

文章编号:1001-7380(2015)01-0040-04

青冈1年生播种苗生长节律

汤 槿¹, 汤 榕¹, 侯 超¹, 陈 超¹, 窦全琴^{2*}

(1. 江苏汤氏园林有限公司, 江苏 句容 212400; 2. 江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153)

摘要:依据青冈1年生苗高、地径的观测数据,采用 Logistic 方程对其生长过程进行拟合。结果表明:(1)青冈播种苗出苗时的高、茎生长很快,出苗后的高、径生长符合“S”型曲线,呈现“慢-快-慢”节律。(2)根据生长量变化节律,苗高、地径生长过程可分为出苗期、生长前期、速生期和生长后期;苗高速生期为 55~169 d,速生点出现在第 111 d;地径速生期为 44~209 d,速生点时间为第 125 d;苗高、地径的累积生长量均在速生期最大,分别占理论上限值的 57.59% 和 56.17%。(3)苗高、地径生长的速生期持续时间有差异。苗高的速生期持续时间少于地径,而速生点的出现则早于地径,111 d 之前苗木主要进行高生长,111 d 之后则以地径生长为主。

关键词:青冈;播种苗;Logistic 方程;生长节律

中图分类号:S792.16 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2015.01.009

青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)是壳斗科(Fagaceae)青冈属常绿高大乔木,在长江以南的北亚热带、中亚热带以及南亚热带的常绿阔叶林和落叶常绿阔叶混交林中均有自然分布。青冈是江苏珍贵的硬阔叶用材树种,但是长期以来对青冈的研究开发工作很少,现有的种质资源均零星分布在马尾松、杉木针叶林以及其他次生林、残次林中,正面临枯竭^[1],因此,亟需开展种苗繁育技术研究,满足江苏造林绿化对青冈良种壮苗的需求。目前,针对青冈苗木培育的研究,主要集中在种子萌发的生理过程及形态结构^[2-3]、不同施肥方式对苗木生长的影响等方面^[4]。关于青冈苗木生长节律方面的研究,仅见易咏梅比较了光皮桦和青冈1年生苗的生长规律^[5]。对于如何准确表述植物生长进程的问题,许多学者已经进行了大量研究和探讨^[6-9],研究苗期生长规律是培育壮苗的基础。本文从1年生青冈苗木动态的苗高、地径生长量入手,采用 Logistic 方程对苗高、地径生长动态进行模拟,根据其中参数分析生长动态规律,期望为青冈壮苗培育提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地设在江苏省句容茅山镇丘陵岗坡地,属

于北亚热带季风气候,年平均气温 15.4℃,极端最高气温 40.7℃,极端最低气温 -14.0℃,年降雨量 1 031 mm,年均相对湿度 77%,无霜期 227 d。土壤为下蜀系黄土母质发育的黄褐土,pH5.0~6.0,土质粘重,土壤肥力一般。

1.2 试验材料

试验用种子为 2010 年 10 月中旬采自句容茅山磨盘林场,随即进行沙藏处理。翌年 3 月 5 日播种在塑料拱棚的沙床中,3 月 30 日开始出苗,4 月 12 日将长有 1 对真叶的芽苗移入苗圃地,株行距 15 cm×30 cm,6 月中旬施用尿素 1 次,整个生长季不进行遮荫。

1.3 数据调查

生长过程采用定株、定期调查法。于 5 月 2 日待苗木生长正常开始进行第 1 次测量,以后每 15 d 左右定期测定标准株的苗高、地径,直至 11 月 30 日结束,此时苗高生长停止,苗梢已经封顶,调查期 237 d,调查 14 次,调查数据使用 Excel2007, DPS v14.10 软件进行统计及分析。

1.4 模型选择与参数估计

根据青冈出苗后的苗高、地径与时间的散点图可知其生长曲线近似“S”形。本文选用 Logistic 方程模拟青冈苗期高、地径的年生长动态。

收稿日期:2014-09-03;修回日期:2014-12-02

基金项目:江苏省林业三新工程项目“珍贵树种青冈的种苗快速繁育与推广”(LYSX[2012]51)

作者简介:汤 槿(1973-),女,江苏句容人,大学本科毕业,研究方向:林木栽培与管理技术。

* 通信作者:窦全琴(1965-),女,河南沈丘人,研究员,大学本科毕业,主要从事林木遗传育种工作。E-mail:douqq2008@163.com。

其方程可以表示为 $Y = k / (1 + e^{a-bt})$ (1)

式中 k, a, b 3 个参数在 DPS v14.10 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,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^[10-11]。

首先,对式(1)求二阶导数,且令其为 0

$$d^2y/dt^2 = b^2 k e^{a-bt} (-1 + e^{a-bt}) (1 + e^{a-bt})^3 = 0$$

可得生长曲线瞬时最大斜率对应的时间,即

$$t_0 = a/b \tag{2}$$

t_0 为生长量日增长速度最大时间,称之为速生点(D)。再对(1)式求三阶导数,也令其为 0,即可得 $d^3y/dx^3 = b^3 k e^{a-bt} (e^{2lna-2bt} - 4e^{a-bt} + 1) (1 + e^{a-bt})^4 = 0$,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 2 个时间点,

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

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

当 $t < (a - 1.317)/b$ 为生长初期,在此阶段苗高、地径生长缓慢。

当 $(a - 1.317)/b < t < (a + 1.317)/b$ 为速生期,在此阶段苗高、地径生长迅速。

当 $t > (a + 1.317)/b$ 为生长后期,在此阶段苗高、地径生长缓慢^[7]。

2 结果与分析

2.1 苗高与地径生长状况

青冈子叶留土萌发,胚根向下生长,胚芽呈钩状伸出播种面,幼茎由红褐色转为暗绿色,茎生长至 3.0 cm 以上时 1 对初生叶展开。青冈出苗后首次测定的苗高达 3.34 cm,占全年高生长的 20.39%,此后幼苗生长非常缓慢,6 月中旬前苗高净生长量为 1.28 cm,占全年高生长的 7.81%,6 月中旬后苗高生长逐渐加快,7 月 2 日至 7 月 24 日(22 d)苗高出现第 1 次生长高峰,高生长量为全年的 18.10%。7 月 25 日至 8 月 11 日苗高的生长量次之,8 月 12 日后苗高生长进入第 2 次高峰,高生长量为全年的 14.46%,7 月 2 日至 9 月 26 日(86 d)苗高净生长量为 10.11 cm,占全年高生长的 61.72%,9 月 27 日后苗高净生长量为 1.65 cm,占全年高生长的 10.07%。

青冈地径在出苗期生长较快,出苗后的生长较缓慢,6 月底 7 月初以前(71 d)的地径生长量仅为 0.062 cm,占全年地径生长量的 14.35%,7 月后生长加快,7 月 3 日至 10 月 26 日(117 d)地径净生长量为 0.246 cm,占全年生长的 56.94%,10 月 27 日后地径净生长量为 0.052 cm,占全年生长的 5.72% (见表 1)。

表 1 青冈 1 年生播种苗苗高、地径生长量

性状	生长量	5 月 2 日	5 月 17 日	6 月 2 日	6 月 17 日	7 月 2 日	7 月 24 日	8 月 11 日	8 月 26 日	9 月 11 日	9 月 26 日	10 月 11 日	10 月 26 日	11 月 12 日	11 月 30 日
苗高	连续生长量/cm	3.34	3.71	4.10	4.62	5.41	8.38	10.06	12.43	13.44	14.72	15.89	16.37	16.38	16.38
	净生长量/cm		0.37	0.39	0.52	0.80	2.97	1.69	2.37	1.02	1.28	1.17	0.48	0.01	0
	占全年生长量/%		2.26	2.38	3.17	4.85	18.10	10.29	14.46	6.21	7.80	7.12	2.94	0.04	0
	累积/%	20.36	22.62	25.00	28.17	33.03	51.13	61.42	75.87	82.08	89.88	97.00	99.94	99.98	99.98
地径	连续生长量/cm	0.114	0.123	0.140	0.162	0.176	0.204	0.252	0.271	0.310	0.339	0.370	0.407	0.432	0.432
	净生长量/cm		0.009	0.017	0.022	0.014	0.029	0.048	0.019	0.039	0.029	0.031	0.037	0.025	0
	占全年生长量/%		2.08	3.82	5.09	3.24	6.60	11.00	4.41	9.13	6.69	7.20	8.58	5.72	0
	累积/%	26.39	28.47	32.29	37.38	40.63	47.25	58.22	62.63	71.76	78.45	85.65	94.23	99.95	99.95

2.2 苗高、地径生长动态分析

应用 Logistic 方程和青冈不同时期苗高、地径生长量,得到苗高生长数学模型: $Y_H = 18.109 535 / (1 + e^{(2.554 698 - 0.022 860 t)})$ ($R^2 = 0.986$);地径生长数学模型: $Y_D = 0.516 318 / (1 + e^{(1.972 03 - 0.015 711 t)})$ ($R^2 =$

0.992)。上述 2 个回归方程的决定系数均 98% 以上,因此可以采用此方程进行生长参数估计,青冈 1 年生苗出苗后的苗高生长过程符合“慢-快-慢”的 S 型曲线的节律,54 d 前苗高生长缓,55~169 d 为速生期,速生点出现在第 111 d(见图 1);与苗高相比,

地径的速生期为 44~209 d,持续时间长达 166 d,速生点出现的时间晚于苗高(125 d),生长后期时间较短为 28 d(见图 2)。

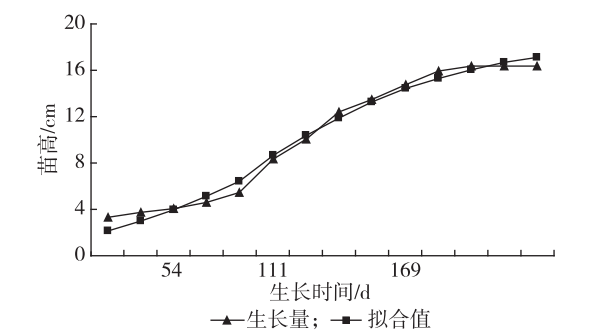


图 1 青冈苗高生长进程

2.3 苗高、地径生长时期划分

青冈苗高速生期始于 6 月 1 日结束于 9 月 24 日,累积生长量达 10.43 cm,占理论上限值的 57.59%,速生点出现在 7 月 27 日,生长前期和生长

后期的生长量较小,分别占理论上限值的 21.87%和 15.02%;地径的生长节律基本同于苗高,地径的速生期持续的时间较长(166 d),累积生长量达 0.29 cm,占理论上限值的 56.17%,生长前期的累积生长量占理论上限值略高于苗高,而生长后期持续时间很短(28 d),累积生长量仅 0.06 cm,占理论上限值的 11.62%(见表 2)。

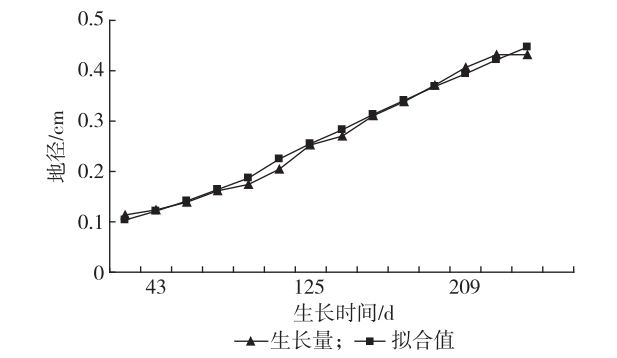


图 2 青冈地径生长进程

表 2 青冈 1 年生播种苗苗高、地径生长时期

性状	项目	生长前期	速生期	生长后期	总计
苗高	持续时间/d	54(3月30日~5月23日)	115(5月24日~9月14日)	68(9月15日~11月22日)	237
	累积生长量/cm	3.96	10.43	2.72	17.11
	占理论上限/%	21.87	57.59	15.02	94.48
地径	持续时间/d	43(3月30日~5月12日)	166(5月13日~10月26日)	28(10月27日~11月24日)	237
	累积生长量/cm	0.13	0.29	0.06	0.49
	占理论上限/%	25.18	56.17	11.62	92.97

3 结论与讨论

(1)青冈 1 年生播种苗形态构成期的高、茎生长很快,这与青冈萌发生理过程有关,其种子富含淀粉 60% 以上,种子沙藏吸涨阶段也是种子内物理和化学变化的过程。曾丹娟等研究结果表明,淀粉含量在青冈种子萌发过程中从第 2 d 开始一直呈减少的趋势,说明淀粉在整个萌发过程中是青冈种子主要的能量来源,把贮存淀粉水解为简单有机物,并运输到胚根、胚轴、子叶,供给幼苗至形态构成等一系列生理活动,需要一段时间^[2]。幼苗破土时,胚轴生长没有土壤限制,胚轴伸出 1 对真叶萌发时,幼茎即 3.0 cm 以上,出现第 1 个生长的“异养”高峰。但出苗后的 50 d 内,种子贮存的营养物质随形态构成逐渐耗尽,地上部分叶面积小,合成的光合产物较

少,高、茎生长进入缓慢的间歇期;50 d 后当真叶增长到充足的数量,加之根系吸收能力的增强,光合能力和生理活力也随之增强,幼苗进入快速生长阶段,又出现第 2 个生长“自养”高峰,苗高速生期在 55~169 d,170 d 后生长变缓;地径速生期在 44~209 d,210 d 后生长基本停滞,因此青冈出苗后其生长呈现“慢-快-慢”节律,生长进程符合 Logistic 曲线模型方程。

(2)由青冈生长曲线的变化节律可知,可将 1 年生青冈苗高、地径生长过程划分为出苗期、生长前期、速生期和生长后期,与易咏梅对青冈苗期生长阶段的划分基本一致^[5],但苗木速生期出现的时间与持续时间略有差异,本试验青冈苗木速生期出现的时间稍晚,速生持续时间较易咏梅所得结果长 30 d

左右^[5],可能与试验立地条件和苗期施肥管理等因素有关。应用 Logistic 方程可计算各生长阶段相应的生长量累积,速生期的苗高、地径生长量占理论上限值的比例分别为 57.59% 和 56.17%。速生期内的生长量累积在总生长量中所占贡献最大,因此可作为制定培育青冈良种壮苗的田间水肥管理措施的理论依据。

(3)青冈自然分布于本省常绿阔叶林或常绿阔叶与落叶阔叶混交林中,是北亚热带宁镇丘陵区具有代表性的森林群落之一,幼苗喜湿耐阴,苗期生长较慢。本试验青冈1年生播种苗是在全光照圃地上培育,因此,尚需探讨采取不同遮荫措施和林下侧方庇荫条件对青冈幼苗生长发育和生理特性的影响,以期为青冈种苗培育,现有林分抚育及植被恢复提供理论依据和技术支撑。

参考文献:

[1] 黄宝龙. 江苏森林[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1998.

- [2] 曾丹娟,罗艾莹,白坤栋,等. 青冈种子萌发的生理生态学研究[J]. 种子,2013,32(10):8-11.
- [3] 张德楠,罗艾莹,徐广平,等. 温度和土壤含水量对青冈种子萌发的影响[J]. 广西植物,2013,33(3):306-312.
- [4] 陈秋夏,王金旺,郑 坚,等. 不同施氮水平对青冈容器苗的形态和生理特性影响[J]. 中国农学通报,2011,27(28):28-35.
- [5] 易咏梅. 光皮桦与青冈一年生播种苗生长特性比较[J]. 林业科技通讯,1999,(9):24-26.
- [6] 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.
- [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]. 西北林学院学报,1993,8(3):81-86.
- [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] 董筱昀,黄利斌. 金焰彩棠嫁接苗年生长规律研究[J]. 江苏林业科技,2014,41(2):20-23

· 征订启事 ·

欢迎订阅 2015 年度《江苏林业科技》

《江苏林业科技》为国内外公开发行的综合性林业科学技术刊物。1974 年创刊。为全国中文核心期刊、《中国学术期刊(光盘版)》入编期刊、全国优秀期刊、江苏省优秀期刊、全国优秀农业期刊、华东地区优秀期刊。加入“万方数据——数字化期刊群”和中国期刊网等。

《江苏林业科技》主要刊登良种选育、育苗造林、园林绿化、林副特产、森林经营、森林保护、调查设计、野生动物等方面的学术论文、科研报告、经验总结,以及林业新成果、新技术,有较强的指导性、技术性、实用性,是林业科研、教学工作者、管理部门及广大林业生产者不可少的参考资料。欢迎订阅,欢迎投稿,欢迎刊登广告,宣传产品等。

《江苏林业科技》为双月刊,大 16 开本,国内外公开发行。国内统一刊号:CN 32-1236/S,国际标准刊号:ISSN 1001-7380,每期定价 6.00 元,全年订费 36.00 元。全年办理订阅手续,需订阅者请到当地邮局订阅或将订款汇至南京市江宁区东善桥江苏省林业科学研究院本刊编辑部,邮政编码 211153。电话(025) 52745438,52744011。由银行或邮局汇寄均可。开户银行:南京市农业银行金鹰支行,户名:江苏省林业科学研究院,帐号:10105101040000010。邮发代号:28-303。