

海南省蕉园燥红土养分状况及其限制因子研究

杨苞梅,林 电,吴多能,翟立芳,刘 斌

(华南热带农业大学 农学院,海南 儋州 571737)

[摘 要] 为了了解海南省香蕉园燥红土的养分状况、养分限制因子及其亏缺程度,应用土壤养分状况系统研究法对海南省香蕉园燥红土的养分状况进行了研究。结果表明:(1)海南省香蕉园燥红土对各养分的吸附固定能力大小顺序为: $B > P > Cu > Zn > S > K$;(2)海南省香蕉园香蕉园燥红土缺 N、P、K、Cu、Mo、而不缺 Fe、Mn、Ca、Mg。

[关键词] 养分限制因子;燥红土;系统研究法;香蕉园

[中图分类号] S158.3;S668.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)10-0168-05

Researches on dry red soil nutrient limiting factor of banana garden in Hainan Island

YANG Bao-mei, LIN Dian, WU Duo-neng, ZHAI Li-fang

(Agricultural College, SCUTA, Danzhou, Hainan 571737, China)

Abstract: In order to find out the nutrient status, nutrient limiting factors and its deficiency-degree of the dry red soil in Hainan banana garden, the method of systematic study on soil nutrition is employed to analyze the nutrient status of dry red soil in Hainan banana garden. The results show that: (1) The order of adsorption fixed ability by dry red soil on various nutrients is: $B > P > Cu > Zn > S > K$; (2) The dry red soil in banana garden of the country of Ledong, Hainan Province lacks N, P, K, Cu and Mo, but does not lack Fe, Mn, Ca or Mg.

Key words: limiting factor; dry red soil; systematic approach; banana garden

平衡施肥是提高香蕉产量和质量的重要前提条件。香蕉种植有较高的经济效益^[1],因此全面开展香蕉平衡施肥研究具有极其重要的现实意义。制定香蕉平衡施肥方案,首先要明确香蕉的需肥规律^[2]及土壤的供肥性质^[3-4],其次应查明影响香蕉产量和质量的土壤养分限制因子及其缺乏程度,最后,在施肥时还应统筹考虑土壤中各种营养元素的均衡供应^[5-6]。土壤养分状况系统研究法(ASI)是土壤养分分析的良好方法^[5-9],具有如下特点:充分考虑

了土壤中 11 种大、中、微量元素的综合平衡,及土壤对营养元素的吸附特性;充分考虑了土壤中主要养分障碍因子的存在和养分亏缺的顺序,及 Ca/Mg 和 Mg/K 比值的平衡;应用联合浸提剂和系列化操作,大大提高了实验室工作效率,因此该法获得的土壤肥力信息量很大。目前,关于香蕉园土壤养分限制因子及其亏缺程度的研究甚少^[10]。为此,本试验以海南省乐东县典型香蕉园燥红土为研究对象,应用 ASI 法研究了海南省香蕉园燥红土的养分状况及其

[收稿日期] 2006-09-12

[基金项目] 农业部“948”项目“香蕉种质及相关生产技术推广”(2003-Z32(B));海南省重点科技计划项目“香蕉配方(平衡)施肥的应用技术研究”(06109)

[作者简介] 杨苞梅(1983-),女,江西余干县人,在读硕士,主要从事土壤资源利用及作物营养与施肥研究。

E-mail: yangbaomei163@163.com

[通讯作者] 林 电(1967-),男,海南文昌人,副教授,在读博士,主要从事热带土壤资源利用和热带作物营养和施肥研究。

E-mail: lindian5519@yahoo.com.cn

限制因子,以期探明海南省香蕉园燥红土的养分状况、养分限制因子及其对产量的影响程度,为制定最佳施肥方案及合理的土壤管理制度提供理论依据并指导香蕉平衡施肥。

1 材料与方法

1.1 土壤样品的采集与制备

2006-01,在海南省乐东县有代表性的巴西香蕉基地,采用多点(20 个点)随机采样法共采集耕层土样约 70 kg。自然风干后过 2 mm 筛,采用四分法取约 1.5 kg 土样,过 1 mm 筛,用于土壤有效养分含量的测定及土壤对主要营养元素的吸附试验,其余土样用于盆栽试验。

表 1 不同吸附处理中各营养元素的加入量

Table 1 Various nutritive elements density in different adsorption processing							ug/ mL
处理	P	K	S	B	Mn	Cu	Zn
CK	0	0	0	0	0	0	0
1	20	25.2	10	0.25	5	1	2.5
2	40	50.4	20	0.5	10	2	5
3	80	100.8	40	1	20	4	10
4	160	201.6	80	2	40	8	20
5	320	403.2	160	4	80	16	40

1.4 香蕉园燥红土盆栽试验

根据土壤有效养分含量测定和吸附试验结果,对照各养分临界值标准,确定土壤各养分的丰缺状况,制定盆栽试验方案,指示作物为高粱和香蕉。盆栽试验共设 14 个处理,分别是最佳处理(OPT)、

1.2 香蕉园燥红土有效养分含量的测定

土壤样品的取样采用容量法,氨态氮(NH₄-N)、交换性 Ca 和 Mg、速效 P、K、Fe、Mn、Cu、Zn、S、B 含量的测定采用 ASI 提供的方法^[5-6],土壤有机质及 pH 的测定采用常规国标方法^[11-12]。

1.3 香蕉园燥红土吸附试验

吸附试验在室内(模拟大田)进行。根据土壤有效养分含量的测定结果,在一系列定量的土壤样品中加入各营养元素溶液(表 1),充分混合,自然风干后测定土壤中各营养元素的含量,土壤浸提和各营养元素含量的测定方法同 1.2。然后以 P、K、S、B、Zn、Cu 等营养元素的加入量为横坐标,以风干后的浸提量为纵坐标,作吸附曲线图,评价土壤的吸附固定能力^[6-8]。

- N、- P、- K、+ Fe、+ Mn、- Cu、- Zn、- S、- B、- Mo、- Ca、- Mg和 CK,每处理重复 4 次,每重复用土 250 mL,栽种香蕉或高粱的数量均为 8 株,高粱栽种 35 d,香蕉栽种 55 d。收获后分别统计产量,并以干质量进行分析。各处理的养分施用量见表 2。

表 2 海南香蕉园燥红土盆栽试验的施肥方案

Table 2 Pot experiment's fertilizer plan of dry red soil in Hainan banana garden												ug/ mL
处理 Treatment	N	P	K	Fe	Mn	Cu	Zn	S	B	Mo	Ca	Mg
OPT	50.00	51.69	170.87	0.00	0.00	2.23	4.72	41.11	0.70	2.00	168.00	162.85
- N	0.00	51.69	170.87	0.00	0.00	2.23	4.72	41.11	0.70	2.00	168.00	162.85
- P	50.00	0.00	170.87	0.00	0.00	2.23	4.72	41.11	0.70	2.00	168.00	162.85
- K	50.00	51.69	0.00	0.00	0.00	2.23	4.72	41.11	0.70	2.00	168.00	162.85
+ Fe	50.00	51.69	170.87	20.00	0.00	2.23	4.72	41.11	0.70	2.00	168.00	162.85
+ Mn	50.00	51.69	170.87	0.00	40.1	2.23	4.72	41.11	0.70	2.00	168.00	162.85
- Cu	50.00	51.69	170.87	0.00	0.00	0.00	4.72	41.11	0.70	2.00	168.00	162.85
- Zn	50.00	51.69	170.87	0.00	0.00	2.23	0.00	41.11	0.70	2.00	168.00	162.85
- S	50.00	51.69	170.87	0.00	0.00	2.23	4.72	0.0	0.70	2.00	168.00	162.85
- B	50.00	51.69	170.87	0.00	0.00	2.23	4.72	41.11	00	2.00	168.00	162.85
- Mo	50.00	51.69	170.87	0.00	0.00	2.23	4.72	41.11	0.70	0.00	168.00	162.85
- Ca	50.00	51.69	170.87	0.00	0.00	2.23	4.72	41.11	0.70	2.00	0.00	162.85
- Mg	50.00	51.69	170.87	0.00	0.00	2.23	4.72	41.11	0.70	2.00	168.00	0.00
CK	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

1.5 数据分析

应用 Excel 软件处理数据,显著性分析应用 SAS 9.0 国际通用统计软件。

2 结果与分析

2.1 香蕉园燥红土的基本养分状况

海南岛香蕉园燥红土 pH 为 5.53,呈弱酸性。

由表 3 可以看出,土壤有机质含量较低,氨态氮(NH₄-N)含量很低,Fe 和 Mn 含量相对丰富;其他养分含量均明显低于 3 倍的养分亏缺临界值,表现为非常缺乏。由此可见,海南香蕉园燥红土土壤养

分含量极低,这是由于燥红土是砂土,土体中砂粒较为均匀,干燥性及热通透性强,保水、持水、保肥能力差^[13-14]。因此可初步推断(NH₄-N)、P、Cu、Zn、S、B、Ca、Mg 和 K 均有可能是该土壤的养分限制因子。

表 3 海南香蕉园燥红土有效养分含量的分析结果

Table 3 Effects of soil available nutrition of dry red soil in Hainan banana garden												ug/ mL
项目 Items	有机质/(g·kg ⁻¹) Organic matter	NH ₄ -N	P	Fe	Mn	Cu	Zn	S	B	Ca	Mg	K
测定值 Measured value	6.40	25.38	4.19	43.22	28.09	0.87	1.53	2.65	0.31	110.46	48.10	78.89
亏缺临界值 Critical value			12.0	12.0	5.0	1.0	2.0	12.0	0.2	400.8	121.5	78.2

2.2 香蕉园燥红土的吸附试验结果

由图 1 可知,B 的吸附率为 38 %~74.5 %,P、Cu、Zn、S 和 K 的吸附率分别为 33.78 %,19.38 %,12.71 %,11.98 %和 10.52 %。因此,土壤对各养分

的吸附固定能力大小次序为:B>P>Cu>Zn>S>K。由此可知,在盆栽或大田试验中,若加入的 P、B 量低于土壤对其的吸附量,则无法反映出作物对 P、B 的反应。

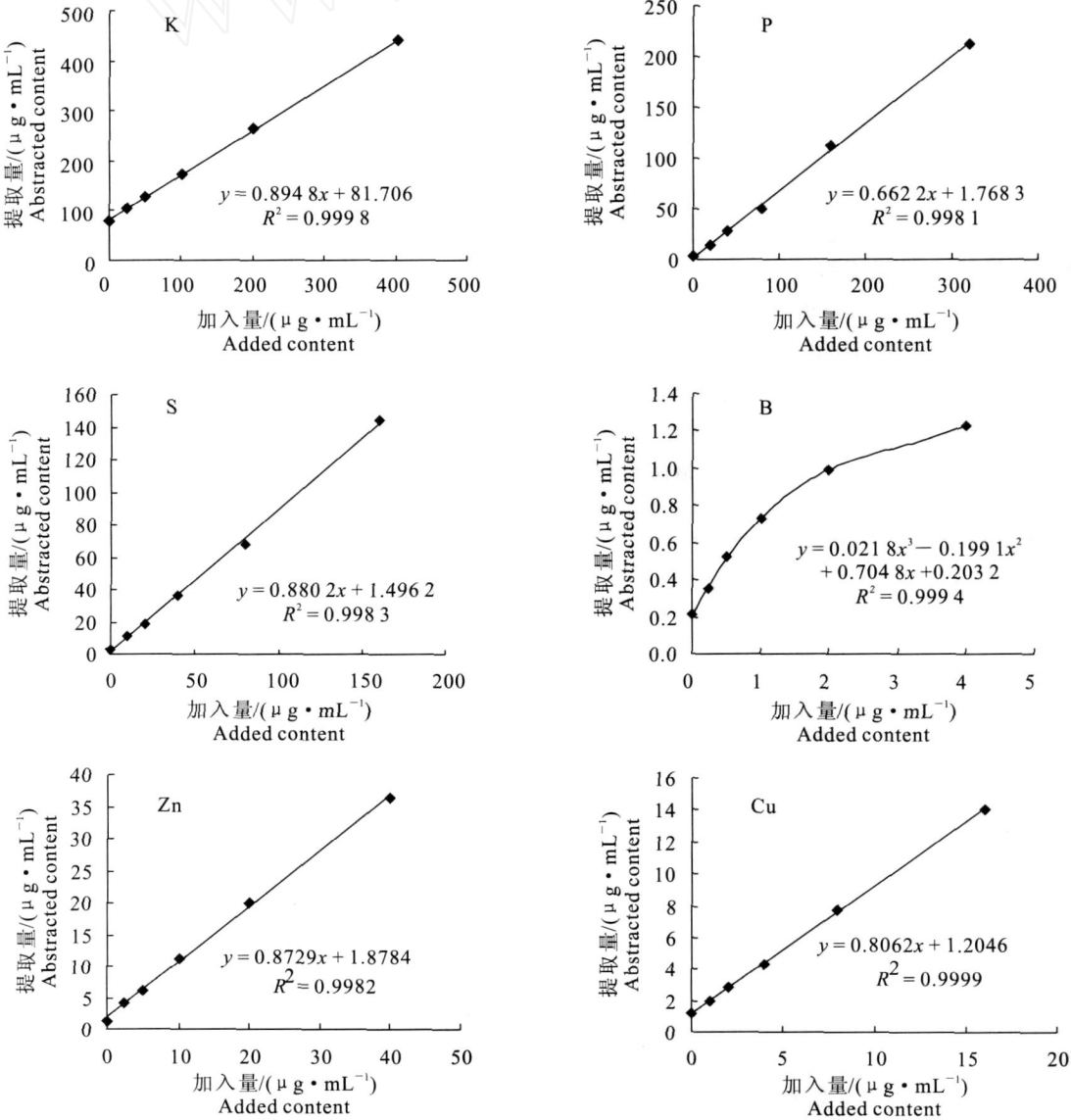


图 1 海南香蕉园燥红土对不同养分的吸附曲线

Fig. 1 Different nutrient adsorption curve of Dry red soil in Hainan Banana garden

2.3 香蕉园燥红土盆栽试验的结果

在土壤有效养分含量分析和吸附试验的基础上进行盆栽试验,以期验证土壤中各种营养元素的丰缺程度^[9]。本试验在应用高粱作为指示作物的同

时,增加了香蕉作为指示作物的生物盆栽试验,以实现与大田实际作物的吻合,消除高粱与大田实际作物之间的误差。试验结果见表 4 和表 5。

表 4 海南香蕉园燥红土高粱盆栽试验的结果

Table 4 Sorghum pot experiment's results of dry red soil in Hainan banana garden

处理 Treatment	平均产量/(g·盆 ⁻¹) Mean yield	相对产量/% Relative yield	养分状况评价 Nutrient status	亏缺顺序 Critical sequence
OPT	5.99	100.00		
- N	1.95 **	32.60	土壤缺氮 N-deficient in soil	2
- P	1.44 **	24.04	土壤缺磷 P-deficient in soil	1
- K	3.87 **	64.61	土壤缺钾 K-deficient in soil	3
+ Fe	6.00	100.13	土壤不缺铁 Enough Fe in soil	
+ Mn	5.71	95.33	土壤不缺锰 Enough Mn in soil	
- Cu	4.78 **	79.72	土壤缺铜 Cu-deficient in soil	5
- Zn	5.13 *	85.69	土壤缺锌 Zn-deficient in soil	6
- S	4.47 **	74.62	土壤缺硫 S-deficient in soil	4
- B	5.90	98.50	土壤不缺硼 Enough B in soil	
- Mo	5.51 *	92.03	土壤缺钼 Mo-deficient in soil	7
- Ca	6.14	102.55	土壤不缺钙 Enough Ca in soil	
- Mg	6.31	105.34	土壤不缺镁 Enough Mg in soil	
CK	1.10 **	18.41		

注: **表示与 OPT 相比差异极显著($P<0.01$), *表示与 OPT 相比差异显著($P<0.05$)。下表同。
Note: **. means greatly significant difference at 1 % level ,and * means significant difference at 5 % level ,compared with OPT. Table 5 is the same.

表 5 海南香蕉园燥红土香蕉盆栽试验的结果

Table 5 Banana pot experiment's results of dry red soil in Hainan banana garden

处理 Treatment	平均产量/(g·盆 ⁻¹) Mean yield	相对产量/% Relative yield	养分状况评价 Nutrient status	亏缺顺序 Critical sequence
OPT	4.24	100.00		
- N	1.30 **	30.65	土壤缺氮 N-deficient in soil	1
- P	1.38 **	32.52	土壤缺磷 P-deficient in soil	2
- K	2.82 *	66.48	土壤缺钾 K-deficient in soil	5
+ Fe	4.27	100.71	土壤不缺铁 Enough Fe in soil	
+ Mn	4.78	112.78	土壤不缺锰 Enough Mn in soil	
- Cu	2.59 **	60.98	土壤缺铜 Cu-deficient in soil	4
- Zn	3.16	74.63	土壤不缺锌 Enough Zn in soil	
- S	3.43	80.80	土壤不缺硫 Enough S in soil	
- B	2.26 **	53.30	土壤缺硼 B-deficient in soil	3
- Mo	2.86 *	67.34	土壤缺钼 Mo-deficient in soil	6
- Ca	4.37	103.16	土壤不缺钙 Enough Ca in soil	
- Mg	4.44	104.78	土壤不缺镁 Enough Mg in soil	
CK	1.21 **	28.43		

由表 4 可知, - N 和 - P 处理高粱的相对产量分别为 32.60 %和 24.04 %,表明供试土壤极度缺 P 和 N; - K, - Cu 和 - S 处理高粱的相对产量分别为 64.61 %,79.72 %和 74.62 %,表明供试土壤严重缺 K、Cu 和 S; - Zn 和 - Mo 处理高粱的相对产量分别为 85.69 %和 92.03 %,表明供试土壤缺 Zn 和 Mo; 供试土壤不缺 Fe、Mn、B、Ca 和 Mg。由以上结果可知,海南香蕉园燥红土养分亏缺顺序为: P > N >

K > S > Cu > Zn > Mo。香蕉盆栽试验结果(表 5)表明: - N 和 - P 处理香蕉的相对产量分别为 30.65 %和 32.52 %,表明供试土壤极度缺 N 和 P; - Cu 和 - B 处理香蕉的相对产量分别为 60.98 %和 53.30 %,表明供试土壤严重缺 B 和 Cu; - K 和 - Mo 处理香蕉的相对产量依次为 66.48 %和 67.34 %,表明供试土壤缺 K 和 Mo; 供试土壤不缺 Fe、Mn、S、Zn、Ca 和 Mg。上述结果表明,海南香蕉

园燥红土养分亏缺次序为: $N > P > B > Cu > K > Mo$ 。

综合上述分析可知,高粱与香蕉盆栽试验结果虽然存在一定程度的差异(这是由于二者本身固有的对营养元素反应敏感程度不同所致),但总体结果是一致的,均表明供试土壤缺 N 、 P 、 K 、 Cu 、 Mo 、而不缺 Fe 、 Mn 、 Ca 、 Mg 。有些养分的土壤原始含量极低,但生物盆栽试验却表明土壤不缺该养分,这主要与燥红土的土壤物理性状有关^[13-14]。

3 结 论

1) 海南香蕉园燥红土土壤有机质含量比较低,因此应该加强有机肥的施用,以培肥土壤,提高土壤的综合生产能力。

2) 高粱盆栽试验结果表明,土壤养分亏缺顺序为: $P > N > K > S > Cu > Zn > Mo$, P 是第一限制因子, N 是第二限制因子;香蕉盆栽试验结果表明,土壤养分亏缺顺序为: $N > P > B > Cu > K > Mo$, N 是第一限制因子, P 是第二限制因子。虽然海南香蕉园燥红土极度缺 P ,但由于香蕉对 P 的需求量非常少,在实际生产中施用少量磷肥即可,若施用量过多则造成肥料资源浪费及生产成本的提高。香蕉对 K 的需求量很大,对 N 的需求量较大^[15]。因此,在实际生产中应该加强钾肥和氮肥的施用,同时应该合理配施 Cu 和 Mo 微量元素肥料。

[参考文献]

[1] 林 电,颜速亮,常春荣,等.反季节组培香蕉氮磷钾肥料配比、

施肥时期及其效应研究[J].热带作物学报,2002,23(2):36-39.

[2] 杨苞梅,林 电,李家均,等.香蕉营养规律的研究[J].云南农业大学学报,2007,22(1):117-121.

[3] 廖志气,林 电,郑丽燕,等.海南岛香蕉园土壤肥力现状及变化趋势分析[J].安全与环境学报,2006,6(1):107-111.

[4] 姚丽贤,周修冲,李国良,等.香蕉园土壤养分肥力时空变化研究[J].土壤通报,2006,37(2):226-230.

[5] 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:中国农业出版社,1992:17-88.

[6] 金继运.土壤养分状况系统研究法学术讨论会论文集[C].北京:中国农业出版社,1995:1-58.

[7] 赵瑞芬,陈明昌,张 强,等.山西省褐土土壤养分限制因子研究[J].山西农业科学,2003,31(3):35-39.

[8] 张 炎,王讲利,刘 骅,等.新疆棉田土壤养分的吸附特征与有效性研究[J].水土保持学报,2005,19(5):47-51.

[9] 刘 平,张仁绥,卢益武,等.土壤养分系统研究法的改进及应用[J].西南农业学报,2001(1):65-69.

[10] 杨苞梅,林 电,吴多能,等.海南岛香蕉园砖红壤养分限制因子的研究[J].中国农学通报,2007,23(1):359-362.

[11] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3版.北京:中国农业出版社,2002:30-34.

[12] 南京农业大学.土壤农化分析[M].2版.北京:农业出版社,1998:29-36.

[13] 熊顺贵.基础土壤学[M].北京:中国农业大学出版社,2001:52.

[14] 海南省农业厅土肥站.海南土壤[M].海南:海南出版社和三环出版社,1993:182-203.

[15] 牛治宇,何 鹏.香蕉的矿质营养特性及其施肥[J].热带农业科学,2002,6:62-68.