

## 尼日利亚北方大果型芒果园施肥方案的研究

米泽民<sup>1</sup>, Yusuf Mahamood<sup>2</sup>, Alh. Aliyu Udubo<sup>2</sup>, Mailambu Waziri<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>山西省灵石县农业委员会, 山西灵石 031300; <sup>2</sup>尼日利亚包奇洲农业发展项目部, 尼日利亚包奇 0050)

**摘要:**为了迅速提高其生态类型类似非洲、尼日利亚、包奇市区域的芒果生产水平, 笔者设计进行 $L_9(3)^4 + 1$ 的正交试验。经过试验初步明确了投肥方式以7月上中旬和9月中下旬2次投肥的方式, 有显著的提高肥效和增产的效应。在投肥中7月上中旬以氮钾为主, 9月中下旬氮、磷、钾配合为佳。投肥中应加重氮肥和钾肥的投入, 并且适度加大投肥量, 其增产和提高经济效益的效果明显, 并为进一步深入研究当地的最佳投肥方案提供参考。

**关键词:**芒果; 投肥方式; 非洲; 经济效率

中图分类号: S59

文献标志码: A

论文编号: 2010-3117

### Researched on Fertilizing Scheme of Mango Orchards in the North of Nigeria

Mi Zemin<sup>1</sup>, Yusuf Mahamood<sup>2</sup>, Alh. Aliyu Udubo<sup>2</sup>, Mailambu Waziri<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Agricultural Commission Lingshi County, Lingshi Shanxi 031300;

<sup>2</sup>Agricultural Development Project of Bauchi State, Bauchi State Nigeria 0050)

**Abstract:** For raising the output of mango orchards of the ecological environment like north Nigeria rapidly, the author designed and down the experiment of  $L_9(3)^4 + 1$ . Through the experiment the author made clear and definite the manure methods were fertilizing in the beginning of July and the end of Sep. two time that the efficacy of raised the result of fertilizer and increased the output obviously. That were the best measure of fertilizing, mainly using N fertilizer and K fertilizer in July and N, P, K altogether in the Sep. Increasing the output and economical efficacy the author ought to pay attention to the N and K fertilizer, and increasing the quantity of fertilizing. The experiment made the basis of the best fertilizing schedule that require to researching further.

**Key words:** mango; fertilizing measures; Africa; economical efficiency

### 0 引言

芒果一直以来被人们称为“热带水果之王”, 因其美味可口和营养丰富而被人们所喜爱。而非洲的许多地区, 非常适合进行芒果的种植。但在这方面进行的相关研究却很少, 使得芒果园的生产成为了因技术落后而形成的“掠夺式”的生产, 严重制约着当地这个产业的形成。据资料介绍, 在这个领域上 Avilin Rovira L 在 1983 年首先进行了芒果施肥方面的试验研究, 目前在我国的吴能义<sup>[1]</sup>以及易小平<sup>[2]</sup>等已把这个领域推到了生态系统养分循环和调控的高度来认识。笔者在

2003 年至 2006 年的中尼“南南合作”期间, 为解决这方面的问题, 设计并进行  $L_9(3)^4 + 1$  的试验, 就尼日利亚北方如何合理地、并且最大限度地发挥化肥施用效果进行了有益的尝试, 初步明确在当地采用 2 次施肥配合进行 2 次修剪和投肥比较合适的比例及比较适宜的投肥量, 为当地芒果生产水平的提高打通了技术方面的通道。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验时间、地点

本试验于 2005 年 6 月—2006 年 6 月在尼日利亚东

**基金项目:** 中-尼“南南合作”SSC 的“芒果整形修剪综合配套技术”(2006SSC06302)。

**第一作者简介:** 米泽民, 男, 1960 年出生, 山西灵石人, 高级农艺师, 本科, 2003—2006 年参加中国和尼日利亚合作的“南南合作”, 在尼工作期间曾获尼日利亚农业部、科技部和联合国粮农组织联合颁发的芒果整形修剪综合技术的优秀项目奖。通信地址: 031300 山西省灵石县小河北路财政局宿舍楼 201 号, Tel: 0354-7612591, E-mail: mizemin@yahoo.com.cn。

**收稿日期:** 2010-11-02, **修回日期:** 2010-11-29。

北区包奇洲、包奇市的 Sahilian 农场的芒果园进行。包奇市地处北纬 10.4°，年平均温度数 28.1℃。一年分雨季和旱季 2 个季节。雨季从 4 月下旬(第 1 场有效降雨开始)至 10 月上中旬(最后一场有效降雨结束)。年降雨量 1050 mm 左右,降雨主要集中在 7—9 月,占全年降雨量的 70%,以盛雨期的 8 月份降雨最多,占到全年降雨量的 3~4 成。旱季从上年的 10 月上中旬至翌年的 4 月中下旬。

## 1.2 试验材料

品种为‘Tommy’,密度为行距 5 m、株距 3.5 m。树龄在 10~12 年的结果期的芒果树。试验地的肥力状况为:速效氮的含量为 26.9 mg/kg,速效磷的含量为 14.5 mg/kg,速效钾的含量为 43.5 mg/kg,土壤有机质的含量为 0.58%,pH 为 6.1。

## 1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 设计试验时主要参考了一些国内相关的研究与论述<sup>[3-10]</sup>,以及当地的气候和土壤等条件所制定。试验采用  $L_9(3)^4+1$  的正交试验设计,试验的因素为 3 个,即投肥次数、氮磷钾肥投入的比例以及不同的投肥量。投肥次数设置:7 月上中旬的 1 次投肥;7 月上

中旬、9 月中下旬的 2 次投肥;7 月上中旬、9 月中下旬、12 月上中旬的 3 次投肥,3 个水平。氮磷钾肥投入比例的设置了 3 个水平,即纯氮磷钾的投肥比例为 2:1:2、4:1:4 和 6:1:6 的 3 个水平。投肥量的因素设置纯氮、磷、钾总有效成分的总量为 0.5 kg/株、1.0 kg/株和 1.5 kg/株的 3 个水平。试验设共 9 个处理(表 1),随机排列,3 次重复。

施肥方法。在芒果树的树冠外树梢的垂直向下处,向树根处挖一对长×宽×高为 80 cm×25 cm×25 cm 的坑,开沟时遇到树根应向旁边平移,防止伤根。将要施的肥料分 2 层施入,一层是在深 25 cm 左右,另一层是在 15 cm 左右。每层施肥前,先放入部分的杂草,放入肥料后再盖部分杂草,以增加土壤有机质,提高保水保肥的能力。最后用土填平施肥坑。

试验的小区面积为 10 m×17.5 m,2 行芒果树,每行 5 棵树,每小区 10 棵树。

1.3.2 试验用的肥料 尿素(含氮量 46%)价格 30000 奈拉/t、三元复合肥(N:P:K=15:15:15)价格 30000 奈拉/t、硫酸钾(K<sub>2</sub>O 含量 50%)价格 44000 奈拉/t(注:尼日利亚货币为奈拉,与人民币的比值为 16.7:1。并且尼日

表 1 试验不同处理的具体安排表

处理号	投肥次数/次	投肥时间	施肥比例(N:P:K)	具体的投肥/(kg/株)		
				尿素	复合肥	硫酸钾
1	1	7月上中旬	2:1:2	0.109	0.667	0.100
2	1	7月上中旬	4:1:4	0.725	0.741	0.667
3	1	7月上中旬	6:1:6	1.254	0.770	1.154
4	2	7月上中旬	2:1:2	0.217	1.333	0.200
		9月中下旬				
5	2	7月上中旬	4:1:4	0.725	-	0.668
		9月中下旬				
6	2	7月上中旬	6:1:6	0.251	-	0.231
		9月中下旬				
7	3	7月上中旬	2:1:2	0.326	-	0.300
		9月中下旬				
		12月上中旬				
8	3	7月上中旬	4:1:4	0.242	-	0.223
		9月中下旬				
		12月上中旬				
9	3	7月上中旬	6:1:6	0.502	-	0.462
		9月中下旬				
		12月上中旬				

注:2 次施肥的处理,7 月上中旬施入氮、钾肥料的 50%,9 月中下旬施入剩余氮、钾肥的 50%和全部的磷肥。3 次施肥的处理,7 月上中旬施入氮、钾肥料的 50%,9 月中下旬施入 2/3 的磷肥和 30%的氮、钾肥,12 月上中旬施入剩余的肥料。

利亚实行化肥补贴政策,所以价格较低)。

1.3.3 统计分析 对原始数据进行国际通用的标准化处理,对其原始数据进行了相应的方差分析和邓肯氏新复极差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 试验各处理间的效应和经济效益的比较

受吴能义等<sup>[11]</sup>的不同施肥对芒果产量及经济效益的影响一文的启发,将试验所得的数据汇总得表2。从表2可以看出,各处理之间的差异比较明显,因此笔者做了相应的分析和研究。

表2 各处理间的效应和经济效益的比较表

处理号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	空白(CK)	
产量/(kg/株)	22.30	27.07	33.40	31.73	40.43	34.17	32.87	34.26	40.77	18.20	
产值/(奈拉/株)	1115.0	1353.3	1670.0	1586.7	2021.7	1708.3	1643.3	1713.3	2038.3	910.0	
增收/(奈拉/株)	205.0	443.3	760.0	676.7	1111.7	798.3	733.3	803.3	1128.3	—	
成本	肥料	27.7	73.3	111.5	55.3	110.0	37.5	84.3	36.7	75.5	—
	其他	135	135	135	160	160	160	185	185	185	110.0
净利润	42.3	235.0	513.5	461.4	841.7	600.8	464.0	581.6	867.8	—	
VCR	3.89	4.51	5.57	6.43	6.95	7.07	4.61	7.19	7.50	—	

注: VCR为施肥增产值与施肥成本的比值(包含多用的工的工资),表中所示的芒果以50奈拉/kg的价格计。

表3 投肥次数不同水平的新复极差测验表

投肥次数	单株产量/(kg/株)	差异显著性	
		LSR <sub>0.05</sub>	LSR <sub>0.01</sub>
3	35.98	a	A
2	35.44	a	A
1	27.59	b	B

表4 投肥比例不同水平的新复极差测验表

投肥比例(N:P:K)	单株产量/(kg/株)	差异显著性	
		LSR <sub>0.05</sub>	LSR <sub>0.01</sub>
6:1:6	36.11	a	A
4:1:4	33.92	b	A
2:1:2	28.97	c	B

表5 投肥量不同水平的新复极差测验表

投肥量/(kg/株)	单株产量/(kg/株)	差异显著性	
		LSR <sub>0.05</sub>	LSR <sub>0.01</sub>
1.5	35.57	a	A
1.0	33.19	b	A
0.5	30.24	c	B

### 2.2 试验结果的方差分析

根据试验的结果,对本试验的3个因素进行了方差分析,结果显示不同的投肥次数、纯氮磷钾不同的投入的不同比例和不同的纯氮磷钾投入总量的不同水平之间,都有极为显著的差异,差异水平达到了 $F_{0.01}$ 的水准。其结果与海南南田农场和广西相关试验所表现的趋势大体一致<sup>[11-14]</sup>。

### 2.3 新复极差测验

根据表2对3个因素的不同水平之间做了相应的分析,结果见表3~5。

#### 2.3.1 不同投肥次数之间的新复极差测验

从表3可以看出,不同的投肥次数之间存在着极为显著的差异,其7月上中旬、9月上中旬的2次投肥与7月上中旬、9月中下旬、12月上中旬的3次投肥之间差异不显著,但皆与7月上中旬的1次投肥之间有极显著的差异,差异水准超过了 $LSR_{0.01}$ 水平。说明在芒果树上施用相同的肥料,采用2~3次施肥的方法,能有效地提高肥效和增加当年的利用率。2次施肥和3次施用之间差异不明显。其主要原因:(1)当地物候条件的影响。在尼日利亚的北方地区,在9月中下旬以后,有效降雨明显减少。10月中旬以后就进入了滴水不降的旱季,因为没有增加相应的土壤水分,再增加1次的施肥次数肥效也很难得到有效的发挥。尽管在本试验中,在第3次施肥处理的小区采用了滴灌措施,但因水源有限,无法充分满足灌水的需求。(2)在本试验中,前2次施肥都采用了分层次施肥的方法,而较深层次的肥料可能有延后肥效的功效,况且当地大部分的果园,杆高都在80 cm以上,株高高则根相对的深,也有利于较深层次的土壤肥料的利用。

2.3.2 氮磷钾不同投肥比例之间的新复极差测验 同样的氮磷钾总量,但投入比例不同的处理之间有着极为显著的差异,其差异水平超过了 $LSR_{0.01}$ 水平。说明(1)

N:P:K 为 2:1:2 的比例显然不适合当地芒果生产的需求, 6:1:6 与 4:1:4 的比例相对比较适当; (2) 6:1:6 与 4:1:4 的比例亦存在着显著的差异, 差异水平达到了  $LSR_{0.05}$  的水准, 说明最适当的氮磷钾的比例应当为 6:1:6, 但这里仅为一年试验结果, 其最佳的氮磷钾的比例仍需进一步研究、明确。

在设计这个试验之前, 笔者曾征求尼日利亚当地相关部门的意见, 他们提供的数据为每生产 1000 kg 的芒果, 其纯氮磷钾的需求量为 6.9:0.8:6.4。根据氮肥和钾肥的当年利用率大体上是磷肥的 2 倍的情况, 笔者设计了以 4:1:4 为主, 向两边延伸的处理。但 6:1:6 的处理显著高于 4:1:4 的处理, 对此进行仔细分析, 认为这主要是由 2 个原因引起。一是试验所处的芒果园多年未进行修剪, 在试验的前一年和当年因进行了在 6 月底到 7 月初的第 1 次修剪(以整形为主要目的的修剪)和在 10 月上中旬进行了第 2 次修剪(以促花保果为主要目的的修剪), 这每年 2 次的修剪和较大的修剪量, 使得剪出的茎秆带走了树体中较大的氮和钾的量, 使得投肥的比例需要重新考虑。二是当地芒果生产上最佳的氮磷钾投肥的比例以及投肥的最佳方案, 因多年以来一直未进行相应的研究, 这方面的工作仍需进一步的探讨、明确, 为当地的芒果生产提供科学的依据。

**2.3.3 不同投肥量的新复极差测验** 投肥量的大小对产量的影响也很大。在本试验中, 纯氮磷钾的总体投肥水平 1.5 kg/株、1.0 kg/株、0.5 kg/株之间皆有着显著的差异, 1.5 kg/株和 1.0 kg/株与 0.5 kg/株的差异水平超过了  $LSR_{0.01}$  的水平, 而 1.5 kg/株与 1.0 kg/株之间也存在着显著的差异, 差异水平超过了  $LSR_{0.05}$  的水平, 说明在这个区间内增施肥料有着明显的增产效应, 但效应逐步趋于缓和。用 1.5 kg/株投肥量的株产减去 1.0 kg/株的株产, 差值为 2.38。而用 1.0 kg/株的株产减去 0.5 kg/株, 其差值为 2.95, 明显大于 2.43, 说明这个果园随着投肥量增加, 增产效益逐步降小的“拐点”很可能就在投肥量为 1.0 kg/株的左右。这与黄国弟等<sup>[2]</sup>的芒果树施肥量与挂果量比较试验的情况大体上相符合。

**2.3.4 各因素水平之间 VCR 值的比较** 为探求各因素的水平之间经济效率之间的效应, 做了 VCR 的方差分析和新复极差分析。

(1) 投肥次数之间各水平 VCR 值的新复极差测验。从表 6 可以看出, 投肥次数之间 2 次投肥与 3 次投肥之间没有明显的差距, 但它们之间的 VCR 值却有着极为显著的差异, 差异的水平超过了  $LSR_{0.01}$  的水准, 说明 2 次投肥因减少了 1 次投肥的投工, 其经济效益明显

表 6 投肥次数不同水平之间的 VCR 值新复极差测验表

投肥次数	VCR	差异显著性	
		$LSR_{0.05}$	$LSR_{0.01}$
2	7.482	a	A
3	6.436	b	B
1	4.656	c	C

提高。而一次投肥因其施肥的方法严重影响了肥料的有效利用, 所以这个处理的效果最差。

(2) 投肥的不同比例之间各水平 VCR 值的新复极差测验。氮、磷、钾不同的投肥比例之间皆有着极为显著的差距, 与上文的单株产量不同的是, 因 4:1:4 的比例所使用的钾肥的量较小, 而钾肥与其他肥料的价格不同, 使之与增产的效益之间的比值有了相应的变化, 所以三者之间的差异水平皆超过了  $LSR_{0.01}$  的水平(表 7)。从经济效益上看其结果依然是 6:1:6 的比例效果最好, 但仅从这个试验的结果仍然很难确定当地芒果园投肥的最佳投肥比例, 这方面的工作还需进行进一步的专门试验来明确。

表 7 投肥比例不同水平之间的 VCR 值新复极差测验表

投肥比例	VCR	差异显著性	
		$LSR_{0.05}$	$LSR_{0.01}$
6:1:6	7.379	a	A
4:1:4	6.218	b	B
2:1:2	4.977	c	C

(3) 不同的投肥量之间各水平 VCR 值的新复极差测验。不同投肥量之间 VCR 值的新复极差测验的结果与上文的情况相类似(表 8), 也反映了不仅产量随着投肥水平的提高, 增产效应逐步减小, 其经济效益的变化趋势也是如此。但因本试验的最高投肥水平仍然偏小, 没有寻找到最大投肥量与最佳投肥点相结合的点位, 因此关于这方面的研究仍需进行, 以寻求最佳的投肥方案。

表 8 投肥量不同水平之间的 VCR 值新复极差测验表

投肥量	VCR	差异显著性	
		$LSR_{0.05}$	$LSR_{0.01}$
0.5	6.718	a	A
1.0	6.146	b	A
1.5	5.710	c	B

### 3 结论与讨论

目前在芒果园的投肥上,投肥方式主要为开沟施肥的方法,施肥深度在15 cm左右。投肥次数为3次,第1次投肥为采果前后,第2次投肥在花芽分化前,第3次投肥在幼果迅速膨大期。第1次投肥占总氮量的60%和钾肥的50%,第2次投肥占总氮量的20%、磷的50%、钾的30%,第3次投肥占总氮量的30%、磷的50%、钾的20%<sup>[11]</sup>。在投肥量上各地的差别较大,经计算大多纯氮磷钾含量在1.0~1.5之间。为了解决尼日利亚北方生态区芒果园的投肥方式、投肥比例和投肥量等涉及到当地芒果园生产关键问题,笔者设计并进行了本试验。在本试验当中就当地芒果园施肥方面的投肥方式上,初步地明确自然条件下,在当地大果型的芒果采收后的7月上中旬和9月中下旬进行施肥,7月上中旬的施肥主要以氮肥和钾肥为主,其投肥的量占总氮量和总钾量的1/2。9月中下旬的施肥则氮磷钾结合进行,投入全部的磷肥、1/2的氮钾肥,这样的投肥方式比较便利且切实可行,若结合好第2次修剪,可在11月下旬到12月上旬使芒果园正常进入盛花期,确保花、果的正常生长。这与周文忠<sup>[15]</sup>的反季节芒果高产栽培技术一文的思路基本一致。在投肥比例上,初步认为以氮、磷、钾的投肥比例为6:1:6左右较为合理。投肥量则是以纯氮、磷、钾的总量为1.5 kg/株的投肥效率最好。但当地的氮、磷、钾的最佳投肥比例和与投肥量相结合的最佳投肥方案,需进一步专门的试验来明确,建议选用“3414”的肥料试验来进行。同时还应注意:

(1)在投肥上建议要注重钾肥的推广和使用,同时适度配合施用石灰增加钙质的供应。通过试验可以明显地看到,钾肥在芒果的生产中是芒果产量水平提高的一个重要的因素,但当地却很少生产和使用钾肥,在市场上也很难遇到钾肥,从而成为限制生产水平提高的一个主要的人为因素,应及时地纠正这种偏差。同时紧随氮磷钾后的就是钙质肥料,为防止因钙质缺

少而影响其产量和质量,应在施肥中适度补充一定量的钙素,以提高当地芒果园的生产水平。

(2)应着手开展芒果园生态系统养分调控技术的研究,在配方施肥的基础上进行土壤诊断和树体营养诊断方面的工作,为建立一个稳定的芒果园生态系统,平衡其系统的投入与产出,为当地芒果产业的形成与发展,在科技方面打好基础。

### 参考文献

- [1] 吴能义,麦全法,覃姜薇,等.芒果园生态系统养分调控技术研究进展[J].热带农业工程,2009,33(1):29-35.
- [2] 易小平,余雪标,唐树梅,等.海南雅星林场芒果园间作生态系统养分循环研究初报[J].热带农业学报,2003,24(1):21-27
- [3] 唐树梅,韦家少.海南昌江芒果氮磷钾肥料效应[J].热带农业科学,1999(5):14-18.
- [4] 吴俊生,陈德.芒果高产稳产综合技术研究[J].湛江海洋大学学报,1998,18(3):71-74.
- [5] 陈菁,韦家少.海南西南部芒果营养特性的研究[J].热带作物学报,2001,22(4):23-28.
- [6] 易小平,唐树梅.芒果园间作体系下氮挥发损失的初步研究[J].热带农业科学,2001(4):10-13.
- [7] 涂仕华.化肥在农业可持续发展中的作用与地位[J].西南农业学报,2003(Z1):7-11.
- [8] 周修冲,刘国坚,姚建武,等.芒果营养特性及平衡施肥效应研究[J].中国土壤与肥料,2000(4):13-16.
- [9] 周文忠.反季节芒果高产栽培技术[J].中国热带农业,2006(5):53-54
- [10] 陈国平,廖振钧.芒果园高产优质无公害栽培技术[J].广西农业科学,2004(1):47-49
- [11] 吴能义,麦全法,余伟,等.不同施肥对芒果产量及经济效益的影响[J].热带农业工程,2009,33(2):45-48
- [12] 黄国弟,莫永龙,李日旺.芒果树施肥量与挂果量比较试验[J].广西热带农业,2007(4):2.
- [13] 麦全法,林宁,吴能义,等.海南南田农场反季节芒果优化施肥研究[J].热带农业科学,2009,29(1):12-16.
- [14] 方中斌,薛进军,黄薇薇.不同配方施肥对四季蜜芒反季节开花结果的综合效应[J].广西农学报,2007,22(1):9-12.
- [15] 周文忠.反季节芒果高产栽培技术[J].中国热带农业,2006(5):53-54.