

罗汉果生长动态与叶片矿质营养的研究

漆小雪, 李 锋, 韦 霄

(广西壮族自治区 广西植物研究所, 广西桂林 541006)
中国科学院

摘 要: 对一年生罗汉果种薯苗的生长发育状况和植株体内矿质营养元素含量进行监测, 结果表明, 6~9 月为罗汉果植株生长速度最快时期, 叶片中的 N、P、K 等矿质营养元素浓度的月变化则随着生长发育的进程而变化, 其中 N 的浓度变化有两个峰点, 分别在 5 月、7 月, P、K 的浓度变化最高点分别在 6 月、7 月, N、P 和 K 的浓度变化最低点分别在 11 月、10 月。相关分析表明, 罗汉果植株的月生长总量及各级侧蔓的月生长量与叶片中的 N、P、K 含量变化有显著的负相关关系。因此, 要提高罗汉果产量, 施肥的重点应放在 5~9 月。6 月以前以有机肥、磷肥为主, 施以适量速效性氮肥, 10 月以后应根据植株的生长状况和叶片中 N、P、K 含量, 施用适量的 N、P、K 肥, 防止早衰。

关键词: 罗汉果; 生长量; 矿质营养元素含量; 月变化; 相关关系

中图分类号: Q948.113 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2005)06-0602-05

Study on the growth and mineral nutrients in leaves of *Siraitia grosvenorii*

QI Xiao-xue, LI Feng, WEI Xiao

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica, Guilin 541006, China)

Abstract: The monthly variation of the growth and mineral nutrient concentration in *Siraitia grosvenorii* leaves were surveyed. The results indicated that the growth rate was the fastest from June to Sept. And the concentration of N, P and K in leaves varied regularly during the growth period. The peak of the concentration of N in leaves was in May and July, and that of P and K was respectively in June and July. The lowest concentration of N, P and K was respectively in Nov. and Oct. The correlation indicated that there were notable negative correlation of N, P and K in leaves. Thus, the stress of fertilizing period should be from May to Sep. in order to increase the production of *Siraitia grosvenorii* fruit. Manure, phosphate and quick-acting nitrogen fertilizer will be applied before June. Preventing decrepitude, suitable nitrogen, phosphate and potash fertilizer respectively will be applied after Oct. according to the growth and the concentration of N, P and K in leaves.

Key words: *Siraitia grosvenorii*; growth; mineral nutrient concentration; monthly variation; correlation

罗汉果 [*Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey] 为葫芦科多年生宿根植物, 是驰名中外的名贵药材。其干果含有约 30% 易为人体吸收利用的糖类, 还含有 1% 比蔗糖甜 300 倍的三萜甙新甜味素 (黄启禄等, 1994)。性清凉, 味甘甜, 无毒, 具有润肺

通便, 清肺止咳、健肠胃之功能。广泛用于医药和保健饮料及健康食品。

罗汉果原野生于我国南方亚热带气候山区, 有着其独特的生长环境。作为人工栽培, 上世纪 50 年代仅有广西永福县龙江乡和相邻的临桂县山区, 现

收稿日期: 2004-12-21 修订日期: 2005-08-15

基金项目: 广西科学基金资助项目 (桂科青 9912001) [Supported by the Science Foundation of Guangxi Zhuangzu Autonomous Region (9912001)].

作者简介: 漆小雪 (1963-), 女, 广西桂林人, 副研究员, 主要从事植物营养研究工作。

已发展到桂东北的山区和水田,种植面积由十几公顷发展到两千多公顷,总产量由 100 多万个增加到 10 000 多万个(漆小雪等,2004;黄启禄等,1994)。对于园地的选择、品种的选配、种苗的繁殖、栽培管理、授粉、采收加工等技术进行一定的研究,积累了大量的资料(黄启禄等,1994;林泉等,1981;钟仕强等,1998),尤其是现代组培技术的发展,更加快罗汉果生产的发展。但从罗汉果大面积的稳产、高产方面来看,还有一些实质问题还没有得到很好的解决,栽培技术仍缺乏系统化、规范化等(全新华,2003)。2000~2001 年我们在广西永福县龙江乡对罗汉果植株的生长发育规律和叶片养分状况进行详细、系统的观测,为制订出高产、优质、高效罗汉果栽培技术提供科学的理论依据。

1 试验概况及方法

1.1 试验时间、地点及环境

2000~2001 年,在广西桂林市永福县龙江乡驿马村,海拔约 500 m,四周为杂木林的缓坡山地,土壤为黄红壤,土壤 pH 值为 4.8,土壤全氮 1.16 mg/kg,土壤速效磷 2.7 mg/kg,土壤速效钾 94 mg/kg。

1.2 试验材料及试验方法

选择大小一致,本地一年生的罗汉果青皮果种苗 10 株,从出苗后每月定期观测植株的生长动态,同时采集土壤和刚成熟的叶片,测定土壤和叶片中的矿质营养元素,以了解土壤和植株体内养分的动态变化。

表 1 罗汉果植株叶片养分含量和生长动态观测值

Table 1 The contents of the mineral nutrients in leaves and the growth in *Siraitia grosvenorii*

日期 Month	全氮 W(N,t) g/kg	全磷 W(P,t) g/kg	全钾 W(K,t) g/kg	每株基径总量 Total diameter of a plant(cm)	每株枝蔓总长 Total vine length of a plant(cm)	每株总叶数 Total leaf number of a plant	每株总分枝数 Total branch number of a plant	每株总结果数 Total fruit number of a plant
Apr.	—	—	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
May	59.40	5.04	22.60	0.21	31.90	10.60	0.00	0.00
Jun.	55.85	6.01	23.55	0.20	47.75	12.35	0.00	0.00
Jul.	59.10	4.78	25.25	0.66	167.59	34.80	3.20	0.00
Aug.	57.45	4.11	23.65	3.00	966.74	163.41	9.57	0.70
Sep.	54.25	3.17	21.10	5.95	1 785.48	311.44	19.39	12.44
Oct.	54.20	2.77	17.10	5.49	1 696.10	307.33	17.39	7.78
Nov.	50.60	3.67	18.20	5.16	1 754.98	330.52	15.17	6.84

1.3 样品的处理及分析方法

1.3.1 样品的处理 将采集的罗汉果叶样,用去离子水洗净,晾干,放置鼓风干燥箱杀青后,烘干,磨碎、过筛,装入写有标签的样品瓶中,分析备用。

1.3.2 样品分析 植株样品经 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮后,全氮采用蒸馏法,全磷采用钼锑抗比色法、全钾采用火焰光度法(中国土壤学会农业化学专业委员会,1984)。

2 结果与分析

2.1 罗汉果植株整体的生长发育特点

根据观测结果(表 1),罗汉果植株的基径、枝蔓长度和叶片数在 4~7 月的生长缓慢,7~9 月生长速度明显加快,几乎成直线上升,9 月达到最高点以后生长速度又开始减慢,而分枝从 6 月开始迅速增加,9 月达到最高点后又开始缓慢下降,从 7 月开始挂果,至 8 月以后,挂果的数量明显增加,几乎成直

线上升,9 月以后逐渐下降。罗汉果植株整个生长期的发育进程为“慢—快—慢”,6~9 月为施肥的关键时期。

2.2 罗汉果叶片养分含量月变化特点

在罗汉果整个生长发育期内,叶片的全氮含量的变化有两个峰值,分别在 5 月和 7 月,其中 5 月为最高点,11 月为最低点,叶片的全磷含量变化是 5 月由低逐渐升高到 6 月达到最大值后,又缓慢下降,到 10 月降到最低点后又逐渐回升。叶片的全钾含量变化在 5 月较低值后逐渐升高,7 月达到最大值后又开始下降,10 月达到最低后又开始回升(表 1)。这就表明,5 月以前,罗汉果的生长发育正处在幼苗阶段,植株为形成个体,必须大量吸收氮素营养,5~6 月为罗汉果营养生长旺盛期,植株必须吸收的大量 N、P、K 等矿质营养元素,7~9 月罗汉果植株已进入开花,结果期,为满足果实的生长发育,叶片中的营养物质 N、P、K 等不断地向其转移,叶片中 N、P、K 的含量则逐渐降低,10 月下旬果实开始成

熟,并开始陆续采收,此时,叶片中的 N、P、K 素含量水平达到最低点后,又开始升高。NPK 等矿质营养元素在植株体内的这一变化特点和其它作物基本一致(李合生等,2002;彭克明等,1980)。

2.3 罗汉果植株的各级侧蔓的生长发育特点

根据表 2 绘制罗汉果各级侧蔓的基径、枝蔓长度、叶片数、分枝数、结果数月生长曲线图(图 1~4),结果表明,一级侧蔓从 6 月开始到 8 月生长速度最快,分枝数增加最多,基径总量、枝蔓总长度和叶

片总数也迅速增加,几乎成直线上升,至 8 月份以后生长速度逐渐减慢,二级侧蔓从 7 月开始至 9 月分枝数迅速增加,基径总量、枝蔓总长度和叶片总数也迅速增加,成直线上升至最高点后又开始下降,与此同时三级侧蔓开始增加,但其生长速度缓慢。由此可知,罗汉果枝蔓的肥水管理应分为二个阶段,第一阶段为 5~6 月,以满足一级侧蔓的迅速增长的需要,第二阶段为 7~9 月,以满足二级侧蔓的迅速增长和三级侧蔓生长发育的需要。

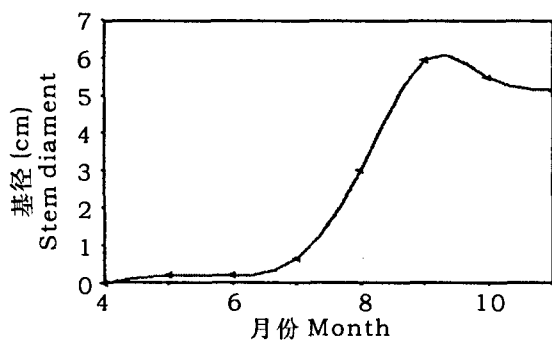


图 1 基径月变化图

Fig. 1 The curves of the monthly variation of base stem diameters

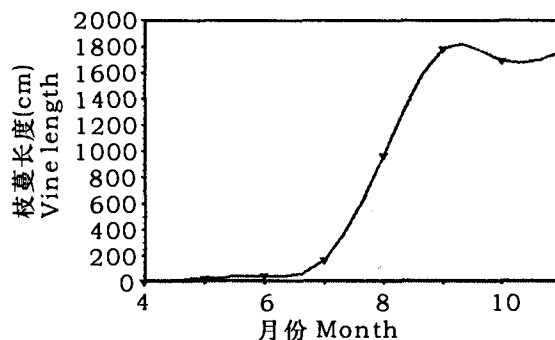


图 2 枝蔓长度月变化图

Fig. 2 The curves of the monthly variation of vine length

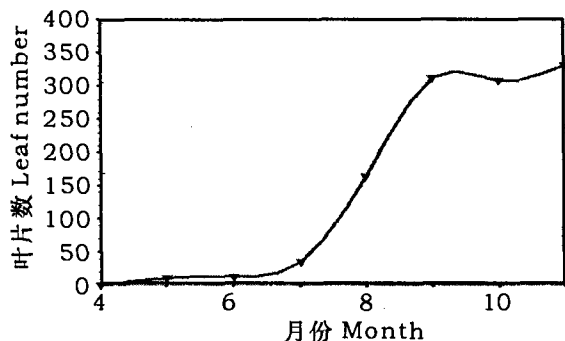


图 3 叶片数量月变化图

Fig. 3 The curve of the monthly variation of leaf number

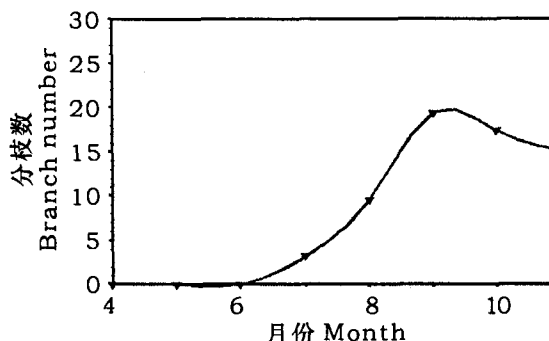


图 4 分枝数月变化图

Fig. 4 The curve of the monthly variation of branch number

据黄启禄等(1994)报道,罗汉果的结果蔓主要是二级和三级侧蔓,一级侧蔓结果的数量最少。因此,从 6 月开始控制一级侧蔓的生长,促进二、三级侧蔓的分化生长,增加挂果的数量。

因此,氮肥施用的重要时期应在 4~6 月和 7~9 月,磷、钾肥施用的重要时期应在 5~6 月和 7~9 月。5 月以前,施用肥料则以速效性氮肥为主,5~6 月和 7~9 月,则根据罗汉果植株的长势、叶色变化

及叶片中的 N、P、K 含量变化及时补充氮、磷、钾肥,否则直接影响到植株生长发育和果实的产量及品质(李合生等,2002;彭克明等,1980),在 11 月采收完最后一批果实后,要保证第二年罗汉果高产,重点补充氮素营养和适量补充磷和钾素营养。

2.4 罗汉果植株的生长量与叶片养分含量变化的相关关系

根据表 1 对罗汉果月生长量及叶片养分含量进

行相关分析,结果表明,叶片全氮与罗汉果植株的基径、枝蔓长度和叶片数的增长量有显著的负相关关系, Pearson 相关系数(双尾假设检验)分别为-0.772,-0.805,-0.828,显著性概率 Sig. 均小于 0.05,叶片全磷含量与罗汉果植株的基径、枝蔓长度、分枝数和叶数有极显著的负相关关系, Pearson 相关系数(双尾假设检验)分别为-0.932,-0.919,-0.912,-0.945,显著性概率 Sig. 均小于 0.01,与结果数有显著的负相关关系,显著性概率 Sig. 均小于 0.05,叶片全钾含量与植株的基径、枝蔓长度、叶片数有显著的负相关关系, Pearson 相关系数(双尾假设检验)分别为-0.783,-0.797,-0.820,显著性概率 Sig. 均小于 0.05,也就是说,罗汉果基径、枝蔓长度

和叶片数的生长量愈大,其叶片中的氮、磷和钾的含量愈低,罗汉果植株的分枝数、结果数愈多,其叶片中的磷含量也愈低。其主要原因是随着罗汉果植株的生长量的不断增大,N、P、K 等可移动的矿质营养元素则不断地向植株生长最旺盛的部位如生长点、嫩叶、果实等转移,而使其成熟叶片中的 N、P、K 等营养元素含量水平逐渐降低,尤其是磷,在作物的生长后期,大部分磷酸盐最后可从茎、叶运输到果实中去,如果不及时加以补充,则引起植株生长发育不良,产量和品质下降(李合生等,2002;彭克明等,1980;华孟等,1987)。因此,在罗汉果栽培管理过程中,要提高罗汉果结果数量(即产量),可根据植株的生长量的大小和叶片中 N、P、K 含量变化来补充体

表 2 罗汉果植株各级侧蔓的生长动态观测值

Table 2 The growth of the different grade vine in *Siraitia grosvenorii*

日期 Month	一级侧蔓 First grate vine				二级侧蔓 Second grate vine				三级侧蔓 Third grate vine			
	总分枝数 Sum of branch	基径总量 Sum of diameter (cm)	枝蔓总长 Sum of length (cm)	总叶数 Sum of leaf	总分枝数 Sum of branch	基径总量 Sum of diameter (cm)	枝蔓总长 Sum of length (cm)	总叶数 Sum of leaf	总分枝数 Sum of branch	基径总量 Sum of diameter (cm)	枝蔓总长 Sum of length (cm)	总叶数 Sum of leaf
Apr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
May	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jun.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jul.	25.0	5.96	339.0	46.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aug.	100.0	28.39	9377.1	1572.0	27.0	6.64	783.9	136.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep.	106.0	32.33	12689.0	2300.0	104.0	27.75	4336.0	788.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Oct.	106.0	32.06	12121.5	2318.0	88.0	22.47	4072.5	726.0	3.0	0.70	101.0	6.0
Nov.	100.0	31.72	12043.5	2297.0	62.0	17.55	3716.5	743.0	3.0	0.65	143.0	16.0

内的氮、磷、钾素营养,特别是磷素营养。

2.5 罗汉果各级侧蔓的生长量与叶片养分的相关关系

根据表 2 对罗汉果各级侧蔓月生长量及叶片养分含量进行相关分析,结果表明,叶片全氮与一、二、三级侧蔓枝蔓长度、叶片数、二级侧蔓基径有显著负相关关系,相关系数(双尾假设检验)分别为-0.811,-0.829,-0.847,-0.864,-0.802,-0.820,-0.786,显著性概率 Sig. 均小于 0.05;叶片全磷与一、二级侧蔓的分枝数、基径、枝蔓长度及一级侧蔓的叶片数有极显著负相关关系,相关系数(双尾假设检验)分别为-0.923,-0.924,-0.910,-0.916,-0.906,-0.878,-0.907,显著性概率 Sig. 均小于 0.01,与二级侧蔓叶片数有显著负相关关系,相关系数为-0.864,显著性概率 Sig. 均小于 0.05;叶片全钾含量与一、三级枝蔓长度、叶片数,二级侧蔓分枝数、侧蔓基径有显著负相关关系,相关系数(双尾假设检验)分别为-0.824,-0.853,-0.865,-0.755,-0.831,-0.842,显著性概率 Sig. 均小于 0.05;叶片

全钾含量与二级枝蔓长度、叶片数,三级侧蔓分枝数、侧蔓基径有极显著负相关关系,相关系数(双尾假设检验)分别为-0.908,-0.916,-0.904,-0.909,显著性概率 Sig. 均小于 0.01。

由此可知,N、P、K 对各级侧蔓生长产生不同程度的影响与 NPK 的营养特点和植株对养分的需求规律有很大的关系,也体现了 NPK 等可再度利用元素的在植株体内的移动性(李合生等,2002;彭克明等,1980;华孟等,1987)。其中 N、P 是影响二级侧蔓生长的主要因素,N、K 是影响三级侧生长的主要因素,N、P、K 对一级侧蔓均有不同程度的影响。因此,我们可通过测定罗汉果植株叶片中 N、P、K 的含量来确定控制不同级别枝蔓的生长量。

3 结论

(1)罗汉果植株的生长发育进程表现为慢—快—慢,6~9 月为各级侧蔓旺盛生长期,从 7 月开始

罗汉果植株由营养生长进入生殖生长,8月罗汉果开始进入旺盛挂果期,至9月达到生长量和挂果量最高点。

(2)罗汉果叶片中氮、磷、钾的含量均随着生长发育的进程而变化。至7月份,氮、磷、钾的含量达到最高后,开始缓慢下降,叶片中的氮含量在11月达到最低点,而叶片中磷和钾的含量在10月达到最低点后,复又升高。

(3)罗汉果植株的月生长总量及各级侧蔓的月生长量与叶片中的氮、磷、钾的含量成负相关。也就是说,植株的生长量愈大,叶片中的氮、磷、钾的含量愈低。

(4)根据罗汉果的生长发育规律和养分的需求规律,在罗汉果的施肥管理上,施肥的重点应放在5~9月植株生长最旺盛的时期。5月份以前以缓效性有机肥为主,配施以适量速效性氮素化肥,6~9月则根据植株的生长发育状况和其叶片的N、P、K养分浓度变化,施以适量的N、P、K肥料,以促进花芽的分化和果实的膨大,10月份以后,根据植株的长势和叶片的N、P、K养分浓度变化,适当补充N、P、K养分,防止早衰。

在本项目研究中得到黄翠珍同志的大力支持和

帮助,在此表示感谢。

参考文献:

- 中国土壤学会农业化学专业委员会. 1984. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社.
- 全新华. 2003. 5亿元大市场:为何不种罗汉果? [N]. 桂林日报,9月10日,第7版.
- 华孟,段孟联,陆景陵. 1987. 土壤肥科学[M]. 北京:中国广播电视出版社.
- 李合生,孟庆伟,夏凯,等. 2002. 现代植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社.
- 林泉,王秀琴,王润珍. 1981. 罗汉果叶组织培养的研究. 广西植物,1(1):18-24.
- 钟仕强,李海泉,揭振环. 1998. 罗汉果丰产栽培技术研究初报. 广西农业科学,12:28.
- 胡秉明,张全德. 1985. 农业试验统计分析方法[M]. 杭州:浙江科学技术出版社.
- 黄启禄,莫振如,陆善旦. 1994. 罗汉果栽培入门. 南宁:广西科学技术出版社.
- QI XX(漆小雪), Li F(李锋), Li GZ(李光照), et al. 2004. Study on the nutrition situation of soil and the output and quality of *Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey fruits in the main productive areas(罗汉果产区土壤肥力状况与罗汉果产量和品质的关系). 广西科学,11(3):273-377.
- 彭克明,裴保义. 1980. 农业化学(总论)[M]. 北京:农业出版社.

(上接第590页 Continue from page 590)

醇、水合冬青油烯、香树烯、法呢烯、石竹烯醇、十氢萘、蓝桉醇、10-脱甲基角鲨烯等20多种文献中未曾报道过的成分。而在文献报道中含量较高的蒿酮、芳樟醇、水芹烯和侧柏醇则未检出。这些差异与艾叶的产地、气候、生长环境以及提取条件等有关(江苏新医学院,2002;姚发业等,2001;潘炯光等,1992;尹庚明等,1999)。此外,在艾叶挥发油中还含有少量的醛、酮、酚、烷烃及苯系物类化合物。

(4)首次利用超临界CO₂萃取和微波辅助萃取艾叶挥发油,和水蒸气蒸馏提取艾叶挥发油在外观性状上优于微波萃取的;微波萃取的收率最高,超临界CO₂萃取的次之,水蒸气蒸馏的最低(其三种方法提取的挥发油工艺的研究另发表)。

综上所述,超临界CO₂萃取挥发油的品质较优越,超临界CO₂萃取法为提取艾叶挥发油的理想方法,微波辅助萃取也不失为一种可行的方法。

参考文献:

- 江苏新医学院. 2002. 中药大辞典(上册)[M]. 上海:上海科学技术出版社,559-562.
- Pan JG(潘炯光), Xu ZL(徐植灵), Ji L(吉力). 1992. Chemical constituents of volatile oils from *Artemisiae argyi* (艾叶挥发油的化学研究)[J]. *China J Chinese Materia Medica*(中国中药杂志),17(12):741-744.
- Yao FY(姚发业), Qiu Q(邱琴), Liu TL(刘延礼), et al. 2001. Chemical components of essential oils from folium *Artemisiae argyi* (艾叶挥发油的化学成分)[J]. *J Instrumental Analysis*(分析测试学报),20(3):42-45.
- Yin GM(尹庚明), Sun N(孙宁), Zhu JH(朱锦瞻), et al. 1999. Extraction of volatile components of *Artemisiae argri* and analysis by Gas Chromatography/Mass Spectrometry(艾叶挥发性成分的提取及其化学成分的气相色谱/质谱分析)[J]. *Chin J Anal Chem*(分析化学),27(1):55-58.
- Zhou F(周峰), Qin LP(秦路平), Liang JF(连佳芳). 2000. Constituents, bio-activity and plant resource from *Artemisia argri*(艾叶的化学成分、生物活性和植物资源)[J]. *J Pharm Practice*(药学实践杂志),18(2):96-98.