doi: 10.11838/sfsc.1673-6257.19208

羊粪发酵肥替代化肥对芒果园土壤性状、 叶片营养及果实品质的影响

冯焕德¹, 党志国¹, 倪 斌², 陈鸿宇³, 何翠翠¹, 魏志远¹, 陈业渊^{1*}

- (1. 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所,海南 海口 571101;
 - 2. 海南省现代农业检验检测预警防控中心,海南 海口 571101;
 - 3. 中国热带农业科学院橡胶研究所,海南 海口 571101)

摘 要:围绕芒果园土壤贫瘠、果实产量较低等问题,以典型芒果园为研究对象,研究羊粪发酵肥替代不同数量化肥对芒果园土壤理化性状、叶片营养及果实产量和品质等的影响,旨在为生产上芒果科学合理进行化肥减施提供技术支持。通过大田小区试验研究,结果表明:与常规施肥相比,不同的替代比例在不同土层中都降低了土壤的容重,增加了土壤总孔隙度,0~20cm土层中容重的降低和总孔隙度的升高高于20~40cm土层;不同的替代比例提高了不同土层中pH值和有机质含量,其中T2(30%)和T3(50%)在0~20cm土层中的pH值和有机质含量与对照和T1(10%)相比达到了显著差异,碱解氮和常规施肥相比有所降低,但未达到显著差异,有效磷、速效钾、交换性钙镁含量与对照相比都有所升高,其中0~20cm土层中的速效钾和交换性镁T2(30%)和T3(50%)处理与常规施肥和T1处理相比达到了显著差异,T3(50%)与T2(30%)之间无显著差异;不同替代比例的叶片全氮含量稍有降低,提高了其他矿质元素含量,但未达到显著差异;不同的替代比例均提高了产量,但对单果重影响不显著,果实中的可溶性固形物、Vc、固酸比都有升高,各替代比例中果实的可滴定酸含量与对照相比,有所降低。综合比较,T2(30%)处理对提高土壤肥力、提高产量和果实品质效果较好。

关键词: 芒果; 有机肥替代化肥; 土壤理化形状; 产量; 果实品质

芒果(Mangifera india L.)属漆树科(Anacardiaceae)杧果属(Mangifera)(英文名 Mango,中文又名杧果、檬果),广泛分布于南纬 30°至北纬 30°间的热带、亚热带地区,素有热带水果之王的称号。我国早在唐代开始就从印度引种,距今已有1 300 多年栽培历史^[1]。我国的芒果主要分布在热带亚热带地区的海南、广西、云南、四川、广东、贵州、福建等省份,据农业农村部发展南亚热带作物办公室统计,2017 年全国种植面积 25.787 万 hm²、产量 205.3 万 t,居世界第 4 位^[2]。

土壤肥力是土壤各方面性质的综合反映, 土壤肥

收稿日期: 2019-05-14; 录用日期: 2019-06-22

基金项目: 国家重点研发计划项目"热带果树化肥农药减施增效技术集成研究与示范"(No. 2017YFD0202100);海南岛重大科技计划项目"海南芒果、柑橘品质提升关键技术研究与示范"(No. ZDKJ2017003);土壤资源信息库建设及应用(No.1630032017042)。作者简介: 冯焕德(1981-),女,河南南阳人,助理研究员,硕士,研究方向为植物营养与土壤肥料。E-mail:hdfhainan@163.com。通讯作者:陈业渊,E-mail:chenyy1962@126.com。

力的高低对作物的生长起直接影响,如何科学、合 理地提高土壤肥力,对培肥土壤、增加作物产量 就显得尤为重要。土壤有机培肥是指通过向土壤 中施入有机物料来提高土壤的基础肥力,从而提 高土壤的供肥能力[3], 合理的土壤培肥, 不仅是 提高土壤质量的关键, 也是保证农业资源可持续利 用的核心问题[4]。研宄表明,对耕地土壤培肥最 有效的途径,就是添加有机物料,即土壤有机培 肥[5]。李婕等[6]研究表明,长期施用有机肥能明显 提高土壤有机质含量、特别是活性有机质含量。Sukri 等[7] 指出施用有机肥后增加了辣椒的产量,提升了 土壤肥力。曾骏等[8]研宄表明,长期施用有机肥可 显著提高土壤 0 ~ 30 cm 土层的有机碳含量。Moharana 等^[9]认为,通过施用有机肥,有利于农业生产 的可持续发展和土壤质量的提升。臧小平等[10]研究 发现,用有机肥替代化肥,芒果土壤速效养分和果实 品质均比纯施化肥处理的高,并在保持化肥施用量不 变的情况下,增施有机肥可以显著提高芒果果实品 质以及土壤的速效养分、全量养分。Magdaléna 等[11] 指出用不同量的有机肥可以增加西红柿的产量。 Tamad 等^[12]指出在斜坡地上施用有机肥后增加了马 铃薯的产量。近年来,随着芒果栽培技术的提高,极 大地提高了芒果种植的经济效益。芒果种植模式改 变、花期提前、生育期缩短,对土壤养分的需求也 相应提高,芒果在 pH 值 6.5 左右的通风良好的微酸 性至中性壤土和砂壤土、土壤肥力中等的地方种植为 宜^[13],而海南岛芒果主产区多为丘陵、低山等坡地, 土壤本身较为贫瘠,有机质、有效态氮、有效磷含量 较低,钙、镁含量较低,均处于四级以下水平^[14]。 施用有机肥对于改善土壤结构、培肥地力、增加土壤 养分有着不可替代的作用^[15]。韩秉进等^[16]研究表 明,连年施用有机肥可以有效改善土壤的物理性状, 降低土壤容重,增加土壤田间有效孔隙度,提高土壤 的储水保水能力,团聚体发育良好。有机肥替代化肥 的研究多集中在桔柑、梨、苹果等果树,而以芒果为对象的研究较少。本研究采取田间定位试验的方法,分析不同有机肥替代化肥比例对芒果园土壤质量、果实产量及品质的影响,并研究其内在的数量关系,为芒果园土壤质量提升、土壤培肥、产量及品质提高提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点位于海南省三亚市天涯区水果岛基地,为丘陵坡地,属于典型的热带岛屿性季风气候,年均温为22~27℃,年均降水量1500~2000 mm,光热条件优越,区内的土壤母质以花岗岩风化物为主。供试芒果品种为贵妃芒,已定植12年,试验地土壤的基础理化性质如表1所示。

层次 (cm) pH 值 有机质(g/kg) 碱解氮 (mg/kg) 有效磷 (mg/kg) 速效钾 (mg/kg) 交换性钙 (mg/kg) 交换性镁(mg/kg) 0 ~ 20 70.54 154.22 64.50 5.69 11.2 120.3 23.61 20 ~ 40 9.9 103.5 5 47 23.17 58.40 143.16 55.42

表 1 试验地土壤的基础理化性质

1.2 试验设计

本试验为田间小区定位试验,开始于 2017 年 6 月果实采收后,采用不同数量的羊粪发酵肥,替代化肥氮肥。选取长势一致的植株为试验对象,设 4 个处理,分别是 (1) 常规施肥 (CK) (2) 羊粪发酵有机肥 (EK) (EK)

1.3 样品采集及测定项目和方法

叶片采集:于收获期在树冠中层、顶部成熟梢采摘芒果叶片样品,每株树分东、南、西、北4个方向,样品混合,带回实验室,先105℃杀青30 min,再在75℃下烘干,用植物粉碎机进行磨样,封存编号待测,分析N、P、K、Ca、Mg等元素含量^[19]。

土样采集:采用环刀法,每个处理选取地势较为平坦的试验地,用环刀采集不同土层土样,带回实验室,用于土壤容重和田间持水量指标的测定,容重计算法测定孔隙度。

土壤容重 $\rho_b = m/v (1 + \theta_m)$

式中: ρ_b 为土壤容重, g/cm^3

m 为环刀内湿样质量, g

v 为环刀容积 (cm³), 为 100 cm³

 θ_{m} 为样品含水量 (质量含水量), %

土壤总孔隙度 = $(\rho_b - D_s)/D_s \times 100\%$

式中: D_s 为土粒密度(果园土壤表土为 2.65 g/cm 3) ρ_b 为土壤体积质量,即土壤容重

对应植物样进行土样的采集,避开施肥坑,9 株树下的土样混合制成一个样品,带回实验室,在室内进行风干,过2 mm 网筛后放塑料密封袋中保存,统一编号待测。布置试验之前,取试验地基础混合土壤样本、收获后每个处理各取一个土壤耕层混合样本,分别分析 pH 值、有机质、全氮、有效磷、速效钾、交换性钙、交换性镁^[20]。

芒果单株产量观测和果实品质测定:在果实八成熟的时候每株树的4个方向共采集12个均匀一致的果实测定品质,小区产量按全株进行测产。可溶性固形物

采用 MASTER-53T 型电子折光仪测定; Vc 用 2, 6-二氯靛酚滴定法 (GB 6195—86) 测定,可滴定酸采用标准酸碱滴定法 (GB 12293—1990) 测定 [19]。

1.4 数据分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行数据处理和显著性分析。

2 结果与分析

2.1 有机肥替代不同数量化肥对土壤物理性状的 影响

从表 2 可知,经过有机替代化肥处理后,不同土层的容重都有所降低,0~20 cm 土层中 T2 和 T3

表 2 有机肥替代不同数量化肥处理对土壤物理性状的影响

处理	不同土层	容重	总孔隙度
	(cm)	(g/cm ³)	(%)
CK	0 ~ 20	$1.38 \pm 0.01a$	$44.90 \pm 0.34a$
	20 ~ 40	$1.46\pm0.01a$	$45.01 \pm 0.19a$
T1	0 ~ 20	$1.37 \pm 0.01a$	$45.08 \pm 0.22 \mathrm{a}$
	20 ~ 40	$1.45\pm0.01a$	$45.12 \pm 0.22a$
T2	0 ~ 20	$1.35\pm0.01\mathrm{b}$	$44.94 \pm 0.19a$
	20 ~ 40	$1.44 \pm 0.01\mathrm{b}$	$45.02 \pm 0.30a$
T3	0 ~ 20	$1.34 \pm 0.01\mathrm{c}$	$46.74 \pm 0.15a$
	20 ~ 40	$1.43 \pm 0.00\mathrm{c}$	$45.31 \pm 0.20a$

注:不同字母表示处理间差异显著(P<0.05)。下同。

处理较对照分别降低了 2.1% 和 2.9%,与对照和 T1 处理 理达到了显著差异,20~40 cm 土层中 T2 和 T3 处理 较对照分别降低了 1.4% 和 2.1%,与对照和 T1 处理 达到了显著差异。有机肥替代化肥后,不同土层中土 壤的总孔隙度上升较为明显,但都未达到显著差异。随着土层的加深,土壤的总孔隙度降低,20~40 cm 层土壤的总孔隙度小于表层土壤 0~20 cm,表明 20~40 cm 层土壤的根系通气状况要弱于表层土壤。2.2 有机肥替代不同数量化肥对土壤化学性质的

2.2 有机肥替代不同数量化肥对土壤化学性质的 影响

从表 3 可以看出,不同的替代比例提高了不同土层中 pH 值和有机质含量,其中 T2 和 T3 在 0 ~ 20 cm 土层中的 pH 值和有机质含量与对照和 T1 相比达到了显著差异,T2 和 T3 处理 0 ~ 20 cm 土层中土壤有机质含量分别比常规施肥提高了 27.6%和 33.6%,20 ~ 40 cm 土壤有机质含量分别比常规施肥提高了 28.9%和 32.3%;不同替代比例不同土层中碱解氮和常规施肥相比有所降低,但未达到显著差异;有效磷、速效钾、交换性钙镁含量与对照相比都有所升高,其中 0 ~ 20 cm 土层中速效钾和交换性镁 T2 和 T3 处理与常规施肥和 T1 处理相比达到了显著差异,T3 与 T2 之间无显著差异。综合比较不同的有机替代比例中,T2 对土壤肥力的提升效果较 T3 好。

表 3 有机肥替代不同数量化肥处理对土壤化学性质的影响

处理	不同土层 (cm)	pH 值	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	交换性钙 (mg/kg)	交换性镁 (mg/kg)
CK	0 ~ 20	5.68 ± 0.04 a	9.30 ± 1.99a	70.66 ± 2.15a	206.12 ± 0.44a	217.45 ± 0.47a	433.24 ± 1.13a	48.43 ± 0.49a
	20 ~ 40	$5.51 \pm 0.02a$	$8.10\pm1.34\mathrm{a}$	$66.43 \pm 1.72a$	$218.52 \pm 0.76a$	235.41 ± 1.02a	441.63 ± 1.27 a	$44.05 \pm 0.41a$
T1	0 ~ 20	$5.71 \pm 0.02a$	$9.50 \pm 2.43a$	$65.43 \pm 1.95a$	$214.57 \pm 0.42a$	$225.20 \pm 1.48a$	$439.35 \pm 3.58a$	46.25 ± 0.33 a
	20 ~ 40	5.66 ± 0.03 a	$8.86 \pm 1.79a$	62.45 ± 1.43 a	$174.16 \pm 0.45a$	223.19 ± 1.26a	$410.47 \pm 2.54a$	$43.11 \pm 0.47a$
T2	0 ~ 20	$5.74 \pm 0.10\mathrm{b}$	$11.87 \pm 2.54 \mathrm{b}$	$62.10 \pm 0.68a$	$285.00 \pm 0.35 \mathrm{b}$	$241.20 \pm 2.24 \mathrm{b}$	$443.80 \pm 4.61a$	$57.54 \pm 0.57 \mathrm{b}$
	20 ~ 40	$5.69 \pm 0.11a$	$10.44 \pm 1.93 \mathrm{b}$	$59.43 \pm 0.77a$	$187.13 \pm 0.41a$	$198.48 \pm 0.52a$	$401.76 \pm 2.49a$	$54.81 \pm 1.12a$
Т3	0 ~ 20	$6.12 \pm 0.02\mathrm{c}$	$12.43 \pm 2.91 \mathrm{c}$	$59.47 \pm 2.44a$	$287.66 \pm 0.64 \mathrm{b}$	$293.31 \pm 2.15 \mathrm{b}$	$446.29 \pm 3.44a$	$59.48 \pm 1.07 \mathrm{b}$
	20 ~ 40	$5.84 \pm 0.06 \mathrm{b}$	10.72 ± 1.18 b	59.26 ± 2.01a	196.24 ± 0.55a	195.72 ± 1.99a	386.28 ± 3.02a	$55.79 \pm 0.88a$

2.3 有机肥替代不同数量化肥对叶片矿质营养的 影响

从表 4 可以看出,各处理叶片的矿质元素含量和常规施肥(CK)相比叶片全氮含量有所降低,全磷、全钾、钙镁都有所升高,但未达到显著差异,表明有机肥替代化肥对芒果叶片养分的吸收无

明显影响。

2.4 有机肥替代不同数量化肥对产量和果实品质的影响

从表 5 可以看出,与常规施肥相比,不同比例的有机肥替代化肥处理对产量影响不显著,单果重变化不显著,但果实中的可溶性固形物、Ve 和固

表 4 有机肥替代不同数量化肥处理对芒果叶片矿质营养的影响

处理	全氮	全磷	全钾	钙	镁
CK	$1.775 \pm 0.04a$	$0.119 \pm 0.10a$	$0.458 \pm 0.02a$	1.740 ± 0.03 a	0.209 ± 0.04 a
T1	$1.794 \pm 0.02a$	$0.124 \pm 0.01a$	$0.471 \pm 0.02a$	$1.745 \pm 0.13a$	$0.211 \pm 0.11a$
T2	$1.778 \pm 0.07a$	$0.121 \pm 0.11a$	$0.466 \pm 0.02a$	$1.775 \pm 0.09a$	$0.214 \pm 0.09a$
Т3	1.772 ± 0.01 a	$0.121 \pm 0.02a$	$0.465 \pm 0.01a$	$1.762 \pm 0.07a$	0.216 ± 0.05 a

表 5 有机肥替代不同数量化肥处理对产量和果实品质的影响

处理	产量(kg/株)	単果重 (kg)	可溶性固形物(%)	\mbox{Ve} ($\mbox{mg/100 g}$)	可滴定酸(%)	固酸比(%)
CK	$45.7 \pm 0.38a$	$0.22 \pm 0.21a$	9.04 ± 0.24 a	$24.03 \pm 0.17a$	$0.253 \pm 0.02\mathrm{c}$	$35.73 \pm 0.94a$
T1	$45.2 \pm 0.45a$	$0.25 \pm 0.09a$	$9.18 \pm 0.22a$	$27.75 \pm 0.26a$	0.247 ± 0.01 b	$37.17 \pm 0.85a$
T2	45.9 ± 0.73 a	$0.24 \pm 0.16a$	10.02 ± 0.08 b	$28.16 \pm 0.09a$	$0.241 \pm 0.01a$	41.57 ± 1.02 b
Т3	$46.3 \pm 0.59a$	$0.23 \pm 0.20a$	$10.17 \pm 0.21\mathrm{c}$	$28.47 \pm 0.12a$	0.240 ± 0.03 a	$42.37 \pm 1.34c$

酸比都有升高,其中T2处理分别比对照提高了12.3%、24.3%和16.34%,可溶性固形物含量T1处理和对照未达到显著差异,与T2和T3之间差异显著,各处理中果实的可滴定酸含量比对照降低,并达到了显著差异。各处理中果实的Vc含量T2和T3间没有显著差异。

3 讨论

3.1 对土壤物理性状的影响

土壤物理性状与土壤健康状况有着密切的联系,土壤总孔隙度是描述土壤通气性状况的一项重要指标,孔隙度越大对作物根系呼吸越有利。果园通过施用有机肥可以有效改善土壤环境,降低土壤容重,增加土壤总孔隙度,有利于提高土壤的通气性和保水保肥能力,提高土壤的田间持水量^[21]。马俊永等^[22]研宄表明,施用有机肥和有机无机配施可有效改善土壤物理性状,降低土壤容重,增加土壤总孔隙度和有效孔隙度。本试验研究结果与以上结论基本一致。

3.2 对土壤肥力的提升的影响

土壤肥力的物质基础是土壤有机质,有机质含量的增加可以有效地改善土壤物理性能,调节土壤的酸碱平衡,提高根系活力,促进树体吸收养分,改善果实品质。土壤理化性质作为土壤肥力的重要指标,对土壤的水肥供应,土壤气热状况的调控,水分下渗性能等都起重要作用^[23]。本研究中T2、T3有机肥替代化肥的处理 0 ~ 20 和 20 ~ 40 cm 土

层中pH 值和有机质有所上升,有机质达到显著水 平,这和臧小平等[10]的研究结果相似。土壤 pH 值经有机肥替代化肥处理后得到提高, 但各处理之 间未达到显著差异。土壤矿质营养是果树生长、果 实发育需要养分的直接来源, 本研究中土壤的碱解 氮有所降低,有效磷、速效钾、交换性钙、交换 性镁相比对照都有所升高,与对照比较,以T2处 理对土壤养分提升效果最佳。各处理中交换性钙镁 含量有一定程度的升高,这可能与有机替代中的有 机肥含有一定量的钙、镁等元素, 使土壤中阳离子 含量增加有关[24]。在我国南方湿热的土壤条件下, 土壤酸化是果园土壤长期大量使用化肥和缺少有机 质的结果,有机肥可改良果园土壤酸化,既提高果 园土壤 pH 值, 又提高土壤可持续性肥力, 从而提 高果实综合品质,保证果树可持续生产发展[25]。因 此通过化肥配施有机肥,不仅有利于土壤的改良和 培肥,还可以提高果园土壤的供肥和保肥能力[26]。

3.3 对产量和果实品质的影响

因受大田条件及芒果树生长周期的影响,不同比例的有机肥替代化肥对芒果产量有一定的提高,但未达到显著差异。施用有机肥后,对果实的可溶性固形物、Ve含量及降低可滴定酸含量有一定的影响,可溶性固形物、Ve和固酸比均呈现上升趋势,其中有机肥替代化肥30%的处理分别比对照提高了23.7%、6.4%和16.34%,可滴定酸稍有下降,这和前人的研究结果相似^[27-29]。

— 193 **—**

(%)

4 结论

经过生产周期试验,得出如下结论:不同的替代比例都降低了土壤的容重,增加了土壤总孔隙度;不同替代比例对土壤 pH 值和有机质明显提高,不同土层中碱解氮和常规施肥相比有所降低,但未达到显著差异;有效磷、速效钾、交换性钙镁含量与对照相比都有所升高;不同替代比例都提高了芒果的产量,增加了可溶性固形物、Vc 的含量和固酸比。综合比较,有机肥替代化肥 30% 对提高土壤肥力、提升果实品质是较为经济有效的替代比例。

参考文献:

- [1] 胡袆,张德生,刘康德. 中国芒果产业发展变迁及影响 因素研究[J]. 中国农业资源与区划,2015,36(6):53-59
- [2] 农业部发展南亚热带作物办公室,全国热带、亚热带作物生产情况[M].北京:农业部发展南亚热带作物办公室,2018.
- [3] 陈闯. 不同有机肥及其混施对土壤微生物学特性及玉米产量的影响[D]. 吉林:吉林农业大学,2015.
- [4] 刘占锋,傅伯杰,刘国华,等. 土壤质量与土壤质量指标及 其评价 [J]. 生态学报,2006,26(3):901-913.
- [5] 王芳. 有机培肥措施对土壤肥力及作物生长的影响 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [6] 李婕,杨学云,孙本华,等.不同土壤管理措施下土壤团聚体的大小分布及其稳定性[J].植物营养与肥料学报,2014,20(2);346-354.
- [7] Sukri M Z, Sari V K, Firgiyanto R. Improving soil fertilizer through application of organic fertilizer humid acid and mikoriza in supporting growth and production of chilli plants in sand land [J]. Earth and Environ Sci, 2018, 249: 1-6.
- [8] 曾骏,郭天文,包兴国,等. 长期施肥对土壤有机碳和无机 碳的影响[J]. 中国土壤与肥料,2008,(2):11-14.
- [9] Moharana P C, Sharma B M, Biswas D R, et al. Long-term effect of nutrient management on soil fertility and soil organic carbon pools under a 6 years old pearl millet-wheat cropping system in an inceptisol of subtropical India [J]. Field Crop Res, 2012, 136: 32-41.
- [10] 臧小平,林兴娥,周兆禧,等.不同施肥方案对芒果果实品质与土壤肥力的影响[J].亚热带植物科学,2015,44(2):146-149.
- [11] Magdaléna V S, Dominika R, Marián K, et al. Impact of organic fertilizers on morphological and phenological properties and yield of tomatoes [J]. Acta Hortic et Regiotecturae, 2018, 21 (2): 48-53.
- [12] Soesanto T L, Agustin R P E, Khoiriyah N, et al. Enhancing potato

- ($Solanum\ tuberosum\ L.$) yield by using biological organic fertilizers and soil conservation practices on the slope and soil [J] . Earth and Environ Sci. 2019, 250: 1–8.
- [13] 许林兵,高爱平,蒲金基,等. 香蕉芒果安全生产技术指南 [M]. 北京:中国农业出版社,2012.
- [14] 廖香俊,唐树梅,吴丹,等. 海南芒果园土壤环境及其对芒果品质的影响[J]. 生态环境学报,2008,17(2):727-733
- [15] 付崇毅,张秀芳,王玉静,等.施用有机肥和硫磺粉对北方日光温室南丰蜜橘生长及石灰性土壤化学性质的影响[J].中国土壤与肥料,2013,(2):17-21.
- [16] 韩秉进,陈渊,乔云发,等. 连年施用有机肥对土壤理化性 状的影响[J]. 农业系统科学与综合研究,2004,20(4): 294-296.
- [17] 何丽金. 不同施肥量和施肥方法对田阳北部山区芒果产量影响试验[J]. 广西农学报, 2013, 28(5): 21-23.
- [18] 曾柱发,曹洪麟,黄俊庆,等. 赤红壤芒果园的土壤特性及肥力调控[J]. 广东农业科学,2003,(2):25-27.
- [19] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版 社,2006.
- [20] 鲁如坤. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2006.
- [21] 葛新伟. 不同有机肥对果园土壤质量及酿酒葡萄品质的影响 [D]. 银川:宁夏大学,2018.
- [22] 马俊永,曹彩云,郑春莲,等.长期施用化肥和有机肥对土壤有机碳和容重的影响[J].中国土壤与肥料,2010,(6):38-42.
- [23] 陈瑞州,李静,范家慧,等.不同施肥配比对芒果园土壤养分、微生物数量和酶活性的影响[J].热带作物学报,2018,39(6):1055-1060.
- [24] 褚长彬,吴淑杭,张学英,等. 有机肥与微生物肥配施对柑橘土壤肥力及叶片养分的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(22):201-205.
- [25] 赵亮,刘存寿. 不同有机物料对土壤肥力及团聚体稳定性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(2):130-136,144.
- [26] 臧小平,周兆禧,林兴娥,等.不同用量有机肥对芒果果实品质及土壤肥力的影响[J].中国土壤与肥料,2016,(1):98-101.
- [27] 万水霞,李帆,蒋光月,等. 有机肥不同用量对土壤微生物以及甘蓝品质和产量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2012(6):74-76.
- [28] 来源,同延安,陈黎岭,等. 施肥对猕猴桃产量和品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2011, 39 (10): 171-176.
- [29] Zhang M, Yao Y L, Tian Y H, et al. Increasing yield and N use efficiency with organic fertilizer in Chinese intensive rice cropping systems [J]. Field Crops Res, 2018, 227: 102-109.

Effects of sheep fermentation fertilizer substituting for different quantities of chemical fertilizer on soil characters, leaf nutrition and fruit quality in mango orchard

FENG Huan-de¹, DANG Zhi-guo¹, NI Bin², CHEN Hong-yu³, HE Cui-cui¹, WEI Zhi-yuan¹, CHEN Ye-yuan^{1*}
(1. Institute of Tropical Crops Genetic Resources, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou Hainan 571101; 2. Modern Agricultural Inspection Testing Control Center of Hainan Province, Haikou Hainan 571101; 3. Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou Hainan 571101)

Abstract: Considering the poor soil fertility and low fruit yield in typical mango orchards, the effects of organic fertilizer substituting for different quantities of chemical fertilizer on soil physical and chemical properties, leaf nutrition, fruit yield and quality of mango orchards were studied in order to provide technical support for scientific and rational application of chemical fertilizer in mango production. The results of field experiments showed that, compared with conventional fertilization, different substitution ratios reduced soil bulk density and increased soil total porosity in different soil layers. The decrease of soil bulk density and increase of total porosity in 0 ~ 20 cm soil layer were higher than those in 20 ~ 40 cm soil layer. Different substitution ratios increased the pH value and organic matter content in different soil layers. The pH value and organic matter content in 0 ~ 20 cm soil layer of T2 (30%) and T3 (50%) were significantly different from those in control and T1 (10%). Alkali-hydrolyzed nitrogen and conventional fertilization decreased, but did not reach significant difference. The contents of available phosphorus, available potassium and exchangeable calcium and magnesium increased compared with control. Among them, in 0 ~ 20 cm soil layer, available potassium and exchangeable magnesium of T2 (30%) and T3 (50%) were significantly higher than those of conventional fertilization and T1 treatment. There was no significant difference between T3 (50%) and T2 (30%). The total nitrogen content of leaves in different substitution ratios decreased slightly, while the other mineral elements content increased, but did not reach significant difference. The yield was increased by different substitution ratios, but the effect on single fruit weight was not significant. The soluble solids, Vc, solid-acid ratio in fruits in each substitution ratio increased. Compared with the control, the titratable acid content of the fruit decreased. Comparing comprehensively, T2 (30%) treatment had better effects on improving soil fertility, yield and fruit quality.

Key words: mango; organic fertilizer substitute chemical fertilizer; soil physical and chemical properties; yield; fruit quality