

## 不同施肥水平对漳州香蕉产量和品质的影响

颜明娟, 章明清, 林 琼, 李 娟, 陈子聪

(福建省农业科学院土壤肥料研究所, 福建 福州 350013)

**摘 要:** 田间试验表明, 在漳州市香蕉园地力条件下, 要达到每公顷 45 t 左右的香蕉产量, 施肥量分别为 N 675 kg · hm<sup>-2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60~120 kg · hm<sup>-2</sup>、K<sub>2</sub>O 900~1200 kg · hm<sup>-2</sup>, 氮磷钾配比为 1 : 0.1~0.2 : 1.3~1.8。在沙性较强的土壤, 硫肥 (S) 适宜用量为 90 kg · hm<sup>-2</sup>, 镁肥 (MgCO<sub>3</sub>) 则为 75 kg · hm<sup>-2</sup>。比常规施肥平均增产 7.8%。增施磷钾肥, 可明显提高果实可溶性固形物、还原糖和总糖含量; 增施硫肥可明显提高维生素 C 和还原糖含量。和常规施肥相比, 平衡施肥平均使果实可溶性固形物提高 6.9%, 维生素 C 提高 9.0%, 还原糖提高 22.8%。

**关键词:** 香蕉; 产量; 品质; 平衡施肥; 漳州

**中图分类号:** S 668.1

**文献标识码:** A

### Effect of different levels of fertilization on banana yield and quality in Zhangzhou

YAN Ming-juan, ZHANG Ming-qing, LIN Qiong, LI Juan, CHEN Zi-cong

(Soil and Fertilizer Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

**Abstract:** The results in field experiment showed that, under the soil fertility condition in banana garden in Zhangzhou area, the optimum fertilizer application was N 675 kg · hm<sup>-2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60~120 kg · hm<sup>-2</sup>, K<sub>2</sub>O 900~1200 kg · hm<sup>-2</sup>, the optimum ratio of N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O was 1 : 0.1~0.2 : 1.3~1.8 in order to gain the banana yield about 45 t · hm<sup>-2</sup>. In the sandy soil, the optimum S and Mg fertilizers were 90 kg · hm<sup>-2</sup> and MgCO<sub>3</sub> 75 kg · hm<sup>-2</sup> respectively. To compare with traditional fertilization, the balanced fertilization increased banana yield by 7.8%. Soluble matters, reductive sugar content and total sugar content were increased remarkably after increasing application of P, K fertilizer. Vc and reductive sugar content were also increased significantly after applied S fertilizer. Balanced fertilization increased soluble matters by 6.9%, Vc by 9.0%, reductive sugar content by 22.8% compared to traditional fertilization.

**Key words:** banana; yield; quality; balanced fertilization; Zhangzhou

香蕉是世界四大水果之一, 在国际鲜果市场上占有重要地位。漳州是我国香蕉分布的北限, 昼夜温差大, 所产香蕉的品质、风味极佳, 深受广大消费者的欢迎, 已成为漳州农业的支柱产业之一。近年来, 由于价格平稳、效益较高, 种植面积不断扩大, 现已达到 3.3 万 hm<sup>2</sup>。庄绍东等人对漳州蕉园 122 个土壤样品测定结果表明<sup>[1]</sup>, 蕉园土壤供磷能力较强, 但供氮、供钾能力较低; 土壤交换性钙和镁普遍偏低, 但有效硫含量较丰富。本研究通过探讨不同施肥水平对漳州香蕉产量和品质的影响, 旨在为蕉园合理施肥提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 氮肥试验与钾肥试验

1999 年在漳州芄城区农业局试验场进行氮肥

试验, 供试土壤为灰赤沙土; 试验分别设 4 个处理 (表 1), 4 次重复, 随机区组排列, 小区面积 25 m<sup>2</sup>。选择长势基本一致的 2 年生宿根蕉作为供试材料, 每小区 6 株。2000 年分别在芄城区农业局试验场和平和县小溪镇溪州村进行 2 个钾肥试验 (表 2), 供试土壤则分别为灰赤沙土 (试验一) 和灰沙泥田 (试验二)。选择 1 年生试管苗作为供试材料, 每小区 6 株, 小区面积 25 m<sup>2</sup>。氮肥用尿素, 磷肥用普钙, 钾肥用氯化钾, 不施有机肥。氮磷钾肥分配: 营养生长期 (16 片大叶前) 占 30%; 花芽分化期 (16~23 片大叶) 占 40%; 抽蕾期和幼果期占 15%。施肥方法是距蕉杆的 25 cm 处开半环状浅沟或开穴, 深度 3~5 cm, 肥料施入后覆土。常规施肥量是芄城区农业局试验场和平和县小溪镇溪州村蕉农常年香蕉施肥量调查结果的平均值 (下同)。

收稿日期: 2005-08-02

作者简介: 颜明娟 (1969-), 女, 助理研究员, 从事植物营养与平衡施肥研究。

基金项目: 中-加平衡施肥合作项目 (Fujian06)

表1 氮肥试验

Table 1 Field trial design of N fertilizer

处理	N (kg · hm <sup>-2</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg · hm <sup>-2</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg · hm <sup>-2</sup> )
常规施肥	1050	270	1350
N <sub>1</sub>	450	120	1050
N <sub>2</sub>	675	120	1050
N <sub>3</sub>	900	120	1050

表2 钾肥试验

Table 2 Field trial design of K fertilizer

处理	N (kg · hm <sup>-2</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg · hm <sup>-2</sup> )	K <sub>2</sub> O(1) (kg · hm <sup>-2</sup> )	K <sub>2</sub> O(2) (kg · hm <sup>-2</sup> )
常规施肥	1050	270	1350	1350
K <sub>1</sub>	675	120	975	600
K <sub>2</sub>	675	120	1305	900
K <sub>3</sub>	675	120	645	1200

注：“K<sub>2</sub>O(1)”表示钾肥试验一，“K<sub>2</sub>O(2)”表示钾肥试验二。

## 1.2 磷肥试验与硫、镁肥试验

2001年在平和县小溪镇溪州村的蕉园设置磷

肥与硫、镁肥试验，供试土壤均为灰泥沙田，两试验分别设5个处理（表3和表4）。磷肥试验点在P<sub>2</sub>水平上增加一个不施硫肥的处理，4次重复，随机区组排列，试验选择1年生试管苗作为供试材料，每小区6株，小区面积25 m<sup>2</sup>。硫、镁试验的磷肥用磷酸二铵，硫肥用硫磺，镁肥用碳酸镁。硫肥和镁肥在营养生长期的16片大叶前一次全部施入，氮磷钾分配比例与1.1相同。

表3 磷肥试验

Table 3 Field trial design of P fertilizer

处理	N (kg · hm <sup>-2</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg · hm <sup>-2</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg · hm <sup>-2</sup> )	S (kg · hm <sup>-2</sup> )
常规施肥	1050	270	1350	0
P <sub>1</sub>	675	60	1050	90
P <sub>2</sub>	675	120	1050	90
P <sub>3</sub>	675	180	1050	90
S <sub>0</sub>	675	120	1050	0

表4 硫、镁肥试验

Table 4 Field trial design of S and Mg fertilizers

处理	N (kg · hm <sup>-2</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg · hm <sup>-2</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg · hm <sup>-2</sup> )	S (kg · hm <sup>-2</sup> )	MgCO <sub>3</sub> (kg · hm <sup>-2</sup> )
Mg <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	675	120	1050	0	75
Mg <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	675	120	1050	90	75
Mg <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	675	120	1050	135	75
Mg <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	675	120	1050	90	0
Mg <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1675	120	1050	90	112.5

## 1.3 平衡施肥与常规施肥对比试验

2002年在平和县香蕉主产区的小溪镇设置对比试验，试验设平衡施肥和常规施肥2个处理，小区面积66.6 m<sup>2</sup>，不设重复。根据加拿大钾磷研究所推荐的ASI方法<sup>[2]</sup>的养分临界指标，在每公顷45 t的目标产量下，氮磷钾推荐施用量分别为每公顷N 675 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60~120 kg和K<sub>2</sub>O 1 050 kg，在土壤沙性较强的蕉园补施90 kg的硫肥和75 kg的碳酸镁。常规施肥量采用芗城区农业局试验场和平和县小溪镇溪州村当地蕉农的常年习惯施肥量的平均值，即：每公顷施用N 1 050 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 270 kg、K<sub>2</sub>O 1 350 kg。

## 1.4 土壤养分及果实品质分析方法

用ASI法测定各试验地土壤主要农化性状，结果见表5，计量单位为mg · L<sup>-1</sup>。香蕉果实品质分析

采用方法<sup>[3-4]</sup>：可溶性固形物采用折射仪法，维生素C采用2，6-二氯酚滴定法，总糖用盐酸水解铜还原滴定法，还原糖用铜还原直接滴定法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥水平对香蕉产量的影响

2.1.1 氮、磷、钾不同用量对香蕉产量的影响 对试验结果进行分差分析，结果表明（表6），在土壤速效氮含量34.5 mg · L<sup>-1</sup>及每公顷施P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120 kg、K<sub>2</sub>O 1 050 kg的条件下，每公顷施N 675 kg和900 kg分别比施N 450 kg处理的增产4.2%和2.0%，其中N 675 kg处理与N 450 kg处理的产量差异达到显著水平，而N 900 kg · hm<sup>-2</sup>与N 450 kg · hm<sup>-2</sup>不显著；在土壤有效磷含量25.8 mg · L<sup>-1</sup>及每公顷施N 675 kg、K<sub>2</sub>O 1 050 kg的条件下，施P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120

kg·hm<sup>-2</sup>和180 kg·hm<sup>-2</sup>，分别比施P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60 kg·hm<sup>-2</sup>处理的增产1.3%和减产3.0%，产量差异不显著；在土壤有效钾含量105.6 mg·L<sup>-1</sup>及施N 675 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>120 kg的条件下，施K<sub>2</sub>O 645 kg处理的香蕉果实产量40 892 kg·hm<sup>-2</sup>，施K<sub>2</sub>O 975 kg和1 350 kg处理的分别比施K<sub>2</sub>O 645 kg的增产5.9%和2.2%，其中施用K<sub>2</sub>O 975 kg·hm<sup>-2</sup>的产量与施

K<sub>2</sub>O 645 kg·hm<sup>-2</sup>的产量差异达到显著水平。在土壤有效钾含量89.9 mg·L<sup>-1</sup>及每公顷施N 675 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>120 kg的条件下，施用K<sub>2</sub>O 900 kg·hm<sup>-2</sup>和1 200 kg·hm<sup>-2</sup>处理的香蕉果实产量分别比施K<sub>2</sub>O 600 kg·hm<sup>-2</sup>处理的增产7.2%和8.3%，增产均达到显著水平以上，但二者间差异不显著。

表5 香蕉施肥试验地土壤养分状况  
Table 5 Nutrients condition in the site of banana fertilization trials

试验	有机质 (g·kg <sup>-1</sup> )	pH	碱解N (mg·L <sup>-1</sup> )	速效P (mg·L <sup>-1</sup> )	速效K (mg·L <sup>-1</sup> )	交换性Ca (mg·L <sup>-1</sup> )	交换性Mg (mg·L <sup>-1</sup> )	有效S (mg·L <sup>-1</sup> )
氮肥试验	21.3	4.1	34.5	259.1	101.7	180.4	63.2	25.1
磷肥试验	20.1	4.4	152.0	25.8	109.5	280.6	69.3	42.4
钾肥试验一(灰赤沙土)	15.2	4.5	25.1	171.2	105.6	581.2	72.9	16.0
钾肥试验二(灰沙泥田)	21.4	4.3	107.6	148.6	89.9	300.6	70.5	47.6
硫镁肥试验	20.6	4.2	185.4	235.8	109.5	200.4	48.6	61.5

表6 氮、磷、钾肥不同用量对香蕉产量的影响  
Table 6 Effect of deferent levels of N,P and K fertilizer on banana yield

试验类别	施肥量 (kg·hm <sup>-2</sup> )	产量 (kg·hm <sup>-2</sup> )	F
氮肥试验	450	41351	6.827*
	675	43098*	
	900	42189	
磷肥试验	60	42095	6.645*
	120	42627	
	180	40821	
钾肥试验一 (灰赤沙土)	645	40892	8.043*
	975	43292*	
	1305	41789	
钾肥试验二 (灰沙泥田)	600	40040	11.544*
	900	42942*	
	1200	43347*	

注：“\*”表示该处理产量与N<sub>1</sub>或P<sub>1</sub>或K<sub>1</sub>处理产量的5%差异显著性。

2.1.2 镁、硫肥不同用量对香蕉产量的影响 试验结果表明(表7)，在土壤交换性镁48.6 mg·L<sup>-1</sup>和有效硫61.5 mg·L<sup>-1</sup>的供试土壤上，在每公顷施N 675 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>120 kg、K<sub>2</sub>O 1 050 kg、MgCO<sub>3</sub>75 kg的基础上，分别配施90 kg·hm<sup>-2</sup>和135 kg·hm<sup>-2</sup>的硫肥，比不施硫肥处理分别增产10.6%和5.8%，前者增产达到极显著水平，后者差异不显著。在施同量氮磷钾肥和硫肥90 kg·hm<sup>-2</sup>的基础上，每公

顷配施75 kg和112.5 kg的碳酸镁，分别比不施镁肥处理增产11.4%和4.5%，前者增产达到极显著水平，后者则差异不显著。因此，对于每公顷产量45 t左右的高产地块，在施用合理的氮磷钾肥基础上，配合施用90 kg·hm<sup>-2</sup>的硫肥和75 kg·hm<sup>-2</sup>的镁肥是适宜的。

表7 不同硫、镁肥施用水平对香蕉产量的影响  
Table 7 Effect of S and Mg fertilizer on banana yield

处理号	施肥量(kg·hm <sup>-2</sup> )		产量 (kg·hm <sup>-2</sup> )
	S	MgCO <sub>3</sub>	
Mg <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	0	75	39897
Mg <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	90	75	44109
Mg <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	135	75	42218
Mg <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	90	0	39585
Mg <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	90	112.5	41360

2.2 不同施肥水平对香蕉品质的影响

2.2.1 磷、钾肥不同用量对香蕉品质的影响 平和县小溪镇溪州村试验点的测定结果表明(表8)，香蕉果实可溶性固形物和总糖含量在本试验条件下有随磷、钾肥用量增多而提高的趋势；维生素C随磷、钾肥用量增加而变化的趋势不明显，但以施钾肥K<sub>2</sub>O 900 kg·hm<sup>-2</sup>最高，达194 mg·g<sup>-1</sup>；还原糖含量随施磷量的增加而增加的趋势，且以施磷肥P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>120 kg·hm<sup>-2</sup>为最高，达9.34%；还原糖随施钾量的增加含量明显提高。

表 8 磷、钾肥不同施用水平对香蕉品质的影响  
Table 8 Effect of deferent P, K levels on banana quality

试 验	施肥量 (kg · hm <sup>-2</sup> )	可溶性固形物 (%)	维生素C (mg · kg <sup>-1</sup> )	总含糖量 (%)	还原糖 (%)	可食率 (%)
磷肥试验	60	18.5	155	11.60	4.05	64.1
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 120	21.5	147	17.69	9.34	65.8
	180	21.5	153	20.30	6.23	66.2
钾肥试验二(灰沙泥田)	600	20.5	158	15.16	7.27	66.1
	K <sub>2</sub> O 900	23.5	194	18.34	8.85	63.1
	1200	23.0	141	18.79	11.97	66.1

2.2.2 施硫对香蕉品质的影响 平和县小溪镇溪州村硫肥试验点(表3)的测定结果表明(表9),施用硫 90 kg · hm<sup>-2</sup>使香蕉果实的维生素C和还原糖含量分别提高38.7%、21.9%,而香蕉果实的总糖含量和可食率没有明显变化,但可溶性固形物含量却因施用硫肥而降低。

表 9 施硫对香蕉品质的影响  
Table 9 Effect of deferent levels of S fertilizer on banana quality

试验处理	可溶性固形物 (%)	维生素C (mg · kg <sup>-1</sup> )	总含糖量 (%)	还原糖 (%)	可食率 (%)
S <sub>0</sub>	24.0	10.6	18.44	7.66	65.5
P <sub>2</sub>	21.5	14.7	17.69	9.34	65.8

2.2.3 平衡施肥对香蕉品质的影响 平衡施肥和常规施肥的3个田间对比试验结果表明(表10),与常规施肥相比,平衡施肥使香蕉果实的品质得到很大程度的改善,果实可溶性固形物含量平均提高6.9%,维生素C平均提高9.0%,还原糖平均提高22.8%;但总糖含量和可食率变化不大。

2.3 香蕉最佳施肥量与增产效果

归纳上述试验结果,在本试验条件下,氮磷钾的平衡用量分别为N 675 kg · hm<sup>-2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60~120 kg · hm<sup>-2</sup>、K<sub>2</sub>O 900~1 200 kg · hm<sup>-2</sup>,配比为1:0.1~0.2:1.3~1.8。在每公顷45 t左右的产量下,配施适量硫镁肥可进一步提高产量,适宜用量为S 90 kg · hm<sup>-2</sup>、MgCO<sub>3</sub> 75 kg · hm<sup>-2</sup>。

为了检验平衡施肥对香蕉的增产作用,在平和县香蕉主产区的小溪镇设置了与常规施肥的对比试验。结果表明(表11),平衡施肥调整了群众常规施肥的三要素用量和比例,使之较好满足香蕉生长对养分的需要。平均比常规施肥增产3 150 kg · hm<sup>-2</sup>,增产率达7.8%;以N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O每公斤市场价4元、5元和2.6元计,平衡施肥的肥本为6 030

元 · hm<sup>-2</sup>,常规施肥则为9 060元 · hm<sup>-2</sup>,平衡施肥比常规施肥节约3 030元 · hm<sup>-2</sup>,按每公斤香蕉1.6元的市场批发价,平均每公顷增收节支8 070元。因此,香蕉平衡施肥对于提高其产量和品质,增加群众收入、以及促进香蕉专用肥生产等方面都有指导意义。

表 10 平衡施肥对香蕉品质的影响  
Table 10 Effect of balanced fertilization on banana quality

试验	施肥量	可溶性固形物 (%)	维生素C (mg · 100g <sup>-1</sup> )	总含糖量 (%)	还原糖 (%)	可食率 (%)
磷肥试验	常规施肥	21.0	13.6	17.79	6.38	65.4
	平衡施肥P <sub>2</sub>	21.5	14.7	17.69	9.34	65.8
钾肥试验	常规施肥	21.5	17.9	17.60	7.32	64.6
	平衡施肥K <sub>2</sub>	23.5	19.4	18.34	8.85	63.1
氮肥试验	常规施肥	22.0	14.26	22.45	10.20	—
	平衡施肥N <sub>2</sub>	24.0	15.75	22.67	10.32	—

表 11 香蕉平衡施肥增产效果  
Table 11 Effect of balanced fertilization on banana yield

试 验	产量(kg · hm <sup>-2</sup> )		增产 (kg · hm <sup>-2</sup> )	增产率 (%)
	平衡施肥	常规施肥		
氮肥试验	43098	40253	2845	7.1
磷肥试验	42627	39846	2781	7.0
钾肥试验(灰赤沙土)	43292	40560	2732	6.7
钾肥试验(灰沙泥田)	42942	40329	2613	6.5
对比试验	45923	41145	4778	11.6

3 结论与讨论

田间试验表明,适宜的氮磷钾施用量对漳州香蕉有显著的增产效果。在当地的肥力条件下要达到每公顷45 t的产量,氮磷钾的推荐施肥量为每公顷N 675 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60~120 kg和K<sub>2</sub>O 900~1 200 kg,配比为1:0.1~0.2:1.3~1.8;在土壤沙性较强的

蕉园，可配施硫肥(S)  $90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和镁肥( $\text{MgCO}_3$ )  $75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

平衡施肥不仅提高了产量,还能改善香蕉品质,和常规施肥相比,平衡施肥处理的香蕉果实可溶性固形物提高6.9%、维生素C提高9.0%,还原糖提高22.8%。磷钾肥可明显提高果实可溶性固形物、还原糖和总糖含量;硫肥可明显提高维生素C和还原糖含量。

庄绍东等人认为,漳州蕉园土壤供氮、供钾能力较低,土壤交换性钙和镁含量也普遍偏低,但供磷和硫的能力较强。在评价漳州香蕉园土壤养分状况时,以土壤碱解氮  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有效磷  $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和有效钾  $80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 作为临界指标<sup>[1]</sup>。氮磷钾试验的土壤速效养分含量分别为碱解氮  $34.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、速效磷  $25.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、速效钾  $105 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和  $89.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,的中等或偏低水平的蕉园土壤,适宜的氮磷钾搭配对香蕉有明显的提高产量和改善品质的作用。香蕉生长量大,需要养分量

也大,每产1 t果实需要吸收 $\text{P}_2\text{O}_5$  3.5 kg和S 0.4~0.8 kg<sup>[5]</sup>,若要达到每公顷年产量45 t的水平,则每公顷需要从土壤中吸收 $\text{P}_2\text{O}_5$  157.5 kg和S 18~36 kg。因此,为维持土壤养分平衡,尽管当前蕉园土壤有效磷和有效硫含量都较高,施用一定数量的磷肥和硫肥是必要的。

#### 参考文献:

- [1] 庄绍东.漳州香蕉园土壤肥力状况分析[J].福建农业学报,2003,18(3):168-172.
- [2] 加拿大钾磷研究所北京办事处.土壤养分状况系统研究法[M].北京:中国农业科技出版社,1992:1-16,45-46.
- [3] 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业化学常规分析法[M].北京:科学出版社,1983.
- [4] 金继运.土壤养分状况系统研究法及其应用初报[J].土壤学报,1995,32(1):84-90.
- [5] 国际肥料工业协会.唐朝友,等译.世界肥料使用手册(第1版)[M].北京:中国农业出版社,1999:325-333.

(责任编辑:刘用场)