

悬浮液体肥在滴灌施肥中对香蕉生长·水肥利用的影响

臧小平^{1,2}, 韩丽娜^{1,2}, 马蔚红^{1,2*}, 钟爽^{1,2}, 周兆禧^{1,2}, 刘永霞^{1,2}, 郭刚^{1,2}, 明建鸿^{1,2}

(1. 中国热带农业科学院海口实验站, 海南海口 570102; 2. 海南省香蕉遗传改良重点实验室, 海南海口 570102)

摘要 [目的]为了研究田间悬浮液体肥(SLF)对香蕉生长及水肥利用的影响。[方法]以单质化学肥料为对照,研究农季高液体悬浮肥对香蕉生长及产量的影响。[结果]SLF处理肥料成本比对照降低24.7%,香蕉单株产量19.40 kg/株,折合产量 41.3×10^3 kg/hm²,比对照增产2.5%,增收5 889元/hm²,经济效益显著提高。[结论]悬浮液体肥在滴灌施肥中具有广阔的应用前景。

关键词 滴灌施肥;香蕉;悬浮液体肥;生长;产量;经济效益

中图分类号 S145.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)09-03829-03

Effects of Suspension Liquid Fertilizer on Banana Growth and Water & Nutrient Utilization Efficiency under Drip Fertigation

ZANG Xiao-ping et al (Haikou Experimental Station, Chinese Academy of Tropical Agriculture Sciences, Haikou, Hainan 570102)

Abstract [Objective] To study effects of suspension liquid fertilizer (SLF) on banana growth and water & nutrient utilization efficiency under drip fertigation. [Method] With single chemical fertilizer as control, effects of suspension liquid fertilizer 'Nongjigao' on banana growth and yield were studied, and cost analysis was estimated thereafter. [Result] Compared with traditional fertilization, the liquid fertilizer reduced the cost of fertilizer by 24.7%, it could increase the yield of banana by 2.5%, and income by 5 889 Yuan on the basis of 10 000 m² land. [Conclusion] Fertilized banana with suspension liquid fertilizer is economical viable which offers a new perspective for banana water & nutrients management under drip fertigation.

Key words Drip fertigation; Banana; Suspension liquid fertilizer; Growth; Yield; Economic benefit

香蕉是大水大肥作物^[1],传统种植一年内要施肥多次,灌溉也非常频繁。灌溉施肥是利用微滴灌系统,在灌水的同时根据作物生长不同阶段对养分的需要和气候等条件,准确地将肥料补加和均匀地施在根系或叶面附近,供植物直接吸收利用。灌溉施肥是定量供给作物水分、养分及维持适宜水分、养分浓度的有效方法^[2]。滴灌施肥技术作为现代农业发展的综合管理技术措施之一,是将灌溉技术与配方施肥技术融为一体的新型高效灌溉施肥技术,是水肥一体化技术的重要体现形式,可实现定时、定量供给作物水分和养分,维持土壤适宜的水分和养分浓度,是提高作物养分和水分利用效率的有效方法^[3-4]。滴灌施肥技术的普及与推广应用,为合理、高效利用有限的水肥资源提供了新的途径和方法,具有显著的节水、节肥、节约、省工、高效、防止土壤和环境污染等优点^[5-6]。而在滴灌施肥技术的应用过程中,首先必须要有优质的配套肥料。由于微喷灌系统喷头的出水口直径仅1 mm,要求提供液肥或速溶性肥料^[7]。液体复混肥是一种流体状肥料。悬浮肥料属于液体肥料的一种,通过添加悬浮剂使养分悬浮于液体中。它具有养分齐全、含量高、全水溶、配方易调整等优点。在生产实践中,可根据作物生长、养分吸收规律及时调整养分配比。这非常适合于滴灌和喷灌等现代化的灌溉施肥设备配合施用^[8-9]。

海南香蕉主产区大多属于干热气候条件下的半干燥区,具热量高、酷热期长、降水量少、蒸发量大、旱季长等特点。其蕉园土壤主要为花岗岩发育的砖红壤和海相沉积的燥红土,质地多偏砂性,水分侧渗能力相对较弱,且因蕉园绝大部

分布于丘陵坡地等原因,季节性、区域性干旱常有发生。因而,发展节水灌溉成为必由之路。自2000年开始,当地各级政府和有关主管部门投入大量的人力和财力开展节水农业灌溉试验。经过多年的示范推广,截至2011年仅在香蕉上应用滴灌的面积约0.5万hm²,占香蕉种植面积的10%左右。但是,在滴灌施肥技术的推广应用过程中,还存在诸多问题。多数农户尚未掌握香蕉需肥规律和滴灌施肥技术,生产中存在偏施氮肥现象,且由于肥料种类单一、质量参差不齐、养分比例不协调、施肥方案复杂等,生产上难于掌握,实施起来较费工、费时。因此,选择适于滴灌的新型液体复混肥是一个有效的解决办法,其中悬浮液体肥由于养分含量高、营养全、水溶性好、有机无机结合、肥料功效高和利用率高、施用方便等特点,在世界上得到了广泛的应用^[10]。笔者探索了悬浮液体肥在集约化香蕉种植模式下的应用效果。考虑到香蕉个体较大,而滴灌属于水的纵向渗透力强,横向渗透范围相对较小的一种局部灌溉方式,笔者设计了2条滴灌管模拟双管滴灌施肥模式,探讨滴灌施肥条件下追施悬浮液体肥对香蕉生长、产量及经济效益的影响,为香蕉的合理施肥提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2011年7月~2012年8月在海南省东方市东河镇金香林公司香蕉基地进行。供试土壤为花岗岩发育的砖红壤,质地砂黏土。土壤基本性状为:有机质14.4 g/kg,全氮0.82 g/kg,全磷0.34 g/kg,全钾4.48 g/kg,碱解氮50.45 mg/kg,有效磷51.96 mg/kg,速效钾146.72 mg/kg,交换性钙1.96 cmol/kg,交换性镁0.62 cmol/kg,pH 6.0。供试香蕉品种为巴西(Musa AAA Cavendish cv. Baxi)。矩形宽窄行种植模式,株距2.0 m,宽行行距3.0 m,窄行行距1.70 m。香蕉种植面积约0.67 hm²,于2011年7月12日定植,2012年7~8月收获。

基金项目 2010年农业部热作标准化生产示范园(10RZJN-39);2012和2013年热作农技推广与体系建设项目(12RZJN-32)。

作者简介 臧小平(1969-),男,湖南益阳人,副研究员,从事热带作物营养及施肥技术方面的研究。*通讯作者,研究员,硕士生导师,从事香蕉栽培方面的研究,E-mail:zjwhma@163.com。

收稿日期 2013-03-21

1.2 试验方法 在以 N、K30% 的常规推荐施肥量 + 生物有机肥 + MgSO₄ 为基础的前提条件下,设单质肥料(CK)和悬浮液体肥(SLF)2个处理。考虑液体肥与滴灌施肥系统相结合的高效性,在肥料总用量上,SLF 处理肥料成本比 CK 减少 25%,CK 为 7.3 元/株,SLF 为 5.5 元/株。2 个处理均适量补充 N、K,在生长前期施尿素 150 g,分 7 次施入,在生长后期施氯化钾 400 g,分 8 次施入。在生长前中期,施硫酸镁 330 g,分 5 次施入;施生物有机肥 3 kg(有机质 34.4%,NPK 含量 5.5%),定植时作为基肥一次施入。在此基础上分设处理:①CK,继续按 N、K70% 的常规推荐施肥量补充氮钾肥,即尿素 350 g 分 16 次施入,氯化钾 820 g 分 13 次施入;②SLF,液体肥 365 g 分 11 次施入。考虑到连作蕉园土壤速效磷逐年积累,含量较高,试验中 CK 不再补平磷,SLF 也选用含 P 相对较低产品。试验用肥料氮肥为尿素(46-0-0),钾肥为白色氯化钾(0-0-60)。SLF 选用广州一翔农业技术有限公司生产的“农季高”牌液体肥料(10-5-17 + TE 黄腐酸 ≥ 10%)。所有处理中,除生物有机肥土施外,其余 N、K、Mg 及 SLF 均随灌溉系统进行施肥。病虫害、其他管理按香蕉种植常规方法进行。

灌溉系统由过滤系统、管道系统、施肥系统组成。水泵规格为功率 2.2 kW,扬程 22 m,流量 70 m³/h。过滤系统采用西班牙阿速德 3 寸 120 目叠片式过滤器。施肥采用泵吸肥法,即利用离心泵吸水管内形成的负压将溶肥池中已溶解的肥料溶液吸入系统,通过过滤器过滤,进入主管道,并被清水稀释,流向田间支管灌溉施肥。管道系统由干管(直径 63 mm)、支管(直径 32 mm)以及喷水带组成。喷水带流量为 30 L/h。试验所需的灌溉施肥设备如水泵、过滤器、水表、PVC 管材、喷水带及相关配件等均为市售产品。

1.3 指标测定与方法 试验开始时,测定试验地土壤养分本底值。在香蕉生长过程中,完整记录各处理每次灌水量、施肥量及用工情况等。在香蕉抽蕾期,测量株高(从地面至顶部两叶叶柄交叉点的距离)、茎围(近地面处的假茎周长)、青叶数、倒 3 叶,叶长、叶宽。在香蕉生长期,选取倒 3 叶,用 KONICA MINOLTA 叶绿素仪(SPAD-502 plus)测定叶绿素含量。香蕉收获时,调查香蕉的产量,分别测量香蕉各梳果指数。土壤各项理化指标的测定采用常规方法。

2 结果与分析

2.1 香蕉生长势 香蕉生长状况将直接影响香蕉产量和品质。从表 1 可以看出,在抽蕾期,除青叶数外,SLF 处理的香蕉株高、假茎围、叶长、叶宽均高于 CK。氮是影响香蕉株高最大的元素^[11],而围茎反映香蕉对钾的吸收效率^[12]。在一定的土壤供钾能力下,钾氮比对香蕉生长的影响更大^[13]。SLF 处理钾氮比(K₂O/N)为 1.7,而 CK 为 2.43。在氮钾施肥量均为对照占优的前提下,显然 SLF 处理植株更好地吸收利用 N、K,促进香蕉生长。

叶片是香蕉氮素营养状况最灵敏的指示器官。通过测定绿色度(SPAD 值),可以了解香蕉植株的氮素营养状况,也为植株生长状况提供参考。一般情况下,作物追施氮肥后 3 ~

表 1 SLF 对抽蕾期香蕉长势的影响

处理	株高//cm	假茎围//cm	青叶数	叶长//cm	叶宽//cm
CK	250.3	73.6	10.3	251.3	90.8
SLF	258.7	76.9	9.2	252.6	92.0

5 d 就可以用 SPAD-502 叶绿素计测出叶片 SPAD 值的变化。从表 2 可以看出,在香蕉生长期,各处理 SPAD 值随着香蕉的生长均呈现上升趋势。从定植后 6 个月开始,SLF 处理 SPAD 值与 CK 之间更接近。这表明在滴灌施肥条件下,施用悬浮液体肥可以有效地促进植株生长。就 SLF 与 CK 处理间增长幅度比较,CK 以定植后 6 ~ 7 月增长幅度较大,SLF 处理则从定植后 5 ~ 8 月均表现出渐次减小的增幅。这表明施液体肥给植株提供了持续生长的后势。至定植后 8 个月,2 个处理间 SPAD 值变化差异最小,植株开始进入发育期。

表 2 SLF 对香蕉叶片 SPAD 值的影响

处理	2011-12-18	2012-01-19	2012-02-22	2012-03-25
CK	54.2	54.8	63.1	64.0
SLF	48.8	56.3	60.6	64.0

2.2 香蕉果实生长、产量 在香蕉生产中,香蕉果指长、果指围及果指个数是构成香蕉产量的重要参数。从表 3 可以看出,SLF 处理果指长、果指围与 CK 相比略有增加,香蕉各梳果指数及果指总数与对照完全相同。

表 3 SLF 对香蕉果实生长的影响

处理	果指长 果指围		不同梳位果指数//个/梳						
	cm	cm	1	2	3	4	5	6	7
CK	22.98	13.18	23	22	20	20	19	18	16
SLF	23.01	13.24	23	22	20	20	19	18	16

从表 4 可以看出,SLF 处理香蕉单株产量达 19.40 kg/株(不含果轴),折合产量为 41.3 × 10³ kg/hm²,增产 2.5%。

表 4 SLF 对香蕉产量的影响

处理	单株产量//kg/株	产量//t/hm ²
CK	18.92	40.3
SLF	19.40	41.3

2.3 经济效益 就生产成本而言,与常规灌溉施肥处理相比,滴灌施肥处理是一种更节约的方式^[14]。从表 5、6 可以看出,与 CK 相比,SLF 处理生产成本略低,其中的节约成本主要来自肥料成本的支出,对照肥料成本均为 7.3 元/株,而 SLF 处理仅 5.5 元/株,比 CK 节约肥料成本达 24.7%。此外,比较人工部分的支出,相对于 CK 49 次的施肥管理,SLF 仅为 31 次。但 2 个处理产值较相近,SLF 为 CK 的 102.5%。产投比是影响肥料推广使用的又一重要的因素。它主要受肥料和香蕉价格的影响。试验中 CK 肥料投入在海南香蕉种植区属中等投入水平,但 SLF 处理肥料投入大为减少。在产值方面,2011 年 9 月底 ~ 10 月初“纳沙”、“尼格”两场台风对试验香蕉的前期生长产生一定的影响,致使产量有所下降。2 个处理的香蕉产量均维持在中等偏低的水平。其中,以 CK 获利较低,为 7 350 元/hm²。与 CK 相比,SLF 处理所

获利润也因生产成本的减少、产量的增加而明显增加,比 CK 增收 5 889 元/hm²。因受 2012 年整体香蕉市场价格低迷的影响,试验地香蕉产出偏低,导致纯收益有所下降。整体而言,与 CK 相比,SLF 处理在减少肥料投入成本后,产量并未出现

下降。在充分发挥设施功能的基础上,结合使用悬浮液体肥等完全水溶性新型肥料,真正实现水肥一体化高效耦合作用,就能获得更高的纯收益,从而提高经济效益。

表 5 不同处理的香蕉生产成本

处理	灌溉设备	肥料	人工	农药	电费	地租	种苗	其他(基础设施建设分摊等)	合计	比 CK 增加
CK	3 300	15 549	5 325	6 162	2 338	11 250	2 556	10 650	57 130	
SLF	3 300	11 715	4 905	6 162	2 338	11 250	2 556	10 650	52 876	-425 4

注:表内数据以 2012 年市场价计,即普通尿素 2 800 元/t、氯化钾 3 700 元/t、硫酸镁 1 300 元/t、悬浮液体肥 7 200 元/t、生物有机肥 1 500 元/t、人工单价为 70 元/(d·人)。

表 6 不同处理对香蕉种植经济效益的影响

处理	产量 kg/hm ²	产出 元/hm ²	成本 元/hm ²	纯收益 元/hm ²	比 CK 增收 元/hm ²
CK	40 300	64 480	57 130	7 350	
SLF	41 322	66 115	52 876	13 239	5 889

注:表内数据以 2012 年市场价计。香蕉单价按收购价 1.6 元/kg 计。

3 结论与讨论

近年来滴灌施肥技术在广东、海南、广西等香蕉主产区得到大面积推广,取得一定的成果,但在生产中仍存在诸多问题。首先,在施肥量上普遍存在氮肥过量、钾镁肥不足等问题,不但造成肥料浪费,肥料利用率低下,而且直接影响蕉园的产量与效益。其次,传统的施肥方式由于肥料(如复合肥)溶解性差而增加施肥操作的难度,加重灌溉施肥系统的负担。或采用品种单一的单质肥料进行追肥,养分比例不合理、施肥方案复杂、配方盲目、操作繁琐等成为蕉农生产上难以掌握的突出问题。香蕉整个生育期的测定结果表明,香蕉全期需水量为 2 309.5 mm,营养生长中后期至花芽分化期是香蕉需水、需肥的关键时期^[15]。因此,在生产实践中,应根据香蕉的水肥需求规律制定且实施严格的灌溉、施肥标准,以保证香蕉的水、肥需求。

与常规施肥相比,滴灌追施农季高液体配方肥,有利于改善香蕉的生长状况,提高香蕉产量及经济效益。究其原因,虽然常规施肥追施的氮钾纯养分并不低,但存在水溶性差、养分比例不合理等问题,而液体肥氮磷钾养分配比适宜,含一定的微量元素以及腐植酸、黄腐酸等活性物质,可能提高植株体内多酚氧化酶和过氧化氢酶活性,增强自由基的直接或间接清除,延缓衰老,加速植物体内的物质转化和积累,进而促进生长和增加产量^[16]。

该试验在降低肥料成本的前提下,SLF 处理取得较好的产量和经济效益。由于受 2012 年整体香蕉市场价格低迷的影响,香蕉产出相对较低。随着香蕉价格的回升,SLF 模式将因产量增加而提升产出,从而获得更高的纯收益。因此,依托水肥利用效能较理想的滴灌设施载体条件,悬浮液体肥取得了较理想的应用效果。在节水灌溉施肥中针对性推广

水溶性好的高浓度液体复混肥料,是解决当前香蕉施肥操作复杂、肥料配比不科学、肥料利用率不高、产业效益不佳的手段之一。

目前,我国液体肥的发展尚处于起步阶段,其高价位影响了蕉农的接受和使用。基于此,该试验也在液体肥处理中配施少量 N、K 肥以降低肥料成本。随着我国香蕉产业的集约化、规模化发展,水资源的进一步匮乏。同时,随着大型果园不断涌现,滴灌、喷灌节水设施农业面积迅速扩大,全水溶性肥料将是符合更加环保、更加可持续发展的新一代肥料。微滴灌与全水溶肥产业之间的相互促进必将助推我国节水农业的发展再上新台阶。

参考文献

- [1] 谭宏伟. 香蕉施肥管理[M]. 北京:中国农业出版社,2010:157.
- [2] NEILSEN D, PARCHOMCHUK P, NELSEN G H, et al. Using soil solution monitoring to determine the effects of irrigat ionmanagement and fertigation on nitrogen availability in high-density apple orchards[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1998, 123(4): 706-713.
- [3] 张晓伟, 黄占斌, 李秧秧, 等. 滴灌条件下玉米的产量和 WUE 效应研究[J]. 水土保持学报, 1999, 6(1): 72-75.
- [4] 肖艳, 陈清, 王敬国, 等. 滴灌施肥对土壤铁、磷有效性及番茄生长的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(9): 1322-1327.
- [5] 罗文扬, 习金根. 滴灌施肥研究进展及应用前景[J]. 中国热带农业, 2006(2): 35-37.
- [6] BAR-YOSEF B. Advances in fertigation[J]. Advances in Agronomy, 1999, 65: 3-5.
- [7] 穆荣哲, 汤建伟, 张宝林. 全水溶性高浓度 NPK 复合肥料的工艺研究[J]. 化工矿物与加工, 2006(1): 16-17.
- [8] 谢天鏞. 液体肥料[M]. 北京:化学工业出版社, 1990.
- [9] 蒋伟, 陆亚玲, 陈敏, 等. 液体型复合肥料与低碳经济[J]. 安徽化工, 2010(S1): 79-84.
- [10] 汪家铭. 水溶肥发展现状及市场前景[J]. 氮肥技术, 2011, 32(5): 27-31.
- [11] 庄伊美. 香蕉营养与施肥[J]. 福建果树, 1990(1): 36-43.
- [12] 符春涛. 钾肥对香蕉的效应[J]. 海南农业科技, 1998(4): 9-12.
- [13] 姚丽贤, 周修冲, 蔡永发. 香蕉适宜氮、钾肥施用比例研究[J]. 广东农业科学, 2004(1): 35-36.
- [14] 邓兰生, 颜自能, 龚林, 等. 滴灌与喷水带灌溉对香蕉生长及水肥利用的影响[J]. 节水灌溉, 2010(8): 45-48.
- [15] 谢少泽, 孙景生, 肖俊夫. 香蕉需水量、需水规律试验报告[J]. 灌溉排水, 1996, 15(1): 60-62.
- [16] 何建平, 陶启珍, 易平. 腐植酸液体叶面肥对马铃薯产量和品质的影响[J]. 腐植酸, 2004(1): 24-26.