

# 红竹生长发育的研究

马乃训 张文燕 陈红星 黄树田 吴玲玲 张培新

(中国林业科学院亚热带林业研究所)

(浙江省安吉县灵峰寺林场)

(浙江省安吉县林业局)

**摘要** 红竹 *Phyllostachys iridescens* Yao et Chen 是一种笋用、材用、箨用均佳, 产量和经济效益都较高因而值得推广种植的优良经济竹种。本文是作者十余年来, 在浙江省安吉县灵峰寺林场对红竹生长、发育连续研究所得资料的系统总结。内容包括竹笋—幼竹、成竹、地下茎生长, 新造红竹林的发笋特性、成竹质量和红竹的开花结实等。

**关键词** 红竹; 生长; 发育

红竹 *Ph. iridescens* Yao et Chen 又名红壳竹、红哺鸡、红鸡竹, 为《中国植物志》第九卷一分册禾本科竹亚科编写过程中于1980年定名的竹类植物新种<sup>[1]</sup>。红竹广泛分布和栽培于浙江、安徽、江苏等省, 近十几年来, 北移至河南、陕西、山东、北京等地, 生长良好。红竹作为笋用、材用、箨用均佳, 其笋味甘甜鲜美, 为群众所喜食, 在浙西北一带被誉为竹笋之冠。红竹竹材中型, 材质虽较脆但经晒不裂, 宜用作棚架、农具柄、晒杆、篱笆等, 劈箨可用来编织多种竹编制品, 笋竹产量和经济效益都较高, 高产的红竹林年亩产鲜笋超过1t, 竹材超过2t, 是散生竹类中值得推广种植的优良经济竹种之一。

## 一、竹笋—幼竹生长

### (一) 出笋期

在浙西北一带, 红竹于4月上、中旬开始出笋, 前后历时20天左右。影响出笋期的主要因子是温度, 因产地温度分布不同, 出笋期有差别; 在同一产地, 由于不同年间的温度有变化, 因而出笋期也表现出差异。据1976~1978年在安吉竹种园连续3年设置样地进行出笋调查(表1)表明, 红竹出笋所需要的旬平均气温约为14~16℃。

### (二) 出笋和成竹的数量分布

在出笋期内红竹笋的出笋数量依持续时间而有变化, 从1976年逐日出笋的调查统计(表2)得知, 前期和后期出笋数都较少, 大量的笋在中期出土, 从4月14日至4月22日的出笋数占总出笋数70%。出笋依时间的分布趋于正态分布。

表1 红竹出笋期和温度

时 间	1976年			1977年			1978年		
	四月上旬	四月中旬	四月下旬	四月上旬	四月中旬	四月下旬	四月中旬	四月下旬	五月上旬
旬平均气温(℃)	10.3	15.6	19.1	14.6	16.8	18.7	17.3	16.4	19.0
出笋数(只)	7	64	29		51	17	85	34	6

成竹数量依出笋数而变化，也依出笋期不同而有明显差异。表 3 为 1978 年在安吉竹种园标地内的插签调查结果，早期出笋成竹率最高，晚期出笋成竹率最低，全部为退笋。

表 2 红竹出笋数量分布

日 期	4月8日~10日	11~13日	14~16日	17~19日	20~22日	23~25日	26~28日	小计
出笋数量(只)	7	13	14	26	30	7	3	100
百分率(%)	7.0	13.0	14.0	26.0	30.0	7.0	3.0	100

表 3 成竹数量分布

日 期	4月11日~20日	4月21日~30日	5月1日~10日	小计
出笋数量(只)	85	34	6	125
成竹数量(支)	39	10	0	49
成竹率(%)	45.88	29.41	0	39.20

### (三) 笋期生长

1976年~1978年每年在红竹林中选择早期出笋、生长较健壮的 2~3 株竹笋作为供测样笋，每日定时测定其笋高，结果如表 4。由表 4 看出，红竹笋从出土到长成新竹所历生长天数有变化，最少只需要 20 多天的时间，最长则要经历一个半月。长成的新竹越高，其生长所需的天数越多。最大日生长量和平均日生长量也和其成竹高成正相关。

在同一竹林内，不同时期出土的竹笋生长也有差异。1984年在安吉竹种园内测得的不同时期出土的 9 株样笋的生长如表 5。竹笋随着出土时间的先后，长成新竹所需的天数有逐渐减少和所长成的新竹高有逐渐下降的趋势，而最大日生长量随出土时间的变化不明显。

表 4 红竹笋期生长天数及最大日生长量

测定年份(a)	开始测定日期	笋期生长天数(d)	最大日生长量(cm)	样笋成竹高度(cm)	平均日生长量(cm)	备注
1976	4月8日	26	43.3	423.8	16.3	安吉竹种园内
1977	4月13日	25	15.0	168.3	6.7	安吉竹种园内
1978	4月14日	38	58.0	759.0	20.0	安吉竹种园内
1978	4月13日	44	60.0	862.0	18.6	安吉马家渡成林中

表 5 不同时期出土的红竹笋生长

出笋期	笋号	单株样笋			各期样笋均值			
		开始测定日期	生长天数(d)	新竹高(cm)	最大日生长量(cm)	生长天数(d)	新竹高(cm)	最大日生长量(cm)
早期	红2	4月12日	47	995	70			
	红3	4月12日	47	1000	77	46.3	1003	74.0
	红5	4月12日	45	1015	75			
中期	红6	4月27日	39	970	80			
	红7	4月27日	36	1020	80	38.0	982.5	78.75
	红8	4月27日	39	990	90			
	红9	4月27日	38	950	65			
后期	红11	5月3日	35	980	65	36.6	967.5	70.0
	红12	5月3日	37	955	75			

依据不同时期出笋的红 2、红 7、红 11 三株样笋的每日生长量调查资料，配合出红竹笋高生长的 logistic 曲线方程分别为：

$$H_{\text{红}2} = 103.367 / (1 + e^{5.748 - 0.178t}) \quad (1)$$

$$R = 0.9617^{**} \quad R_{0.01} = 0.372$$

$$H_{\text{红}7} = 103.928 / (1 + e^{4.6668 - 0.2182t}) \quad (2)$$

$$R = 0.9838^{**} \quad R_{0.01} = 0.418$$

$$H_{\text{红}11} = 102.971 / (1 + e^{4.618 - 0.241t}) \quad (3)$$

$$R = 0.9885^{**} \quad R_{0.01} = 0.449$$

式中  $H$  为红竹笋相对高度(笋高/所成新竹的高度)， $t$  为竹笋出土后生长所历经的天数。

本文中 logistic 理论曲线方程式  $y = K / (1 + e^{a-bx})$  中  $K$  采用三点法求出<sup>[2]</sup>， $K = 2p_1 p_2 p_3 -$

$$p_2^2(p_1 + p_3)/p_1p_3 - p_2^2。$$

由式(1)、(2)、(3)看出,不同时期出土的红竹笋的生长曲线方程有差异,随着出土时间的推迟,方程的容量值几乎无变化,而  $a$  值则逐渐减小,  $b$  值逐渐增大,整个公式的分母值趋向逐渐变小,即在相同的  $t$  值时,整个公式值趋向逐渐增大。

## 二、成竹生长

### (一) 秆、枝、叶的生长

当红竹笋发枝展叶、高生长停止时,竹子的秆形生长结束,竹秆的高度、粗度和体积不再发生明显变化。但这时的竹秆、枝、叶组织幼嫩,含水量高而干物质含量低。成竹后的生长则主要是营养物质的积累,含水量减少。

表6为1988~1989年在安吉竹种园所测定的不同年龄红竹的秆、枝、叶的干物质含量百分率。红竹各器官干物质含量均随年龄的增大而增加,特别是由当年生到二年生时,这种增长更为明显。当竹秆在5年生和竹枝、叶在4年生时,则开始出现下降趋势,表明已开始转入衰老生长。在同一年龄中,枝条的干物质含量最高,竹叶最低,不同年龄间的干物质含量变动幅度以竹叶为最小。

红竹的秆、枝一次生成,无次生生,竹叶却是每年换叶一次。一般在春季的2月底3月初叶芽开始发育,到6月新叶全部长成。据观察,在新叶刚长成时老叶即开始部份脱落,直到下一年的新叶全部长成,余下的老叶才逐渐脱光。图1为1988年6月至1989年5月于红竹林内随机设置的6个落叶收集框每月收集的落叶量的变化。由图看出,红竹在一年中每个月都在落叶,换叶前后的5~7月为落叶的高峰期。

### (二) 地下茎的生长

1984年在安吉竹种园设置了40条竹鞭(即地下茎)进行生长情况的观测,每月定时挖掘一次,测定其生长量和分布深度。由于每次挖掘都无法避免对竹鞭或鞭笋的机械伤害,只有少数竹鞭观测到全年的生长情况。地下茎明显生长始于5月中、下旬,这时新竹多已发枝展叶,高生长基本停止。7~9月地下茎生长进入高峰期,每月最大生长量可达82cm到11月中旬以后生长停止或生长极为缓慢,直到来年出笋成竹后再恢复生长。鞭笋过冬后,部份死亡,这时则由其鞭笋附近的侧芽萌发替代。当鞭笋在生长中发生折断、枯死或遭机械伤害丧失生命力后,在其断点附近的侧芽继续萌发生长,一般是1~2个侧芽萌发,最多可达4个侧芽同时萌发长成新鞭。竹鞭在土壤中呈波状延伸,较多的是在土层15~30cm的范围内分布。

表6 不同年龄红竹的秆、枝、叶干物质含量  
(单位: %)

年龄(a)	当年生	2	3	4	5
秆	41.88	50.29	55.20	56.17	48.67
枝	47.25	55.73	60.95	59.99	59.49
叶	42.87	49.53	50.97	46.98	

注: ① 秆、枝的当年生和5年生干物质含量百分率为7、9、11月三个测定值的平均数; 2~4年生为1、3、5、7、9、11月六个测定值的平均数。② 叶含干率为7、9、11和次年1、3、5月六个测定值的平均数。

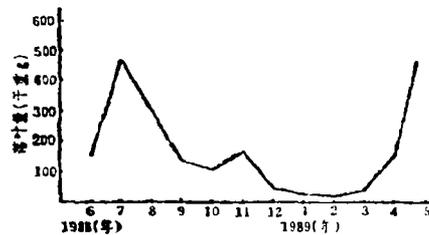


图1 红竹每月的落叶量变化

注: 8月份数据因人为因素而缺失。

### (三) 新造红竹林的发笋成竹

红竹为笋、竹高产竹种，发笋和成竹率均较高，这一特性在新造红竹林亦很明显。据安吉竹种园1974年春季造林的2亩多红竹林连续几年的调查结果(表7)可见，红竹在造林第二年即每亩发新竹612支，平均每支母竹发新竹10.2支，到第四年(1977年)每亩新竹达1500支左右，平均每母竹，发新竹25支左右，竹林实现了郁闭。

## 三、开花结实

### (一) 红竹花的形态和生长

红竹的花穗梭形，长3~6cm，每穗含5~7小穗，每小穗具1~3朵花，其中的顶花常不育而退化为针状。通常每花具雄蕊3枚，花药淡黄色，线形，长8~11mm，花丝白色，长2.8~3.2cm。子房倒卵形，花柱白色丝状，柱头三裂伸出稃片外。花粉粒球形或近球形，直径范围在42.0~61.6 $\mu$ m，平均直径为53.4 $\mu$ m，大多属大型孢子类型。外壁表面纹饰细颗粒状，萌发孔直径约10 $\mu$ m，内口直径5.5 $\mu$ m左右，为单极孔近圆形，微外凸，孔内口较大，孔环窄。花粉萌发率较低，在5%和10%蔗糖培养液中萌发率分别为23.8%和6.4%<sup>[3]</sup>。

红竹转入生殖生长阶段后，一般于早春(2~3月)形成花芽，并在当年的4~5月进入盛花期。大量开花的竹林，当年的竹笋和新竹可以直接发育成开花笋或竹。红竹为长花期竹种，开花竹株会不断形成花穗，一年四季都会有竹花不断开放，就是在严冬的1月份也可见到正在开花的红竹。

若以花药伸出稃片外作为竹开花的象征，则红竹花大多在白天开放，又以上午的开花频率最高，中、下午次之。雄蕊的发育顺序为先花药伸长，继而花丝伸长，花药下垂，于成熟时在下端两侧开裂小口，撒出花粉。一般花药从伸出稃片到停止生长需8~24h，花丝在稃外生长历时6~14h，从花药伸出到撒粉共需48h左右，观测结果如表8。花药的生长发育受气候条件影响很大，气温高，生长发育快，白昼气温一般高于夜间，因而白昼的生长量通常大于夜间生长量。雌蕊的柱头生命力较短，从伸出稃片外到枯萎一般在24h以内。

### (二) 红竹的结实和种实特性

红竹开花后具有结实能力，但结实率很低。据1988年的调查，竹秆上部枝条结实率为3.99%，中部为8.68%，下部为5.2%。虫害可能是影响红竹结实的原因之一。1987年对开花红竹林调查，竹花受虫害率达90%。主要虫害为长蜡和小家蝇，常以成虫产卵于花内，以幼虫蛀食花药及子房，使竹花不能结实。

表7 新造红竹林新竹情况

全林调查结果		1977年抽样调查结果					
当年发新竹数 (支/亩)	次年发新竹数 (支/亩)	抽查母竹数 (支)	发新竹情况				每亩发新竹数 (支)
			新竹总数 (支)	每母竹平均 (支)	平均基径 (cm)	最大基径 (cm)	
141	612	8	203	25.4	2.1	3.4	1524

① 标准误  $\sigma_n = 3.0 (f=7, p=0.05, t=2.365)$ ;

② 每亩新竹数 = 每亩栽种母竹数  $\times$  每母竹发新竹数  $\pm 2.365 \times \sigma_n = 60 \times (25.4 \pm 2.365 \times 3.0) = 1524 \pm 426$ 。

表8 红竹花雄蕊的生长

测定日期	4月16日								4月17日			4月18日		
	16	18	6	8	10	12	14	16	18	6	8	10	12	
花药伸出长度 (mm)	2	2	3	3	3	4	8	11	11	11				
花丝伸出长度 (mm)									1~3	5~7	7~10	10	10	

春季开花的红竹在当年的6月底种子开始成熟。1987年7月3日调查了5株开花红竹的结实量及种子的干粒重(表9)。由表9看出,开花红竹以秆中部的结实量最高,由于竹株个体大小不一,竹株间的结实量也各不相同,而种实的干粒重以秆下部的最重。自然脱落的红竹种实均带内外稃片,呈不对称的纺锤形,长1.8~2.2 cm,最宽处直径2 mm左右。脱去内外稃片后的红竹籽实为颖果,长卵形如麦粒状,淡褐色,长0.9~1.1 cm,直径1.7~2.0 mm。红竹种实的发芽率不高,1988年进行红竹种实育苗试验,种实于7月15日和8月5日采集,贮藏1、2个月后于9月17日播入营养杯中,出苗率仅为2%~5%。

表9 红竹的结实量和种实的干粒重

竹株号		1	2	3	4	5	小计	干粒重 <sup>①</sup> (g)
秆上部	种实粒数	97	126	136	85	43	487	42.51
	重量(g)	4.3	5.3	4.8	4.4	1.9	20.7	
秆中部	粒数	151	153	260	213	141	918	41.07
	重量(g)	6.4	6.1	10.9	9.0	5.3	37.7	
秆下部	粒数	72	132	106	172	102	584	45.04
	重量(g)	3.2	5.4	4.2	7.7	5.8	26.3	

① 种实的重量和干粒重均包含内、外稃片。

## 参 考 文 献

- [1] 王正平等, 1980, 中国刚竹属的研究, 植物分类学报, (2):170~171。  
 [2] 邱祥光, 1985, 昆虫生态学的常用数学分析方法(修订版), 农业出版社, 650~657。  
 [3] 张文燕等, 1989, 竹类花粉形态及萌发试验, 林业科学研究, 2(1):67~69。

## GROWTH AND DEVELOPMENT STUDY ON *PHYLLOSTACHYS IRIDENSCEANS*

Ma Naixun    Zhang Wenyan    Chen Hongxing

(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Huang Sutian    Wu Lingling

Zhang peixin

(Lingfengsi Forest Farm of Anjie County)

(Forestry Bureau of Anjie)

**Abstract** The *Phyllostachys iridenscens* Yao et Chen is a fine economic species worthy to be spread which produces delicious bamboo shoot as well as timber and thin strip with high yield and price. The paper systematically summed the results of the observations and experiments on growth development of the species from the research for more than ten years. The contents included: growth from shoots to juvenile and adult bamboo, growth of rhizome characters of shoots genesis in new plantation, quality of young individuals, flowering and fruiting in *Phyllostachys iridenscens* etc.

**Key words** *Phyllostachys iridenscens*, growth, development