

文章编号: 100F 1498(2003) 06 0677-07

勃氏甜龙竹笋苗兼用林林分结构 优化模式初步研究

陈双林¹, 萧江华¹, 邹跃国²

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

2. 福建省华安县林业局, 福建 华安 363800)

摘要: 勃氏甜龙竹是一种优良的多用途竹种, 近年来在许多适生区得到推广, 其资源扩繁主要依赖于母竹移植。研究应用竹子生理整合性等生态学原理, 以竹林林分结构调控为核心技术, 采用不同林分结构组合, 旨在探求笋苗兼用竹林经营模式。结果表明: (1) 新造竹林有一明显的出笋数量和笋个体质量增长期, 时间区段不同, 前3 a均快速增长, 然后笋个体质量相对稳定, 出笋数量仍较快增长。(2) 竹笋产量主要影响因子是从立竹数和立竹胸径, 决定出笋数量和笋个体质量。出笋数量与从立竹数正相关, 与笋个体质量负相关。胸径与笋个体质量正相关, 与出笋数量无相关。(3) 合理的林分结构在450丛·hm⁻²时, 从立竹数为10株左右, 胸径4~6 cm。(4) 经营类型经济效益明显, 新造竹林第2年即有产出, 第4年进入丰产期。

关键词: 勃氏甜龙竹; 林分结构; 竹笋和竹苗; 优化组合

中图分类号: S789.9 文献标识码: A

勃氏甜龙竹(*Dendrocalamus brandisii*(Munro) Kurz) 隶属牡竹属(有的地方误称为云南甜竹(*Dendrocalamus yunnanicus*) Hsueh et D. Z. Li), 原产云南、广西等地, 是一种优质的笋用、材用丛生竹种。笋期5—10月, 长达6个月以上, 笋肉鲜嫩, 甘甜爽脆, 丰产性好, 年产可达30 t·hm⁻²以上。竹材是一种很好的造纸原料, 年产达45~75 t·hm⁻², 可在我国南亚热带地区及西南部地区良好生长^[1,2], 是一种很有推广价值的经济竹种。

勃氏甜龙竹开花结实困难, 种子不育和败育率高, 有性繁殖不易, 多通过无性繁殖扩繁资源, 方法有母竹移植, 埋秆、埋节育苗, 主枝和次生枝扦插育苗, 竹苗分株育苗, 幼龄竹主枝包枝育苗^[2,3]等, 目前造林主要采用母竹移植。1992年福建省华安县竹类植物园引进该竹种栽培, 表现出良好的适应性和经济性能, 深受群众的喜爱, 优质种苗供不应求。但由于不科学的采苗作业影响了竹林效益的持续产出, 甚至造成竹林的衰败, 因此, 研究同时以笋、苗为主产品的竹林经营模式, 对这一优良竹种的资源增长和效益的提高都具有现实意义。为此, 1998—2001年结合国家林业局科技推广项目, 以竹林林分结构调控为核心技术在这方面作些探索。

收稿日期: 2003-01-21

基金项目: 1998—2001年国家林业局科技推广项目“大头典等优质丛生笋用竹丰产栽培技术”(1998-6-1)研究内容

作者简介: 陈双林(1965—), 男, 浙江龙游人, 副研究员, 博士生。

1 试验地概况

试验地位于中亚热带与亚热带气候过渡带的福建省华安县高车乡前岭,海拔 300 m,年均气温 17.5~ 21.4 °C,极端最高气温 39 °C,极端最低气温- 3.8 °C,年均降水量 1 447.9~ 2 023 mm,水热资源十分丰富,适宜许多优质丛生竹种良好生长。属低山缓坡地,原为杉木采伐迹地。土壤为砖红壤性红壤,疏松,土层厚度大于 1 m,腐殖质含量高。

1997 年秋季从竹种园移母竹种植,初植密度 450 丛·hm⁻²,面积 6 hm²。幼林定期林间劈杂和施肥,1999 年竹林进入产出期后每年分别于 4、7、9 月 3 次施肥和常规晒目、覆土、采笋及留笋长竹等经营措施。

2 研究方法

2.1 试验方法

1999 年春季于试验林按间距 10 m 以上设标准丛,共 40 丛。试验设计以生产较高竹笋产量和较多优质竹苗为目标,设定丛立竹数区间为 1~ 10 株,分为 4 区段,分别为: 1~ 3、4~ 6、7~ 8、9 株及以上,立竹胸径区间为 3~ 8 cm(以可作为种苗为标准),分为 3 区段,分别为: 3~ 4、5~ 6、7~ 8 cm,以较好地控制竹丛结构,不致造成同一竹丛年份间立竹数和胸径的较大波动。按上述两类区段设置丛立竹数、立竹胸径的组合并在每年出笋中后期以此为标准留笋长竹,留笋长竹数相同或接近于丛立竹数,共 12 个组合,每组合重复 3 次或以上。实际上年际间仍有部分标准丛立竹数有一定范围内的变化,而立竹胸径则相同年份和年际间均有变化,考虑这些因素,也可以说是 108 个组合(3 a)。立竹年龄保持在 2 龄以内,挖掘竹苗数以留取立竹数为标准。对标准丛以外的项目试验林根据试验阶段结果进行林分结构优化调控。

2.2 调查方法

于每年的出笋前(3 月份)调查标准丛林分结构状况: 每年笋期记录标准丛出笋数量、挖取竹笋数量和产量; 新竹形态建成后调查留养立竹数及其胸径; 标准丛母竹在秋冬季挖取,具体没有固定的时间,视市场需求而定,记录每次挖取的数量和立竹胸径; 出售的竹笋和竹苗按实际收入逐次记载,自用的竹笋和竹苗按时价计值,母竹挖掘或其它操作过程中报废的竹苗也计入产出。

2.3 统计分析方法

应用 SAS^[4] 软件计算分析竹林主要林分结构因子——竹丛立竹数和胸径对竹林竹笋产量、出笋数、笋个体质量等的单因子和互作效应,以趋势面分析法^[4]建立多变量的数学模型,在此基础上进行 foxpro 软件编程运算,寻求竹笋产量高和竹苗生产数量多、品质好的优化林分结构模式,并按项目试验林实际竹笋、竹苗产出情况进行效益分析和评价。

3 结果与分析

3.1 竹林结构和经济性状年际变化

勃氏甜龙竹母竹移植不仅造林成活率高(可达 90% 以上),而且成林快,投产期短,栽植后第 2 个出笋年即有部分经济产出,随后几年出笋数量、竹笋产量均有显著增长,竹林年经济产出大幅度提高(图 1)。以竹丛为统计单元处理分析,2001 年竹笋产量、竹林产值分别是 1999

年的 3.64 倍、2.77 倍, 其中产值增加幅度较竹笋产量增幅小的原因是竹笋价格涨落而致。

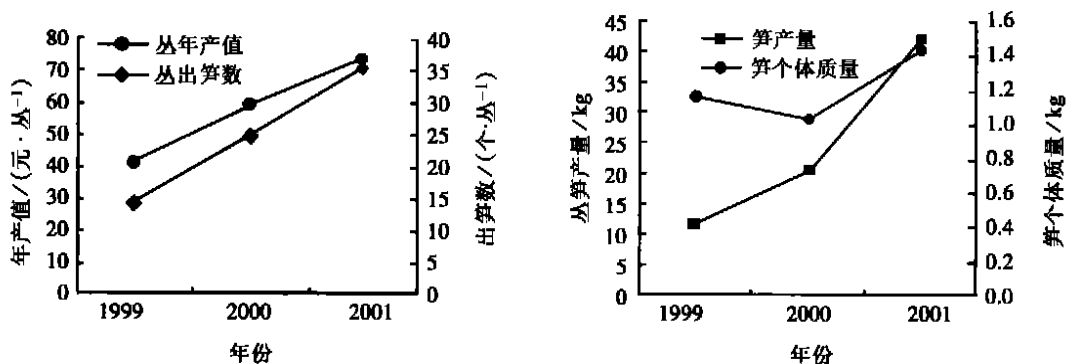


图 1 竹林经济性状年际变化

对竹林产量起决定作用的因素有林分结构状况和环境条件及培育措施。本试验标准地立地条件和竹林抚育措施基本相同, 可以排除标准地竹丛因人为作用而造成的误差影响。为验证标准地竹丛林分结构调控的年际间稳定程度, 经对 3 a 的调查数据统计分析, 丛立竹数、立竹胸径间变异系数分别为 12.157 6、10.673 6, 相关显著性检验 P 值分别为 0.378 5、0.624 2, 均大于 0.05 水平, 说明林分结构年际间变化不显著, 符合设计要求, 也说明该试验竹林同一组合经济性状指标差异不是源于林分结构的影响。

从图 1 可另知, 竹林出笋数量逐年增长, 2001 年是 1999 年的 2.46 倍, 笋个体质量也有一定幅度的增长, 但增长幅度较出笋数量小, 为 25.1%, 两者间表现出不同的显著增长时间区段, 前期同步增长, 后期以出笋数量增长为主, 因此, 可以认为栽植后前期竹笋产量快速增长来源于出笋数量和笋个体质量的协同作用, 而栽植后 3 a 则取决于出笋数量。

产量的显著增长过程说明竹林从栽植至进入稳定丰产期至少需 4 a, 期间通过建立正常的以丛为系统的养分循环体系, 贮存有足够满足大量出笋所需要的营养消耗。所以要求在栽植后前 3 a 在加强竹林抚育的同时, 经济产出以采笋为主, 尽可能少挖掘竹苗, 以免造成竹林结构的破坏。

试验林地为向阳的缓坡地, 1999 年冬季严寒期间林分观察未发现严重冻害, 为轻度冻害, 而附近的低洼处麻竹 (*Dendrocalamus latiflorus* Munro) 林因小气候特征冻害明显, 可以说在闽南中亚热带与南亚热带气候过渡带选择适宜的立地条件, 勃氏甜龙竹能较好地生长。2000 年笋个体质量出现下降拐点除受多年不遇的严寒影响外, 也与 2000 年春季因周边地区种苗需求大, 竹林过多过早采苗有关。

3.2 竹林结构与经济性状因子关联分析

竹类植物经济效益的提高主要依赖于建立合理的林分结构和科学的肥水管理, 其中竹林结构是内因, 对竹林的持续高产具有决定性作用。以竹笋和竹苗同时作为主产品的经营方式其林分结构有别于笋用林或材用林。通过对不同组合的竹林林分结构 (N —— 丛立竹数 (株), D —— 立竹胸径 (cm)) 和所表现出的经济性状 (M —— 出笋数 (个), G —— 笋个体质量 (kg)), 采用 2001 年调查数据作因子间相关分析得表 1。

表1 竹林林分结构与经济性状相关分析

项目	N /株	D /cm	W /个	G /kg
丛立竹数/株	1 000 00	- 0.061 59	0 411 39	0.333 83
相关性 P 值	0 0	0.705 8	0 008 4 [*]	0.035 3 [*]
立竹胸径/cm	- 0 061 59	1.000 00	- 0 254 09	0.345 75
相关性 P 值	0 705 8	0.0	0 113 6	0.028 9 [*]
出笋数/个	0 411 39	- 0.254 09	1 000 00	- 0.407 74
相关性 P 值	0 008 4 [*]	0.113 6	0 0	0.009 0 [*]
笋个体质量/kg	0 333 83	0.345 75	- 0 407 74	1.000 00
相关性 P 值	0 035 3 [*]	0.028 9 [*]	0 028 9 [*]	0.0

注: $P < 0.05$ 示显著相关(*), $P < 0.01$ 示极显著相关(**)。

从表1可以分析出:在试验的丛立竹密度范围内,丛立竹数与出笋数呈极显著正相关,而出笋数与笋个体质量呈极显著负相关,也即出笋数增多笋个体质量减轻,竹笋产量随之变化。表中丛立竹数与笋个体质量呈显著正相关与出笋数同笋个体质量的显著负相关似相互矛盾,分析为在较小丛立竹数范围内,空间资源利用率低,有充足的营养资源用于较少数量的出笋,笋个体相对较大,随着立竹数的增加伴随着出笋数的增多,无性系分株间资源竞争激烈,笋个体质量相应下降。

竹丛竹笋产量由出笋数量和笋个体质量决定。从表1可知,在相同经营条件下,出笋数量受制于丛立竹数,笋个体质量则受制于丛立竹数与立竹胸径及出笋数量。丛立竹数与出笋数量的极显著正相关和立竹胸径与笋个体质量显著相关的关系,结合本试验是以笋、苗兼用为经营目标,留养新竹和母竹挖取是以设计的丛立竹数为标准的特点,说明要获取较高竹笋和适宜造林的竹苗产出需要有相对较大的丛立竹数和立竹径级来保证,但是丛立竹数与竹笋产量关系是单峰曲线关系,峰值随丛立竹胸径的改变而变化,而立竹胸径与丛立竹数呈负相关,反映出立竹胸径和丛立竹数对经济产出存在着互作关系。

综合可见,丛立竹数影响出笋数,当超过一阈值时,笋个体质量下降,抵消了出笋数增多对竹笋产量的贡献份额,立竹胸径则影响笋个体大小,两者共同影响着竹林的经济产出,因此,为达到理想的效益目标需要对竹丛立竹数和立竹胸径进行结构上的优化。

3.3 林分结构对竹笋产量的影响及优化

如上所述,竹笋产量受制于竹丛立竹数和胸径,那么两因子间如何组合才能产生良好的产出呢?为此对2001年竹丛竹笋产量及其林分结构组合数据应用趋势面分析法处理分析得表2。

表2 竹林林分结构与竹笋产量趋势面分析

趋势面	F 值	P 值	拟合优度	变异系数/%	均方根
一阶	4.80	0.014 0	0.206 0	24.876 0	10.497 7
二阶	4.48	0.007 5	0.564 5	21.674 2	8.869 0
三阶	1.65	0.146 5	0.330 8	25.361 2	10.702 4
四阶	1.53	0.170 7	0.461 8	24.915 6	10.514 2

从表2可知,一阶趋势面虽 P 值 < 0.05 ,而拟合优度小,四阶趋势面拟合优度较高而 P 值 > 0.05 ,二阶趋势面比四阶趋势面拟合优度提高了10.3%, $P < 0.01$,变异系数和均方根在四阶以下趋势面中均最小,所以选用二阶趋势面方程:

$$G = -42.7845 + 3.4002N + 25.5940D + 0.02132N^2 - 1.1834ND - 2.1884D^2 \quad (1)$$

利用 foxpro6.0 软件编程, 设定 N 步长为 1, D 步长为 0.1, N 区间为 1~10, D 区间为 3~8, 以式(1)为应用方程进行计算机自动组合排序运算, 得到 510 项丛立竹数和立竹胸径组合的竹笋产量预测值, 从中可知当 $N = 10$ 株, $D = 5.4$ cm 时, G 值最大, 为 57.8398 kg; 当 N 数值为 9 和 10 时, 处于组合的高产区组的 D 数值在 4.1~6.3 间变化, 区间竹笋产量峰谷值相差较小, 仅 8.41%; 当 $D \geq 7$ 时, 产量则迅速下降, 降幅为 15% 以上。

勃氏甜龙竹是中大型竹种, 若用于造林的母竹胸径过大会影响成活率, 并给造林和运输等施工操作带来不便, 过小则达到丰产水平的期限长, 因此, 根据上述统计分析结果可认为勃氏甜龙竹笋苗兼用经营模式在 450 丛· hm^{-2} 单位密度时其合理的林分结构是丛立竹数 10 株左右, 立竹胸径 4~6 cm, 而目前实际生产经营中的丛立竹密度普遍偏小, 不利于立地生产力的充分发挥。

3.4 笋苗兼用林经营效益分析

试验类型竹林效益产出由竹笋和竹苗两部分组成。从表 3 可分析: 以 2000 年、2001 年 6 hm^2 试验林实际经济产出(每次出售竹产品收入累计)统计, 其中竹笋收入占年度总产值分别为 70.0%, 65.3%, 竹苗分别占 30.0%, 34.7%, 单位面积效益分别为 1.8009 万元· hm^{-2} 、4.0706 万元· hm^{-2} 。2001 年产优质竹苗 2171 株· hm^{-1} 、竹笋 18990 kg· hm^{-2} , 各项经济性状指标均有显著提高, 已进入丰产期。项目建设期内总产出(1999—2001 年投产期)为 6.8104 万元· hm^{-2} , 以竹苗、造林、肥料和农药、抚育用工等形式投入为 2.4889 万元· hm^{-2} 。从这些数字可以看出以笋苗为经营目标的勃氏甜龙竹林, 是投入少, 见效快, 产出高, 操作简便, 群众易于接受, 可在同类地区推广的经营类型。

表 3 笋苗兼用示范林(6 hm^2)产出、投入分析

年度	产量		产值/万元		投入/万元				
	竹笋/t	竹苗/万株	竹笋	竹苗	造林	肥料	农药	抚育用工	竹苗
1999	31.2931		5.6328		1.46	0.61		2.32	2.5
2000	55.6384	0.5490	7.2368	3.5685		1.03	0.07	3.01	
2001	113.9403	1.3026	15.9571	8.4669		1.42	0.06	2.45	

注: 抚育用工包含挖笋与挖苗用工。

4 结论与讨论

丛生竹类以竹丛为基本林分单元, 丛中各无性系分株间与其它无性系植物一样通过根状茎连接成具有强烈生理整合功能的完整系统^[5,6], 营养物质通过分株间的转移使资源利用有效性提高, 系统收益远超过耗费^[7], 但是这种生理整合效果受制于系统结构状况, 如无性系分株的繁殖力会随着密度的增加而降低^[8]。笋苗兼用勃氏甜龙竹林的丰产林分结构建立也是基于上述理论。

不同丛生竹种生物学特性和生态学特征不同, 其丰产林分结构建立模式不同, 即使同一竹种由于经营目标不一样, 也需要有不同的林分结构要求, 不能简单地套用某一模式。勃氏甜龙竹新造竹林前期具明显的时段不同的出笋数量和笋个体质量增长过程, 栽植 4 a 后进入丰产稳产期, 笋个体大小趋于相对稳定, 竹笋产量主要决定于出笋数量, 因此, 不同时期抚育管理措

施的侧重点不同,前期以土肥管理为主促使出笋数量增多和笋个体的增大,稳产期则要在肥水管理的基础上保持稳定的竹林结构。

以笋苗同时作为主产品的勃氏甜龙竹林在初始栽植密度为 $450 \text{ 丛} \cdot \text{hm}^{-2}$ 情况下,合理的林分结构是丛立竹数 10 株左右,立竹胸径 4~6 cm。如果栽植密度变化,上述结论也应有变化,其参考标准是将丛立竹数转化成单位面积所需要的立竹数。本试验丛立竹密度设计上限为 10 株,而回归方程式反映出竹笋产量有随丛立竹数增加而上升的趋势(试验设计范围内),说明设置的丛立竹数区间窄,还不能确定最佳林分结构组合的实际丛立竹密度的峰值,应在本试验结果基础上确定适宜于造林的立竹胸径范围下,放大丛立竹密度进行田间补充试验,对竹笋产量与立竹胸径和立竹密度的拟合方程式进行进一步修正。研究结果也反映按照丛生竹笋用林常规立竹年龄结构调控措施和最佳无性繁殖材料选取的要求(1~2 年生),勃氏甜龙竹在较高丛立竹密度下不仅可以获取较高竹笋产出,还同时可以实现获取较多数量竹苗的需要,达到高效笋苗兼用林经营之目标,因此,从生产优质竹苗的实际出发,尤其是适宜的母竹径级考虑,本文得出的结论仍具有较好的参考价值。

在试验中发现勃氏甜龙竹立竹胸径与笋个体质量呈显著正相关,而与出笋数无相关,这是否意味着单一竹笋目数量无论胸径大小相对稳定?抑或无性系竹类植物的生理整合功能对系统生长调节物质或营养物质具综合调控平衡作用?这方面需作进一步研究。

勃氏甜龙竹笋苗兼用林是一种为满足优质竹苗供应的经营方式,其丰产性好,经济效益显著,操作方便,生产的竹苗造林成活率高,成林较其它类繁殖方法生产的竹苗快,可在竹种适生区推广。

参考文献:

- [1] 张光楚. 笋用竹及其栽培技术[J]. 广东林业科技, 1998(1): 5~10
- [2] 伍海棠. 云南甜竹包枝育苗技术与应用[J]. 林业科技通讯, 1998(11): 38
- [3] 谭宏超, 起禄培. 丛生竹无性繁殖育苗试验研究[J]. 竹子研究汇刊, 1994, 13(1): 62~73
- [4] 洪楠, 侯军. 统计分析系统教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001
- [5] 李睿, 钟章成. 毛竹的无性系生长与立竹密度和叶龄结构的关系[J]. 植物生态学报, 1997, 21(6): 545~550
- [6] Marshall C. Source sink relations of interconnected ramets[A]. In: Van Groenendael J De Kroon H. Clonal growth in plants[M]. regulation and function SPB Acad Publ, 1990. 23~41
- [7] Stuefer J F, During H J, De Kroon H. High benefits clonal integration in two stoloniferous species. In response to heterogeneous light environments[J]. Journal of Ecology, 1994, 82: 511~518
- [8] De Kroon H, Kwant R. Density dependent growth responses in two clonal herbs: regulation of shoot density[J]. Ecology, 1991, 86: 298~304

Study on Structure Optimization of *Dendrocalamus brandisii* Shoot and Stock Producing Stand

CHEN Shuang-lin¹, XIAO Jiang-hua¹, ZOU Yue-guo²

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Forestry Bureau of Hua'an, Fujian Province, Hua'an 363800, Fujian, China)

Abstract: *Dendrocalamus brandisii*, an excellent bamboo species, has been extended in many adapted areas in China, and the main propagation method is to transplant by clone. Based on ecological theories about physiological integration characteristics and taking structure adjustment of bamboo stand as key technique, different stand composition patterns were adopted to probe into the optimal management patterns for shoot and stock-producing stands. The results of study are as follows: (1) New-built bamboo stand had a distinct period when the quantity and quality of shoot increased rapidly. In the first 3 years, both the quantity and quality of shoot increased rapidly, then the individual quality of shoot kept stable while the quantity kept increasing. (2) The key factors affecting the yield of shoot were the quantity and DBH of living culm, which determined the quantity and quality of shoot. The quantity of shoot product was positively correlated with the quantity of living culm, and negatively correlated with the quality of individual shoot. The DBH was positively correlated with the individual quality of living culm and was not correlated with the quantity of shoot. (3) With the optimal stand structure, when the stand density was 450 culms per hectare, the clumping living bamboo should be 10 culms with DBH 4-6 cm. (4) The economic benefits of management was obvious. The bamboo stand began to produce shoot and stock in the next year after the bamboo stand was established and entered high yielding period from the 4th year on.

Key words: *Dendrocalamus brandisii*; bamboo stand structure; shoot and stock; optimal composition