

doi: 10.11838/sfsc.1673-6257.20106

香蕉减量施肥与氨基酸水溶性肥配施效果研究

匡石滋, 邵雪花, 赖 多, 肖维强, 刘传和, 贺 涵

(广东省农业科学院果树研究所 / 农业农村部亚热带果树生物学与遗传资源利用重点实验室 / 广东省热带亚热带果树研究重点实验室, 广东 广州 510640)

摘 要: 通过大田试验, 研究减量施肥对香蕉生长、产量、品质及土壤养分、肥料利用的影响, 以期为广东珠江三角洲新植香蕉产区化肥减量与提质增效提供技术和依据。以常规施肥为对照, 采用减施化肥总量 26% (减氮 25%、减磷 33%、减钾 25%) 和减施化肥总量 40% (减氮 50%、减磷 50%、减钾 25%) + 氨基酸水溶性肥 2 种减施方式对香蕉生长势、产量、果品品质及土壤性状、香蕉地上各部位养分吸收累积量、肥料利用率的影响。与常规施肥处理比较, 减施化肥总量 26% 处理香蕉株高增加了 2.47%, 产量增加了 16.37%, 果品质量无明显差异; 土壤的有效磷、速效钾含量、土壤 pH 均显著高于常规施肥处理, 碱解氮、有机质含量没有显著差异; 减施化肥总量 40% + 氨基酸水溶性肥处理与常规施肥处理比较, 香蕉株高增加了 3.98%; 产量增加了 14.44%, 果品质量提高, Vc、可溶性糖含量、可滴定酸含量差异显著; 土壤质量得到较大幅度地提升, 有机质含量增加 9.35%; 2 种减施方式均提高了香蕉的养分吸收累积量, 减施化肥总量 26% 处理的氮、磷、钾肥利用率分别为 8.75%、4.00%、23.27%, 减施化肥总量 40% + 氨基酸水溶性肥处理的氮、磷、钾肥利用率分别为 17.65%、8.53%、33.57%; 合理的化肥减量措施不但能减少过量化肥投入带来的危害, 还能促使香蕉增产, 并对土壤质量起到改良作用。综合分析香蕉产量、品质和肥料利用效率, 在本试验条件下, 减施化肥总量 40% + 氨基酸水溶性肥是适宜珠江三角洲新植香蕉的化肥减量增效模式。

关键词: 减量施肥; 氨基酸水溶性肥; 产量; 品质; 肥料利用率

香蕉是世界鲜果贸易量最大的水果^[1], 广东是我国主要的香蕉产区, 在许多地区香蕉产业已成为农民增收、农业增效的支柱产业^[2]。传统的香蕉生产管理普遍采用“大水大肥”方式^[3], 不仅导致肥料资源浪费、肥料利用率低^[4], 而且造成土壤板结、酸化和环境污染等问题^[5]。过量施肥或阶段性肥料配比不科学, 还降低香蕉产量和品质^[6]。因此, 研究化肥减量施用技术对香蕉生产优化养分管理及促进香蕉产业发展具有重要意义。目前, 香蕉减量施肥的研究颇多, 马海洋等^[7]研究表明, 降低化肥的总用量, 香蕉增产 8.4% ~ 9.3%, 氮、磷、钾肥料利用率分别提高了 11.19%、5.22%、27.02%; 减量施肥一定程度上增加了香蕉可食率和可滴定酸含量, 但对 Vc 和可溶性糖含量影响不大;

宁瑜等^[8] 研究报道, 适当减少施肥量对香蕉茎叶生长和果实产量及品质形成不会产生负面影响, 但会使香蕉抽蕾开花期推迟; 近年来, 以减氮为方向在用肥结构方面也进行了研究^[9], 何应对等^[10] 发现, 减少香蕉常规施氮量 30%, 香蕉产量增加了 4.8%, 并可有效降低氮肥的淋溶。此外, 也有研究通过有机肥替代、施肥方式改进等手段来减少化肥用量。例如, 王一鸣等^[11] 研究报道了采用有机氮肥替代无机氮用量的 20% ~ 40%, 仍能满足香蕉正常生长的养分需要, 产量增加 26.68% ~ 31.47%, 并减缓土壤酸化以及提高土壤速效氮磷钾含量; 臧小平等^[12] 研究表明, 改进施肥方式, 采用滴灌施肥技术, 减少氮、钾肥的施用量, 香蕉产量增加 9.9% ~ 14.3%; 香蕉果指数、果指长与果指围显著增加; 除此之外, 在减量施肥的基础上探索配施新型肥料弥补和改善传统肥料不足的研究也倍受关注^[13]。氨基酸水溶性肥是近几年兴起的新型有机类功能性肥料^[14], 在葡萄^[15]、草莓^[16]、沙糖桔^[17] 等作物上的施用表现出较好的效果。田雁飞等^[18] 在水稻上进行减氮 10% + 氨基酸水溶性肥试验, 可

收稿日期: 2020-03-06; 录用日期: 2020-04-07

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2017YFD0202105)。

作者简介: 匡石滋 (1963-), 男, 江西修水人, 研究员, 大学本科, 学士, 主要从事果树品种选育、生态栽培等发明的研究工作。

E-mail: kuangshizi@126.com。

增产 6.73%，节本增收 19.77%；黄忠阳等^[19]研究表明，化肥减施 20%+ 氨基酸水溶性肥对西瓜的生长、产量、品质都有很大的促进作用；倪霞等^[20]也研究发现，减施 20% 化学肥料 + 液态氨基酸肥，有助于促进烤烟生长发育和提高烟叶品质。氨基酸水溶性肥用量小、吸收快、利用率高且无污染，是配合化肥减量研究的较佳选择^[18]，而目前关于化肥减量配施氨基酸水溶性肥对香蕉影响的研究未见有报道。本研究以常规施肥为对照，采用减施化肥总量 26% 和减施化肥总量 40%+ 氨基酸水溶性肥 2 种减施方式，分析比较不同减量处理对香蕉的生长、产量、品质及养分利用率的影响。通过科学合理评价，确定减量指标，旨在改变香蕉传统的大肥大水种植管理模式，为建立试验区香蕉化肥减量与提质增效技术，推进当地香蕉产业绿色高效发展提供技术和依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2018 年 5 月在广东省佛山市三水区大塘镇千沔农业发展有限公司香蕉基地进行。供试土壤 pH 值为 5.92，有机质含量 14.2 g/kg，全氮 0.11%，全磷 0.09%，全钾 2.72%，碱解氮 (N) 5.92 mg/kg，有效磷 (P_2O_5) 51 mg/kg，速效钾 (K_2O) 130 mg/kg，交换性钙 5.8 cmol/kg，交换性镁 1.0 cmol/kg。前茬作物为蔬菜。

供试品种为巴西蕉，组培苗于 2018 年 5 月上旬种植，2019 年 7 月收获，常规栽培田间管理。试验用氨基酸水溶性肥由广州优卡思农业技术有限公司提供 (氨基酸 ≥ 100 g/L, Fe+Zn+B ≥ 20 g/L)。N、 P_2O_5 和 K_2O 分别使用尿素 (N 46%)、过磷酸钙 (P_2O_5 16%) 和氯化钾 (K_2O 60%)。水肥为挪威复合肥 (15-15-15)。

1.2 试验设计

试验设 4 个处理，分别为不施肥对照 (CK)、常规施肥、减施 26%、减施 40%+ 氨基酸水溶性肥 (减施 40%+ 水溶性肥)；常规施肥是指按照果农施肥习惯设计施肥用量；减施 26% 是在常规施肥量的基础上减施化肥总量 26% (其中减氮 25%、减磷 33%，减钾 25%)；减施 40%+ 水溶性肥处理是在常规施肥基础上减施化肥总量 40% (其中减氮 50%、减磷 50%，减钾 25%) 并配施氨基酸水溶性肥；各处理施肥量见表 1。配施氨基酸水溶性肥

次数、时期、用量以及溶液稀释倍数见表 2。试验各处理分别设 3 次重复，共 12 个小区，采取随机排列。香蕉单畦双行种植，种植规格为畦宽 4.5 m、行距 2.5 m、株距 2.0 m，每个小区种植 14 株，种植密度为 1800 株/hm²。

3 个处理整个生育期共施 7 次肥，定植后第 1 ~ 3 月施肥 3 次 (占总肥量 30%)，第 4 ~ 5 月施 2 次 (占总肥量 30%)，第 6 ~ 8 月施肥 2 次 (占总肥量 40%)，在香蕉生长前期开沟施肥，香蕉生长中、后期挖穴施肥，施肥后覆土及淋水。当地常规施肥处理香蕉整个生育期共施 12 次肥，包括 4 次水肥和 8 次撒施干肥。试验区香蕉灌水、断蕾、病虫害防治等管理措施同当地蕉园一致。

表 1 各处理施肥量 (g/株)

处理	N	P_2O_5	K_2O	N : P_2O_5 : K_2O
不施肥 (CK)	0	0	0	—
常规施肥	400	150	400	1 : 0.37 : 1
减施 26%	300	100	300	1 : 0.33 : 1
减施 40%+ 水溶性肥	200	75	300	1 : 0.37 : 1.5

表 2 氨基酸水溶性肥淋施时期及用量

时期	次数	用量 (mL/株)	稀释倍数
营养生长期	1	1000	800
孕蕾抽蕾期	2	1300	500
果实膨大期	1	1500	500

1.3 样品采集与分析方法

试验开始与结束时分别采集土样进行土壤养分含量检测。在香蕉定植后，每小区选定长势一致，健康无病虫害香蕉 4 株，测定香蕉的叶片数、株高、假茎粗，并于收获时记录每株香蕉产量，并取果穗样进行果实农艺性状调查。然后沿地面采集整株香蕉，分别测定假茎、叶 (叶柄和叶片)、果穗鲜质量，然后均匀分取，进行分析测定。叶片样品采集：将叶片切碎混匀，四分法取样。假茎：纵切 4 份，取对角 2 份，再切细成条后截断取样。果：取不同果梳上的果指各 3 个混合为样品。在香蕉收获期，每个处理随机采集 3 株测产株果穗，自然成熟后测定第 3 梳蕉果蕉肉的品质指标。

样品用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮后，N 用凯氏蒸馏法，P 用钼锑抗比色法，K 用火焰光度法进行测定。可

溶性糖含量采用蒽酮法测定, Vc 含量采用 2, 6-氯靛酚滴定法测定, 滴定酸含量采用氢氧化钠滴定法测定。根据肥料养分投入量, 施肥区和不施肥区香蕉吸收的养分量计算氮、磷、钾肥的肥料利用率。

肥料利用率 (%) = (施肥处理地上部养分吸收累积量 - 不施肥处理地上部养分吸收累积量) / 肥料养分投入量 × 100。

1.4 数据分析

采用 SPSS 19.0 软件对试验数据进行统计分析, LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对香蕉生长势的影响

各处理香蕉植株长势见表 3, 结果显示, 减施 26%、减施 40%+ 水溶性肥处理的株高显著高于常规施肥处理, 在香蕉营养生长期, 分别增加了 1.41%、5.28%, 抽蕾期, 分别增加了 2.47%、3.98%; 2 个减施处理的假茎围和绿叶数与常规施肥处理均无显著性差异。这表明, 减施化肥不影响香蕉的生长, 2 个减施处理可以显著促进香蕉株高的生长发育。

表 3 不同处理对香蕉生长势的影响

处理	营养生长期			抽蕾期		
	株高 (cm)	假茎围 (cm)	绿叶数 (片)	株高 (cm)	假茎围 (cm)	绿叶数 (片)
不施肥 (CK)	74.2a	25.1a	13.2a	238.5a	64.3a	16.4a
常规施肥	85.1b	26.0ab	13.5ab	246.2b	71.1b	16.6a
减施 26%	86.3c	26.3b	13.6ab	252.3c	71.6b	16.8a
减施 40%+ 水溶性肥	89.6d	26.5b	13.8b	256.0c	72.4b	16.9a

注: 同列不同小写字母表示处理间差异达 5% 显著水平。下同。

2.2 不同施肥处理对香蕉产量及果实品质的影响

表 4 结果表明, 减施 26% 处理与常规施肥处理比较, 果指数增加差异显著, 果指长、果指围有所增加, 但差异不显著; 减施 40%+ 水溶性肥处理的果指数、果指长与常规施肥处理相比差异显著, 果指围差异不显著; 香蕉单株果实产量与常规施肥处理比较, 减施 26% 处理增产 14.44%, 减施 40%+ 水溶性肥处理增产 16.37%, 但各施肥处理间无显著差异。综上, 两种减施方式均可促进香蕉果实农艺性状改善, 并达到减肥增产的效果。

表 4 不同施肥处理对香蕉果实生长和产量的影响

处理	果指长 (cm)	果指围 (cm)	果指数 (个)	单株产量 (kg/株)
不施肥 (CK)	14.1a	11.0a	143.2a	17.96a
常规施肥	14.5a	11.6ab	155.6b	21.74ab
减施 26%	15.2ab	12.1b	164.5c	24.88b
减施 40%+ 水溶性肥	16.5c	12.4b	166.8c	25.30b

由表 5 可知, 与常规施肥比较, 减施 26% 处理对香蕉的品质影响不大; 减施 40%+ 水溶性肥处理提高了 Vc 和可溶性糖含量, 降低了可滴定酸含

量, 且差异显著。说明减施 40%+ 水溶性肥可提高果实品质, 改善果实风味^[17]。

表 5 不同施肥处理对香蕉品质的影响

处理	可食率 (%)	Vc (mg/100 g)	可滴定酸 (%)	可溶性糖 (%)
不施肥 (CK)	71.91a	14.62a	0.36a	23.00ab
常规施肥	66.64b	15.00a	0.34ab	21.25a
减施 26%	68.59b	15.38ab	0.29bc	21.55a
减施 40%+ 水溶性肥	68.63b	17.50b	0.25c	24.99b

2.3 不同施肥处理对土壤养分含量的影响

从表 6 可以看出, 减施 26% 处理的香蕉园土壤的速效钾含量、土壤 pH 均显著高于常规施肥处理, 碱解氮、有机质含量没有显著差异; 减施 40%+ 水溶性肥处理的速效钾、有机质含量、土壤 pH 与常规施肥处理比较均显著增加, 碱解氮含量差异不显著, 但高于试验前的初始值; 减施 40%+ 水溶性肥处理与减施 26% 处理相比较, 碱解氮、有效磷、速效钾含量没有显著差异, 但有机质含量增加 9.35%, pH 增加 0.16, 趋于中性。由此可见, 减施 40%+ 水溶性肥可改善土壤肥力, 使香蕉土壤质量得到较大幅度提升。

表 6 不同施肥处理对土壤养分含量的影响

处理	N (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	有机质 (g/kg)	pH
不施肥 (CK)	5.65a	60.3a	55.3a	12.9a	5.92bc
常规施肥	5.92ab	79.7c	128.4b	13.8b	5.65a
减施 26%	5.87ab	64.4b	188.2c	13.9b	5.87b
减施 40%+ 水 溶性肥	6.03b	65.3b	198.6c	15.2c	6.03c

2.4 不同施肥处理对香蕉收获期氮、磷、钾养分含量与吸收累积量的影响

2.4.1 不同施肥处理对香蕉植株氮含量与吸收累积量的影响

由表 7 可见, 全氮含量在香蕉叶片中最高, 果皮、假茎次之, 果肉最少。减施 26% 与常规施肥处理比较, 假茎中全氮含量增加了 17.8%, 叶片、果皮、果肉中的全氮含量虽有增加, 但差异不显著; 减施 40%+ 水溶性肥与常规施肥处理比较, 假茎和果皮中全氮含量分别增加了 18.5% 和 11.6%, 达到显著水平, 叶片、果肉中的全氮含量增加差异不显著; 2 个减施处理的累积吸氮量均显著高于常规施肥处理和对照处理。总体上, 减施 40%+ 水溶性肥处理对提高香蕉成熟期各部位全氮含量效果好, 这是由于水溶性肥氮素释放缓慢而平稳, 能保证香蕉后期氮素供应。

表 7 不同施肥处理的香蕉地上部氮含量与吸收累积量 (g/株)

处理	叶片	假茎	果肉	果皮	累积吸氮量
不施肥 (CK)	19.3a	11.3a	12.3a	19.0a	73.91a
常规施肥	22.2b	13.5b	12.4a	18.9a	91.09b
减施 26%	22.5b	15.9c	12.6a	19.2a	100.15c
减施 40%+ 水 溶性肥	23.4b	16.0c	13.5a	21.1b	109.22d

2.4.2 不同施肥处理对香蕉植株磷含量与吸收累积量的影响

从表 8 可以看出, 减施 26% 处理全磷含量以果皮为最高; 减施 40%+ 水溶性肥处理以假茎和果皮最高, 与常规施肥处理比较, 全磷含量分别增加了 112.5% 和 3.2%, 达到显著水平, 其他部位的全磷含量相近; 减施 26% 处理和减施 40%+ 水溶性肥处理的全磷累积量分别为 12.6 和 15.2 g/株,

比常规施肥处理分别增加 17.7% 和 42.1%, 差异显著。

表 8 不同施肥处理的香蕉地上部磷含量与吸收累积量 (g/株)

处理	叶片	假茎	果肉	果皮	累积吸磷量
不施肥 (CK)	1.7a	1.5a	1.7a	2.9a	8.8a
常规施肥	1.8ab	1.6a	1.8a	3.1a	10.7b
减施 26%	2.1bc	2.2b	1.8a	3.2a	12.6c
减施 40%+ 水 溶性肥	2.3c	3.4c	1.9a	3.2a	15.2d

2.4.3 不同施肥处理对香蕉植株钾含量与吸收累积量的影响

减施 26% 处理和减施 40%+ 水溶性肥处理均能提高香蕉不同部位中的钾含量 (表 9), 并以果皮和假茎的钾含量为最高, 分别占累积吸钾量的 57.1% 和 56.9%, 与常规施肥处理比较, 果皮、假茎、叶片中的钾含量均达差异显著水平; 减施 26% 处理累积吸钾量比常规施肥处理增加 19.8%, 减施 40%+ 水溶性肥处理增加 37.6%; 说明在减少钾肥用量 25% 的情况下, 保持氮磷钾合适配比, 可以提高钾肥吸收量。

表 9 不同施肥处理的香蕉地上部钾含量与吸收累积量 (g/株)

处理	叶片	假茎	果肉	果皮	累积吸钾量
不施肥 (CK)	27.1a	23.3a	17.6a	72.7a	138.1a
常规施肥	28.6a	33.9b	18.1a	74.7ab	173.5b
减施 26%	35.4b	42.2c	18.3a	76.5c	207.9c
减施 40%+ 水 溶性肥	37.2b	53.3d	18.5a	82.8d	238.8d

2.5 不同施肥处理对香蕉氮、磷、钾肥料利用率的影响

由表 10 可知, 减施 26% 处理和减施 40%+ 水溶性肥均能大幅提高香蕉氮、磷、钾肥利用率。减施 26% 处理的氮、磷、钾肥利用率分别为 8.75%、4.00% 和 23.27%, 与常规施肥处理相比分别提高了 4.46、2.74 和 14.42 个百分点; 减施 40%+ 水溶性肥处理的氮、磷、钾肥利用率分别为 17.65%、8.53% 和 33.57%, 与常规施肥处理相比分别提高了 13.36、7.27 和 24.72 个百分点。

表 10 不同施肥处理对香蕉肥料利用率的影响 (%)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
不施肥 (CK)	—	—	—
常规施肥	4.29	1.26	8.85
减施 26%	8.75	4.00	23.27
减施 40%+ 水溶性肥	17.65	8.53	33.57

3 讨论

香蕉是典型的大生物量、高矿质元素累积量作物,生长速度快,对养分的需求量大。施用化肥是香蕉生产的关键技术措施。由于香蕉经济价值高,为单纯地追求效率和产量而过量施用化肥致使香蕉的施肥量逐年增加^[21],造成了经济及生态上的负面后果。为实现化肥减施增效,2015年原农业部提出了化肥农药减施行动方案,急需开展香蕉减量施肥技术研究。

3.1 减量施肥及配施氨基酸水溶性肥对香蕉产量与品质的影响

本试验研究表明,在常规施肥用量基础上减少26%的化肥总量,对香蕉生长、产量、品质及土壤性状等方面有正向效果,香蕉产量提高14.44%,对果实品质影响不大;减施40%+水溶性肥处理香蕉产量提高16.37%,提高了果实Vc和可溶性糖含量,降低了可滴定酸含量,其原因可能是配施的氨基酸水溶性肥发挥了积极的效应。氨基酸可直接被植物根系吸收利用,促进根系发达,利于吸收土壤养分从而促进了香蕉的生长^[22]。氨基酸可在植物木质部和韧皮部体内不同器官间运输,通过促进光合作用从而对品质和产量的形成提供了营养物质^[15]。此外,氨基酸营养改善了植物生理代谢过程,提高了香蕉体内酶的活性,有利于营养物质的转化和积累。部分氨基酸还可直接合成有机物质,提高了果实的Vc和糖含量^[23]。

3.2 减量施肥及配施氨基酸水溶性肥对蕉园土壤养分含量的影响

香蕉生长发育需要大量的钾素营养,对氮素需求次之,对磷素需求量较低^[24]。有研究表明,施钾极明显地促进香蕉生长,但施氮过量,会导致香蕉减产或亏损,而其对磷素供应量的反应并不敏感^[25]。香蕉通过合理施肥使体内各营养浓度保持适当的水平与比例,才能稳产、高产^[26]。本试验研究表明,减量施肥26%蕉园土壤的速效钾含

量显著高于常规施肥处理,减施40%+水溶性肥处理的速效钾、有机质含量、土壤pH与常规施肥处理比较均显著增加,这可能是施入蕉园土壤中的氨基酸有激发土壤微生物活性的作用,并通过改善土壤原有微生物群落结构及其功能进而对土壤的理化性质产生积极影响^[27-28]。前人研究发现,钾肥在土壤中的移动性小,相对于氮肥,钾肥的损失较少^[29],而且氮、磷肥的施用会加剧土壤中钾素的消耗^[30]。本研究表明,2个减施处理的土壤钾含量增加明显,其结果与之相同。

3.3 减量施肥及配施氨基酸水溶性肥对肥料利用率的影响

本研究表明,减量施肥26%处理氮、磷、钾肥利用率分别提高了4.46、2.74、14.42个百分点,这与马海洋等^[7]、宁瑜等^[8]关于香蕉肥料减量的研究结论基本一致。氨基酸作为优质氮源,可促进作物对氮、磷和钾的吸收^[31]。减施40%+水溶性肥处理,香蕉氮、磷、钾肥利用率分别为17.65%、8.53%、33.57%,与常规施肥处理相比增幅较大,分别提高了13.36、7.27、24.72个百分点;这可能是氨基酸水溶性肥为香蕉的生长提供了可直接利用的氮源,相对其他氮源能被植物优先吸收,以降低植物在吸收同化氮源时所消耗的能量^[32]。刘松忠等^[23]研究认为,氨基酸部分替代硝态氮不但可以显著改善品质,而且氨基酸的肥力比等氮量的无机氮肥高50%左右,而氮养分的相对富余,也促进了其他养分的吸收,以维持植株体内氮、磷、钾平衡^[33-34],本研究结果与之相近。曹明等^[35]采用控释配方肥技术对巴西蕉肥料利用率的研究表明,磷肥的利用率多低于5%,本研究结果与之不同,减施40%+水溶性肥处理,香蕉磷肥的利用率达8.53%,可能是氨基酸肥促进了土壤富集大量微生物从而将土壤中的磷元素转化和释放,减缓了土壤对磷的吸附与固定^[36],进而提高了磷肥的利用率。

由于氨基酸水溶性肥属于速效肥,可被作物快速吸收,近年来被广泛应用于各类新型肥料研制中^[37],但由于氨基酸在土壤中易被细菌同化分解,所以不宜作为基肥施用^[38]。王华静等^[39]研究指出,不同作物对不同种类与浓度的氨基酸影响效应差异很大,而氨基酸的施用时期和施用次数对作物的影响效应也有较大差异。至于在香蕉上氨基酸水溶性肥的最适用量、施用期、施用方式及作用机

理等还有待进一步深入研究。香蕉化肥减量应充分考虑不同香蕉品种的需肥特性和土壤肥力水平, 同时, 也应根据当地农户的习惯施肥量进行适当调整和确定。本试验仅是针对广东珠三角新植巴西蕉化肥减量增效的研究, 至于不同香蕉产区、不同品种及连作香蕉的减量施肥效果, 有待进一步研究探讨。

4 结论

在香蕉常规施肥的基础上, 减施化肥总量 26% (减氮 25%、减磷 33%、减钾 25%) 或减施化肥总量 40% (减氮 50%、减磷 50%、减钾 25%) 并配施氨基酸水溶性肥均能促进香蕉生长, 提高香蕉产量、品质和改善土壤性状, 肥料利用效率也有所提高。综合香蕉产量、品质和肥料利用效率, 减施化肥总量 40%+ 氨基酸水溶性肥是适宜广东珠三角新植香蕉的化肥减量增效模式。

参考文献:

- [1] 张锡炎. 香蕉产业发展面临的重大问题和对策措施 [J]. 中国果业信息, 2017, 34 (1): 7-10.
- [2] 欧阳曦, 齐文娥. 广东省香蕉产业对农户收入贡献研究 [J]. 海峡科技与产业, 2017 (11): 159-160, 167.
- [3] 姚丽贤, 周修冲, 蔡永发, 等. 高产香蕉平衡施肥技术研究 [J]. 土壤肥料, 2004 (2): 26-29.
- [4] 黄达斌, 林芴华, 林惠环, 等. 不同肥料配比对香蕉的施用效果 [J]. 福建果树, 2011 (2): 1-5.
- [5] Anonym. Fertilized to death [J]. Nature, 2003, 425: 894-895.
- [6] 王芳, 谢江辉, 过建春, 等. 2017 年我国香蕉产业发展情况及 2018 年发展趋势与对策 [J]. 中国热带农业, 2018 (4): 27-32.
- [7] 马海洋, 刘亚男, 石伟琦, 等. 香蕉优化施肥浅析 [J]. 中国土壤与肥料, 2015 (3): 50-54.
- [8] 宁瑜, 冯斗, 邓英毅, 等. 减量施肥对香蕉果实发育及其品质性状的影响 [J]. 中国南方果树, 2020, 49 (1): 61-64, 69.
- [9] 张福锁. 我国农田土壤酸化现状及影响 [J]. 民主与科学, 2016 (6): 26-27.
- [10] 何应对, 王丽霞, 井涛, 等. 减量施氮对蕉园土壤养分、农艺性状及产量的影响 [J]. 热带农业科学, 2016, 12 (36): 1-5, 9.
- [11] 王一鸣, 赖朝圆, 张汉卿, 等. 有机氮替代部分无机氮对香蕉生产和土壤性状的影响 [J]. 土壤, 2019, 51 (5): 879-887.
- [12] 臧小平, 韩丽娜, 马蔚红, 等. 非饱和灌溉条件下香蕉施肥减量技术研究 [J]. 中国农学通报, 2014, 30 (13): 247-251.
- [13] 韩亚飞, 伊文慧, 王文波, 等. 基于高通量测序技术的连作杨树人工林土壤细菌多样性研究 [J]. 山东大学学报 (理学版), 2014, 49 (5): 1-6.
- [14] 许会会, 陈光, 王春夏, 等. 含氨基酸水溶性肥对葡萄产量与质量及经济效益的影响 [J]. 现代农业科技, 2018, 734 (24): 57, 60.
- [15] 谢荔, 成学慧, 冯新新, 等. 氨基酸肥料对“夏黑”葡萄叶片光合特性与果实品质的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2013, 36 (2): 31-37.
- [16] 成学慧, 冯新新, 张治平, 等. “爱乐壮”氨基酸肥料对大棚草莓叶片光合效率和产量的影响 [J]. 果树学报, 2012, 29 (5): 883-889.
- [17] 彭智平, 于俊红, 黄继川, 等. 氨基酸液体肥料对沙糖桔产量及品质的影响 [J]. 广东农业科学, 2014 (6): 78-79, 109.
- [18] 田雁飞, 马友华, 褚进华, 等. 水稻减量化施肥与氨基酸水溶性肥配施效果研究 [J]. 中国农学通报, 2011, 27 (15): 34-39.
- [19] 黄忠阳, 刘庆叶, 戎茸, 等. 化肥减施条件下中微量元素肥配施氨基酸水溶性肥对西瓜生长和品质的影响 [J]. 长江蔬菜, 2019 (22): 62-64.
- [20] 倪霞, 高松, 陶永萍, 等. 氨基酸肥对烤烟减肥增效的作用 [J]. 安徽农业科学, 2016, 44 (33): 106-108, 124.
- [21] 樊小林, 李进. 碱性肥料调节香蕉园土壤酸度及防控香蕉枯萎病的效果 [J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20 (4): 938-946.
- [22] 曹小闯, 吴良欢, 陈贤友, 等. 氨基酸部分替代硝态氮对小白菜产量、品质及根际分泌物的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18 (3): 699-705.
- [23] 刘松忠, 刘军, 张强, 等. 不同肥料种类对黄金梨果实内在品质及风味的影响 [J]. 果树学报, 2012, 29 (1): 6-10.
- [24] 姚丽贤, 周修冲, 彭志平. 巴西蕉的营养特性及钾镁肥配施技术研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11 (2): 116-121.
- [25] 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 (3): 62-69.
- [26] 杨苞梅, 姚丽贤, 李国良, 等. 不同氮钾肥配比对香蕉生长的影响 [J]. 广东农业科学, 2009 (4): 37-39.
- [27] 张树生, 杨兴明, 黄启为, 等. 施用氨基酸肥料对连作条件下黄瓜的生物效应及土壤生物性状的影响 [J]. 土壤学报, 2007, 44 (4): 689-694.
- [28] 黄继川, 彭智平, 吴雪娜, 等. 施用氨基酸对大白菜根系及土壤生物活性的影响 [J]. 中国农学通报, 2014, 30 (28): 194-198.
- [29] 吴礼树. 土壤肥料学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2004. 181-183.
- [30] Zhang H, Xu M, Shi X, et al. Rice yield, potassium uptake and apparent balance under long-term fertilization in rice-based cropping systems in southern China [J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2011, 88 (3): 341-349.

- [31] 许猛, 袁亮, 李伟, 等. 复合氨基酸肥料增效剂对新疆棉花生长、产量和养分利用的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2018 (4): 87-92.
- [32] Padgett P, Leonard R. Regulation of nitrate uptake by amino acids in maize cell suspension culture and intact roots [J]. Plant and Soil, 1993, 155-156 (1): 159-161.
- [33] Calvo P, Nelson L, Kloepper J W. Agricultural uses of plant biostimulants [J]. Plant and Soil, 2014, 383 (1-2): 3-41.
- [34] 陈展宇, 陈天鹏, 李慧杰, 等. 植物吸收运转氨基酸的分子机制进展 [J]. 分子植物育种, 2017 (1): 1-8.
- [35] 曹明, 宋媛媛, 樊小林. 控释氮钾比例对香蕉产量及氮磷钾肥料利用率的影响 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2012, 40 (11): 35-41.
- [36] 魏启舜, 赵荷娟, 周影, 等. 施用羽毛生物降解液对白菜生长和基质养分的影响 [J]. 江苏农业科学, 2019, 47 (20): 156-159.
- [37] 张健, 李絮花, 李燕婷, 等. 氨基酸发酵尾液在水溶性肥料中的应用及其效果 [J]. 中国土壤与肥料, 2017 (4): 66-71.
- [38] 袁凤英, 朱孔杰, 李秀芹, 等. 浅谈含氨基酸水溶性肥的应用 [J]. 山东化工, 2015, 44 (14): 111-112, 115.
- [39] 王华静, 吴良欢, 陶勤南. 高等植物氨基酸生物效应的研究进展 [J]. 土壤通报, 2003, 34 (5): 469-472.

Study on the effects of banana reduced fertilizer and amino acids soluble fertilizer

KUANG Shi-zi, SHAO Xue-hua, LAI Duo, XIAO Wei-qiang, LIU Chuan-he, HE Han (Institute of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of South Subtropical Fruit Biology and Genetic Resource Utilization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs /Guangdong Provincial Key Laboratory of Tropical and Subtropical Fruit Tree Research, Guangzhou Guangdong 510640)

Abstract: Through field experiments, this study is to investigate the effects of reduced fertilization on banana growth, yield, quality, soil nutrients and fertilizer utilization, and to provide technology and basis for fertilizer reduction, quality improvement and efficiency enhancement in newly-planted banana growing areas in the pearl river delta of Guangdong province. Compared with conventional fertilizer, two fertilizer managements were set up, including 26% reduction of fertilizer amount (25%, 33% and 25% reduction of nitrogen, phosphorus and potassium, respectively), and 40% reduction of fertilizer amount (50%, 50% and 25% reduction of nitrogen, phosphorus and potassium, respectively) + amino acids soluble fertilizer, then their effects on the banana growth, yield, fruit quality, soil chemical characters, the nutrients uptake and accumulate in aboveground parts of banana and fertilizer utilization ratio were investigated. Compared with conventional fertilization, the banana plant height increased by 2.47% and yield increased by 16.37% after 26% reduction of total fertilizer application, but there was no significant difference in fruit quality. The contents of available phosphorus, available potassium and soil pH after 26% reduction of total fertilizer application were significantly higher than those of conventional fertilization, while the contents of alkali-hydrolyzed nitrogen and organic matter were not significantly different. And when treated with 40% reduction of total fertilizer+amino acids soluble fertilizer, the banana plant height increased by 3.98%, yield increased by 14.44%, and the fruit quality was improved with significant increase of Vc, soluble sugar and titratable acid contents. Soil quality was also greatly improved, and organic matter content increased by 9.35%. Overall, the nutrient absorption and accumulation of banana were increased using these two methods, the utilization rates of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer treated with 26% reduction of fertilizer amount were 8.75%, 4.00% and 23.27%, respectively, while the utilization rates of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer treated with 40% reduction of fertilizer amount+ amino acids soluble fertilizer were 17.65%, 8.53% and 33.57%, respectively. Reasonable fertilizer reduction measures can not only reduce the harm caused by excessive fertilizer input, but also promote banana production and improve soil quality. In this study, the measure of 40% reduction of fertilizer amount+amino acids soluble fertilizer is suitable for the fertilizer reduction and efficiency enhancement of newly-planted bananas in the pearl river delta.

Key words: reduced fertilization; amino acids soluble fertilizer; yield; quality; fertilizer utilization rate