

## 配方施肥对沙县毛竹林新竹生长效应分析

葛绍冰

(福建省沙县林业局,福建 沙县 365051)

**摘要:**通过 N,P,K 3 因素 3 水平的正交施肥试验,分析了不同 N,P,K 肥配施对福建省沙县毛竹林新竹生长的影响。结果表明,一定施用量范围内的 N,P,K 肥组合在不同程度上影响着毛竹林新竹的生长,9 个施肥处理与对照(未施肥)比较,各处理之间除新竹胸径差异不显著以外,新竹竹高、株数、产量均达差异显著或极显著水平,其中 N3P1K3(尿素 1 050 kg/hm<sup>2</sup>, 过磷酸钙 900 kg/hm<sup>2</sup>, 硫酸钾 300 kg/hm<sup>2</sup>)的新竹胸径生长达最大(10.8 cm),比对照增长 14.9%;N3P3K2(尿素 1 050 kg/hm<sup>2</sup>, 过磷酸钙 1 350 kg/hm<sup>2</sup>, 硫酸钾 150 kg/hm<sup>2</sup>)的新竹竹高达最大,比对照增长 11.3%;选择施肥后新竹产量作为评价施肥效应的综合指标,极差分析认为,施用均衡且适当的 N 肥(尿素 750 kg/hm<sup>2</sup>)、P 肥(过磷酸钙 900 kg/hm<sup>2</sup>)、K 肥(硫酸钾 150 kg/hm<sup>2</sup>),其新竹产量为 25.8 t/hm<sup>2</sup>,比对照增长 79.2%,能为新竹生长提供足够的养分。

**关键词:**毛竹;配方施肥;生长;效应;新竹产量

**中图分类号:**S795.7;S714.8

**文献标志码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2017.03.007

## Effect of prescription fertilization on young *Phyllostachys edulis* growth

GE Shao-bing

(Forestry Bureau of Shaxian County, Fujian Province, Shaxian 365051, China)

**Abstract:** An orthogonal trial of three-factor multiple fertilization designed in Shaxian, Fujian Province, dealt with effects of different prescription (N,P,K) on the growth of young *Phyllostachys edulis*. The result showed that all different prescriptions were favorable for the growth. The biggest diameter at breast height (BHD) was 10.8 cm (14.9% higher than that of CK) after treating with N3P1K3, and the highest new bamboo (11.3% higher than that of CK) was produced after treating with N3P3K2. There occurred significant difference ( $P<0.05$ ) between different treatments for the young bamboo height, number and yield production but BHD. The optimal combination of fertilization was concluded as 750 kg/hm<sup>2</sup> urea+900 kg/hm<sup>2</sup> Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O, + 150 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, with bamboo yield production of 25 800 kg/hm<sup>2</sup>, 79.2% higher than that of CK, illustrating balanced and sufficient nutrient supply for the growth.

**Key words:** *Phyllostachys edulis*; Prescription fertilization; Growth; Effect; Young yield production

毛竹(*Phyllostachys edulis*)具有生长速度快、笋材产量高、适应能力强、用途广泛等特点,是我国最重要的经济竹种,也是南方林区重要的森林资源,在我国的人工栽培已有千年历史。由于毛竹生长快,营养消耗大,且在生产经营中挖笋伐竹带走大量的营养物质,当竹林养分归还量不足以满足其正常生长时,林地养分匮乏、竹林产量下降等

后果极易发生<sup>[1]</sup>。已有研究表明,施肥是提高林地生产力、维持竹林可持续发展的重要经营手段,但在不同地区、不同经营目标下,竹林最佳配比施肥的研究结论仍有不同<sup>[2-5]</sup>。福建是中国毛竹主产区之一,现有竹林面积 106.7 万 hm<sup>2</sup>,其中毛竹 99.6 万 hm<sup>2</sup>,面积与立竹量均居全国首位,毛竹林分布范围广,地形变化复杂,土壤类型多样,如何

收稿日期:2017-06-01;修回日期:2017-06-20

基金项目:沙县科技计划项目(沙财教[2005]26号)

作者简介:葛绍冰(1975-),男,福建建瓯人,工程师。从事竹业、营林、绿化、科技推广等工作。电子邮箱:geshaobing@163.com。

开展竹林现代精准施肥与管理,对有效提高竹林经济效益及保护生态环境至关重要。本文通过对沙县大洛镇毛竹林开展 N,K,P 肥配施试验研究,旨在为该地区及其周边毛竹林科学施肥及可持续生产提供技术指导。

1 试验区概况

试验地位于福建省沙县大洛镇,地处北纬 26°14'45"—26°15'10",东经 117°46'40"—117°47'15",中亚热带气候,年平均温度 19℃,年降水量 1 600 mm,海拔 400—480 m,大坡向为东向,坡度 26°。红壤类型,土壤母岩为花岗岩,腐殖层厚度 15 cm,土层厚度 80 cm 以上。主要地被植物为五节芒 (*Miscanthus floridulus*)。

2 材料与方法

2.1 试验材料

试验区选择具有代表性毛竹纯林,地点位于大洛村地块 12 林班 1 大班 5,6 小班,竹林连片面积 23.5 hm<sup>2</sup>,大小年明显,以材用竹为经营目标,竹林平均立竹密度 2 775 株/hm<sup>2</sup>,平均胸径 9.15 cm,平均竹高 11.0 m。竹林土壤中有机质含量为 22.59 g/kg,水解氮含量为 0.132 g/kg,有效磷含量为 0.005 g/kg,速效钾含量为 0.077 g/kg。

2.2 试验设计

为了使得 N,P,K 肥配施试验具有均衡分散和整齐可比性,本试验采用 3 因素 3 水平的正交设计方案 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>),设置的 3 个因素为氮肥(尿素,含 N 46%)、磷肥(过磷酸钙,含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%)、钾肥(硫酸钾,含 K<sub>2</sub>O 50%),结合各肥种在当地施肥经验设定 3 个施肥水平(见表 1)。试验共设配施处理 9 个,另设 1 个对照组(未施肥),各处理重复 3 次,共 30 个试验样地,样地面积 20 m×20 m,样地间设有 10—20 m 宽隔离带。各处理肥料用量及样地基本情况见表 2。

表 1 正交设计方案的因素及水平				kg/hm <sup>2</sup>
水平	因素			
	尿素(N)	过磷酸钙(P)	硫酸钾(K)	
1	450	900	75	
2	750	1 125	150	
3	1 050	1 350	300	

表 2 正交设计处理施肥量及样地基本情况

编号	试验处理	平均胸径/ cm	平均竹高/ m	立竹度/ (株/hm <sup>2</sup> )
1	N1P1K1	9	11.2	2 700
2	N1P2K2	9.2	11	2 835
3	N1P3K3	9.1	10.8	2 850
4	N2P1K2	9.2	11	2 805
5	N2P2K3	9.2	10.9	2 835
6	N2P3K1	9.3	11.2	2 775
7	N3P1K3	9	11.3	2 760
8	N3P2K1	9.1	11.5	2 775
9	N3P3K2	9.3	11.2	2 760
10	CK	9.1	10.9	2 745

2.3 试验方法

分别于 2014,2015 年的 5 月各施肥 1 次。开沟施肥,样地内每隔 2 m 开 1 条等高线水平沟,沟宽 20 cm,深 20 cm。试验区按照福建省毛竹丰产林地方标准进行抚育管理。

2.4 试验调查与统计

2014 年施肥前调查样地内毛竹胸径、竹高、年龄等指标,施肥后每年进行竹林生长调查,调查指标包括新竹株数、胸径、竹高等。竹秆质量(*W*)与胸径(*D*)、高度(*H*)的计算公式为  $W=0.06D^{1.467}H^{[1]}$ 。

采用 Excel 软件进行生长调查数据的平均值统计,DPS6.55 软件进行生长指标的方差分析与多重比较检验。

3 结果与分析

3.1 N,P,K 肥配施对竹林新竹胸径生长的效应

胸径是评价竹林生长情况的重要指标之一,其大小直接反映出竹林生长的质量。由表 3 可看出,9 种 N,P,K 配施组合的样地新竹胸径平均值在 10.1—10.8 cm 之间,均大于对照值(9.4 cm),其中 N3P1K3, N2P1K2, N1P1K1, N3P3K2 均值不低于 10.5 cm,比对照值增长了 11.7%—14.9%。方差分析表明,10 个试验处理的新竹胸径差异未达显著水平,其中  $F=1.679 < F_{0.05}(9, 20)=2.393$ 。由此分析,竹林配施 N,P,K 肥对新竹胸径的增长有一定的促进趋势。

3.2 N,P,K 肥配施对竹林新竹高生长的效应

如表 3 所示,竹林施肥后,各处理样地新竹高度均值都超过 12.0 m,各施肥组合竹高度值与对

照(11.5 m)相比,其增长率在4.3%—11.3%之间,以N3P3K2的竹高度数值最大(12.8 m),其次为N2P2K3(竹高为12.6 cm)和N2P1K2(竹高为12.5 cm),分别比对照增长了11.3%,9.6%和8.7%。方差分析表明,10个试验处理的新竹高度差异达显著水平,其中 $F=2.421>F_{0.05}(9,20)=2.393$ 。LSD多重比较得出,除N1P1K1与对照未达显著性差异,其他8个施肥处理与对照之间均达显著性差异。

3.3 N,P,K肥配施对竹林新竹数的效应

结果如表3所示,不同肥料组合施肥对样地新竹数具有显著的促进效应,以N2P3K1的新竹数为最高值(1125株/hm<sup>2</sup>),其次为N2P1K2(新竹数为1080株/hm<sup>2</sup>),第3为N2P2K3,N3P1K3(新竹数为1035株/hm<sup>2</sup>),分别是对照(780株/hm<sup>2</sup>)的1.44,1.38和1.33倍。方差分析表明,10个试验处理的新竹数差异达极显著水平,其中 $F=8.499>F_{0.01}(9,20)=3.457$ 。LSD多重比较得出,N1P1K1与对照差异未达显著水平;N2P1K2,N2P2K3,N2P3K1,N3P1K3分别与N1P1K1及对照达极显著性差异。

3.4 N,P,K肥配施对竹林新竹产量的效应

本研究试验林为材用毛竹,新竹产量则是反映着竹林生产能力的重要指标<sup>[6]</sup>。10个试验处理中,对照的新竹产量最低(14.4 t/hm<sup>2</sup>),9种N,P,K配施组合的新竹产量在19.95—25.8 t/hm<sup>2</sup>之间,以N2P1K2,N2P3K1,N3P1K3的新竹产量值较高,分别为25.8,24.9,24.75 t/hm<sup>2</sup>,与对照产量相比,增长了79.2%,72.9%和71.9%(见表3)。经方差分析与多重比较,10个试验处理的新竹产量达极显著差异水平,其中 $F=10.652>F_{0.01}(9,20)=3.457$ ,对照与9个施肥处理之间均达极显著性差异。

考虑到新竹产量与新竹的胸径、竹高、株数等指标具有密切相关性,本研究选择施肥后新竹产量作为评价施肥效应的综合性指标。对各试验样地的新竹产量极差分析(见表4)显示,从各因素R值大小看,最大影响因素是氮肥(0.85),其次为钾肥(0.18),第3为磷肥(0.14);从各因素K值大小看,氮肥以尿素750 kg/hm<sup>2</sup>水平最好,磷肥以过磷酸钙900 kg/hm<sup>2</sup>水平为好,钾肥以硫酸钾150 kg/hm<sup>2</sup>为好。即本次试验最佳施肥组合尿素750 kg/hm<sup>2</sup>+过磷酸钙900 kg/hm<sup>2</sup>+硫酸钾150 kg/hm<sup>2</sup>,施用均衡且适当,较适宜促进新竹的生长。

表 3 N,P,K 肥料配施的新竹生长情况

试验处理	新竹胸径/cm	新竹高/m	新竹数/(株/hm <sup>2</sup> )	新竹产量/(t/hm <sup>2</sup> )
N1P1K1	10.5 a	12.1 ab	870 DE	19.95 C
N1P2K2	10.3 a	12.2 a	975 BCD	21.9 ABC
N1P3K3	10.1 a	12.2 a	930 CD	20.25 BC
N2P1K2	10.6 a	12.5 a	1 080 AB	25.8 A
N2P2K3	10.3 a	12.6 a	1 035 ABC	24.15 AB
N2P3K1	10.2 a	12.0 a	1 125 A	24.9 A
N3P1K3	10.8 a	12.1 a	1 035 ABC	24.75 A
N3P2K1	10.2 a	12.4 a	1 005 ABCD	23.4 ABC
N3P3K2	10.5 a	12.8 a	990 ABCD	23.25 ABC
CK	9.4 a	11.5 b	780 E	14.4 D
F 值	1.679	2.421 *	8.499 **	10.652 **
$F_{0.01}(9,20)=3.457,F_{0.05}(9,20)=2.393$ 。				

表 4 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交设计施肥新竹产量极差分析

因素	氮肥	磷肥	钾肥
K1	4.14	4.70	4.55
K2	4.99	4.63	4.73
K3	4.76	4.56	4.61
R	0.85	0.14	0.18

4 小结与讨论

N,P,K 正交配施试验表明,一定量的氮磷钾肥施用量对毛竹林新竹生长有明显的促进效应,10个试验处理之间(9个正交施肥组合与1个对照),除新竹胸径差异不显著以外,新竹竹高、株数、产量均达差异显著或极显著水平,说明竹林施肥在不同程度上影响着新竹生长的各项指标。极差分析表明,氮肥对促进新竹生长的效应最为显著( $R=0.85$ ),而钾肥、磷肥对新竹生长的单因素效应则不显著,表明竹林对氮素的需求量大,这与氮素可提高毛竹叶片的光合作用,促进光合产物合成与积累,从而有利于竹材产量提高的结论相一致<sup>[7]</sup>,同时磷素、钾素也具有一定生长效应,这体现了竹林氮磷钾肥配比施肥的意义。

本次试验表现最优的组合为N2P1K2,即试验区内最适的肥料施用量是尿素750 kg/hm<sup>2</sup>(氮肥)+过磷酸钙900 kg/hm<sup>2</sup>(磷肥)+硫酸钾150 kg/hm<sup>2</sup>(钾肥),其新竹产量可达25.8 t/hm<sup>2</sup>,比对照增长  
(下转第34页)

- [12] 汪洪丽,郭晓敏,赵中华.油茶生长量、产量与平衡施肥的研究[J].江西林业科技,2007(6):73-75.
- [13] 李 青,胡冬南,张 慧,等.不同类型肥料对油茶春梢生长和果形指数及果实产量的影响[J].经济林研究,2012,30(4):36-40.
- [14] 胡冬南,涂淑萍,刘亮英,等.氮、磷、钾和灌水用量对油茶春梢生长的影响[J].林业科学,2015,51(4):148-155.
- [15] 钱 萍.套种对油茶幼林的土壤理化性状及其生长的影响[D].南昌:江西农业大学,2011.
- [16] 韦宏民,何 斌,梁 运,等.不同板栗—农间作模式对土壤理化性质的影响[J].经济林研究,2014,32(3):150-153.
- [17] 郭雄飞,陈 璇,黎华寿,等.不同林分改造模式对土壤酶活性及微生物数量的影响[J].中南林业科技大学学报,2015,35(9):30-34.
- [18] 廖宗文,毛小云,刘可星.有机碳肥对养分平衡的作用初探[J].土壤学报,2014,51(3):656-659.
- [19] 郑帷婕,包维楷,辜 彬,等.陆生高等植物碳含量及其特点[J].生态学杂志,2007,26(3):307-313.
- [20] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室. LY/T1237-1999 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算[S]. 国家林业局,1999.
- [21] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室. LY/T1239-1999 森林土壤 pH 值的测定[S]. 国家林业局,1999.
- [22] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室. LY/T1228-1999 森林土壤全氮的测定[S].国家林业局,1999.
- [23] 中国林业科学研究院林业研究所. LY/T1229-1999 森林土壤水解性氮的测定[S].国家林业局,1999.
- [24] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室. LY/T1233-1999 森林土壤有效磷的测定[S]. 国家林业局,1999.
- [25] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室. LY/T1236-1999 森林土壤速效钾的测定[S]. 国家林业局,1999.
- [26] 朱昌雄,李瑞波.液态有机碳肥概述[J].磷肥与复肥,2013,28(4):16-18.
- [27] 李瑞波.从有机碳营养的视角透视农作物现象[J].磷肥与复肥,2013,28(5):4-7.

(上接第 30 页)

79.2%,而多磷肥多钾肥的组合 N1P3K3,其新竹产量为 20.25 t/hm<sup>2</sup>,仅比对照增长 40.6%,多氮肥多磷肥的组合 N3P3K2,其新竹产量比对照增长 61.5%,即偏重增施磷钾肥并不利于竹林丰产,而多施氮、磷肥的竹林产量也未达最大值。由此说明,竹林进行均衡配比施肥十分必要。此外,毛竹材用林的施肥采用每年 1 至 2 次;坡度 25°以下的竹山需进行开沟施肥,同时结合竹林锄草、松土的林地抚育工作进行,在生产上更符合实际。

本研究得出的最优施肥量与肥料配比对于试验区域内毛竹林经营与养分管理具有一定的实际意义,但施肥受林分状况、土壤养分、经营目的、产量水平等多因素影响<sup>[8]</sup>,因此试验研究的结果还需在生产上更大范围内进一步中试与完善。

#### 参考文献:

- [1] 郑郁善,洪 伟.毛竹经营学[M]. 厦门:厦门大学出版社,1998.
- [2] 洪 伟,陈 辉,吴承祯.毛竹专用复合肥研究[J].林业科学,2003,39(1):81-85.
- [3] 洪顺山,胡炳堂,江业根.毛竹林施肥效应研究[J].林业科学研究,1992(4):371-378.
- [4] 顾小平,吴晓丽,汪阳东.毛竹材用林高产优化施肥与结构模型的建立[J].林业科学,2004,40(3):96-101.
- [5] 胡冬南,陈立新,李发凯,等.配方施肥对毛竹笋材的影响[J].江西农业大学学报(自然科学版),2004,26(2):196-199.
- [6] 林 华.毛竹工业用竹材林高效培育技术效果分析[J].竹子研究汇刊,2008,27(2):42-47.
- [7] 高培军.氮素施肥对毛竹光合能力与光谱特性的影响[D].北京:北京林业大学,2013.
- [8] 卢义山,朱志祥,钱建华,等.毛竹笋材两用林配套高产高效栽培技术开发研究[J].江苏林业科技,2003,30(2):1-4,20.