7, 14)} (0.01)$
组 间	7	156.7029	22.3861	94.496	8.86
组 内	14	3.3165	0.2369		
总 和	21	160.0194			

表 3 苗高生长时期的划分及生长情况的比较

生长时期	起止时间	累计生长时间/d	净生长量/cm	占全年总生长量比率/%
缓慢生长期	0320—0410	21	0.29	3.62
速生期	0411—0631	82	5.64	70.41
缓慢生长期	0701—0820	51	0.86	10.74
二次快速生长期	0821—0930	41	1.01	12.61
生长后期	1001—1020	20	0.21	2.62

从表 3 可以看出,可食松苗木年高生长可划分为 5 个生长时期,3 个缓慢生长期,2 个快速生长期,表现出较为明显的“慢—快—慢—快—慢”的生长特点,但进入高峰期较早(4 月中旬),具有明显的前期生长特性(日本落叶松高峰期出现在 7 月上旬至 8 月中旬^[6]);并有二次快速生长的特点,但苗高增量主要集中在第一次快速生长期(0411—0630),历经 81 d,生长增量为 5.64 cm,占全年高生长增量的 70.41%,是苗高生长的关键时期。而出现的二次速生期(0821—0930)生长时间较短(40 d),增量仅占全年增量的 12.61%,两次快速生长之间有一个较长的缓慢生长期,增量仅占全年增量的 10.74%,这可能是由于可食松适应了原产地寒冷气候,高温天气反倒不利于可食松生长。

2.1.4 苗高生长过程的模拟 首先以高累计生长量为 y 轴,以生长时间为 x 轴应用 excel 绘制出苗木高年生长进程图(图 2)。

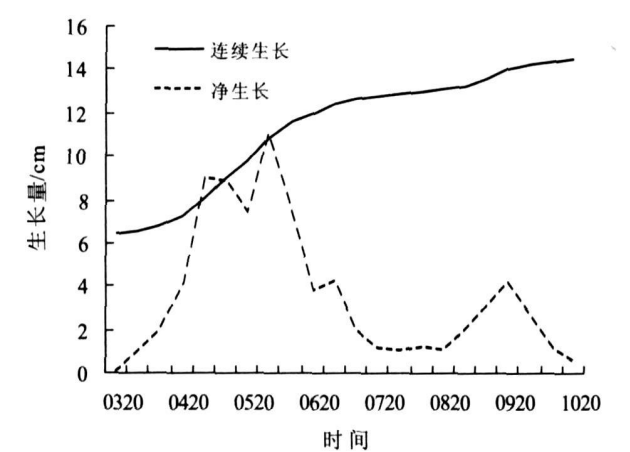


图 2 可食松苗高生长

从图 2 曲线可以看出,可食松年生长进程呈现双“S”型,而对于不同的生长曲线,研究工作者常常利

用各种数学模型来对植物的高生长过程拟合,以便更好地揭示生长时间和累计生长量之间的关系。通常认为 Logistic 曲线能够较好的描述植物的生长过程^[7-9],特别是“S”型生长曲线拟合效果更好,应用 SAS 分析软件,用 Logistic 曲线方程对可食松苗木高生长过程进行模拟,结果如下:

$$y = 14.90619 / (1 + 1.06598e^{-0.014919x})$$
$$R^2 = 0.98954$$

式中: y —— 苗高累计生长量(cm); x —— 生长天数(d)。

R^2 值为 0.98954,表明模拟曲线与实测曲线间的符合程度较高,说明用该方程可以表示可食松苗木的年生长过程,用回归值推测实际值具有较高的准确性。对该方程进行求导,求出该曲线的拐点值,通过拐点值(时间),可对苗木的年生长进程进行划分,找出苗木快速生长的时期,这样就为生长阶段的划分提供了一个数量化的指标。

2.2 地径生长

2.2.1 地径月生长的比较分析 从图 3 可以看出,可食松苗木地径月生长是不同的,4—7 月分生长量较多,但经过 F 检验可以看出, $F = 0.6612 < F_{(0.05)} = 2.64$,说明各月间生长差异不显著。

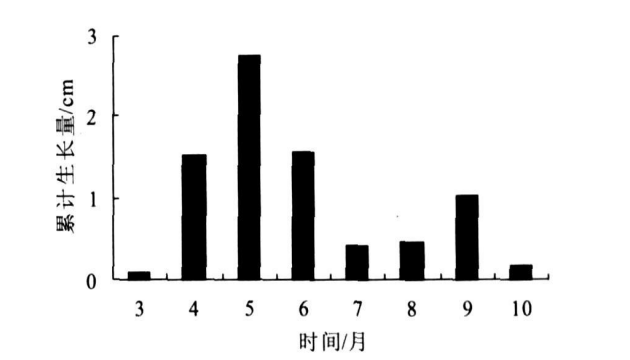


图 3 可食松地径月生长

表 4 地径不同月份生长的比较

变差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比	$F_{(8,15)}(0.05)$
组 间	8	31.69	3.961	0.6612	2.64
组 内	15	89.987	5.999		
总 和	23	121.646			

2.2.2 地径年生长规律的分析 从表 1 和图 2 可以得出,可食松的地径生长缓慢,年均增量为 0.786 cm;生长期较苗高长(地径 10.30 停止生长,高 10.10 停止生长),整个生长过程表现出和高生长相似的“慢—快交替”的生长特点,但地径生长的波动较大且频率高,特别是 7 月 20 日以前地径生长波动尤为频繁,这可能与这一时间段气候和降雨波动较大有关,但这一时间段地径的生长增量却占全年增量的 76%;地

径达到生长峰值的时间早于苗高生长峰值,当苗高 5.20~5.30 达到生长峰值 1.21 cm 时,地径却处于生长最低点 0.06 cm,而当苗木高生长进入缓慢期时(0710—0830),地径生长却进入了快速生长期(0710—0810),避免了和苗高生长高峰期的养分争夺,有利于苗木的生长。

2.3 生长参数的比较分析

分别在 2003 年和 2004 年的 12 月可食松苗木停止生长后,随机对研究对象各抽样 30 株,完整刨出抽样苗木,保证根系完整,用清水将其冲洗干净,用吸水纸吸干净冲洗水,分别称量可食松 1 a 生和 2 a 生苗木的地上、地下部分鲜重,然后在烘箱按 105℃ 的要求烘干,称其干重,求出其加权平均值,并计算出含水量,结果见表 5。

表 5 可食松苗木年生长参数的比较分析

苗龄/a	全株重/g	地上部鲜重/g	地上部干重/g	含水量/%	地下部鲜重/g	地下部干重/g	含水量/%	苗高/cm	地径/cm	分枝数/个
1	1.06	0.75	0.29	61.50	0.31	0.15	53.40	6.50	0.76	0.68
2	37.12	23.20	12.92	44.30	19.10	10.12	47.02	14.50	1.44	8.60

从表 4 可以看出,可食松 1 a 生苗木生物量较小,苗高仅为 6.50 cm,地上部分鲜重为 0.75 g,地下部分鲜重为 0.313 g;而 2 a 生苗木生物量显著增加,苗高为 14.5 cm,地上部分鲜重为 23.20 g,地下部为 19.1 g,且含水量比 1 a 生苗木小,这说明 2 a 生苗木干物质积累增多,根系的吸收能力大大增强;且分枝数 2 a 生苗木平均有分枝 8.6 个分枝,而 1 a 生苗木仅有 0.68 个。

以上结果说明第 2 a 苗木对营养的需求量大大增加,苗圃地的营养已不能满足苗木生长的需要,所以第 2 a 应为加强土壤管理,培育优质壮苗的关键时期,而从苗高和地径的增量来看,苗高增量为 8.0 cm,年生长率为 55.17%,地径年增量为 0.68 cm,年生长率为 47.22%,说明可食松的地径生长较苗高生长滞后。

3 结 论

(1) 可食松苗木生长较缓慢,第 2 a 的生长是培育优质苗木的关键时期,苗圃地土壤中肥力已远远不足苗木生长的需要,需加强土肥水的补给。

(2) 苗木生长期的长短对于苗高生长量有一定的影响,但起决定作用的是速生期的长短及高生长率的高低。

可食松苗木年生长表现出较为明显的前期生长的特点,且年高生长主要集中在第一次快速生长期

内,所以该时期为苗木管理的关键时期,及时加强土壤、肥、水管理,保证速生期苗木生长所需营养。同时建议可食松春季造林应尽早进行。

(3) 可食松苗木地径生长虽同苗高生长相似,表现出“快—慢”交替的生长特点,但地径交替生长的频率明显高于苗高生长,且生长高峰时间基本和苗高生长高峰不发生重叠,有利于苗木的生长。

[参 考 文 献]

[1] 韩恩贤,宋晓斌. 美国可食松考察报告[J]. 陕西林业科技,2003(1): 89—92.

[2] 傅松玲,刘胜清. 珍稀树种琅邪榆苗生长及生理模型的选择[J]. 福建林学院学报,1999,19(3): 253—255.

[3] 孙岩,王立新,李秋梅,等. 应用有序聚类法分析樟子松苗期生长节律[J]. 1995,20(4): 13—14.

[4] 林永英. 卷斗青冈苗高生长时期有序聚类划分方法研究[J]. 福建林学院学报,2002,22(3): 223—226.

[5] 张尧庭,方开泰. 多元统计分析[M]. 北京:科学技术出版社,1999. 444—457.

[6] 马建伟,于录成,王芳,等. 日本落叶松苗木生长规律研究[J]. 甘肃林业科技,2003(9): 45—47.

[7] 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,1993,8(3): 81—86.

[8] 张贵,曹世恩. 广义 Logistic 模型的推导及其应用[J]. 中南林学院学报,1999,19(1): 48—51.

[9] 杨耀仙,卞尧荣,姚小华. 林木苗期生长灰色模型的选择[J]. 林业科学研究,1991,4(2): 211—216.