

巨龙竹资源分布特点及其开花结实现象

谷志佳^{1,2}, 杨汉奇^{2*}, 孙茂盛¹, 杨宇明¹

(1. 西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224; 2. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224)

摘要: 巨龙竹 *Dendrocalamus sinicus* Chia et J. L. Sun 是云南特有的重要经济竹种之一, 为了保护和开发巨龙竹资源, 本文调查了 18 个典型的巨龙竹种群, 并对近 6 年来巨龙竹开花结实现象进行了分析。研究结果显示巨龙竹分布区域十分狭窄, 以滇西南的沧源、西盟和孟连 3 个县为中心, 集中分布于 22°09'~23°30' N, 98°56'~99°37' E, 海拔 1 000~1 500 m 之间的低中山区。同时, 巨龙竹秆型依照分布区由南向北表现出明显的弯曲型——弯曲型与通直型混生(混生型)——通直型的变化趋势。种群平均胸径与分布区海拔之间呈现极显著的正相关关系。巨龙竹野外多见零星开花, 以通直型为主, 但结实少见且结实率低, 约为 0.34%~0.64%, 这可能主要是由于个体零星开花以及小花雌雄异熟等原因造成的结果。土蜂 *Apis cerana* Fabricius 的访问可能是巨龙竹有性繁殖中传粉的重要补充方式。

关键词: 巨龙竹; 资源分布; 秆型; 回归分析; 开花结实

中图分类号: S795

文献标识码: A

Distribution Characteristics, Flowering and Seeding of *Dendrocalamus sinicus* in Yunnan, China

GU Zhi-jia^{1,2}, YANG Han-qi², SUN Mao-sheng¹, YANG Yu-ming¹

(1. Forestry College of Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China;

2. Research Institute of Resources Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: *Dendrocalamus sinicus* Chia et J. L. Sun is one of the endemic and the most important economic bamboo species in Yunnan Province, China. In order to protect and excavate the native germplasm resources of this species, 18 typical populations were investigated and the flowering and seeding of *D. sinicus* in Yunnan Province in the past years were analyzed. The results show that *D. sinicus* is narrowly distributed in Southwest Yunnan, with the distribution centre locates in the lower and medium mountain areas at the altitude of 1 000~1 500 m above sea level in Cangyuan, Ximeng and Menglian Counties, ranging in 22° 09'~23° 30' N, 98° 56'~99° 37' E. Meanwhile, from south to north within distributions, the culm type of *D. sinicus* shows an obvious trend as from bending-culmed, mixed type, to straight-culmed. The average diameter at the breast height is significantly and positively correlated with the altitude of populations. Sporadic flowering of *D. sinicus* was observed in the wild, especially for the straight-culmed type, while the seed setting was rare, and the seed setting rates were as low as from 0.34% to 0.64%, which may be mainly due to sporadic flowering of individual culms or clumps and protogynous flowers. *Apis cerana* Fabricius may be one of the important pollinators of *D. sinicus*.

Key words: *Dendrocalamus sinicus*; resources distribution; culm type; regression analysis; flowering and seeding

收稿日期: 2011-09-06

基金项目: 国家林业局 948 项目(2008-4-30)、国家自然科学基金(31070593)、中国林科院资源昆虫研究所基本科研业务费专项资金(7-022)和云南省应用基础研究基金(2010CD141)

作者简介: 谷志佳(1986—), 男, 河北唐山人, 在读硕士研究生, 从事植物保护生物学研究。

* 通讯作者: 博士, 副研究员, 从事植物学、竹子种质资源保护和利用等研究; Email: yanghanqikm@yahoo.com.cn

巨龙竹 *Dendrocalamus sinicus* Chia et J. L. Sun 是云南特有大型丛生竹, 分布于滇西南和滇南佤、傣和拉祜族等少数民族聚集区, 胸径可达 30 cm, 秆高可到 30 m 以上, 是世界上最高大的竹子之一, 具有重要的经济和文化价值^[1-2], 是一个具有世界意义的珍稀竹种^[2]。在分布区中, 巨龙竹秆形有“通直”和“歪脚”两种主要的变异类型^[2-5]。由于种源稀少, 种源间分化明显, 优良品种缺乏, 造成了当前巨龙竹的推广栽培远远不能满足需求^[2]。种质资源保护和选育优良品种是当前巨龙竹科学研究的重点, 而首要的任务是阐明巨龙竹遗传分化的机制, 筛选和鉴定出通直型中的优良种源。以往巨龙竹的资源调查, 多以县域为单位^[2-5], 但滇西南和滇南山区地形复杂, 小地理环境条件变化多样, 导致各地巨龙竹种源变异较大, 还有必要进一步深入调查和分析巨龙竹种质资源多样性。本研究旨在从“种群”的角度(具体到有较多巨龙竹分布的各个村寨), 详细调查巨龙竹的资源分布和近年来各地巨龙竹开花结实情况, 为下一步筛选和鉴定出通直型中的优良种源、选育优良品种提供基础研究资料和科学依据。

1 材料与方法

1.1 种群选择

作者在 2008—2011 年期间对滇南和滇西南巨

龙竹分布区进行了全面的实地调查。巨龙竹在分布区内多以民族村寨为中心栽培, 呈现点状分布的格局。本研究中选择种源为当地起源, 而且分布数量超过 20 丛以上的村寨作为一个研究种群, 共选择了 18 个典型种群进行调查和分析(表 1)。

1.2 性状选择和测定

在每个种群中随机选择 8~16 个样丛, 样丛之间距离 30 m 以上, 测量胸径、记录秆型。巨龙竹秆型在分布区中差异较大, 有通直型、弯曲型、短缩型和分叉型等类型^[2], 而以通直型和弯曲型最为常见。为了便于分析, 本文把巨龙竹秆型只分为通直型(类型 1)和弯曲型(类型 2, 包括弯曲型、短缩型、分叉型等)两种类型; 如果当地既有通直型又有弯曲型分布, 则记录为中间类型, 即混生型(类型 3)。

胸径是巨龙竹培育中最重要的经济指标之一^[2], 对于选择的样丛进行每秆检尺, 测量胸径。

对于开花竹丛, 访问当地群众开花起始时间和相关物候; 结实的竹丛伐倒后, 收集所有小穗, 并分别统计没有授粉的小穗和含有种子的小穗。

1.3 统计分析方法

利用软件 SPSS13.0 进行巨龙竹 18 个种群共 226 个样丛的平均胸径与分布区海拔之间的相关性分析和回归分析^[6]。

竹丛结实率 = 含有种子的小穗数/小穗总数。

表 1 巨龙竹种群采样信息

种群编号	采样地点	样本数/ 丛	地理位置			平均胸径/cm	秆型特征
			海拔/m	纬度(N)	经度(E)		
1	耿马县孟定镇糯峨村	12	545	23°30'25"	99°01'14"	15.73 ± 2.97	通直
2	沧源县芒卡镇竹蓬寨村	12	1 248	23°26'54"	98°56'17"	19.38 ± 4.93	通直
3	沧源县芒卡镇南腊村	12	1 475	23°22'27"	98°58'31"	17.91 ± 3.69	通直
4	沧源县班洪乡南板村	8	1 126	23°19'12"	99°04'40"	18.09 ± 3.18	通直
5	沧源县班老乡营盘村	12	1 302	23°18'32"	98°58'52"	16.97 ± 4.05	通直
6	沧源县班洪乡班洪村	15	1 165	23°17'42"	99°05'58"	16.87 ± 4.38	通直
7	沧源县班老乡上班老村	13	1 080	23°15'04"	98°56'03"	18.26 ± 3.95	通直
8	沧源县班老乡下班老村	12	1 018	23°13'17"	98°54'50"	17.13 ± 4.78	通直
9	西盟县中课乡窝笼村	15	1 295	22°43'41"	99°32'29"	17.86 ± 4.61	通直
10	西盟勐梭镇上寨村	15	1 080	22°37'58"	99°37'20"	18.48 ± 3.82	通直
11	西盟县翁嘎科乡老寨村	15	1 265	22°30'51"	99°28'03"	17.33 ± 2.99	通直
12	孟连县景信乡东村	12	1 007	22°26'36"	99°36'31"	17.17 ± 2.62	混生
13	孟连县芒掌乡灯盏寨村	11	1 010	22°18'59"	99°32'19"	16.89 ± 3.07	弯曲
14	孟连县勐马镇大寨	12	944	22°13'45"	99°22'46"	15.26 ± 2.58	混生
15	孟连县芒信镇芒信村	13	999	22°09'40"	99°36'05"	17.92 ± 1.93	弯曲
16	勐腊县勐仑镇热带植物园	12	543	21°55'59"	101°15'6"	13.23 ± 4.66	弯曲
17	勐海县勐混镇老寨村	16	1 503	21°51'28"	100°20'40"	19.22 ± 3.12	混生
18	勐海县打洛镇独树成林公园	9	585	21°40'51"	100°02'24"	14.55 ± 2.64	弯曲

2 结果与分析

2.1 分布区域

调查结果显示,巨龙竹分布区包括滇南西双版纳自治州,以及滇西南的普洱市和临沧市,其中心分布区为滇西南的沧源、西盟和孟连3个县,集中分布在22°09'~23°30' N,98°56'~99°37' E,海拔1 000~

1 500 m 之间的低中山平坝和河谷地带,分布范围十分狭窄(图1)。而作为本种发表的模式标本产地^[7],滇南西双版纳的巨龙竹资源非常稀少,仅见到3个有较多竹丛的栽培地点,其中在勐腊县勐仑镇热带植物园和勐海县打洛镇独树成林公园仅见到为数不多的弯曲类型作为观赏竹类收集和种质资源保存。

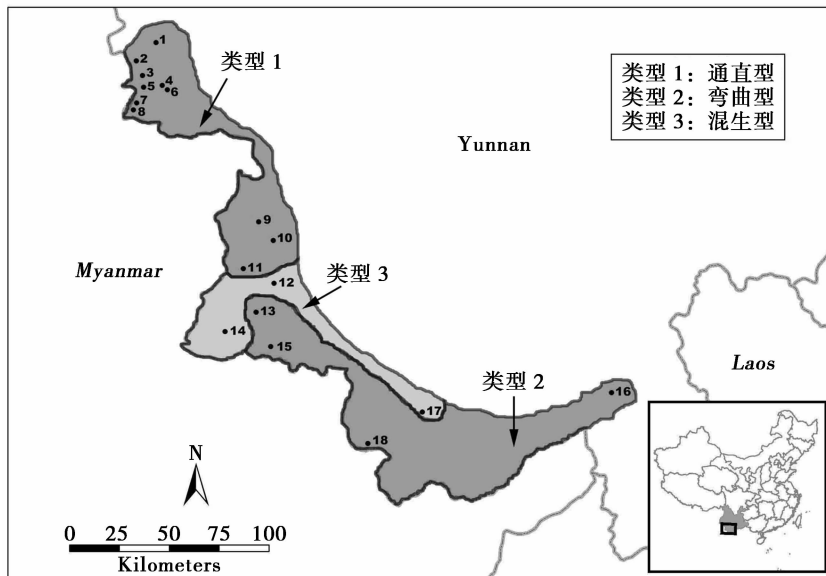


图1 巨龙竹自然分布区(阴影部分)和种群秆型分布(种群编号同表1)示意图

2.2 秆型分布

巨龙竹在发表时被称为“歪脚龙竹”,因其模式标本秆基部分节间短缩而节偏斜,形似歪脚^[7],是弯曲型的典型代表。根据作者的调查结果,弯曲型巨龙竹主要分布在西双版纳和孟连县南部;通直型巨龙竹主要分布在沧源县、耿马县和西盟县;而孟连县的中北部和西双版纳州勐海县勐混镇则是过渡类型,既有通直型又有弯曲型分布。由此,从分布区的南部到北部,巨龙竹种群的秆型也呈现出明显的由弯曲型——弯曲型与通直型混生——通直型的变化趋势。

2.3 平均胸径与海拔的相关性

胸径是巨龙竹培育中最重要的经济指标之一^[2]。从不同的类型来看,通直型种群的平均胸径(17.68 cm)最大,其次为混生型种群(17.42 cm),弯曲型种群的平均胸径(15.74 cm)最小。从种群来看,沧源县芒卡镇竹蓬寨村生长的通直型种群的平均胸径(19.38 cm)最大,而以勐腊县勐仑镇热带植物园收集的弯曲型种群的平均胸径(13.23 cm)最小

(表1)。

巨龙竹18个种群分布区最低海拔为543 m(勐腊县勐仑镇热带植物园),最高海拔为1 503 m(勐海县勐混镇老寨村),两者相差960 m。SPSS13.0的分析结果显示:在 $P = 0.01$ 水平上,所调查的18个巨龙竹种群平均胸径与分布区海拔之间存在极显著的正相关关系($r = 0.800, P = 0.000 < 0.01$,图2)。这

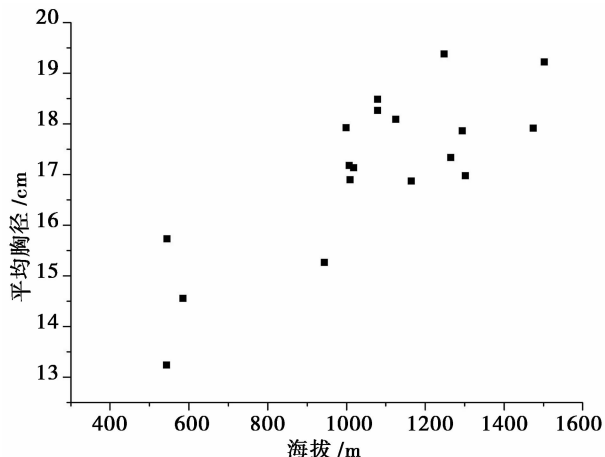


图2 巨龙竹18个种群平均胸径随分布区海拔的变化

表明在巨龙竹自然分布区内,种群平均胸径随着海拔的升高而呈现出增大的趋势。两个因素之间拟合的数学模型的相关性均达到显著水平($P < 0.01$),相关系数 R^2 值为 $0.639 \sim 0.686$,相差不大。数值最大的是 S 形曲线方程($R^2 = 0.686$);最小的是复合、生长和指数方程($R^2 = 0.639$)(表 2)。各模型的 R^2 值处于中等水平,这可能是分析中的样本数(18 个种群)较小的缘故。

表 2 平均胸径与分布区海拔相关性的数学模型

方程	数学模型	R^2	F	p
线性	$D = 12.355 + 0.004H$	0.640	26.670	0.000
对数	$D = -11.937 + 4.193 \ln H$	0.671	30.607	0.000
倒数	$D = 20.716 - 3496.96/H$	0.670	30.478	0.000
二次	$D = 9.210 + 0.0114H - 3.499 \times 10^{-6}H^2$	0.675	14.547	0.000
复合	$D = 12.71 \times (1.00028)^H$	0.639	28.333	0.000
幂	$D = 2.822 \times H^{0.260}$	0.681	32.040	0.000
S 形	$D = e^{3.059 - 217.352/H}$	0.686	32.770	0.000
生长	$D = e^{2.542 + 0.0002756H}$	0.639	28.333	0.000
指数	$D = 12.710 e^{0.0002756H}$	0.639	28.333	0.000

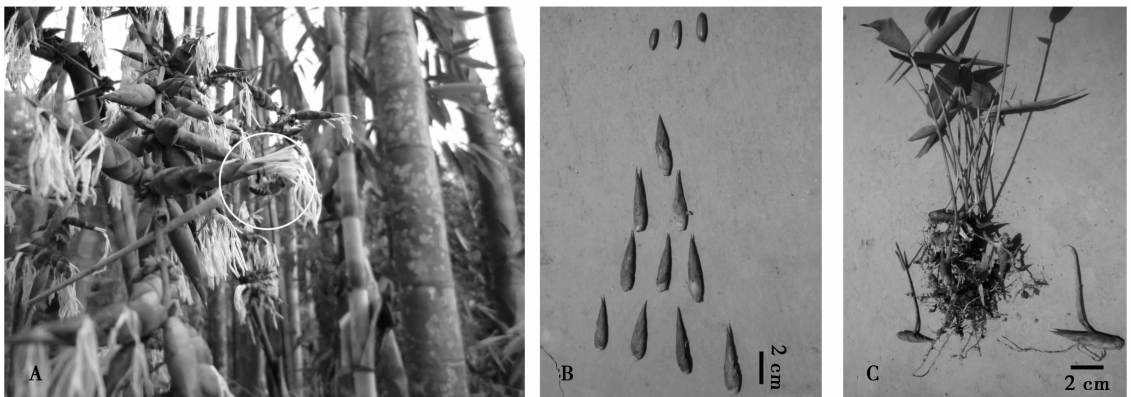
2.4 开花结实习性

在 2005 年以前,巨龙竹开花现象少见报道,而结实的报道更为罕见^[2, 8-9]。近 6 年来,作者在调查中见到不少巨龙竹竹丛零星开花,而且观测到结实现象,并采集到了少量种子。巨龙竹竹丛开花从 10 月开始,到第二年 5 月结束,持续 8 个月左右。但有的竹丛会随着竹丛内部的各个竹秆依次开花,从而开花时间会持续 1~2 年,随竹丛的营养状况有变化。从观测到结实的竹丛上各采集到了 65~127 颗种子,结实率约为 0.34%~0.64%(表 3)。例外的情况是新平县林业局中心苗圃从西盟县中课乡引种栽培的 1 丛 10 秆的巨龙竹开花后,竟然采集到了约 18 500 颗种子,结实率约为 30%(私人联系)。

种子形态(图 3-B):小穗长卵形,长 30~40 mm,直径 6~8 mm,每个结实的小穗仅有最基部的 1 个小花发育成种子。成熟种子呈浅褐色,颖果,长 15~18 mm,直径 4~6 mm,纺锤形至长卵形,先端着生白色绒毛,柱头宿存,种脐圆形,占种子长度的 1/5~1/4,胚芽饱满(图 3-C)。

表 3 云南近 6 年来巨龙竹开花结实情况

地点	海拔/m	秆型特征	开花时间	开花丛数	结实率/%
沧源县班老乡政府上班老村	1 080	通直	2008-11	1	花期,未见种子
沧源县班洪乡班洪村	1 165	通直	2008-10—2011-05	3	约 0.39, 0.46, 0.55
西盟勐梭镇上寨村	1 080	通直	2008-12	1	花期,未见种子
西盟县中课乡窝笼村	1 295	通直	2007-10—2010-05	3	约 0.34, 0.51, 0.64
孟连县景信乡东村	1 007	有弯有直	2011-01	1	花期,未见种子
澜沧县竹塘乡募乃村	1 420	有弯有直	2005-11	1	花期,未见种子
新平县林业局中心苗圃(从西盟县中课乡引种栽培)	1 640	通直	2005-11—2006-03	1	约 30



A. 示开花竹丛,图中白色圆圈表示土蜂访问花序;B. 示种子(上)和结实小穗(下);C. 示幼苗

图 3 巨龙竹的开花、结实和幼苗

在 2010 年 5 月 16 日西盟县中课乡窝笼村(表 1 中种群 9)的调查中,作者观察到了在 9:00—11:00

时间段,土蜂 *Apis cerana* Fabricius 访问巨龙竹花序的现象(图 3-A)。在 2009—2010 年间该种群有 3

丛巨龙竹开花并且结实,结实率约为 0.34%~0.64%(表3),种子可发育成幼苗。竹丛相互之间距离在 2 000~4 000 m。

3 结论与讨论

3.1 巨龙竹资源分布特点

巨龙竹分布十分狭窄,主要集中在滇西南的沧源、西盟和孟连 3 个县,中心分布区处于 22°09'~23°30' N,98°56'~99°37' E,海拔 1 000~1 500 m 之间的低中山平坝和河谷地带。同时,由南向北,巨龙竹秆型分布呈现出明显的从弯曲型-混生型-通直型变化的趋势。另外,在巨龙竹自然分布区内,其种群平均胸径与分布区海拔之间呈现极显著的正相关关系,即在巨龙竹自然分布区内,胸径随着海拔的升高而增大。

在分布区内,巨龙竹多以人工栽培为主。由于各地点的小地理气候条件差异较大,经过长时期人为和自然的选择,逐渐形成不同的种源,其代表性种群的秆型和平均胸径也存在显著差异。不同种源间分化明显^[2-3],且与遗传因素相关^[4,10],因此,以自然村寨为单位的“种群”的方法适合巨龙竹资源分布现状的分析,特别在过渡类型秆型分布丰富的孟连县更是如此。另一方面,本文结果也提示在巨龙竹引种栽培和推广工作中,要注意种源的选择,应当优先选择通直型巨龙竹中心分布区内海拔 1 000~1 500 m 之间的种源。

3.2 巨龙竹开花结实

已有资料^[2,8]和本文结果显示,在自然分布区中已观察到的巨龙竹开花全部为零星开花,尤以通直型常见,典型的弯曲类型开花情况尚未观察到。自然情况下巨龙竹结实率低下,已观测到的竹丛自然结实率约为 0.34%~0.64%。巨龙竹结实率低可能主要是由于:①巨龙竹的小花发育机制为雌雄异熟,适合于异花授粉^[9]。雌蕊先于雄蕊成熟,雌蕊的花柱及柱头常在花药发育成熟前就已经萎缩干枯,同时竹类花粉生活力维持时间较短(通常 1~2 h)^[11],从而容易导致授粉失败。②巨龙竹在野外都是零星开花,不同竹丛在同一地点同时开花的现象极少,这必然会影响到巨龙竹的授粉。

昆虫访问木本竹子花的报道较少,而由此授粉得到种子的报道则更为罕见。由于现有资料中并没有因昆虫传粉而获得种子的直接证据,学者们对于昆虫在木本竹子开花传粉中的作用还存在争

论^[12-14],一些学者认为竹类植物除了风媒传粉外,昆虫访问可能也是其有性繁殖中传粉的重要补充方式^[13-15]。在通直型巨龙竹中心分布区的种群中,作者观察到了土蜂访问巨龙竹正在开放的花序,而且也观察到该竹丛上一年开花竹秆所生成的种子和幼苗。这些观察结果可能暗示土蜂在巨龙竹授粉过程中起着重要的作用。特别是对于巨龙竹这类零星开花、雌雄蕊异熟的竹种来说,土蜂等昆虫的访问可能是最重要的传粉方式之一。土蜂等昆虫访问巨龙竹花序是一个很有趣的现象,对于了解其有性繁殖过程有着重要意义,但昆虫在巨龙竹授粉过程中的作用还需要进一步的科学实验来验证。

参考文献:

- [1] 耿伯介,王正平.《中国植物志》第九卷第 1 分册,竹亚科[M].北京:科学出版社,1996
- [2] 辉朝茂,杨宇明,杜凡.珍稀竹种巨龙竹生态生物学特性及开发利用基础性研究[M].昆明:云南科技出版社,2006
- [3] 杜凡,赵晓惠,辉朝茂,等.巨龙竹的变异类型及引种区划研究[J].竹子研究汇刊,2001,20(1):19-26
- [4] 李鹏,杜凡,普晓兰,等.巨龙竹种下不同变异类型的 RAPD 分析[J].云南植物研究,2004,26(3):290-296
- [5] 辉朝茂,张国学.珍稀竹种巨龙竹种群特性及其保护研究[J].竹子研究汇刊,2004,23(4):4-8
- [6] 张力.SPSS13.0 在生物统计中的应用[M].厦门:厦门大学出版社,2006
- [7] 贾良智,孙吉良.我国发现巨型竹[J].竹类研究,1982,1(1):10
- [8] 杜凡,薛嘉榕,杨宇明,等.15 年来云南竹子的开花现象及其类型的研究[J].林业科学,2000,36(6):57-68
- [9] 王曙光,普晓兰,丁雨龙.巨龙竹生殖器官形态结构及雌、雄配子体的发育[J].植物研究,2006,26(3):270-274
- [10] 杨汉奇,阮植媛,田波,等.通直型巨龙竹不同地理种源遗传分化的 ISSR 分析[J].浙江林学院学报,2010,27(1):81-86
- [11] 张文燕,马乃训.竹类植物花粉的生活力和自然授粉[J].林业科学研究,1990,3(3):250-255
- [12] Nadgauda R S, John C K, Mascarenhas A F. Floral biology and breeding behavior in the bamboo *Dendrocalamus strictus* Nees[J]. Tree Physiology, 1993, 13: 401-408
- [13] Huang S Q, Yang C F, Lu B, et al. Honeybee-assisted wind pollination in bamboo *Phyllostachys nidularia* (Bambusoideae:Poaceae)[J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 2002, 138:1-7
- [14] Koshy K C, Harikumar D, Narendran T C. Insect visits to some bamboos of the western Ghats, India [J]. Current Science, 2001, 81(7): 833-838
- [15] Wong K M. Flowering, fruiting and germination of the bamboo *Schizostachyum zollingeri* in Perlis [J]. The Malasian Forester, 1981, 44(4):453-463