

马 师, 苟光前. 合江方竹竹笋培育施肥研究[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(8): 107–110.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.08.030

# 合江方竹竹笋培育施肥研究

马 师<sup>1,2</sup>, 苟光前<sup>1,2</sup>

(1. 贵州大学竹类研究所, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州大学生命科学学院, 贵州贵阳 550025)

**摘要:** 为了解合江方竹笋对土壤养分的需求, 建立竹笋丰产的科学施肥配方。采用“3414”试验对合江方竹林进行施肥研究, 建立了合江方竹笋产量与  $N$ 、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$  施用量之间的肥效模型。结果表明, 三元二次方程拟合结果与实际吻合, 各处理笋产量之间不存在显著差异;  $N-P$ 、 $P-K$  存在正交互作用,  $N-K$  之间不存在交互作用; 笋产量随着单因素施肥量的增大而增大, 当施肥量超过最大值时, 笋产量不再增加; 氮磷钾对笋产量的增加效果依次为  $P > K > N$ ; 合江方竹林地施肥具有明显的经济效益, 各个处理产投比为 2.21 ~ 3.19, 其中以  $N_2P_2K_2$  处理的最大,  $N_2P_0K_2$  处理的最小。以  $N_2P_2K_2$  处理的纯利润最高, 为 55 079 元/hm<sup>2</sup>。通过频数分析得出了林地的推荐施肥量为尿素 295 ~ 520 kg/hm<sup>2</sup>, 过磷酸钙 260 ~ 450 kg/hm<sup>2</sup>, 钾肥 93 ~ 160 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 合江方竹笋; “3414”施肥试验; 施肥效果; 推荐肥量

**中图分类号:** S795.905 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)08-0107-04

合江方竹 (*Chimonobambusa hejiangensis*) 又称大竹、箐竹, 分布于四川合江及贵州赤水、习水等地, 合江方竹笋肉嫩肥厚、香脆可口, 富含丰富的蛋白质和氨基酸, 色泽美观, 耐储存, 具有很高的经济价值, 其笋期在秋季 9—11 月, 为鲜笋供应淡季, 市场价格可观<sup>[1-3]</sup>。目前, 合江方竹以天然林为主, 生产粗放, 人工育林也缺少施肥管理措施, 加强竹林施肥培育, 提高竹笋丰产等问题亟待解决。

“3414”试验在农业上被广为使用, 而在林业竹类中的运用只见于慈竹林、撑绿竹林、毛竹林<sup>[4-7]</sup>, 且施肥处理结果也并不相同, 可能是由不同竹种和不同林地土壤情况的差异所致。合江方竹为笋材两用的优良竹种<sup>[1]</sup>, 针对合江方竹进行施肥的研究尚未见报道。本研究通过对贵州省赤水市宝源乡合江方竹林进行“3414”施肥试验, 研究氮磷钾施用量与笋产

量的关系, 建立肥效模型, 确定氮磷钾推荐施肥量, 为当地合理施肥和促进高产增收提供科学的施肥依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概述

研究地区是贵州省赤水市宝源乡, 赤水市地处 105°36′ ~ 106°15′E、28°16′ ~ 28°46′N, 最高海拔 1 730 m, 最低海拔 221 m, 年降水量 1 200 ~ 1 300 mm, 无霜期 340 ~ 350 d, 年均相对湿度 82%<sup>[8]</sup>。试验林地土壤 pH 平均值 4.13, 为酸性土壤。有机质含量均值为 56.38 g/kg, 全氮含量均值为 2.49 g/kg, 碱解 N 含量均值为 249.60 mg/kg, 有效磷含量均值为 5.04 mg/kg, 速效钾含量均值为 61.57 mg/kg。

### 1.2 试验设计与材料

试验林地面积共 2 100 m<sup>2</sup>, 采用“3414”设计施肥方案, 设氮磷钾 3 个因素, 每个因素设 4 个水平的肥料用量, 共 14 个处理, 每个处理为 10 m(长) × 5 m(宽)。14 个处理为 1 个区组, 设 3 个区组, 随机布置, 地形、土壤一致。供试肥料为尿素 (含  $N \geq 46\%$ )、过磷酸钙 (含  $P_2O_5 \geq 12\%$ )、氯化钾 (含  $K_2O \geq 60\%$ ), 具体设计方案见表 1。

施肥采用撒施方式, 施肥后立即覆土, 以确保肥料充分融

收稿日期: 2016-07-04

基金项目: 国家科技支撑计划 (编号: 2012BAD23B05); 贵州省农业科技攻关项目 (编号: 黔科合 NY[2012]3074)。

作者简介: 马 师 (1989—), 男, 贵州安顺人, 硕士研究生, 主要从事植物系统发育与进化研究。E-mail: mashi2014@163.com。

通信作者: 苟光前, 博士, 教授, 主要从事竹类植物资源与培育研究。E-mail: ggqian106@163.com。

heating and cooling[J]. Advanced Materials Research, 2011, 337: 724–727.

[8] Ogawa K, Hirogaki T, Aoyama E, et al. Bamboo fiber extraction method using a machining center[J]. Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 2008, 2(4): 550–559.

[9] 肖建武, 康文星, 尹少华, 等. 城市森林固碳释氧功能及经济价值评估——以第三个“国家森林城市”长沙市为实证分析[J]. 林业经济问题, 2009, 29(2): 129–132.

[10] 徐玮伟, 李晓储, 汪成忠, 等. 扬州古运河风光带绿地树种固碳释氧效应初步研究[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(5): 575–580.

[11] 康永武. 茶秆竹的叶面积指数测定[J]. 浙江林业科技, 2002, 22(1): 45–46.

[12] 赵 萱, 李海梅. 11 种地被植物固碳释氧与降温增湿效应研究[J]. 江西农业学报, 2009, 21(1): 44–47.

[13] 饶显龙, 王 丹, 吴仁武, 等. 杭州西湖公园 6 种木兰科植物固碳释氧能力[J]. 福建林业科技, 2014(3): 1–5.

[14] 杨赉丽. 城市园林绿地规划[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006: 31.

[15] 李新宇, 唐海萍. 陆地植被的固碳功能与适用于碳贸易的生物固碳方式[J]. 植物生态学报, 2006, 30(2): 200–209.

[16] 李正才, 傅懋毅, 徐德应. 竹林生态系统与大气二氧化碳减量[J]. 竹子研究汇刊, 2003, 22(4): 1–6.

[17] 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(3): 78–84.

表 1 试验林区施肥方案及施肥量

编号	处理	施肥量(kg/hm <sup>2</sup> )		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	50.4	90
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	110.4	50.4	90
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	220.8	0	90
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	220.8	25.2	90
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	220.8	50.4	90
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	220.8	75.6	90
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	220.8	50.4	0
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	220.8	50.4	45
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	220.8	50.4	135
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	331.2	50.4	90
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	110.4	25.2	90
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	110.4	50.4	45
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	220.8	25.2	45

化。育林期间预防人为过度在林间走踩穿梭,可以保持林间土壤疏松,利于发笋。

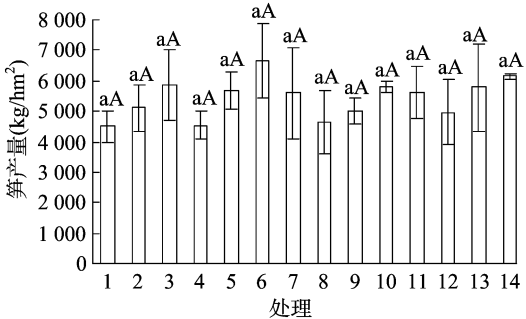
1.3 数据分析

试验所得数据用 Excel 和 SPSS 21.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 笋产量

通过采收试验林区竹笋,得出试验林地的笋产量,计算 3 个区组相同处理笋产量的平均值,通过方差分析,3 个区组 14 个处理产量无显著差异性(图 1)。N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理的产量最高,为 6 682.67 kg/hm<sup>2</sup>,其次为 N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>,无肥处理 N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> 产量最低,为 4 490.67 kg/hm<sup>2</sup>。



不同大小写字母分别表示处理间在 0.01、0.05 水平上差异显著  
图 1 “3414” 施肥对笋产量的影响

2.2 肥效模型的建立与分析

2.2.1 三元二次肥效方程的拟合 根据配方施肥的平均笋产量结果,以施氮量为  $x_1$ ,施磷量为  $x_2$ 、施钾量为  $x_3$ ,笋产量为目标函数  $y$ ,利用 Excel 进行回归分析,得出试验结果三元二次回归方程为

$$y = 4\,496.498 + 14.704\,14x_1 + 42.406\,8x_2 - 23.938\,2x_3 - 0.025\,93x_1^2 - 0.666\,6x_2^2 - 0.155\,53x_3^2 - 0.222\,48x_1x_2 + 0.0740\,42x_1x_3 + 0.789\,401x_2x_3。$$

经过  $F$  检验得出  $F = 2.728 > F_{0.05} = 0.733$ ,达显著水平,表明笋产量和 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 施肥量之间存在显著的回归关系。经计算奇数项小于零,偶数项大于零,表明模型方程有最大值。 $R^2 = 0.859\,887$ ,说明方程拟合效果较好;常数项为 4 496.498,与非施肥处理产量 4 490.67 非常接近,说明数学模型与实际吻合。根据边际效应<sup>[9]</sup>, $dy/dx = Px/Py$  ( $Px$  为投入单价, $Py$  为产出单价),可以计算出最佳施肥量为 N 214.24 kg/hm<sup>2</sup>,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 39.78 kg/hm<sup>2</sup>,K<sub>2</sub>O 74.09 kg/hm<sup>2</sup>,最佳经济产量为 6 064.6 kg/hm<sup>2</sup>(表 2)。

表 2 肥效拟合方程及最佳施肥量

模型	养分	效应方程	$F$ 值	$R^2$	最佳施肥量(kg/hm <sup>2</sup> )
一元	N、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 、K <sub>2</sub> O	$y = -0.036\,95x_1^2 + 14.367x_1 + 5\,017.1(1)$	2.815 *	0.849 191	191.70
		$y = -0.882\,1x_2^2 + 83.118x_2 + 4\,444.9(2)$	5.678 *	0.919 079	47.06
		$y = -0.156\,87x_3^2 + 32.582x_3 + 4\,436.5(3)$	1.133 *	0.693 910	102.79
二元	N、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$y = 419.912\,7 + 25.638\,01x_1 + 132.160\,1x_2 - 0.032\,92x_1^2 - 0.080\,084x_2^2 - 0.253\,64x_1x_2(4)$	4.095 *	0.911 022	N:176.25;P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :54.54
	N、K <sub>2</sub> O	$y = 5\,110.775 + 2.566\,28x_1 + 13.578\,14x_3 - 0.025\,33x_1^2 - 0.151\,95x_3^2 + 0.082\,657x_1x_3(5)$	1.087 *	0.731 068	N:211.78;K <sub>2</sub> O:101.18
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 、K <sub>2</sub> O	$y = 6\,633.955 - 10.344\,3x_2 - 9.621\,66x_3 - 0.657\,88x_2^2 - 0.152\,8x_3^2 + 0.825\,014x_2x_3(6)$	1.632 *	0.803 156	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :40.94;K <sub>2</sub> O:77.95
三元	N、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 、K <sub>2</sub> O	$y = 4\,496.498 + 14.704\,14x_1 + 42.406\,8x_2 - 23.938\,2x_3 - 0.025\,93x_1^2 - 0.666\,6x_2^2 - 0.155\,53x_3^2 - 0.222\,48x_1x_2 + 0.074\,042x_1x_3 + 0.789\,401x_2x_3(7)$	2.728 *	0.859 887	N:214.24;P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :39.78;K <sub>2</sub> O:74.09

注:“\*”表示 0.05 的显著水平。

2.2.2 二元二次肥效方程的拟合 对处理 2、3、4、5、6、7、11、12 进行回归分析,得出 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的效应方程(4),通过边际效应求得最佳施肥量为 N 176.25 kg/hm<sup>2</sup>,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 54.54 kg/hm<sup>2</sup>,最佳产量 6 303.65 kg/hm<sup>2</sup>。

对处理 2、3、6、8、9、10、11、13 进行回归分析,得出 N、K<sub>2</sub>O 的效应方程(5),通过边际效应求得最佳施肥,N 为 211.78 kg/hm<sup>2</sup>,K<sub>2</sub>O 为 101.18 kg/hm<sup>2</sup>,最佳产量为

6 107.62 kg/hm<sup>2</sup>。

对处理 4、5、6、7、8、9、10、14 进行回归分析,得出 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的效应方程(6),通过边际效应求得最佳施肥量为 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 40.94 kg/hm<sup>2</sup>,K<sub>2</sub>O 77.95 kg/hm<sup>2</sup>,最佳产量为 6 062.19 kg/hm<sup>2</sup>(表 2)。

通过三元二次降维处理可得到双因素交互效应方程(表 3),通过确定自变量取值范围,绘制交互效应曲面图,可以得

出 2 个因素的交互效应,其中 N-P、P-K 存在正的交互作用,即 2 种养分同时施用,其增产效果比各自单独施用高,而 N-K 之间不存在交互作用。

2.2.3 一元二次肥效方程的拟合 对单因素肥效进行方程拟合时,固定另外 2 个因素,所研究的因素分别为 0、1、2、3 等 4 个水平,分别建立氮磷钾的一元二次肥效模型。对处理 2、

3、6、11 进行回归可获得 N 的回归方程(1),对处理 4、5、6、7 进行回归可获得 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的回归方程(2),对处理 8、9、6、10 进行回归可获得 K<sub>2</sub>O 的回归方程(3),根据边际效应方程可以算出每个因素的最佳施肥量,3 个因素的曲线方程见图 2。笋随着单因素肥料的施用增加而增加,但超过最大施肥量时,笋产量随着肥料增加而下降。

表 3 双因素交互效应方程

编号	降维方程	交互因素	取值范围(kg/hm <sup>2</sup> )
1	$y = 4\,496.498 + 14.704\,14x_1 + 42.406\,8x_2 - 0.025\,93x_1^2 - 0.666\,6x_2^2 - 0.222\,48x_1x_2,$	N-P	N:0~300;P:0~80
2	$y = 4\,496.498 + 14.704\,14x_1 - 23.938\,2x_3 - 0.025\,93x_1^2 - 0.155\,53x_3^2 + 0.074\,042x_1x_3$	N-K	N:0~400;K:0~105
3	$y = 4\,496.498 + 42.406\,8x_2 - 23.938\,2x_3 - 0.666\,6x_2^2 - 0.155\,53x_3^2 + 0.789\,401x_2x_3$	P-K	P:0~110;K:0~105

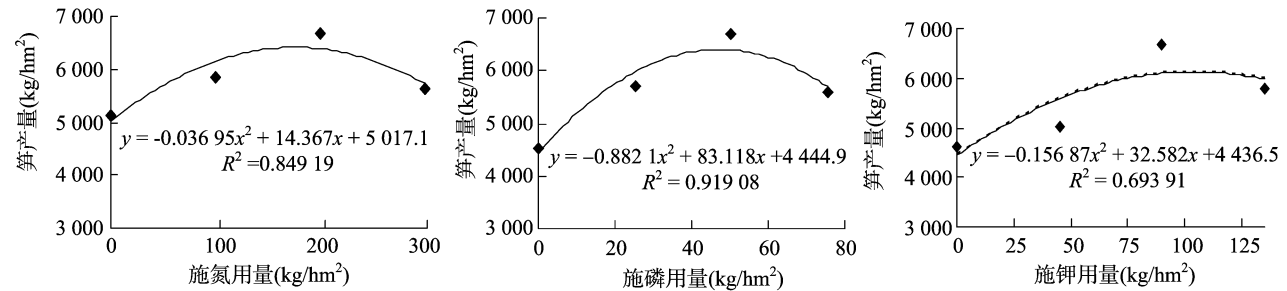


图2 单因素拟合曲线

2.3 经济效益分析

各个处理的经济效益分析可以直接运用公式  $P = VY - C_1x_1/46\% - C_2x_2/12\% - C_3x_3/60\% - W$  进行纯利润计算,公式中,C<sub>1</sub> 为尿素价格(2.4 元/kg),C<sub>2</sub> 为过磷酸钙价格(1.2 元/kg),C<sub>3</sub> 为氯化钾价格(4 元/kg)。V 为产量,Y 为产品价格(鲜笋 12 元/kg),W 为用工投入。通过计算得出以 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理的纯利润最大,为 55 079 元/hm<sup>2</sup>,其次为 N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub> 处理,为 49 223 元/hm<sup>2</sup>。

由表 4 可知,与无肥处理 N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> 相比,其他处理均有增产,其中 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理增产最高,为 48.81%,其次为 N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>,增产 36.92%。最大施肥处理 N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 产量为 5 624 kg/hm<sup>2</sup>,

只增产 25.24%,可见施肥最大化对产量造成了影响。N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub> 处理只增产 1.13%。

与处理 N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub> 产量相比<sup>[10]</sup>,处理 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 产量最高,缺 N、P、K 的相对产量分别为 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理的 76.5%、68.0%、69.3%,说明对笋产量的增加效果依次为 P>K>N。

合江方竹林地的“3414”施肥结果,各个处理经济产出大于经济投入,产投比在 2.21~3.19 之间,其中以 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理的产投比最大,为 3.19,其次为 N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub> 处理,为 3.00,说明这 2 个处理具有较高的经济收益。

表 4 合江方竹林笋产量及经济效益分析

编号	处理	笋产量(kg/hm <sup>2</sup> )	笋产值(元/hm <sup>2</sup> )	增产量(kg/hm <sup>2</sup> )	增产率(%)	投入(元/hm <sup>2</sup> )	产投比
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	4 490.67	53 888.04			22 857	2.36
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	5 115.33	61 383.96	624.66	13.91	23 961	2.56
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	5 858.00	70 296.00	1 367.33	30.44	24 537	2.86
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	4 541.33	54 495.96	50.66	1.13	24 609	2.21
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	5 690.00	68 280.00	1 199.33	26.70	24 861	2.75
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	6 682.67	80 192.04	2 192.00	48.81	25 113	3.19
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	5 590.67	67 088.04	1 100.00	24.49	25 365	2.64
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	4 631.33	55 575.96	140.66	3.13	24 513	2.27
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	5 000.67	60 008.04	510.00	11.36	24 813	2.42
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	5 781.33	69 375.96	1 290.66	28.74	25 413	2.73
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	5 624.00	67 488.00	1 133.33	25.24	25 689	2.63
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	4 965.33	59 583.96	474.66	10.57	24 285	2.45
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	5 799.33	69 591.96	1 308.66	29.14	24 237	2.87
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	6 148.67	73 784.04	1 658.00	36.92	24 561	3.00

2.4 最佳施肥量的模拟寻优

由于三元二次方程达到了显著水平,可采用频数分

析<sup>[11-12]</sup>对其进行模拟寻优,所做的试验有 14 个处理,按照因素水平取频数,可以得到本试验的推荐施肥量。大于不施肥

表 5 产量大于 N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> 处理的频数分析

水平编码值	x <sub>1</sub>		x <sub>2</sub>		x <sub>3</sub>	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率
0	1	0.08	1	0.08	1	0.08
1	3	0.23	3	0.23	3	0.23
2	8	0.61	8	0.61	8	0.61
3	1	0.08	1	0.08	1	0.08
合计	13	1.00	13	1.00	13	1.00
均值	1.69		1.69		1.69	
均值的标准误	0.208		0.208		0.208	
95% 置信域	1.236 ~ 2.143		1.236 ~ 2.143		1.236 ~ 2.143	
施肥方案(kg/hm <sup>2</sup> )	136.454 ~ 236.587		31.14 ~ 54.00		55.62 ~ 96.435	

处理(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)产量(4 490.67 kg/hm<sup>2</sup>)的处理共 13 个,频数分布见表 5。通过频数分析以及总体平均数的区间估计,得出产量大于 4 490.67 kg/hm<sup>2</sup> 的推荐施肥方案为 N 136.454 ~ 236.587 kg/hm<sup>2</sup>, 平均 186.576 kg/hm<sup>2</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 31.14 ~ 54.00 kg/hm<sup>2</sup>, 平均 42.588 kg/hm<sup>2</sup>; K<sub>2</sub>O 55.62 ~ 96.435 kg/hm<sup>2</sup>, 平均 76.05 kg/hm<sup>2</sup>。

3 结论与讨论

试验采用了“3414”设计对合江方竹林进行肥效研究,3 个区组 14 个处理笋产量无显著差异;同样,郭岩辉等对撑绿竹进行“3414”研究的新竹产量结果也不具显著性差异<sup>[5]</sup>,而连华萍所研究的闽中地区三明市 2 个毛竹试验地新竹产量则存在显著性差异<sup>[7]</sup>。通过双因素交互效应分析,本试验 N - P、P - K 存在正的交互作用,N - K 之间无交互作用。而撑绿竹却存在 N - K 交互效应<sup>[5]</sup>,这可能是由竹种的不同所致。

单因素回归分析表明,笋产量随着单因素肥料施用量的增加而增加,但超过最大施肥量时,笋产量随着施肥量的增加而下降。处理 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 与处理 N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub> 产量相比可知,3 种肥料对笋产量的增加效果依次为 P > K > N。

在本研究施肥处理中,合江方竹笋产量以 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理最高,为最佳处理;N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub> 处理产量最低。而聂莉等对慈竹的研究发现,N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub> 为最佳处理<sup>[4]</sup>;郭岩辉等对撑绿竹的研究以 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub> 处理产量最高<sup>[5]</sup>;郭晓敏对毛竹的研究以 N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub> 处理的总出笋数最多、笋产量最高<sup>[6]</sup>;而连华萍对毛竹的研究则以 N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>2</sub> 处理的新竹数最高,N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理的新竹胸径和产量均为最大<sup>[7]</sup>。说明不同竹种以及不同的土壤环境得出的最佳处理是不同的。

通过经济效益公式计算,合江方竹“3414”施肥试验的笋产具有明显的经济收入,各个处理经济产出大于经济投入,以 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理的纯利润最大,为 55 079 元/hm<sup>2</sup>,其次为 N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub> 处理,为 49 223 元/hm<sup>2</sup> 产投比在 2.21 ~ 3.19 之间,其中以 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理的产投比最大,为 3.19,其次为 N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub> 处理,为 3.00。

通过采用频数分析对其进行模拟寻优,得出合江方竹林地的推荐施肥量为 N 136.454 ~ 236.587 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 31.14 ~ 54.00 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 55.62 ~ 96.435 kg/hm<sup>2</sup>, 根据尿素、过磷酸钙、氯化钾分别含 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的量为 46%、

12%、60%,推荐施用尿素 296.64 ~ 514.32 kg/hm<sup>2</sup>,过磷酸钙 259.50 ~ 450.00 kg/hm<sup>2</sup>,氯化钾 92.70 ~ 160.73 kg/hm<sup>2</sup>。结合施肥实际,取整数数值进行施肥指导,推荐尿素 295 ~ 520 kg/hm<sup>2</sup>,过磷酸钙 260 ~ 450 kg/hm<sup>2</sup>,氯化钾 93 ~ 160 kg/hm<sup>2</sup>。这与郭岩辉等对撑绿竹的推荐量<sup>[5]</sup>相差不大,仅氯化钾的量较少,这可能是丹霞地貌土壤富含钾的缘故。与顾小平等对毛竹的推荐施肥量(尿素 488 ~ 607.6 kg/hm<sup>2</sup>,过磷酸钙 252.7 ~ 261.2 kg/hm<sup>2</sup>,氯化钾 43.3 ~ 123.2 kg/hm<sup>2</sup>)有所不同<sup>[13]</sup>,可能是由竹种、经营目的不同所致。

参考文献:

[1] 王光剑,马光良,李呈翔,等. 合江方竹笋产量与林分结构的相关性[J]. 林业科技开发,2006(4):38-41.

[2] 苟光前,丁雨龙,杨柳,等. 寒竹属 3 个种竹笋营养成分的分析[J]. 中国蔬菜,2010(16):79-81.

[3] 顾小平,徐天森. 笋用竹丰产栽培实用技术[M]. 北京:中国林业出版社,2011.

[4] 聂莉,周建红,干少雄,等. 慈竹“3414”配方施肥试验初步研究[J]. 现代农业科技,2013(1):148-149.

[5] 郭岩辉,顾小平,吴晓丽,等. 撑绿竹纸浆原料林施肥效应研究[J]. 福建林学院学报,2010(3):279-283.

[6] 郭晓敏. 毛竹林平衡施肥及营养管理研究[D]. 南京:南京林业大学,2003.

[7] 连华萍. 配方施肥对毛竹林新竹生长及经济效益的影响[J]. 林业科技开发,2015(2):44-48.

[8] 司徒春南,王健,杜文军,等. 赤水市主要竹种生长情况分析[J]. 防护林科技,2011(4):48-50.

[9] 宋朝玉,高峻岭,张清霞,等. “3414”肥料试验结果的统计分析方法的探讨[J]. 山东农业科学,2009(9):93-96.

[10] 王莉,王存言,刘洋. 玉米“3414”肥效试验[J]. 现代农业科技,2008(15):201-202.

[11] 王双喜,吴彦梅,侯永佳,等. 单种冬小麦“3414”肥效试验研究[J]. 宁夏农林科技,2011(10):15-16,18.

[12] 杨建云. 水稻旱直播 3414 田间肥效试验报告[J]. 北方水稻,2013(1):30-32.

[13] 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(3):96-101.