

李云,季蒙,孙旭,等. 9 个种源兴安落叶松一年生实生苗生长规律[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):139-142.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.046

9 个种源兴安落叶松一年生实生苗生长规律

李云¹, 季蒙², 孙旭¹, 范菁芳¹, 王志波², 贾洪远³, 张桂兰⁴

(1. 内蒙古农业大学, 内蒙古呼和浩特 010019; 2. 内蒙古林业科学研究所, 内蒙古呼和浩特 010010;
3. 内蒙古扎兰屯市林业局, 内蒙古扎兰屯 162650; 4. 内蒙古察右后旗林业局园林管理所, 内蒙古察右后旗 012400)

摘要:为了指导兴安落叶松培育良种壮苗及合理引种,利用有序样本聚类分析法对 9 个种源兴安落叶松一年生播种苗苗高进行生长时期的划分,并对各种源苗高和地径进行 Logistic 拟合。结果表明:9 个种源兴安落叶松一年生播种苗苗高和地径年生长用 Logistic 方程可以很好拟合,各种源苗高拟合的相关系数均达到 0.99 以上,地径拟合的相关系数均在 0.95 以上。利用有序样本聚类分析方法划分苗高的生长阶段显示各种源生长盛期起始时间和持续时间各不相同。阿里河种源兴安落叶松进入生长盛期最早,生长盛期持续时间也最长,盛期生长量占年总生长量的 87.02%;阿木尔、呼中、莫尔道嘎的生长初期较长,生长盛期少于 60 d,盛期生长量占年总生长量的比值小于 60%。由 Logistic 方程划分的苗高生长盛期与用有序样本聚类法划分的生长盛期基本一致,苗高生长盛期主要在 7 月上旬到 9 月中旬,连日生长量最大的时间出现在 7 月底到 8 月中旬。由 Logistic 方程划分的各种源地径生长盛期起始时间及生长盛期持续时间差异很大,其中阿木尔种源地径生长盛期起始最早,持续期长达 110 d;嫩江和阿里河种源地径生长盛期起始晚,持续期也最短,生长盛期还不足 50 d。地径连日生长量最大的时间除克一河种源出现在 7 月底外,其他种源比较一致,都在 8 月中上旬。

关键词:兴安落叶松;苗高;地径;有序样本聚类分析;生长时期;Logistic 拟合

中图分类号: S791.222.05 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0139-04

兴安落叶松(*Larix gmelinii* Rupr.)是松科落叶松属的高大乔木,是大兴安岭地带性植被的主要组成树种,耐寒、喜光、抗性、易更新^[1],也是我国东北主要造林树种之一^[2],在我国用材树种中占据重要地位,是我国经济建设所需木材的主

要来源^[3]。目前,我国对兴安落叶松的生长规律研究主要是利用解析木的数据通过方程拟合来研究树高、胸径、材积与年龄间的关系^[4-9]以及利用树高、胸径来推测材积生长^[10],但只是定性划分了一年生苗木的苗高生长时期^[11]。掌握幼苗的生长节律,确定其生长盛期及生长速度可以更好地培育、管理苗木,提高其经济、生态价值^[12]。目前,扎兰屯地区兴安落叶松人工造林面积不断扩大,播种育苗量迅速增加,种子来源范围较广,因此对不同种源兴安落叶松幼苗生长规律进行研究,探讨其生长规律具有重要意义。

采用有序样本聚类分析法对一年生苗木生长时期进行定

收稿日期:2014-07-04

基金项目:林业公益性行业科研专项(编号:201104101)

作者简介:李云(1988—),女,陕西柞水人,硕士研究生,从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail:15947039347@163.com。

通信作者:季蒙,高级工程师,从事树木引种、育种及林业生态规划研究。E-mail:jimeng04@tom.com。

化奠定了基础。

本研究还发现,rDNA ITS 序列分子系统鉴定与传统形态学、致病性鉴定结论具有一致性,这是基于真菌的 ITS 序列受外界环境影响小、种间存在丰富变异、种内有较高保守性的缘故^[9-10]。结果表明,rDNA ITS 序列分子系统鉴定方法可以高效、快速地鉴定真菌。

参考文献:

- [1] 杨庆仙. 名贵中药材——枸杞[J]. 中国林业,1997(8):40.
- [2] 中国科学院中国孢子植物志编纂委员会. 中国真菌志:第一卷 白粉菌目[M]. 北京:科学出版社,1987:68-70.
- [3] Braun U. The powdery mildews (*Erysiphales*) of Europe[M]. Stuttgart:Gustav Fischer Verlag,1995:1-337.
- [4] Mori Y, Sato Y, Takamatsu S. Evolutionary analysis of the powdery mildew fungi nucleotide sequences of the nuclear ribosomal DNA[J]. Mycologia,2000,92:74-93

- [5] 裴冬丽. 凤仙白粉病的病原菌鉴定[J]. 河南师范大学学报:自然科学版,2011,39(2):115-118.
- [6] 庄彩云,李璐滨,胡陶,等. 适用于 rDNA ITS 分析的兰属菌根真菌培养及 DNA 提取方法[J]. 北京农学院学报,2007,22(3):4-6,31.
- [7] Szentiványi O, Kiss L, Russell J C, et al. *Ampelomyces* mycoparasites from apple powdery mildew identified as a distinct group based on single-stranded conformation polymorphism analysis of the rDNA ITS region[J]. Mycological Research,2005,109(Pt 4):429-438.
- [8] 刘铁志. 内蒙古白粉菌分类及区系研究[D]. 呼和浩特:内蒙古大学,2007.
- [9] Li C W, Pei D L, Wang W J, et al. First report of powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici* on tomato in China[J]. Plant Disease,2008,92(9):1370.
- [10] 王文静,裴冬丽,马原松,等. 商丘地区番茄白粉菌的鉴定[J]. 河南大学学报:自然科学版,2009,39(5):505-508.

量划分是一种科学客观的方法,已被广泛采用^[12-15]。以往研究表明,Logistic 方程能够较好地拟合植物生长过程,在苗木生长节律研究中也得到广泛应用^[16-19]。因此,本试验在定期观测 9 个种源兴安落叶松一年生实生苗木苗高和地径的年生长过程基础上,运用有序样本聚类分析法和 Logistic 模型定量分析苗木的生长规律,旨在为培育良种壮苗和合理引种提供理论依据与实践指导。

1 材料与方法

大兴安岭地区的 9 个兴安落叶松种源由内蒙古林业科学研究院提供。9 个种源分别来自黑龙江省阿木尔、十八站、塔河、嫩江、呼中以及内蒙古自治区阿里河、古金河、克一河、莫尔道嘎。苗圃地设在内蒙古自治区呼伦贝尔扎兰屯市市南 28 km 的成吉思汗苗圃内,2012 年 5 月 28 日将已浸种催芽的 9 个种源的种子进行播种育苗,苗床采用高床,播种方式为撒播,苗床规格为 1 m×10 m。出苗对苗高和地径进行测量,其中苗高从 2012 年 6 月 5 日开始测定,地径从 2012 年 7 月 5 日开始测定,每次测量于每月的 5、15、25 日进行,直到当年 10 月 5 日结束测量。采用随机抽样法,每次测定随机选取每个种源 50 株苗木,苗高采用钢卷尺测定(精确到 0.1 cm),地径采用游标卡尺测定(精确到 0.01 cm)。

原始数据利用 Excel 进行处理,计算平均值。苗高生长期划分采用有序样本聚类法,借助 SAS 9.0 的有序样本聚类分析编程计算;苗高和地径 Logistic 方程拟合采用采用 SAS 9.0 软件的 Model 语句实现。

2 结果与分析

2.1 苗高生长规律

从苗木出土到测定结束试验期间 9 个种源的兴安落叶松生长期共 129 d,苗高增长都符合“慢—快—慢”的生长规律。由图 1 可以看出,从 7 月初到 9 月中旬,9 个种源兴安落叶松苗高增长速度最快,9 月下旬后增长缓慢,苗高年生长量在 13~17 cm 之间。其中,阿木尔、金河、克一河、嫩江种源的苗高较高,都大于 16 cm,阿里河、十八站、呼中、塔河种源的苗高较低,均小于 14 cm。

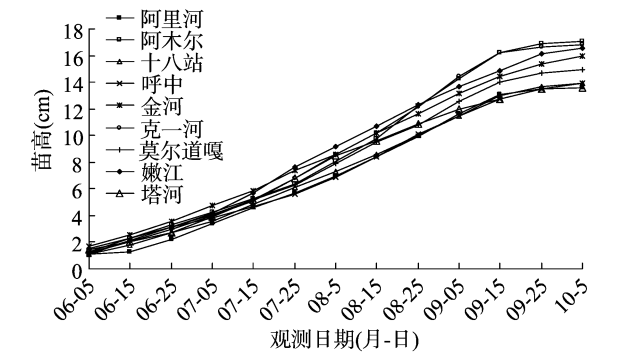


图1 各种源兴安落叶松一年生苗高生长曲线

2.1.1 苗高生长时期的划分 应用有序样本聚类分析法,对 9 个种源一年生兴安落叶松苗高生长时期进行划分,将 6 月上旬至 10 月上旬每旬净生长量连续编号,对这 12 个有序样本进行聚类。通过 SAS 编程将 12 个有序样本分为 3 类,将分类结果与实际苗高生长结合起来将苗高生长划分为生长初

期、盛期、末期 3 个阶段,划分结果见表 1。从表 1 可以看出,阿里河种源兴安落叶松进入生长盛期的最早,生长盛期持续时间也最长,盛期生长量占年总生长量的 87.02%;阿木尔、呼中、莫尔道嘎的生长初期较长,生长盛期较短,盛期生长量占年总生长量的比值小于 60%。

表 1 各种源兴安落叶松一年生苗高生长期划分及生长情况

种源地	生长时期	起止日期 (月-日)	累计 时间 (d)	净生 长量 (cm)	占年总生长量 的比例 (%)
阿里河	生长初期	05-30—06-15	17	1.30	9.59
	生长盛期	06-16—09-15	92	11.80	87.02
	生长末期	09-16—10-05	20	0.46	3.39
阿木尔	生长初期	05-30—07-25	57	5.13	37.43
	生长盛期	07-26—09-15	52	9.8	57.31
	生长末期	09-16—10-05	20	0.9	5.26
十八站	生长初期	05-30—07-05	37	3.60	25.92
	生长盛期	07-06—09-15	72	9.40	67.67
	生长末期	09-16—10-05	20	0.89	6.41
呼中	生长初期	05-30—07-25	57	5.60	40.32
	生长盛期	07-26—09-15	52	7.10	51.11
	生长末期	09-16—10-05	20	1.19	8.57
金河	生长初期	05-30—07-15	47	5.90	36.88
	生长盛期	07-16—09-15	62	8.55	53.43
	生长末期	09-16—10-05	20	1.55	9.69
克一河	生长初期	05-29—07-15	47	5.10	30.36
	生长盛期	07-16—09-15	62	11.15	66.37
	生长末期	09-16—10-05	20	0.55	3.27
莫尔道嘎	生长初期	05-30—07-25	57	6.30	42.17
	生长盛期	07-26—09-15	52	7.68	51.40
	生长末期	09-16—10-05	20	0.96	6.43
嫩江	生长初期	05-30—07-05	37	4.15	25.06
	生长盛期	07-06—09-25	82	11.95	72.16
	生长末期	09-26—10-05	10	0.46	2.78
塔河	生长初期	05-30—06-25	27	2.70	19.91
	生长盛期	06-26—09-05	72	9.30	68.58
	生长末期	09-06—10-05	30	1.56	11.51

2.1.2 苗高的 Logistic 拟合 Logistic 生长方程常用于描述林业生长,本研究选择 Logistic 生长方程来拟合这 9 个种源的一年生苗木高度生长量:

$$Y = K / (1 + ae^{-bt})$$

式中:Y 为累积苗高生长量,t 为生长时间,K 为生长极限值,a、b 为待定系数,e 为常数。

各种源兴安落叶松苗高 Logistic 方程拟合参数见表 2,由表 2 可以看出 9 个种源拟合的残差平方和及均方根误差都很小,相关系数都在 0.99 以上,拟合的效果很好。

对苗高实测值与估计值的差异作显著性检验,结果表明各种源的实测值与拟合值间差异不显著,即拟合结果与实测结果相近。

2.1.3 苗高连日生长量 对 Logistic 方程求一阶导得到连日生长量曲线方程;求二阶导,并令二阶导等于 0,可解得连日生长量最大的时间 $T_{max} = \ln a / b$;求三阶导,并令其等于 0,可以解得连日生长量变化最快的 2 个时间点 T_1 和 T_2 , $T_1 = (\ln a - 1.317) / b$, $T_2 = (\ln a + 1.317) / b$ 。其中 T_1 为生长初期与生长

表 2 各种源兴安落叶松一年生苗高 Logistic 拟合参数表

种源	<i>K</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	残差平方和	均方根误差	<i>R</i> ²
阿里河	15.359 9 **	17.139 9 **	0.039 8 **	0.863 1	0.293 8	0.996 3
阿木尔	20.663 7 **	15.857 1 **	0.035 4 **	1.934 6	0.439 8	0.995 2
十八站	15.982 5 **	13.464 9 **	0.036 0 **	0.586 4	0.242 2	0.997 7
呼中	16.512 5 **	12.567 2 **	0.033 5 **	0.764 1	0.276 4	0.996 9
金河	18.416 9 **	10.306 6 **	0.033 0 **	0.350 7	0.187 3	0.998 8
克一河	19.286 2 **	17.266 2 **	0.039 0 **	1.303 6	0.361 1	0.996 8
莫尔道嘎	17.484 1 **	12.295 3 **	0.034 5 **	0.458 0	0.214 0	0.998 4
嫩江	17.983 9 **	13.757 0 *	0.038 9 **	0.498 8	0.223 3	0.998 6
塔河	14.461 8 **	12.590 2 **	0.041 7 **	0.135 4	0.116 4	0.999 4

注:表中 ** 表示经 *t* 检验,在 0.01 水平下显著。

盛期的分界点, *T*₂ 为生长盛期与生长后期的分界点。

由 Logistic 方程来划分的苗高生长盛期与用有序样本聚类法划分的生长盛期基本一致,苗高生长盛期主要在 7 月上

旬到 9 月中旬。连日生长量最大的时间出现在 7 月底到 8 月中旬,其中阿木尔和呼中出现时期较晚,在 8 月中旬,塔河出现时间最早,在 7 月 29 日(表 3)。

表 3 各种源兴安落叶松一年生苗高生长临界点

种源地	<i>T</i> ₁ (d,月-日)	<i>T</i> ₂ (d,月-日)	<i>T</i> _{max} (d,月-日)	生长盛期 (月-日)
阿里河	38(07-6)	104(09-10)	71(08-08)	07-06-09-10
阿木尔	41(07-9)	115(09-21)	78(08-15)	07-09-09-21
十八站	36(07-4)	109(09-15)	72(08-09)	07-04-09-15
呼中	36(07-4)	115(09-21)	76(08-13)	07-04-09-21
金河	31(06-29)	111(09-17)	71(08-08)	06-29-09-17
克一河	39(07-7)	107(09-13)	73(08-10)	07-07-09-13
莫尔道嘎	35(07-3)	111(09-17)	73(08-10)	07-03-09-17
嫩江	34(07-2)	101(09-07)	67(08-04)	07-02-09-07
塔河	29(06-27)	92(08-29)	61(07-29)	06-27-08-29

2.2 地径生长规律

9 个种源的兴安落叶松地径增长也符合“慢—快—慢”的生长规律,生长初期增长幅度各不相同,但到生长后期,各种源的兴安落叶松地径总生长量趋于稳定,且差异不大,地径总量在 2.7~3.0 mm 之间(图 2)。其中,阿里河、阿木尔、呼中、金河、莫尔道嘎、塔河种源的一年生地径较大,克一河和嫩江种源的一年生地径值最小。

2.2.1 地径的 Logistic 拟合 对各种源兴安落叶松地径进行 Logistic 方程拟合,各估计参数见表 4。由表 4 可以看出,9 个种源拟合的残差平方和及均方根误差都很小,相关系数都在 0.95 以上,拟合的效果很好。对地径实测值与估计值的差异作显著性检验,结果表明各种源的实测值与拟合值间差异不显著,即拟合结果与实测结果相近。

表 4 各种源兴安落叶松一年生地径 Logistic 拟合参数表

种源	<i>K</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	残差平方和	均方根误差	<i>R</i> ²
阿里河	3.172 3 **	49.617 4	0.052 5 **	0.174 0	0.157 7	0.979 1
阿木尔	3.771 4 **	5.635 9 **	0.024 3 **	0.091 0	0.114 0	0.976 6
十八站	3.040 9 **	23.819 0 *	0.046 1 **	0.148 6	0.145 7	0.976 1
呼中	3.187 3 **	14.211 8 *	0.039 6 **	0.125 5	0.133 9	0.977 7
金河	3.204 9 **	28.069 3	0.046 7 **	0.300 7	0.207 3	0.958 5
克一河	3.102 1 **	7.754 6 **	0.034 1 **	0.023 1	0.057 4	0.994 0
莫尔道嘎	3.335 9 **	21.948 7 *	0.040 8 **	0.140 7	0.141 8	0.979 4
嫩江	3.006 5 **	64.417 1	0.057 3 **	0.219 0	0.176 9	0.972 6
塔河	3.559 0 **	19.913 0 *	0.038 4 **	0.151 7	0.147 2	0.979 0

注: **、* 表示经 *t* 检验,在 0.01、0.05 水平下显著。

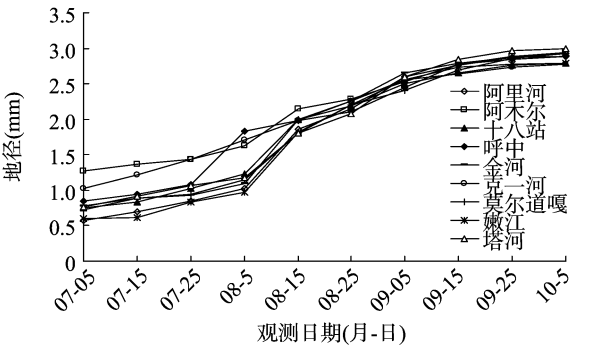


图 2 各种源兴安落叶松 1 年生地径生长曲线

2.2.2 地径连日生长量 由 Logistic 方程二阶导和三阶导求得生长初期与生长盛期的分界点及生长盛期与生长后期的分界点,并依此划分的地径生长盛期见表 5。由表 5 可以看出,各种源生长盛期起始日期及生长盛期持续时间差异很大,其中,阿木尔种源地径生长盛期起始最早,持续期最长,近

110 d;嫩江和阿里河种源地径生长盛期起始晚,持续期也最短,生长盛期还不足 50 d。地径连日生长量最大的时间各种源比较一致,为 8 月中上旬,只有克一河种源连日生长量最大时间在 7 月底。

表 5 各种源兴安落叶松一年生地径生长临界点

种源	T_1 (d,月-日)	T_2 (d,月-日)	T_{max} (d,月-日)	生长盛期 (月-日)
阿里河	49(07-17)	99(09-05)	74(08-11)	07-17—09-05
阿木尔	17(06-15)	125(10-01)	71(08-08)	06-15—10-01
十八站	40(07-08)	97(09-03)	69(08-06)	07-08—09-03
呼中	34(07-02)	100(09-06)	67(08-04)	07-02—09-06
金河	43(07-11)	100(09-06)	71(08-08)	07-11—09-06
克一河	21(06-19)	99(09-05)	60(07-28)	06-19—09-05
莫尔道嘎	43(07-11)	108(09-14)	76(08-13)	07-11—09-14
嫩江	50(07-18)	96(09-02)	73(08-10)	07-18—09-02
塔河	44(07-12)	112(09-18)	78(08-15)	07-12—09-18

3 结论

9 个种源兴安落叶松一年生播种苗高和地径年生长都可以用 Logistic 方程进行拟合。各种源苗高拟合的相关系数均达到 0.99 以上,残差平方和都小于 2,最小的为塔河种源的,残差平方和仅为 0.135 1,均方根误差在 0.1~0.5;地径拟合的相关系数均在 0.95 以上,残差平方和最大为 0.300 7,均方根误差都小于 0.21。

利用有序样本聚类分析法划分苗高的生长阶段显示各种源生长盛期起始时间和持续时间各不相同。阿里河种源兴安落叶松进入生长盛期的最早,生长盛期持续时间也最长,达 92 d,盛期生长量占年总生长量的 87%;阿木尔、呼中、莫尔道嘎的生长初期较长,生长盛期较短,仅为 52 d,盛期生长量占年总生长量的比值小于 57%。

由 Logistic 方程划分的苗高生长盛期与用有序样本聚类法划分的生长盛期基本一致,苗高生长盛期主要在 7 月上旬到 9 月中旬。连日生长量最大的时间出现在 7 月底到 8 月中旬,其中阿木尔和呼中出现时期较晚,在 8 月中旬,塔河出现时间最早,在 7 月 29 日。

由 Logistic 方程划分的各种源地径生长盛期起始日期及生长盛期持续时间差异很大,其中,阿木尔种源地径生长盛期起始最早,持续期最长,近 110 d;嫩江和阿里河种源地径生长盛期起始晚,持续期也最短,生长盛期还不足 50 d。地径连日生长量最大的时间除克一河种源出现在 7 月底外,其他种源比较一致,都在 8 月中上旬。

阿木尔和金河种源一年生兴安落叶松的苗高生长盛期较短,但苗高和地径生长总量却优于其他种源,在引种中可以优先考虑。

参考文献:

[1]池波,蔡体久,满秀玲,等. 大兴安岭北部兴安落叶松树干液流规律及影响因子分析[J]. 北京林业大学学报,2013,35(4):21-26.
[2]郭文峰,王传宽,杨传平,等. 兴安落叶松边材材心材生长特征的种源效应[J]. 林业科学,2009,45(6):109-115.

[3]李勃,德永军,韦勤,等. 3 种密度对兴安落叶松人工林生长的影响[J]. 内蒙古农业大学学报:自然科学版,2013,34(2):65-68.
[4]杜书立. 兴安落叶松单木生长规律的研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2012.
[5]张韬. 兴安落叶松生长过程图的编制[J]. 内蒙古林学院学报,1994,16(2):64-69.
[6]马利强,玉宝,王立明,等. 兴安落叶松天然林单木高生长模型[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2013,37(2):169-172.
[7]郭长福,刘晓辉,王正胜. 预测兴安落叶松未来林分胸径新探[J]. 中南林业调查规划,1995(2):9-12.
[8]洪清林,柴一新,王义弘,等. 大兴安岭塔河兴安落叶松天然林生长的研究[J]. 东北林业大学学报,1994,22(2):92-97.
[9]张俊,孙玉华,许俊利. 东北地区兴安落叶松人工林生长过程研究[J]. 西北林学院学报,2008,23(6):179-181.
[10]高明福,鄂中华,吕连兵. 大兴安岭东南部兴安落叶松胸径生长率与材积生长率的关系研究[J]. 内蒙古林业调查设计,2000(增刊):100-101,119.
[11]彭沅登,宋廷茂. 1 年生兴安落叶松苗木生长规律与心止现象发生机理初探[J]. 北京林业大学学报,1990,12(增刊3):62-67.
[12]余林,叶金山,朱恒,等. 5 种壳斗科树种实生苗年生长规律研究[J]. 江西农业大学学报,2013,35(3):486-490.
[13]陈存及,李生,曹永慧,等. 光皮桦苗高生长期划分有序样本聚类分析哪[J]. 福建林学院学报,2002,22(3):197-200.
[14]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.
[15]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.
[16]刘增喜,张国栓. 不同种源北非雪松 1 年生播种苗的年生长规律[J]. 山东林业科技,2012,42(4):1-4.
[17]张琰. 鹅掌楸实生苗生长规律研究[J]. 福建林业科技,2007,34(2):155-158.
[18]徐国瑞,刘济明,何绪,等. 罗甸小米核桃一年生播种苗的年生长规律[J]. 贵州农业科学,2010,38(11):207-211.
[19]金雅琴,何锐,张纪林,等. 乌柏 1 年生播种苗生长规律[J]. 东北林业大学学报,2010,38(9):10-12.