

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^{1,2}, 苟光前^{1,2}

(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/hm²。通过频数分析得出了林地的推荐施肥量为尿素 295 ~ 520 kg/hm², 过磷酸钙 260 ~ 450 kg/hm², 钾肥 93 ~ 160 kg/hm²。

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、箬竹, 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^[1-3]。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”试验在农业上被广泛使用, 而在林业竹类中的运用只见于慈竹林、撑绿竹林、毛竹林^[4-7], 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^[1], 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%^[8]。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 m², 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] 徐玮玮, 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] 杨贲丽. 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 ²)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	50.4	90
3	N ₁ P ₂ K ₂	110.4	50.4	90
4	N ₂ P ₀ K ₂	220.8	0	90
5	N ₂ P ₁ K ₂	220.8	25.2	90
6	N ₂ P ₂ K ₂	220.8	50.4	90
7	N ₂ P ₃ K ₂	220.8	75.6	90
8	N ₂ P ₂ K ₀	220.8	50.4	0
9	N ₂ P ₂ K ₁	220.8	50.4	45
10	N ₂ P ₂ K ₃	220.8	50.4	135
11	N ₃ P ₂ K ₂	331.2	50.4	90
12	N ₁ P ₁ K ₂	110.4	25.2	90
13	N ₁ P ₂ K ₁	110.4	50.4	45
14	N ₂ P ₁ K ₁	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。

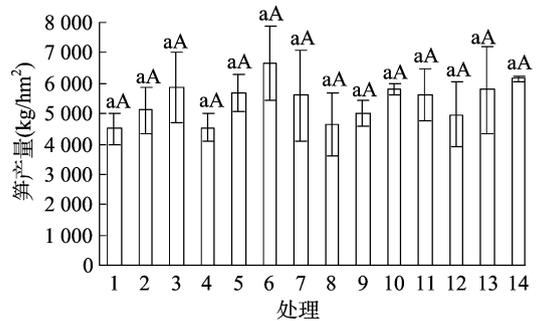
1.3 数据分析

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)。N₂P₂K₂处理的产量最高,为6 682.67 kg/hm²,其次为N₂P₁K₁,无肥处理N₀P₀K₀产量最低,为4 490.67 kg/hm²。



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、P₂O₅、K₂O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^[9], $dy/dx = Px/Py$ (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/hm²,P₂O₅ 39.78 kg/hm²,K₂O 74.09 kg/hm²,最佳经济产量为6 064.6 kg/hm²(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 ²)
一元	N、P ₂ O ₅ 、K ₂ 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 ₂ O ₅	$y = 419.912\,7 + 25.638\,01x_1 + 132.160\,1x_2 - 0.032\,92x_1^2 - 0.080\,084x_2^2 - 0.253\,64x_1x_2(4)$	4.095*	0.911 022	N:176.25;P ₂ O ₅ :54.54
	N、K ₂ 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 ₂ O:101.18
	P ₂ O ₅ 、K ₂ 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 ₂ O ₅ :40.94;K ₂ O:77.95
三元	N、P ₂ O ₅ 、K ₂ 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 ₂ O ₅ :39.78;K ₂ 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、P₂O₅的效应方程(4),通过边际效应求得最佳施肥量为N 176.25 kg/hm²,P₂O₅ 54.54 kg/hm²,最佳产量6 303.65 kg/hm²。

对处理2、3、6、8、9、10、11、13进行回归分析,得出N、K₂O的效应方程(5),通过边际效应求得最佳施肥,N为211.78 kg/hm²,K₂O为101.18 kg/hm²,最佳产量为

6 107.62 kg/hm²。

对处理4、5、6、7、8、9、10、14进行回归分析,得出P₂O₅、K₂O的效应方程(6),通过边际效应求得最佳施肥量为P₂O₅ 40.94 kg/hm²,K₂O 77.95 kg/hm²,最佳产量为6 062.19 kg/hm²(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 P₂O₅ 的回归方程(2),对处理 8、9、6、10 进行回归可获得 K₂O 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。笋产量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 ²)
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

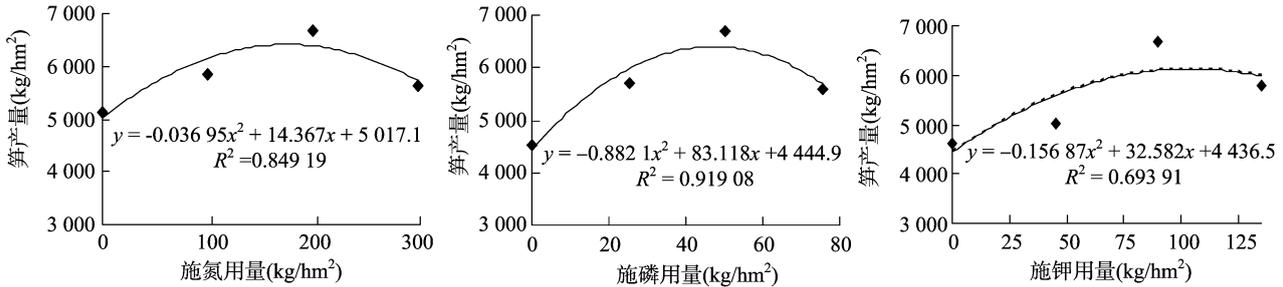


图 2 单因素拟合曲线

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,C₁ 为尿素价格(2.4 元/kg),C₂ 为过磷酸钙价格(1.2 元/kg),C₃ 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 N₂P₂K₂ 处理的纯利润最大,为 55 079 元/hm²,其次为 N₂P₁K₁ 处理,为 49 223 元/hm²。

由表 4 可知,与无肥处理 N₀P₀K₀ 相比,其他处理均有增产,其中 N₂P₂K₂ 处理增产最高,为 48.81%,其次为 N₂P₁K₁,增产 36.92%。最大施肥处理 N₃P₂K₂ 产量为 5 624 kg/hm²,

只增产 25.24%,可见施肥最大化对产量造成了影响。N₂P₀K₂ 处理只增产 1.13%。

与处理 N₀P₂K₂、N₂P₀K₂、N₂P₂K₀ 产量相比^[10],处理 N₂P₂K₂ 产量最高,缺 N、P、K 的相对产量分别为 N₂P₂K₂ 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 N₂P₂K₂ 处理的产投比最大,为 3.19,其次为 N₂P₁K₁ 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 ²)	笋产值(元/hm ²)	增产量(kg/hm ²)	增产率(%)	投入(元/hm ²)	产投比
1	N ₀ P ₀ K ₀	4 490.67	53 888.04			22 857	2.36
2	N ₀ P ₂ K ₂	5 115.33	61 383.96	624.66	13.91	23 961	2.56
3	N ₁ P ₂ K ₂	5 858.00	70 296.00	1 367.33	30.44	24 537	2.86
4	N ₂ P ₀ K ₂	4 541.33	54 495.96	50.66	1.13	24 609	2.21
5	N ₂ P ₁ K ₂	5 690.00	68 280.00	1 199.33	26.70	24 861	2.75
6	N ₂ P ₂ K ₂	6 682.67	80 192.04	2 192.00	48.81	25 113	3.19
7	N ₂ P ₃ K ₂	5 590.67	67 088.04	1 100.00	24.49	25 365	2.64
8	N ₂ P ₂ K ₀	4 631.33	55 575.96	140.66	3.13	24 513	2.27
9	N ₂ P ₂ K ₁	5 000.67	60 008.04	510.00	11.36	24 813	2.42
10	N ₂ P ₂ K ₃	5 781.33	69 375.96	1 290.66	28.74	25 413	2.73
11	N ₃ P ₂ K ₂	5 624.00	67 488.00	1 133.33	25.24	25 689	2.63
12	N ₁ P ₁ K ₂	4 965.33	59 583.96	474.66	10.57	24 285	2.45
13	N ₁ P ₂ K ₁	5 799.33	69 591.96	1 308.66	29.14	24 237	2.87
14	N ₂ P ₁ K ₁	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^[11-12]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 $N_0P_0K_0$ 处理的频数分析

水平编码值	x_1		x_2		x_3	
	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^2)	136.454 ~ 236.587		31.14 ~ 54.00		55.62 ~ 96.435	

处理 ($N_0P_0K_0$) 产量 ($4\,490.67\text{ kg}/hm^2$) 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 $4\,490.67\text{ kg}/hm^2$ 的推荐施肥方案为 $N\ 136.454 \sim 236.587\text{ kg}/hm^2$, 平均 $186.576\text{ kg}/hm^2$; $P_2O_5\ 31.14 \sim 54.00\text{ kg}/hm^2$, 平均 $42.588\text{ kg}/hm^2$; $K_2O\ 55.62 \sim 96.435\text{ kg}/hm^2$, 平均 $76.05\text{ kg}/hm^2$ 。

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^[5], 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^[7]。通过双因素交互效应分析, 本试验 $N-P-K$ 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^[5], 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 $N_2P_2K_2$ 与处理 $N_0P_2K_2$ 、 $N_2P_0K_2$ 、 $N_2P_2K_0$ 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 $N_2P_2K_2$ 处理最高, 为最佳处理; $N_2P_0K_2$ 处理产量最低。而聂莉等对慈竹的研究发现, $N_1P_2K_1$ 为最佳处理^[4]; 郭岩辉等对撑绿竹的研究以 $N_2P_2K_1$ 处理产量最高^[5]; 郭晓敏对毛竹的研究以 $N_2P_1K_1$ 处理的总出笋数最多、笋产量最高^[6]; 而连华萍对毛竹的研究则以 $N_2P_3K_2$ 处理的新竹数最高, $N_2P_2K_2$ 处理的新竹胸径和产量均为最大^[7]。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 $N_2P_2K_2$ 处理的纯利润最大, 为 $55\,079\text{ 元}/hm^2$, 其次为 $N_2P_1K_1$ 处理, 为 $49\,223\text{ 元}/hm^2$ 产投比在 $2.21 \sim 3.19$ 之间, 其中以 $N_2P_2K_2$ 处理的产投比最大, 为 3.19 , 其次为 $N_2P_1K_1$ 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 $N\ 136.454 \sim 236.587\text{ kg}/hm^2$, $P_2O_5\ 31.14 \sim 54.00\text{ kg}/hm^2$, $K_2O\ 55.62 \sim 96.435\text{ kg}/hm^2$, 根据尿素、过磷酸钙、氯化钾分别含 N 、 P_2O_5 、 K_2O 的量为 46% 、

12% 、 60% , 推荐施用尿素 $296.64 \sim 514.32\text{ kg}/hm^2$, 过磷酸钙 $259.50 \sim 450.00\text{ kg}/hm^2$, 氯化钾 $92.70 \sim 160.73\text{ kg}/hm^2$ 。结合施肥实际, 取整数进行施肥指导, 推荐尿素 $295 \sim 520\text{ kg}/hm^2$, 过磷酸钙 $260 \sim 450\text{ kg}/hm^2$, 氯化钾 $93 \sim 160\text{ kg}/hm^2$ 。这与郭岩辉等对撑绿竹的推荐量^[5] 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 $488 \sim 607.6\text{ kg}/hm^2$, 过磷酸钙 $252.7 \sim 261.2\text{ kg}/hm^2$, 氯化钾 $43.3 \sim 123.2\text{ kg}/hm^2$) 有所不同^[13], 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.