

樟树铁肥最佳复配材料的筛选

李利敏¹,于英翠¹,刘思春¹,吴良欢²,王旭东^{1*}

(1.西北农林科技大学 资源环境学院,陕西 杨陵 712100;2.浙江大学 环境与资源学院,浙江 杭州 310029)

摘 要:为解决樟树(*Cinnamomum camphora*)缺铁黄化问题,在砂培条件下研究了樟树铁肥硫酸亚铁铵与柠檬酸、硼酸、复合氨基酸、醋酸、生长素 A(萘乙酸)+细胞分裂素、生长素 B(吲哚丁酸)+细胞分裂素材料配施对樟树铁不同器官含量和生长的影响。通过分析樟树幼苗地上部、根部和植株的鲜重、干重、含水量、鲜基和干基的根冠比及铁含量,发现硫酸亚铁铵的最佳配料为硼酸,其最佳施用浓度为 0.5%。

关键词:樟树;缺铁;施肥

中图分类号:S792.23 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2019)04-0145-05

Screening on Optimum Compound Material of Iron Fertilizer for Camphor Tree Seedling

LI Li-min¹, YU Ying-cui¹, LIU Si-chun¹, WU Liang-huan², WANG Xu-dong^{1*}

(1. College of Resources & Environment, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China;

2. College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, Zhejiang, China)

Abstract: In order to solve the problem of iron deficiency of the camphor tree, the effects of ammonium ferrous sulfate and citric acid, boric acid, compound amino acid, acetic acid, NAA+BA, IBA+BA on the content and growth of different organs of camphor tree were studied in sand culture experiment. By analyzing fresh weight, dry weight, water content and total Fe content in shoots, root and plant, and dry and fresh root shoot ratio of the camphor tree seedlings, it was found that boric acid was the best material applied with ferrous ammonium sulfate and the optimal concentration of boric acid was 0.5%.

Key words: Camphor-tree (*Cinnamomum camphora*); iron deficiency; fertilizing

樟树又名香樟(*Cinnamomum camphora*), 树形美观, 是国家二级保护树种^[1]。由于枝叶茂密, 能遮阴避凉; 所散发出的化学物质有净化有毒空气的能力, 能抵抗多种有害气体如氯气、二氧化硫、臭氧及氟气等; 有抗癌功效, 能涵养水源和固土防沙, 有较强的吸滞粉尘能力, 樟特殊的香味可以驱虫, 发达的主根能抗风。因此樟树最适合在交通繁忙地区栽种, 也是南方许多城市生态建设的首选树种^[2]。城市环境不利于樟树生长, 容易缺铁导致叶片黄化, 从而导致巨大的经济和生态损失^[3]。杭州市内公园及行道路中的樟树失绿黄化的比率高, 与 2016 年杭州的城市目标“国际重要的旅游休闲中心”和 2017 年

提出要“加快建设独特韵味别样精彩世界名城”严重的不协调^[4]。

滨海地区土壤条件是引起樟树失绿黄化的主要原因, 土壤障碍因子影响了铁的活化和吸收^[5]。无机铁肥是目前市场上的常见铁肥, 土施无机铁肥铁离子很快与土壤中的碳酸盐磷酸盐等结合为难溶性铁化合物, 导致植物吸收困难^[6]; 叶面喷施一方面 Fe²⁺ 易氧化为 Fe³⁺ 导致效果不佳, 而且极易喷洒不均匀^[7-8]。其他防治措施^[9-10] 肥效短, 易对树体造成伤害和因肥力分配不均形成肥害。有机螯合铁肥适应广、肥效长^[11], 但成本贵、售价高。目前没有经济有效的方法来防治樟树黄化病, 所以, 李利敏^[12] 等

收稿日期: 2018-06-20 修回日期: 2019-03-03

基金项目: HarvestPlus-China 国际合作项目(I20060055); 国家科技支撑项目(2008BADA4B03); 杭州市下沙经济技术开发区科研项目(H20060653)。

作者简介: 李利敏, 女, 博士, 实验师, 研究方向: 植物铁营养及铁肥开发。E-mail: liliminamy@163.com

* 通信作者: 王旭东, 男, 博士生导师, 教授, 研究方向: 土壤与环境化学。E-mail: wangxudong01@126.com

也曾对常用高效铁肥、施用浓度作了筛选。本试验在此基础上对高效铁肥的配施材料和施用浓度作了进一步研究,希望为樟树合理施肥提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 供试苗的培育

樟树育苗在浙江大学华家池校区塑料大棚内进行,所用土壤为小粉土,基础肥力为有机质 14.56 g·kg⁻¹,全 N 0.96 g·kg⁻¹,碱解 N 60.01 mg·kg⁻¹,速效 P 48.52 mg·kg⁻¹,速效 K 74.76 mg·kg⁻¹,有效 Fe 31.75 mg·kg⁻¹,pH(H₂O,21℃) 5.50。

培育 3 个月后,选大小一致的樟树苗,先用自来水再用蒸馏水充分冲洗根部,移入桶中。试验用桶直径 18.5 cm,高 14.0 cm,每桶装石英砂 1.5 kg,每桶 2 株。同时浇灌 200 mL 改良的克诺普溶液(1 L 蒸馏水中含有 Ca(NO₃)₂·4H₂O 1.15 g、KNO₃ 0.2 g、KH₂PO₄ 0.2 g、MgSO₄ 0.2 g),在樟树幼苗出现缺铁黄化症状时开始试验。

1.2 试验处理设计

将各处理所需硫酸亚铁铵和硼酸溶 100 mL 的蒸馏水中,在试验开始时浇灌到塑料盆中,每个处理重复 3 次,随机区组排列。

表 1 配施材料试验设计方案

Table 1 Experimental design scheme of compound materials		
处理	硫酸亚铁铵 /g	配施材料
对照	0.2	无
处理 1	0.2	0.1% 柠檬酸
处理 2	0.2	0.2% 硼酸
处理 3	0.2	0.4% 复合氨基酸
处理 4	0.2	2% 醋酸
处理 5	0.2	萘乙酸 0.3 mg·L ⁻¹ NAA+0.2 mg·L ⁻¹ 苄氨基腺嘌呤 BA
处理 6	0.2	0.3 mg·L ⁻¹ 吡啶丁酸 IBA+0.2 mg·L ⁻¹ 苄氨基腺嘌呤 BA

表 2 硼酸浓度试验设计方案

Table 2 Experimental design scheme of boric acid concentration					
处理	硫酸亚铁铵	硼酸	处理	硫酸亚铁铵	硼酸
对照	0.2	无	处理 3	0.2	0.5
处理 1	0.2	0.125	处理 4	0.2	1
处理 2	0.2	0.25	处理 5	0.2	2

1.3 测定指标及数据分析

培养 20 d 后,按地上部、根部分别取样,带回实验室,分别称取根部和地上部鲜重后,先用 0.01 mol·L⁻¹ 的 HCl 溶液浸洗 10 min,再用蒸馏水充分冲洗干净后,装入信封内,在 105℃ 条件下杀青 30

min,65℃ 烘干至恒重并称取干重,粉碎待用。样品干灰化后用 1:1 盐酸溶解,ICP-MS(型号:Agilent 7500a)测定植株铁地上部和地下部铁含量^[13]。

试验数据用 SPSS 软件进行统计分析,处理间差异显著性分析采用 LSD 法。

2 结果与分析

2.1 硫酸亚铁铵对樟树幼苗生长的影响

2.1.1 不同配施材料对樟树幼苗生物量的影响

从表 3 可以看出,与对照相比,随着各种配施材料的加入,都不同程度增加了地上部鲜重、根鲜重和植株鲜重,硼酸、复合氨基酸和 IBA+BA 3 处理显著增加地上部鲜重,除醋酸处理外其余处理均显著增加根鲜重,各处理均显著增加了植株鲜重,不同处理地上部鲜重、根鲜重和植株鲜重变化趋势一致,增加顺序依次为硼酸>IBA+BA>复合氨基酸>柠檬酸>NAA+BA>醋酸;与对照相比,硼酸、复合氨基酸和 IBA+BA 3 处理显著增加地上部干重和植株干重,各处理均显著增加了根干重,地上部干重、根干重和植株干重变化趋势与地上部鲜重、根鲜重和植株鲜重均一致。

与对照相比,各处理对鲜基和干基的根冠比、地上部和植株的含水量变化影响不大,根部各处理含水量与对照间差异显著,说明植株含水量受地上部含水量影响大,根部下降最多的为醋酸处理,其次为 IBA+BA 处理,分别比对照下降 16.84% 和 10.44%,降低最少的根部为柠檬酸处理,比对照下降 4.96%。

从外观看,各处理叶片浓绿,NAA+BA 和醋酸处理叶片上有斑点,原因有待于分析;此外,柠檬酸、硼酸和 IBA+BA 3 处理有新根长出,其中硼酸和 IBA+BA 处理的根较粗较长。

2.1.2 不同配施材料对樟树幼苗铁含量的影响

从图 1 可以看出,与对照相比,各配施材料的加入都不同程度增加了地上部的含铁量,其中硼酸、复合氨基酸和 IBA+BA 处理差异达显著水平,增加最多的为硼酸处理,其次为 IBA+BA 处理,分别比对照增加了 26.82% 和 10.39%;增加最少的为 NAA+BA 处理,比对照增加了 0.93%。

与对照相比,各配施材料的加入对根部含铁量的影响不同,仅复合氨基酸处理显著增加了根的含铁量,比对照增加了 5.24%,硼酸、醋酸和 IBA+BA 处理显著降低了根部的含铁量,醋酸处理铁浓度降低的最多,其次为 IBA+BA 处理,分别比对照降低了 22.78% 和 7.31%。

表 3 不同配施材料对樟树幼苗生长的影响								
Table 3 Effects of different combined materials on the growth of camphor-tree seedlings								
处理		CK	柠檬酸	硼酸	复合氨基酸	醋酸	NAA+BA	IBA+BA
地上部/(g·株 ⁻¹)	鲜重	1.84 d	2.93 cd	7.13 a	4.01 bc	2.50 d	2.90 cd	4.58 b
	干重	0.61 d	1.35 bcd	3.54 a	2.12 bc	1.12 cd	1.29 bcd	2.25 b
根系/(g·株 ⁻¹)	鲜重	0.94 f	2.09 d	3.68 a	2.69 c	0.94 f	1.62 e	2.93 b
	干重	0.07 e	0.24 d	0.59 a	0.42 c	0.21 d	0.22 d	0.49 b
植株/(g·株 ⁻¹)	鲜重	2.78 e	5.02 c	10.81 a	6.70 b	3.44 de	4.52 cd	7.51 b
	干重	0.67 d	1.60 cd	4.13 a	2.54 bc	1.33 d	1.51 cd	2.74 b
根茎比	鲜基	0.51 ab	0.71 a	0.52 ab	0.67 ab	0.37 b	0.56 ab	0.64 ab
	干基	0.11 a	0.18 a	0.17 a	0.20 a	0.19 a	0.17 a	0.22 a
含水量/%	地上部	65.17 a	52.64 a	50.47 a	47.49 a	57.46 a	55.97 a	51.30 a
	根部	92.93 a	88.32 b	84.00 c	84.31 c	77.28 d	86.34 bc	83.23 c
	植株	75.21 a	67.98 a	61.88 a	62.24 a	62.52 a	66.79 a	63.76 a

注:表中数据为 3 次重复的平均值,同一行不同小写字母分别表示经 Duncan's 新复极差检验在 0.05 水平上的差异显著。下同。

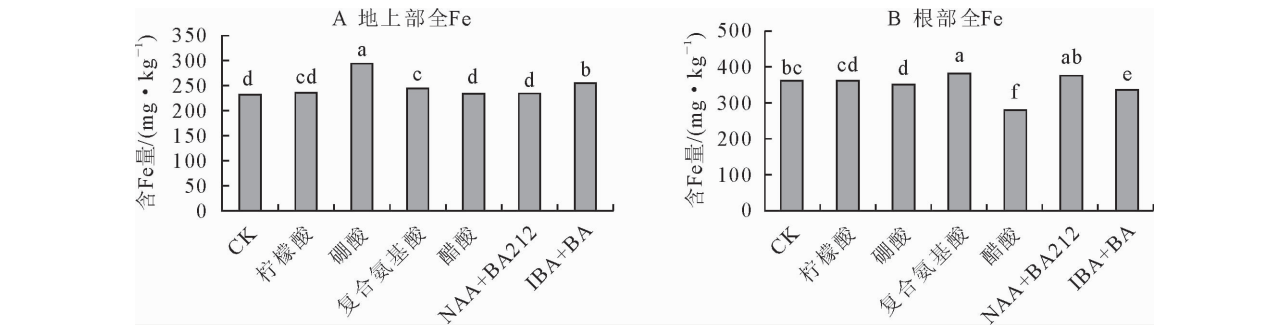


图 1 不同配施材料对樟树幼苗含 Fe 量的影响

Fig. 1 Effects of different combined materials on total Fe of camphor-tree seedlings

2.2 硫酸亚铁铵配料硼酸对樟树幼苗的影响

2.2.1 配施不同硼酸浓度对樟树幼苗生物量的影响 从表 4 可以看出,与对照相比,除 2 g 处理降低了地上部鲜重、根鲜重和植株鲜重,且与地上部鲜重、植株鲜重差异达到显著水平,其余处理均显著增加了地上部鲜重、根鲜重和植株鲜重,不同处理地上部鲜重、根鲜重和植株鲜重变化趋势一致,增加顺序

依次为 0.5 g 处理>1 g 处理>0.25 g 处理>0.125 g 处理;与对照相比,除 2 g 处理降低了地上部干重、根部干重和植株干重,且与植株干重差异达到显著水平,其余处理均显著增加了地上部干重、根干重和植株干重,地上部干重、根干重和植株干重变化趋势与地上部鲜重、根鲜重和植株鲜重一致。

表 4 配施不同硼酸浓度樟树幼苗生长的影响							
Table 4 Effects of combined different boric acid concentration on the growth of camphor-tree seedlings							
处理		CK	0.125	0.25	0.5	1	2
地上部/(g·株 ⁻¹)	鲜重	2.30 d	3.20 c	3.39 c	5.59 a	4.01 b	2.04 e
	干重	0.92 e	1.74 d	1.95 c	2.47 a	2.12 b	0.85 e
根部/(g·株 ⁻¹)	鲜重	1.21 e	1.91 d	2.20 c	3.72 a	2.82 b	1.02 e
	干重	0.52 d	0.72 c	0.87 b	1.99 a	0.88 b	0.42 d
植株/(g·株 ⁻¹)	鲜重	3.51 e	5.11 d	5.59 c	9.31 a	6.83 b	3.06 f
	干重	1.44 e	2.46 d	2.81 c	4.46 a	3.00 b	1.27 f
根冠比	鲜基	0.53 d	0.60 c	0.65 b	0.67 ab	0.70 a	0.50 d
	干基	0.56 b	0.41 c	0.44 bc	0.81 a	0.42 c	0.49 bc
含水量/%	地上部	60.08 a	45.83 c	42.65 d	55.88 b	47.23 c	58.32 a
	根部	56.97 ab	62.19 a	60.67 a	46.56 b	68.65 a	58.75 ab
	植株	59.05 a	51.94 bc	49.74 c	52.15 bc	56.07 ab	58.53 a

与对照相比,除 2 g 处理略降低了鲜基的根冠比,依次增加了 13.00%、22.93%、26.32% 和 33.31%;与对照相比,除 0.5 g 处理显著增加了干

基的根冠比外,比对照增加了 42.82%,其余处理均降低了干基的根冠比,且与 0.125 g 处理和 1 g 处理差异达到显著水平,依次降低了 26.61%、21.31%、26.14%和 13.47%。说明营养液中随硼酸浓度的增加,不仅促进了地上部的生长,也促进了根系的生长,对根系促进效果更明显。鲜基和干基的根冠比差异可能是由其含水量不同所致。

与对照相比,各处理均降低了地上部和植株含水量,除 2 g 处理地上部、植株和 1 g 处理植株含水量差异不显著,其余处理差异均达显著水平。与对照相比,地上部和植株含水量下降最多的均为 0.25 g 处理,分别比各自对照下降 29.02%和 15.77%;其次均为 0.125 g 处理,分别比各自对照下降 23.72%和 12.03%;降低最少的均为 2 g 处理,分别比各自对照下降 2.94%和 0.89%;各处理对根部含水量变化影响不大。总的来说,植株含水量受地上部含水量的影响大。

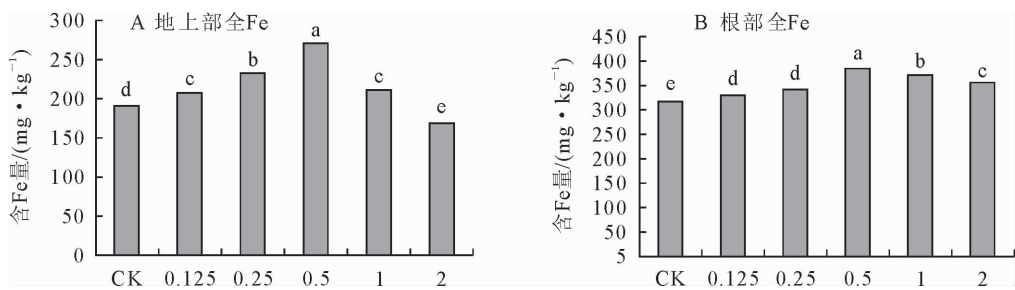


图 2 配施不同硼酸浓度对樟树幼苗 Fe 含量的影响

Fig. 2 Effects of combined different boric acid concentration on total Fe contents of camphor-tree seedlings

3 结论与讨论

硼酸与硫酸亚铁铵配施后,对铁的促进效果最好。这一方面可能与硼参与细胞分裂和伸长,可促进植物生殖器官的建成和发育有关^[14-15];另一方面也与硼酸营造的酸性条件可以避免亚铁离子氧化有关。刘智强^[16]等提出在锥栗初花期和盛花期分别喷施 0.30% 硼可降低空苞率,提高叶绿素含量、光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度和结实率等。

生长素有促进生根的作用,配合一定比例的细胞分裂素能诱导不定芽的分化、侧芽的萌发与生长,如徐小玉^[17]等提出中 IBA 50 mg·L⁻¹、NAA 200 mg·L⁻¹对 1 年生的海桐健壮枝条生根的促进作用最明显。该试验中 IBA 比 NAA 效果好可能与吲哚丁酸的药效稳定,产生的根系粗壮,而奈乙酸在水中易分解,在植物体内也不稳定,对芽的生长有抑制作用有关。它们均通过对植物生长有促进作用,从而有助于对铁的吸收。结果与王小敏^[18]等提出 IBA 比 NAA 对滨梅插条生根率的影响大相一致。

从外观来看,各处理叶片较绿,均有新根长出,其中 0.5 g 处理新根多且较粗长,叶色浓绿;1 g 处理叶片出现淡黄色的斑点,根部出现发黑现象,显示出轻度药害;2 g 处理叶片出现黑色斑点,根部颜色黑,有发胀现象,表示出较严重的药害,如果继续增加浓度,植株的生长可能会受到严重影响,甚至会导致植株死亡。

2.2.2 配施不同硼酸浓度对樟树幼苗铁含量的影响 从图 2 可看出,与对照相比,除 2 g 处理显著降低了地上部铁含量,比对照降低了 11.57%,其余处理均显著增加了地上部含铁量。以 0.5 g 处理铁含量最高,其次为 0.25 g 处理,分别比对照增加了 41.48%和 21.75%。

与对照相比,各处理均显著增加根部铁含量,0.5 g 处理铁含量最高,其次为 1 g 处理,分别比对照增加了 20.70%和 16.73%,增加最少的为 0.125 g 处理,比对照增加了 3.79%。

复合氨基酸中主要起作用的是天冬氨酸,与铁结合后,主要通过主动运输途径透过细胞膜进入细胞内发挥作用^[19],车金鑫^[20]等提出石灰性土壤条件下喷施稀释 1 000 倍复合氨基酸铁肥时猕猴桃果实的维生素 C、可溶性固形物、还原糖含量最高,可滴定酸含量最低,风味最佳。本试验周期只有 20 d,从根含铁量比较高可以得出其中的铁缓慢转化逐渐被植物吸收利用,可以预见随着试验周期的延长,其效果会更明显。

关于柠檬酸与硫酸亚铁配施有助于植物对铁的吸收的报道很多,陈海宁^[21]等通过花生盆栽试验得出复混肥中添加柠檬酸铁可降低土壤 pH,增加有效铁浓度、花生叶片中活性铁、全铁及花生果仁中的铁含量。至于本试验中柠檬酸与硫酸亚铁铵配施效果不是很好的原因很多,而且其根中含铁量较高,可以预见随着试验周期的延长,柠檬酸的效果才能显示出来。

与硼酸、复合氨基酸、IBA+BA 和柠檬酸相比,醋酸不利于樟树幼苗铁的吸收和转化,可能与醋酸

易挥发有关。

对樟树幼苗来说与 0.2 g/1.5 kg 硫酸亚铁铵配施的硼酸的最佳浓度为 0.5 g/1.5 kg,0.25 g/1.5 kg 处理可能是因为浓度偏低,而 1 g/1.5 kg 处理可能是因为浓度偏高造成轻微药害,均不利于根系的吸收和转化,2 g/1.5 kg 植株铁含量最低可能与植株遭受严重药害,濒临死亡,根系吸收能力明显减弱有关。

与 0.2 g/1.5 kg 硫酸亚铁铵配施的最佳材料是硼酸,其他几种配施材料的效果是否会随着试验周期的延长显现出来,以及硼酸在其他环境中与硫酸亚铁铵配施是否有助于樟树幼苗对铁的吸收有待于进一步研究。此外,本试验仅选择 6 种常用配施材料,至于其他材料与硫酸亚铁铵配施后对樟树幼苗生长的影响以及其在改善缺铁黄化中的作用也有待于进一步研究。

硼酸的最佳施用浓度为 0.5 g/1.5 kg,至于其浓度的肥效随着试验周期的延长是否会发生变化,以及此浓度在其他环境中的施用效果,均有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 赵杰. 浅谈苏北地区香樟树黄化病的防治[J]. 现代园艺, 2017 (11):54.

[2] 么旭阳,胡耀升,刘艳红. 北京市 8 种常见绿化树种滞尘效应[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(3): 92-95.
YAO X Y, HU Y S, LIU Y H. Dust-retention effect of 8 common greening tree species in Beijing[J]. Journal of Northwest Forestry University. 2014, 29(3): 92-95. (in Chinese)

[3] 李利敏, 吴良欢, 马国瑞. 樟树黄化土壤因子年周期变化规律的研究[J]. 华北农学报, 2009, 24(增刊): 221-225.
LI L M, WU L H, MA G R. Study on year-cycle of soil factors from the chlorosis of camphor tree[J]. North China Journal of Agriculture (Supp.): 221-225. (in Chinese)

[4] 李利敏, 吴良欢, 马国瑞. 樟树正常叶片与黄化叶片营养状况的周年变化[J]. 园艺学报, 2010, 37(2): 277-282.
LI L M, WU L H, MA G R. Studies on year-cycle changes of leaf nutrient status from camphor tree[J]. Acta Horticulturae Sinica. 2010, 37(2): 277-282. (in Chinese)

[5] 张洁, 刘桂华, 赵浩彦. 香樟生理黄化的发生与其营养环境之间的关系[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(3): 122-125.

[6] 高九思, 周吉生. 苹果缺铁症及其矫治[J]. 西北园艺, 2018(2): 37-38.

[7] YUAN L, WU L H, YANG C L. Effects of iron and zinc foliar applications on rice plants and their grain accumulation and grain nutritional quality [J]. Journal of the science of food and agriculture, 2013, 93(2): 254-261.

[8] 李凯, 张国辉, 郭志乾, 等. 叶面喷施铁锌锰微肥对马铃薯生长、品质与产量的影响[J]. 作物研究, 2018, 32(1): 28-30, 34.
LI K, ZHANG G H, GUO Z Q, *et al.* Effects of trace element

fertilizer Fe, Zn and Mn on the growth, quality and production of potato[J]. Crop Research, 2018, 32(1): 28-30, 34. (in Chinese)

[9] 马晓丽, 刘雪峰, 袁项成, 等. 树干输液和叶面喷施铁肥对缺铁黄化柑橘的矫正效果[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(10): 115-117.

[10] 黄台明, 薛进军, 方中斌. 铁肥及其不同施用方法对缺铁失绿芒果叶片铁素含量的影响[J]. 热带农业科技, 2007, 30(2): 17-18, 23.

[11] SCHENKEVELD W D, WENG L P, REICHWEIN A M. Evaluation of the potential impact of Cu competition on the performance of FeEDDHA in soil applications[J]. European Journal of Soil Science. 2015, 66(2): 277-285.

[12] 李利敏, 吴良欢, 王旭东. 樟树幼苗缺铁矫治技术[J]. 浙江农业科学, 2015, 56(增刊 2): 82-86.

[13] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.

[14] 乔秀平. 浅谈土壤微量元素硼的作用与含量分布[J]. 现代农村科技, 2017(6): 63-64.

[15] 从心黎, 黄绵佳, 江行玉, 等. 缺硼对四季萝卜矿质元素吸收及叶片 pH 的影响[J]. 园艺学报, 2015, 42 (4): 785-790.
CONG X L, HUANG M J, JIANG X Y, *et al.* Effects of boron deficiency on the uptake of mineral elements and pH value of leaves in cherry radish[J]. Acta Horticulturae Sinica. 2015, 42 (4): 785-790. (in Chinese)

[16] 刘智强, 袁德义, 邹锋, 等. 花期喷硼对锥栗光合作用和空苞率的影响[J]. 江西农业大学学报, 2017, 39(3): 485-491.
LIU Z Q, YUAN D Y, ZOU F, *et al.* Effects of spraying borax at flowering stage on photosynthesis and empty shell rate in *Castanea henryi* [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2017, 39(3): 485-491. (in Chinese)

[17] 徐小玉, 张凤银, 常杰君. IBA 和 NAA 对海桐水培的影响[J]. 江汉大学学报: 自然科学版, 2016, 44(2): 160-163.
XU X Y, ZHANG F Y, CHANG J J. Effects of IBA and NAA on Hydroponics of *Pittosporum tobira* [J]. J. Jiangnan Univ. : Nat. Sci. Ed. , 2016, 44(2): 160-163. (in Chinese)

[18] 王小敏, 彭大庆, 吴文龙, 等. 扦插基质和生根剂处理对滨梅嫩枝扦插生根的影响[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(4): 114-118.
WANG X M, PNEG D Q, WU W L, *et al.* Effects of culture medium and plant growth regulators on the rooting of soft-wood cuttings of beach plum[J]. Journal of Northwest Forestry University. 2014, 29(4): 114-118. (in Chinese)

[19] 戴聪杰, 龚梅桂. 赤豆与赤小豆的营养分析及比较[J]. 粮食工程, 2010(9): 61-64.

[20] 车金鑫, 蔡俊卿, 翟丙年, 等. 喷施复合氨基酸铁肥对猕猴桃果实品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2011, 39(12): 119-123.
CHE J X, CAI J Q, ZHAI B N, *et al.* Effects of compound amino acid-iron fertilizer on fruit quality of kiwi fruit [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat. Sci. Ed. , 2011, 39 (12): 119-123. (in Chinese)

[21] 陈海宁, 胡兆平, 李新柱, 等. 石灰性土壤中复混铁肥的形态转化及其有效性研究[J]. 北方园艺, 2016(14): 175-179.