

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.06.010

## 苦竹林分结构对鲜笋产量的影响分析

吴雨峰<sup>1</sup>, 曹小军<sup>1</sup>, 张小平<sup>1\*</sup>, 魏晋东<sup>2</sup>, 熊 壮<sup>1</sup>, 尤继勇<sup>1</sup>  
干少雄<sup>1</sup>, 陈涤非<sup>1</sup>, 张 好<sup>1</sup>

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081, 2. 泸州市容大竹业集团有限公司, 四川 叙永 646400)

**摘 要:**苦竹是川南地区优良的笋用竹种。本研究比较了不同年龄结构、胸径结构,以及林分密度3个因子下苦竹的产笋能力差异。结果表明:年龄结构、林分平均胸径、立竹度对苦竹鲜笋产量均有显著的影响,而胸径整齐度对苦竹鲜笋产量影响不显著。其中1年生+2年生+3年生竹龄主导型的竹林产笋能力最好,鲜笋产量达4 770 kg·hm<sup>-2</sup>,发笋数达13 900个·hm<sup>-2</sup>;平均胸径6 cm的竹林鲜笋产量最高,达到4 580 kg·hm<sup>-2</sup>;立竹度10 000~12 000株·hm<sup>-2</sup>的竹林产笋能力最好,鲜笋产量达4 700 kg·hm<sup>-2</sup>,发笋数达15 500个·hm<sup>-2</sup>。结合各因子来看,以1、2、3年生竹竹龄主导型+中大的林分平均胸径(4~6 cm)+中等立竹度(10 000~12 000株·hm<sup>-2</sup>)的苦竹林鲜笋产量最高,是比较理想的苦竹林分结构。

**关键词:**苦竹;年龄结构;胸径结构;立竹度;鲜笋产量;发笋数

中图分类号:S718.5

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2019)06-0055-05

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## The Influence Analysis of Bamboo Stand Structure on the Bamboo Shoot Yield of *Pleioblastus maculatus*

WU Yu-feng<sup>1</sup> CAO Xiao-jun<sup>1</sup> ZHANG Xiao-ping<sup>1</sup> WEI Jin-dong<sup>2</sup> XIONG Zhuang<sup>1</sup>  
YOU Ji-yong<sup>1</sup> GAN Shao-xiong<sup>1</sup> CHEN Di-fei<sup>1</sup> ZHANG Hao<sup>1</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China;

2. Rongda Bamboo Corporation of Luzhou, Xuyong 646400, China)

**Abstract:** *Pleioblastus maculatus* is one of the most excellent shoot-used bamboos in south Sichuan. 3 stand factors (age structure, DBH structure and bamboo density) were chosen to analyze the influence on bamboo shoots. The results showed that there were significant influence between 3 stand factors and bamboo shoots, and no significant influence were found between DBH uniformity and bamboo shoots. One year, two years and three years old dominant stands were found to be the better age structure with a highest shoot yield (4 770 kg·hm<sup>-2</sup>) and shooting number (13 900 numbers·hm<sup>-2</sup>); 6cm DBH stand was found to be the better DBH structure with a highest shoot yield (4 580 kg·hm<sup>-2</sup>); 10 000~12 000 numbers·hm<sup>-2</sup> were found to be the better stand density with a highest shoot yield (4 700 kg·hm<sup>-2</sup>) and shooting number (15 500 numbers·hm<sup>-2</sup>). In conclusion, the ideal stand structure was found to be composed of dominant age of 1 year + 2 year + 3 year, DBH of 4~6cm, and medium stand density (10 000~12 000 numbers·hm<sup>-2</sup>).

收稿日期:2019-08-30

基金项目:四川省公益性科研院所林业生态建设和产业发展科研项目-川南地区特色笋用竹产业链技术创新与示范

作者简介:吴雨峰(1990-),男,工程师,主要从事林业科研和林业规划调查设计工作,e-mail:841643628@qq.com。

\* 通讯作者:张小平(1966-),男,教授级高工,主要从事森林培育研究,e-mail:510188677@qq.com。

**Key words:** Bitter bamboo *Pleiblastus maculatus*, Age structure, DBH structure, Bamboo density, Fresh shoot yield, Shooting number

苦竹(*Pleiblastus maculatus*), 又称斑苦竹, 为禾本科大明竹属的复轴混生型中小型竹, 主要分布于四川、贵州、云南、江苏、安徽、浙江等长江流域各省<sup>[1-2]</sup>。其生长迅速, 笋期长, 具有产量高、抗逆性好等特点<sup>[3-4]</sup>。苦竹笋味略苦, 风味独特, 富含多种氨基酸和人体必需的微量元素, 是一种优良的多用途竹种。近年来, 四川省尤其川南地区苦竹栽植面积日益扩大, 苦竹林的生产经营已成为川南山区林业产业发展的重要内容。目前有关苦竹方面的研究主要集中在苦竹的栽培技术<sup>[5-6]</sup>、经营技术<sup>[7]</sup>、配方施肥<sup>[8-10]</sup>、生长特性<sup>[11-12]</sup>、生物量特征<sup>[13-15]</sup>、以及竹鞭生长规律<sup>[16-17]</sup>等方面, 而关于林分结构与竹笋产量的研究上还少有报道。

苦竹作为四川省川南地区主要的经济竹种, 长期以来, 苦竹林的经营水平总体较为低下, 相关企业和竹农在苦竹林的经营上经济收益较低。本文通过对叙永县现有的典型苦竹林开展调查, 比较不同林分结构下苦竹发笋情况及鲜笋产量的差异, 总结提出了有利于提高竹笋产量的最适林分结构, 进而为笋用苦竹林的经营管理提供科学依据。

## 1 研究区概况

试验地设置在叙永县的叙永镇、龙凤镇、天池镇和黄坭镇, 地跨东经 105°13' ~ 105°29', 北纬 27°42' ~ 27°53', 主要位于海拔 400 ~ 560 m、坡位中下、坡度 < 20°的低山丘陵区, 地带性土壤为酸性紫色土, 土壤厚度 50 ~ 80 cm。该区属于典型的中亚热带湿润性季风气候, 温暖湿润, 年均气温 16 ~ 18℃, 日照时数 1 170 ~ 1 200 h, 降雨量 1 150 ~ 1 200 mm, 无霜期约 300 d。当地现有苦竹林多为实施退耕还林工程的人工栽培竹林, 分布相对零散, 经营水平总体较为粗放, 经营措施主要是季节性伐竹和竹笋采收, 母竹留蓄随意性大, 林地垦覆、施肥、病虫害防治等经营活动较少进行。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置

选择经营强度大体一致、不同林分结构的苦竹林设置 10 ~ 15 m × 10 ~ 15 m 的临时样地, 共设置样

地 42 个。在苦竹的发笋期(2018 年 4—5 月)对发笋情况进行观测及记录, 采用叶龄痕法, 辅以竹秆和箨环的颜色, 综合判定立竹年龄, 实测样地内立竹的胸径、竹高等因子, 调查鲜笋出土时间、出笋地径、发笋量、鲜重及退笋情况, 每隔 4 ~ 5 d 调查 1 次。2019 年进行第 2 次调查, 取两年的均值作为最终数据。

### 2.2 分析方法

在現地调查结合查阅资料的基础上, 选择年龄结构、胸径结构、林分密度 3 个林分因子作为林分结构指标, 以单位面积的鲜笋产量和发笋数来评价竹林的产笋能力。

#### 2.2.1 林分密度

采用立竹度, 即单位面积的立竹数来反映林分密度, 本研究中确定单位面积大小为 1 hm<sup>2</sup>。

#### 2.2.2 胸径结构

采用林分平均胸径和整齐度两个指标。其中林分平均胸径反映了竹林的总体胸径大小, 整齐度是竹林平均胸径( $\bar{D}$ )和胸径标准差( $\sigma_D$ )的比值, 反映了竹林胸径的大小差异程度。

$$\text{林分平均胸径 } \bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (1)$$

$$\text{整齐度 } U_D = \frac{\bar{D}}{\sigma_D} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i}{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}} \quad (2)$$

式中:  $D_i$  为样地中第  $i$  株检尺竹的胸径,  $n$  为样地中检尺的立竹总株数。整齐度( $U_D$ )愈大, 竹林胸径分布更均匀, 差异越小; 而整齐度越小, 竹林胸径分布更离散, 大小差异愈大。一般定义  $U_D < 5$  为不整齐竹林,  $5 \leq U_D \leq 7$  为一般整齐林,  $U_D > 7$  为整齐竹林<sup>[18-19]</sup>。

#### 2.2.3 年龄结构

按照 1 年生、2 年生、3 年生以及  $\geq 4$  年生对竹林年龄结构进行统计, 根据调查结果共划分 5 个年龄结构类型(见表 1)。

#### 2.2.4 鲜笋产量及发笋数

鲜笋产量: 通过采收部分不同地径的鲜笋, 建立鲜笋地径与鲜重的数学模型, 进而估算样地的鲜笋产量。

表 1 不同年龄结构及林分竹株年龄占比

Tab.1 Different age structure and bamboo age ratio

年龄结构类型	竹龄占比/%			
	1年生	2年生	3年生	≥4年生
竹龄均匀分布型	20~30	20~30	20~30	20~30
1年生+2年生竹龄主导型	20~40	20~40	≤20	≤20
2年生+3年生竹龄主导型	≤20	20~40	20~40	≤20
≥3年生竹龄主导型	≤20	≤20	20~40	20~40
1年生+2年生+3年生竹龄主导型	30~40	30~40	30~40	≤10

发笋数:统计发笋期内的苦竹发笋数(含退笋以及采收部分)。

统计时将每个样地实测数据转换为公顷数据,其中鲜笋产量精确到十位,而发笋数则精确到百位。数据采用 EXCEL 及 SPSS 软件进行统计分析。

### 3 结果与分析

#### 3.1 苦竹笋鲜重模型

调查期内采收鲜笋共计 137 个,建立鲜笋地径 D 与带箨鲜重 W 的数学模型,求得鲜笋产量的预测模型为:

$$W = 48.634 \cdot D^2 - 213.616 \cdot D + 313.694$$

式中决定系数  $R^2$  为 0.87,均方根误差为 45.41,可见该模型具有较高的拟合精度,可用于预测竹笋鲜重及样地鲜笋产量。

#### 3.2 年龄结构对苦竹林产笋的影响

由表2可见:不同年龄结构的苦竹鲜笋产量及

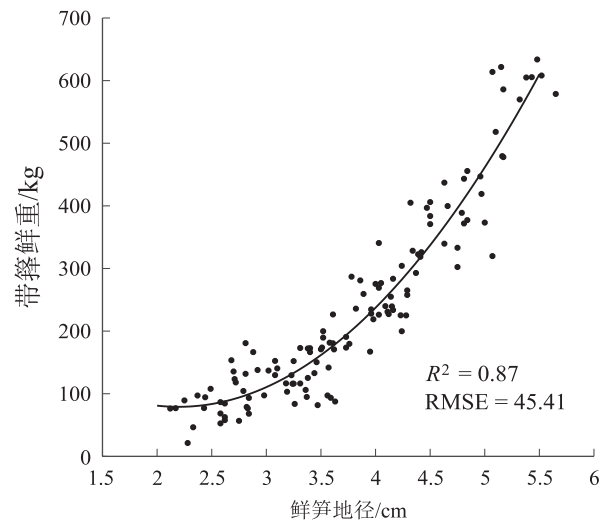


图 1 鲜笋地径 - 产量数学模型拟合

Fig.1 Digital model fitting of ground diameter and yield of bamboo shoots

发笋数达到显著差异 ( $P < 0.05$ )。从鲜笋产量来看,1年生+2年生+3年生竹龄主导型的竹林鲜笋公顷产量最高,达到  $4770 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,与其他年龄结构相比增幅超过 24%;其次分别是竹龄均匀分布型、1年生+2年生竹龄主导型和 2年生+3年生竹龄主导型,鲜笋产量分别为  $3840 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $3570 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $3140 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;而  $\geq 3$  年生竹龄主导型的苦竹林鲜笋产量最低,仅为  $2270 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

表 2 不同年龄结构苦竹鲜笋产量及发笋数

Tab.2 The yield and number of fresh shoots of bitter bamboo with different age structure

	年龄结构	样地数	均值	F	P 值
鲜笋产量 ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	1年生+2年生+3年生竹龄主导型	8	$4770 \pm 170 \text{ a}$	14.78	0.000
	竹龄均匀分布型	10	$3840 \pm 280 \text{ b}$		
	1年生+2年生竹龄主导型	11	$3570 \pm 230 \text{ bc}$		
	2年生+3年生竹龄主导型	8	$3140 \pm 180 \text{ c}$		
	≥3年生竹龄主导型	5	$2270 \pm 130 \text{ d}$		
发笋数 ( $\text{个} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	1年生+2年生+3年生竹龄主导型	8	$13900 \pm 800 \text{ a}$	4.94	0.019
	1年生+2年生竹龄主导型	11	$12100 \pm 1400 \text{ ac}$		
	竹龄均匀分布型	10	$11800 \pm 1200 \text{ ad}$		
	2年生+3年生竹龄主导型	8	$10500 \pm 800 \text{ bcd}$		
	≥3年生竹龄主导型	5	$8800 \pm 1100 \text{ b}$		

\* 显著水平  $\alpha = 0.05$ ,  $P < 0.05$  即显著水平,  $P \geq 0.05$  即不显著,下同。

从发笋数来看,其变化趋势与鲜笋产量类似。以 1年生+2年生+3年生竹龄主导型的苦竹林发笋情况最好,达  $13900 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,其次分别是 1年生+2年生竹龄主导型,竹龄均匀分布型,以及 2年生+3年生竹龄主导型竹林,发笋数分别为  $12100$

$\text{个} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $11800 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $10500 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,3者之间发笋数相对接近;而  $\geq 3$  年生竹龄主导型的苦竹林产量最低,发笋数为  $8800 \text{ 个} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。研究结果表明:1年生+2年生+3年生竹龄主导型的苦竹林分的发笋能力强,鲜笋产量高,而中老年竹林 ( $\geq 3$

年生竹龄主导型)发笋能力差,鲜笋产量最低。

### 3.3 胸径结构对苦竹林产笋的影响

#### 3.3.1 林分平均胸径对产笋的影响

由表3可以看出:林分平均胸径对苦竹鲜笋产量及发笋数有显著影响( $P < 0.05$ ),随胸径增加,苦竹鲜笋产量呈现增加的趋势,而发笋数整体呈现下降的趋势。从鲜笋产量来看,平均胸径6 cm的苦竹林鲜笋产量最高,达 $4\ 580\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;其次是平均胸径5 cm、4 cm和3 cm的苦竹林,鲜笋产量分别为 $4\ 150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $3\ 870\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $3\ 420\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;而平均胸径2 cm的竹林产量最低,鲜笋产量仅为 $2\ 910\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

从发笋数来看,平均胸径3 cm的竹林发笋数最高,达到 $14\ 100\text{ 个}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,其次是2 cm、4 cm和5 cm的竹林,发笋数分别是 $12\ 400\text{ 个}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $11\ 500\text{ 个}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $10\ 200\text{ 个}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,而6 cm的苦竹林发笋数 $8\ 500\text{ 个}\cdot\text{hm}^{-2}$ 为产量最低的一组。结果表明:平均胸径越大的竹林,其鲜笋产量更高,但发笋数更少,这主要是由于鲜笋胸径(即鲜重)对总产量的影响高于发笋数,即:平均胸径越大的竹林,竹笋的平均鲜重更高,在公顷发笋数较小的情况下,总产量反而更高;反之,胸径越小的苦竹林,总产量反而更低。

表3 不同林分平均胸径苦竹鲜笋产量及发笋数

Tab.3 The yield and shooting number of bitter bamboo with different DBH

	林分平均胸径/cm	样地数	均值	F	P值
鲜笋产量 ( $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )	6	6	$4\ 580 \pm 170\text{ a}$	11.85	0.000
	5	12	$4\ 150 \pm 170\text{ ab}$		
	4	10	$3\ 870 \pm 230\text{ bc}$		
	3	8	$3\ 420 \pm 190\text{ cd}$		
	2	6	$2\ 910 \pm 140\text{ d}$		
发笋数 ( $\text{个}\cdot\text{hm}^{-2}$ )	3	8	$14\ 100 \pm 800\text{ a}$	8.25	0.009
	2	6	$12\ 400 \pm 700\text{ ab}$		
	4	10	$11\ 500 \pm 1000\text{ bc}$		
	5	12	$10\ 200 \pm 800\text{ cd}$		
	6	6	$8\ 500 \pm 500\text{ d}$		

#### 3.3.2 胸径整齐度对产笋的影响

由表4可见:胸径整齐度对苦竹鲜笋产量及发笋数的影响较小,均未到达显著性差异( $P > 0.05$ )。从鲜笋公顷产量来看,整齐(整齐度 $\geq 7$ )的苦竹林产量相对最高,达到 $4\ 090\text{ kg}$ ,其次是不整齐(整齐度 $\leq 5$ )和一般整齐(整齐度为 $5\sim 7$ ),鲜笋产量分别是 $3\ 820\text{ kg}$ 和 $3\ 760\text{ kg}$ 。从公顷发笋量来看,不整

齐( $\leq 5$ )的发笋数相对最高,达到 $12\ 600\text{ 个}$ ,其次是整齐的(整齐度 $\geq 7$ )和一般整齐(整齐度为 $5\sim 7$ )的苦竹林,分别是 $11\ 900\text{ 个}$ 和 $11\ 700\text{ 个}$ 。结果表明:不同整齐度下鲜笋公顷产量和公顷发笋数之间总体不存在显著差异,试验中不同整齐度下的鲜笋公顷产量及发笋数的大小差异可能是样地随机误差的结果。

表4 不同胸径整齐度苦竹鲜笋产量及发笋数

Tab.4 The shoot yield and shooting number of bitter bamboo with different uniform degree of BDH

	整齐度	样地数	均值	F	P值
鲜笋产量 ( $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )	$\geq 7$ (整齐)	11	$4\ 090 \pm 230\text{ a}$	1.012	0.393
	$\leq 5$ (不整齐)	14	$3\ 820 \pm 230\text{ a}$		
	$5\sim 7$ (一般整齐)	17	$3\ 760 \pm 140\text{ a}$		
发笋数 ( $\text{个}\cdot\text{hm}^{-2}$ )	$\leq 5$ (不整齐)	14	$12\ 600 \pm 800\text{ a}$	1.969	0.182
	$\geq 7$ (整齐)	11	$11\ 900 \pm 1200\text{ a}$		
	$5\sim 7$ (一般整齐)	17	$11\ 700 \pm 400\text{ a}$		

### 3.4 立竹度对苦竹林产笋的影响

由表5可见:立竹度对鲜笋产量及发笋数均有显著的影响( $P < 0.05$ ),其中立竹度 $10\ 000\sim 12\ 000\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的竹林鲜笋产量最高,达 $4\ 700\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,发笋数亦达 $15\ 500\text{ 个}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;其次为 $12\ 000\sim 14\ 000\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的竹林,鲜笋产量为 $4\ 210\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,发笋数为 $15\ 000\text{ 个}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;  $8\ 000\sim 10\ 000\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $\geq 14\ 000\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的苦竹林产笋能力相对较差,鲜笋产量分别为 $3\ 620\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $3\ 550\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,而发笋数分别为 $10\ 000\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $10\ 900\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,前者的鲜笋产量略高于后者,而发笋数略低于后者,差异不显著。研究结果表明:中等立竹度( $10\ 000\sim 12\ 000\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ )苦竹林分产笋情况最佳,过于稀疏或密集的林分均不利于苦竹林发笋。

表5 不同立竹度苦竹鲜笋产量及发笋数

Tab.5 The shoot number and shoot yield of bitter bamboo at different density

	立竹度 ( $\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$ )	样地数	均值	F	P值
鲜笋产量 ( $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )	$10\ 000\sim 12\ 000$	9	$4\ 700 \pm 190\text{ a}$	12.909	0.000
	$12\ 000\sim 14\ 000$	15	$4\ 210 \pm 100\text{ b}$		
	$8\ 000\sim 10\ 000$	11	$3\ 620 \pm 130\text{ c}$		
	$> 14\ 000$	7	$3\ 550 \pm 180\text{ c}$		
发笋数 ( $\text{个}\cdot\text{hm}^{-2}$ )	$10\ 000\sim 12\ 000$	9	$15\ 500 \pm 600\text{ a}$	9.140	0.000
	$12\ 000\sim 14\ 000$	15	$15\ 000 \pm 1000\text{ a}$		
	$> 14\ 000$	7	$10\ 900 \pm 900\text{ b}$		
	$8\ 000\sim 10\ 000$	11	$10\ 000 \pm 600\text{ b}$		

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

合理的林分结构是保证竹笋高产、稳产的重要因素。本研究重点讨论了年龄结构、胸径结构和林分密度对苦竹林鲜笋产量的影响。

(1)从年龄来看,不同年龄分布的苦竹林产笋能力之间存在显著差异,以1年生+2年生+3年生为主导型的竹林鲜笋产量与发笋数最高,可见1、2、3年生竹,尤其是2年生竹当年的产笋能力较好,而中老年竹( $\geq 4$ 年生竹)产笋能力相对较差。

(2)从胸径结构来看,林分平均胸径大小对苦竹产笋有显著影响,而整齐度对苦竹产笋影响不显著。以中大径级的竹林(4~6cm)的产笋能力最好,可见平均胸径大的竹林,在发笋数较低的情况下,鲜笋产量更高。

(3)从竹林密度来看,立竹度对苦竹林产笋有显著影响,以中等立竹度(10 000~12 000株· $\text{hm}^{-2}$ )的鲜笋产量及发笋数最高,说明过于稀疏或密集均不利于苦竹林产笋。

结合不同因素对苦竹产笋的影响来看,1年生、2年生、3年生竹龄主导+中大径级(4~6cm)+中等立竹度(10 000~12 000株· $\text{hm}^{-2}$ ),是比较理想的苦竹笋用林林分结构,有利于提高竹林的产笋能力。

### 4.2 建议

优化林分结构是提高苦竹林产笋能力的关键之一。根据研究结果,营造苦竹笋用林应着重抓好以下几点:(1)通过松土施肥提高土壤肥力,促进竹林的良好生长;(2)合理调整林分密度,及时清除弱竹、病竹,创造良好的竹林空间条件,控制竹林立竹度在中等状态(3)砍去4年生以上老竹,均匀保留1~3年生且生长旺盛的健壮竹,使竹林的年龄结构大致保持在1年生+2年生+3年生为主体。

影响竹林产笋能力的因素很多,除了年龄、胸径和立竹度外,还受自然条件、经营措施等因素的影响,不同的立地条件、土壤环境、水肥条件,以及竹林

地经营管理方式等也可能影响竹林的产笋能力。因此,要更好地指导当地苦竹林的经营管理,还需要结合不同的立地条件、经营措施等开展进一步试验及研究。

### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第9卷第1册: 禾本科竹亚科[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [2] 彭楷隆. 苦竹的栽培及综合利用[J]. 重庆林业科技, 2008(1): 62-63.
- [3] 洪维, 黄国峰, 窦可, 等. 梅县苦笋竹资源产业化开发探讨[J]. 广东林业科技, 2007, 23(2): 109-111.
- [4] 黄金通. 福建省顺昌县苦竹资源的开发研究[J]. 世界竹藤通讯, 2005(01): 40-42.
- [5] 黄萍. 苦笋高效丰产栽培技术[J]. 四川林业科技, 2013, 34(04): 111-112.
- [6] 母小青. 黔北苦竹栽培技术[J]. 现代农业科技, 2011(13): 128-131.
- [7] 应锦辉. 集约经营措施对苦竹林的改造效果研究[J]. 安徽农学通报, 2014, 20(10): 96, 116.
- [8] 杜灵丽, 张迎辉, 陈礼光, 等. 不同无机肥处理对苦竹林笋产量的影响[J]. 福建林业, 2013(02): 25-27.
- [9] 荣俊冬, 张迎辉, 陈凌艳, 等. 施肥对苦竹笋养分及营养成分的影响研究[J]. 世界竹藤通讯, 2017, 15(02): 1-3, 9.
- [10] 游德龙. 立竹结构和施肥对笋用苦竹林笋生长的影响[J]. 现代农业科技, 2012(14): 127-129.
- [11] 方伟, 林新春, 洪平, 等. 苦竹生长发育规律研究[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(1): 1-5.
- [12] 高培军, 郑郁善, 陈礼光, 等. 苦竹地下竹鞭结构生长规律调查[J]. 福建林业科技, 2003, 30(1): 5-8.
- [13] 林新春, 方伟, 李贤海, [J]. 苦竹种群生物量结构研究[J]. 竹子研究汇刊. 2004, 23(2): 26-29.
- [14] 申贵仓, 张旭东, 张雷, 等. 蜀南苦竹林生态系统碳储量与碳汇能力估测[J]. 林业科学, 2013, 49(03): 78-84.
- [15] 郑容妹, 郑郁善, 丁闽锋, 等. 苦竹生物量模型的研究[J]. 福建林学院学报, 2003, 23(1): 61-64.
- [16] 赵荣儿. 马尾松苦竹混交林根系分布格局[J]. 林业科技开发, 2009, 23(2): 77-79.
- [17] 高培军, 郑郁善, 陈礼光, 等. 苦竹地下竹鞭结构生长规律调查[J]. 福建林业科技, 2003, 30(1): 5-8.
- [18] 苏香玲, 王振锡. 海拔对毛竹生长和竹林结构的影响研究[J]. 林业资源管理, 2016(04): 96-100.
- [19] 郑蓉, 陈开益, 郭志坚, 等. 不同海拔毛竹林生长与均匀度整齐度的研究[J]. 江西农业大学学报, 2001(02): 236-239.