

罗汉果芽枯病病因及防治技术研究

黄思良¹, 陈作胜², 晏卫红¹,
曾维强², 岑贞陆¹, 陶健刚², 孙恢鸿¹

(¹ 广西农业科学院, 南宁 530007; ² 广西永福县科技局, 永福 541800)

摘要: 近年在我国罗汉果主产区严重发生罗汉果芽枯病。通过植物寄生生物学、土壤学及植物营养学分析, 证明该病为缺硼所致的生理性病害。土壤酸化是导致其有效硼含量减少的重要原因。大田试验结果表明, 深施硼砂加石灰对控制该病发生、促进罗汉果植株生长、提高植株含硼量及其产量具有很好的效果。

关键词: 罗汉果; 芽枯病; 缺硼; 土壤酸化

中图分类号: S43 文献标识码: A 文章编号: 0578-1752(2001)04-0385-06

*Studies on the Causal Agent of *Siraitia grosvenori* Bud Blight and Its Control Techniques*

HUANG Si-liang¹, CHEN Zuo-sheng², YAN Wei-hong¹, ZENG Wei-qiang²,
CEN Zhen-lu¹, TAO Jian-gang², SUN Hu-i-hong¹

(¹ Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007;

² Science and Technology Bureau of Yongfu County, Guangxi Province, Yongfu 541800)

Abstract: In recent years, a bud blight of *Siraitia grosvenori* was seriously occurred in the main-producing district of the crop in China. It has been proved that the disease is a physiological disorder caused by boron deficiency based on the phytoparasitological, pedological and phytonutritional analyses. It was confirmed that in the past eighteen years, severe soil acidification resulted in the loss of boron in the soil. It is effective for controlling the disease by applying a mixture of borax and lime into the soil around *S. grosvenori* plants. The content of boron in the plants and the fruit yields can be significantly raised by applying boron fertilizer.

Key words: *Siraitia grosvenori*; Bud blight; Boron deficiency; Soil acidification

罗汉果 [*Siraitia grosvenori* (Swingle) C. Jeffrey] 又名汉果、长寿果、神仙果、光果木鳖, 原产、主产于广西永福和临桂两县交界海拔 400~1000m 的山区^[1,2], 是我国特有的珍贵葫芦科药用及甜料植物, 其果实及制品远销欧美、日本、东南亚和港澳等国家与地区, 深受国内外消费者的欢迎。

种植罗汉果既可给果农带来较高的经济效益, 又可增加当地财税收入。因此, 国内不少与原产地具有相似生态及气候条件的地方相继引种、试种。近年, 在主产区出现了一种严重为害罗汉果生长的新病害——芽枯病。该病已成为严重影响罗汉果种植

业正常发展的重要因子之一。每年因该病所造成的直接经济损失仅永福县就超过 1000 万元。由于病因不明, 果农面对严重发生的病害束手无策或盲目投药。为了查明该病的病因, 寻找防治对策, 作者自 1997 年起对该病进行了 3 年多的试验及调查研究, 取得了新的进展。

1 材料与方法

1.1 发生与为害情况调查

为了掌握罗汉果芽枯病的发生规律, 在产区进行发病情况普查的同时, 在永福县龙江乡驿马村板

收稿日期: 2000-07-27

基金项目: 广西科技厅攻关项目(9721038)

作者简介: 黄思良(1960-), 男, 广西南宁人, 研究员, 农学博士, 主要从事植物病害防治研究。Tel: 0771-3244914; Fax: 0771-3244914; E-mail:

mbyl@china.com

平屯选 3 个不同植龄的罗汉果园, 每园随机定点 66 ~ 71 株, 按当地常规管理, 在生长季节里每 5d 对发病情况进行一次观测。

1.2 砂培试验

用 10% 盐酸浸泡石英砂 7d, 经自来水清洗后用比电阻为 9~10 MΩ/cm 的除湿机水反复浸洗数次, 至浸洗液的 pH 值在 24h 内基本恒定后用于砂培试验。试验前先用清水浸泡罗汉果种子(大青皮) 1d, 将种子预播于砂床中, 日常用自来水淋浇, 使砂床保持湿润, 待幼苗长至 4~5 片真叶后移栽于上述洗净的石英砂上进行砂培试验。

完全营养液由大量元素溶液(A 液)和微量元素溶液(B 液)混配而成。A 液的配方参照克诺普液^[3], 即每升 A 液中各成分的含量为: KNO₃ 0.2g, Ca(NO₃)₂ 0.8g, KH₂PO₄ 0.2g, MgSO₄·7H₂O 0.2g。B 液除铁元素另加及硼元素减量外, 按阿农微量元素混合液^[3]配制, 即每升 B 溶液中各成分的含量为: MnCl₂·4H₂O 1.81g, H₃BO₄ 0.95g, ZnSO₄·7H₂O 0.22g, CuSO₄·5H₂O 0.08g, H₂MoO₄·4H₂O (85% MoO₃) 0.09g。完全营养液按每 4L A 液加 5ml B 液的比例配制。每升石英砂加入 33.33mg 柠檬酸铁, 并混匀。调配营养液所用的水均为 SZ-93 自动双重纯水蒸馏器(上海亚荣生化仪器厂)制备的二次蒸馏水。所用试剂的级别均为分析纯。

试验设以下 4 种处理: 缺硼(在完全营养液中减去 H₃BO₄); 缺钙(在完全营养液中减去 Ca(NO₃)₂); 缺硼与钙(在完全营养液中减去 H₃BO₄ 与 Ca(NO₃)₂); 全营养(使用完全营养液)。

1.3 微生物的分离及致病性测定

从病株中分离可疑病原微生物, 并按常规植物病理学方法对所分离的微生物进行致病性测定。

1.4 硼、钙含量分析

在永福县龙江乡 10 个村(双江、丹江、兴隆、西河、驿马、龙山、上维、保安、仁合、龙隐)各随机从 5 个罗汉果园的土壤中采样, 每个果园取 5 个样点, 混匀样土后, 在测定其 pH 的同时, 用分光光度计(上海 723 型)按沸水浸提-姜黄素比色法^[4]对其有效硼进行测定。对植株的全硼含量, 则按干灰化-姜黄素比色法^[4]进行测定。对植株的全钙含量, 用原子吸收分光光度计(岛津 AA-6800F)按干灰化-原子吸收光谱法^[4]进行测定。植株的分析部位及分析时间为结果期顶芽第 3 张与第 4 张嫩叶。

1.5 防治试验

1.5.1 硼肥深施 设 3 种处理: 在常规管理的基础

上每株罗汉果深施 15g 硼砂(四硼酸钠含量不低于 95%)及 15g 石灰; 在常规管理的基础上每株罗汉果深施 15g 硼砂; 常规管理(对照)。硼肥深施时, 在每株罗汉果定植穴的坡上方约 10~15cm 处挖一条约 5~10cm 深的弧形沟, 将上述定量的硼砂加石灰或硼砂匀撒于沟中后覆土回填。深施时间为罗汉果块茎萌芽期(1999 年 5 月 13 日)。施后定期调查罗汉果株高、病株率、结果数及不同处理区罗汉果嫩叶的全硼及全钙含量。每一处理设 3 个重复, 每重复的供试罗汉果植株数不低于 7 株。

1.5.2 硼肥喷施 在常规管理的基础上设 3 种处理: 喷施硼砂石灰混合液(15g 硼砂+15g 石灰+5kg 水); 喷施硼砂石灰硫酸铜混合液(15g 硼砂+15g 石灰+8gCuSO₄+5kg 水); 喷水(对照)。每 20~25d 喷施茎叶一次, 共喷 5 次。

1.5.3 化学农药处理 用杀真菌剂与杀细菌剂每 10~15d 分别处理一次茎叶及块茎, 共处理 5~6 次。供试杀真菌剂有以下几种: 25% 施保克乳油(1000 倍稀释液); 50% 多菌灵 F 可湿性粉剂(1000 倍稀释液); 30% 绿叶丹可湿性粉剂(500 倍稀释液); 42% 喷克悬浮剂(500 倍稀释液)。供试杀细菌剂有: 72% 农用链霉素可溶性粉剂(100 万单位对水 5kg); 20% 叶青双可湿性粉剂(667 倍稀释液)。茎叶处理采用杀真菌剂喷雾法。块茎处理则在处理前, 用小刀在其上挖一个 1~1.5cm 深的三角穴, 后将 5ml 杀细菌剂注入穴内。

2 结果与分析

2.1 发生与为害情况

对罗汉果芽枯病的发生情况进行普查及定点观察结果表明, 该病每年多始发于 6 月中至下旬。发病时, 一般植株嫩叶黄化, 顶芽枯死(图版-A)。枯死前顶芽多呈棕红色, 质脆, 易折断。枯死后顶芽呈褐色至黑褐色, 直立或下弯。发病后腋芽很快长出, 但新出的腋芽不久一般亦枯死, 这种现象在同一植株上可反复发生, 严重时导致整株罗汉果苗自上而下枯死。切开病株块茎, 可观察到其内部组织发生褐变(图版-B)。发病早而重的植株一般不能开花结果, 发病晚而轻的虽可开花结果, 但果柄枯死, 果实过早黄化, 其内部组织也发生褐变(图版-C)。

植龄长的果园一般比植龄短的发病重, 例如, 1997 年 6 月 24 日在永福县龙江乡调查的结果表明, 2 年植龄果园罗汉果芽枯病的发病株率为 7.1%~26.9%(平均 18.5%), 5~6 年的为 27.3%~

51.9% (平均 39.6%)。对 3 种不同植龄罗汉果园芽枯病发生消长进行定点观察的结果如表 1。随着生长季节的推移, 这 3 个果园芽枯病的发病株率呈直线上升趋势, 在同一调查时间里, 发病随植龄增长而

加重。除植龄长的果园发病较重外, 在新果园种植当年严重发生的现象也时有发生。例如, 龙江乡驿马村板平屯一果农 1998 年在新开垦的近山顶的果园种植罗汉果, 因当年该病严重发生而被迫另择它园种植。

表 1 不同植龄罗汉果植株芽枯病的病株率比较

Table 1 Comparison of percentage of bud blight among *Siraitia grosvenori* plants with various ages

调查日期 Date of survey	病株百分率 % of diseased plant		
	1 年植龄 One year old	2 年植龄 Two years old	5 年植龄 Five years old
7 月 26 日 26, Jul.	2.9	25.3	37.1
7 月 31 日 31, Jul.	3.5	34.7	47.1
8 月 5 日 5, Aug.	25.7	40.0	55.7
8 月 11 日 11, Aug.	27.1	48.4	61.4
8 月 16 日 16, Aug.	34.3	56.8	64.3
8 月 21 日 21, Aug.	37.1	65.3	65.7
8 月 27 日 27, Aug.	40.0	73.7	68.6
9 月 1 日 1, Sep.	45.7	73.7	75.7
9 月 6 日 6, Sep.	51.4	74.7	75.7
9 月 11 日 11, Sep.	75.7	78.9	85.7
9 月 16 日 16, Sep.	77.1	81.1	87.1
9 月 21 日 21, Sep.	77.1	81.1	87.1
9 月 27 日 27, Sep.	77.1	81.1	87.1

2.2 砂培试验

砂培试验结果表明, 淋施缺硼营养液的罗汉果实生苗定植后约 20d 开始表现与田间发生的芽枯病相似的症状, 即出现顶芽枯死、嫩叶黄化及腋芽过早生长现象(图版-D)。淋施缺硼与钙营养液的罗汉果实生苗, 其嫩叶黄化, 新出的叶片自下而上出现白色坏死斑点, 在观察期(40d)内没有出现芽枯症状。淋施缺钙营养液的罗汉果实生苗, 其下部叶片下垂或叶缘向上弯, 叶片黄化, 新叶生长明显受阻, 但顶芽不枯死。淋施完全营养液(对照区)的罗汉果苗长势正常。

2.3 微生物的分离与接种

对病株块茎 228 块褐变组织进行分离, 获得细菌 81 株(占分离微生物的 95.3%), 真菌 4 株(占分离微生物的 4.7%)。从枯死顶芽共分离 178 块病组织, 获得细菌 22 株(占分离微生物的 13.3%), 真菌 144 株(占分离微生物的 86.8%)。对病果 52 块褐变

组织进行分离, 获得细菌 6 株(占分离微生物的 75%), 真菌 2 株(占分离微生物的 25%)。用分离率最高的芽孢杆菌(*Bacillus* sp.)与炭疽菌(*Colletotrichum* sp.)分别接种于健康的罗汉果块茎及顶芽上未能特异诱发芽枯病。

2.4 土壤检测

1999 年对龙江乡 10 个村 50 个罗汉果园的土壤进行检测的结果表明, 总样品的 pH 为 3.7~5.2, 平均 pH (4.36)比 1981 年该乡土壤普查的平均 pH (5.23)明显下降。按土壤的酸度及其有效硼含量细分(表 2)。pH 为 3.6~4.0 的土壤占总样品量的 10%; pH 为 4.1~4.5 的土壤占总样品量的 66%; pH 为 4.6~5.0 的土壤占总样品量的 20%; pH 高于 5 的土壤仅占总样品量的 4%。可见, 该乡 96% 果园土壤的 pH 低于 5, 其有效硼含量不足 0.25 mg/kg。

表 2 永福县龙江乡罗汉果园土壤的 pH 及有效硼含量¹⁾

Table 2 pH and content of available boron detected in *Siraitia grosvenori* orchard soil in Longjiang township, Yongfu County

土壤酸度 pH of soil	样品数 No. of samples	有效硼含量 Content of available boron (mg/kg)
≤ 3.5	0	-
3.6~4.0	5	0.104~0.245 (0.167)
4.1~4.5	33	0.105~0.249 (0.175)
4.6~5.0	10	0.119~0.213 (0.172)
5.1~5.5	2	0.308~0.358 (0.333)
≥ 5.6	0	-

¹⁾括号内的数字为平均值 The numbers in parentheses denote the averages

2.5 硼肥深施

深施硼肥 1 个月后(6 月 19 日)对各处理区罗汉果株高进行调查的结果见表 3。深施硼砂加石灰 3 个重复的平均株高与深施硼砂处理区及对照区相比,差异显著。深施硼肥 2 个月后(7 月 20 日)对各处理区罗汉果苗的平均上棚率与病株率进行调查的

结果表明,深施硼砂加石灰处理区的平均上棚率为 65.1%,比深施硼砂处理区及对照区分别高 10.1 及 40.7 个百分点。深施硼砂加石灰处理区及深施硼砂处理区的平均病株率分别为 8.1% 与 8.3%,分别比对照区低 4.9 及 4.7 个百分点。

表 3 不同试验小区罗汉果株高比较

Table 3 Comparison of plant height of *Siraitia grosvenori* among the experimental plots

处 理 Treatments	重 复 Replicate (cm)			平 均 Average (cm)	方 差 分 析 Variance analysis	
	I	II	III		LSR 0.05	LSR 0.01
硼砂加石灰 Borax+lime	97.8	124.1	99.9	107.3	a	A
硼砂 Borax	76.1	53.6	86.3	72.0	ab	A
对照 CK	69.6	60.9	33.6	54.7	b	A

深施硼肥 4 个月后(9 月 21 日)对各处理区罗汉果植株的结果数进行调查的结果见表 4。深施硼砂加石灰 3 个重复的平均单株结果数与深施硼砂处理区相比,差异显著;与对照区相比,差异极显著。

2.6 植株硼、钙含量

对深施硼肥后结果期罗汉果植株顶芽第 3、4 张

嫩叶的全硼及全钙含量进行测定的结果见表 5。深施硼砂加石灰处理区植株嫩叶的全硼含量最高,其次为深施硼砂处理区,最低为对照区。与此相比,植株嫩叶的全钙含量则与其全硼含量呈负相关,即,对照区植株嫩叶的全钙含量最高,其次为深施硼砂处理区,最低为深施硼砂加石灰处理区。

表 4 不同试验小区罗汉果平均单株的结果数比较

Table 4 Comparison of the average fruit numbers produced a *Siraitia grosvenori* plant among the experimental plots

处 理 Treatment	重 复 Replicate			平 均 Average	方 差 分 析 Variance analysis	
	I	II	III		LSR 0.05	LSR 0.01
硼砂加石灰 Borax+lime	10.8	16.4	12.5	13.2	a	A
硼砂 Borax	8.6	7.6	6.6	7.6	b	AB
对照 CK	4.0	5.9	0.0	3.3	b	B

表 5 不同试验小区罗汉果植株嫩叶的全钙及全硼含量

Table 5 Contents of total calcium and total boron in the young leaves of *Siraitia grosvenori* plants among the experimental plots

处 理 Treatment	全钙含量(mg/kg) Content of total calcium	全硼含量(mg/kg) Content of total boron
硼砂加石灰 Borax+lime	69.5	42.7
硼砂 Borax	74.9	28.6
对照 CK	80.2	22.4

2.7 硼肥喷施及杀菌剂处理

茎叶喷施硼砂石灰混合液对提高罗汉果株高及产量,降低病株率虽有些作用,但与对照相比差异不显著。有些药剂组合(如农用链霉素灌注块茎配合绿叶丹喷茎叶或叶青双灌注块茎配合施保克喷茎叶)也有些防病效果,但与对照相比差异不显著。

3 讨论

3.1 罗汉果与主产区土壤环境

从不同作物类群对硼的需求量来看,双子叶植物高于单子叶植物,其中具有肥大根茎或结果类的作物对硼的需求量更大^[5]。因此,罗汉果应属需硼量大的作物类群。深施硼砂与石灰处理区罗汉果植株的全硼含量高于 40mg/kg(表 5),这也证明了罗汉果是一种含硼量较高的作物。含硼量高的作物一般容易出现缺硼症^[5]。0.5 mg/kg 的土壤有效硼含量可作为一般作物缺硼的临界指标^[6],而罗汉果主产区果园土壤的有效硼含量均低于该临界指标(表 2),其中 96% 的果园土壤(即 pH < 5 的土壤)的有效硼含量仅为 0.104~0.249mg/kg。有效硼含量不足 0.25 mg/kg 的土壤一般可视为含硼量过低^[6]。显然,在有效硼含量过低的土壤环境下种植需硼量大的罗汉果,而果农又无施用硼肥的习惯,罗汉果植株出现缺硼症状不足为奇。

3.2 病因

植物在缺硼状态下多出现芽枯症状^[7]。缺硼条件下种植罗汉果能诱发典型的芽枯病(图版-D),大田深施硼砂与石灰可促进罗汉果植株生长(表 3),减轻其芽枯病的发生并显著提高结果数(表 4)及植株的含硼量(表 5)。缺钙条件下未能诱发芽枯病,且深施硼砂与石灰后植株的全钙含量反而下降(表 5)。此外,大田及缺硼诱发的罗汉果芽枯病株的叶片均不出现硼与钙同时缺乏时发生的白色坏死斑点。上述结果表明,罗汉果主产区发生的芽枯病为缺硼所致的生理性病害。

3.3 微生物与本病的关系

将从病部分离的微生物接种到健株上没有产生芽枯症状,而施用某些杀菌剂组合有时能在一定程度上减缓病害,这意着缺硼引起植株生理混乱后弱寄生菌的活动也许会加速芽枯的进程。由于弱寄生菌不是引发芽枯病的根本原因,因此,尽管在罗汉果生长季节中多次使用杀菌剂,所获得的防病增产效果不大。使用一般杀菌剂来防治罗汉果芽枯病只是治标而非治本之策。

3.4 植龄与发病的关系

植龄长的果园比植龄短的发病重(表 1),推测造成这种差异的原因主要有以下几个方面:种植时间越长,罗汉果带走土壤硼元素的量越大;长期施酸性肥料加重土壤酸化,而硼在酸性土壤中容易随雨水流失^[5];主产区罗汉果园坡度大(不少果园的坡度接近、有的甚至超过 45°),在这种地势条件下,雨水更易侵蚀土壤,而侵蚀的程度势必随种植年限的增长而加重,因此由于土壤侵蚀而造成硼元素的损失程度也随之增大。

3.5 硼与钙

深施硼砂与石灰处理区罗汉果植株的含硼量明显高于仅深施硼砂处理区(表 5),该结果表明前者对硼的利用率高于后者,同时也表明,在提高主产区土壤 pH 的基础上进行补硼才能取得最佳防病增产效果。深施硼砂与石灰处理区罗汉果植株的全硼含量显著提高,但其全钙含量反而下降(表 5)。作者认为造成这种现象的原因主要是植株对硼吸收量的增大而抑制了其钙的吸收,因为硼与钙具有相互拮抗作用^[8]。淋施缺硼与钙营养液的罗汉果实生苗不出现芽枯症状的原因可能是缺钙导致其对硼再利用率的提高所致,植株叶片自下而上出现白色坏死斑点也许是其中的硼元素被再用于新生叶后的结果。

3.6 酸雨与土壤酸化

罗汉果在永福县的栽培已有近 300 年历史^[9]。芽枯病则在 1995 年前后开始引起果农注意,随后才逐年演变成为严重病害。1981 年龙江乡土壤平均 pH 为 5.23,1999 年其土壤平均 pH 下降至 4.36,表明主产区土壤近年已严重酸化。因此,作者认为,罗汉果芽枯病的严重发生是近年主产区土壤酸化加剧而造成其有效硼严重流失的必然结果。我国是继欧洲、北美之后出现的世界三大酸雨区之一^[10],而广西则是我国的酸雨重发省(区)之一^[11]。从土壤对酸雨的缓冲能力来看,红壤对酸雨的缓冲能力较弱,桂北土壤因此而成为酸雨的最敏感区^[12]。1988 年是桂林市酸雨明显加剧的转折年份,此后该市降水 pH 年均值均低于 5,酸雨频率均大于 60%^[13]。龙江乡距桂林市区的直线距离仅约 40km,难以排除因酸雨造成土壤严重酸化的可能性。

3.7 展望

本研究明确了罗汉果芽枯病的病因,并证实深施硼砂与石灰对防病增产有良好的效果。由于作物硼元素的适量范围较窄,硼浓度过高极易造成作物

中毒^[5], 因此, 关于罗汉果硼元素丰缺的指标、适量硼的范围将有待于今后进一步明确。防治该病除补施硼肥及改良土壤 pH 外, 选育硼高效或硼低耗罗汉果品种也是值得探讨的课题之一。

致谢: 永福县龙江乡农业技术推广站林绍华助理农艺师提供 1981 年龙江乡土壤普查数据, 特此致谢。

References:

- [1] Xiao J X, Liu G H, Shen S Q, et al. The bearing manifestations of *Momordica grosvenori* Swingle introduced into the Northernmost Part of Central Jiangxi province [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 1990, 12(3): 49- 55. (in Chinese)
肖金香, 刘庚汉, 沈松琴, 等. 赣中北界引种罗汉果的生育表现 [J]. 江西农业大学学报, 1990, 12(3): 49- 55.
- [2] Chen Y, Mo T X, Dun Y Y. Some problems on the domestication of *Momordica grosvenori* Swingle in Fujian province [J]. Subtropical Plant Research Communications, 1983 (2): 37- 42. (in Chinese)
陈 裕, 莫庭旭, 顿玉英. 罗汉果试种的几个问题 [J]. 亚热带植物通讯, 1983(2): 37- 42.
- [3] Tao Q N. Fertilizer Experiment and Statistical Analysis [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1994: 79- 80. (in Chinese)
陶勤南. 肥料试验与统计分析 [M]. 北京: 农业出版社, 1994: 79- 80.
- [4] Li Y K, Jiang B F, Yuan K N, et al. Routine Analytical Methods for Soil Agrochemistry [M]. Beijing: Science Press, 1983: 154- 296. (in Chinese)
李酉开, 蒋柏藩, 袁可能, 等. 土壤农业化学常规分析方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1983: 154- 296.
- [5] Takahashi E, Yoshino M, Maeda M. Crop Symptoms Resulted from Deficient or Excessive Supply of Nutrient Elements [M]. Tokyo: Japan Rural Culture Association, 1990: 133- 146. (in Japanese)
高桥 英一, 吉野 实, 前田 正南. 原色作物の要素欠乏过剩症 [M]. 东京: 日本社团法人农山渔村文化协会, 1990: 133- 146.
- [6] Chu T D, Yang Q, Liu X B, et al. Functions and Applications of Microelements [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1993: 52. (in Chinese)
褚天铎, 杨 清, 刘新保, 等. 微量元素肥料的作用与应用 [M]. 成都: 四川科技出版社, 1993: 52.
- [7] Shimitsu T. Diagnosis for Element Disorder [M]. Tokyo: Japan Rural Culture Association, 1990: 1- 204 (in Japanese)
清水武. 原色要素障害诊断事典 [M]. 东京: 日本社团法人农山渔村文化协会, 1990: 1- 204.
- [8] Laboratory of Agrochemistry, Nanjing Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences. Microelement Fertilizer [M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 1978: 16. (in Chinese)
中国科学院南京土壤研究所农业化学研究室. 微量元素肥料 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1978: 16.
- [9] Zeng G X. Cultivation techniques of *Siraitia grosvenori* [J]. Chinese Native Produce, 1998(5): 16. (in Chinese)
曾光新. 罗汉果的栽培技术 [J]. 中国土特产, 1998(5): 16.
- [10] Guo D F, Jiang A X. The effect of acid settlement on soil genesis and characteristics [J]. Chinese Journal of Soil Science, 1997, 28(4): 187- 189. (in Chinese)
郭笃发, 姜爱霞. 酸沉降对土壤过程和性状的影响 [J]. 土壤通报, 1997, 28(4): 187- 189.
- [11] Zhou X P, Qin W J. Sensitivity of the soil in South China to acid deposition [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 1992, 12(1): 78- 83. (in Chinese)
周修萍, 秦文娟. 华南三省(区)土壤对酸雨的敏感性及其分布区图 [J]. 环境科学学报, 1992, 12(1): 78- 83.
- [12] Wang J H, Zhang X N, Yu T R. Study on sensitivity of red soils to acid rain in South China [J]. Acta Pedologica Sinica, 1994, 31(4): 348- 355. (in Chinese)
王敬华, 张效年, 于天仁. 华南红壤对酸雨敏感性的研究 [J]. 土壤学报, 1994, 31(4): 348- 355.
- [13] Ning G L, Li Y B. Characteristics of acid rainfall in Guilin city and its control countermeasures [J]. Environmental Pollution & Control, 1997, 19(5): 35- 37. (in Chinese)
宁桂林, 李永蓓. 桂林市酸性降水特征及防治对策 [J]. 环境污染与防治, 1997, 19(5): 35- 37.

2002 年征订启事

《园艺学报》是中国园艺学会主办的学术刊物, 刊载有关果树、蔬菜、植物和西瓜、甜瓜等方面未经发表的科研报告及研究简报, 经过省(直辖市)级审定或鉴定的新品种、学术活动报道、新书证订及广告等。读者对象主要是园艺科研人员、大专院校师生及专业技术人员。2002 年改为大 16 开本, 96 页, 双月 25 日出版。每期定价 6 元, 全年 36 元。国内外公开发售, 邮发代号 82-471, 漏订者可直接寄款至本编辑部订购。国外发行代号 BM 448。本刊自办发行 2000 年增刊和 2001 年增刊, 每册 10 元。欲购者请与编辑部联系。地址: 100081 北京中关村南大街 12 号 中国农业科学院蔬菜花卉研究所《园艺学报》编辑部, 电话: (010) 68919523。