

## 不同遮荫处理罗汉果内在品质的变化研究

黄丽娟<sup>1,2</sup>, 莫长明<sup>1</sup>, 马小军<sup>1,4\*</sup>, 李典鹏<sup>3</sup>, 王海英<sup>4</sup>

(1. 中国医学科学院药用植物研究所广西分所, 南宁 530023; 2. 广西大学林学院, 南宁 530005;

3. 广西壮族自治区广西植物研究所, 广西桂林 541006; 4. 中国医学科学院药用植物研究所, 北京 100193)

**摘要:** 以罗汉果‘永青1号’品种为试验材料, 在授粉30 d后, 设置不遮荫、遮荫70%、遮荫95%三个处理, 探讨遮荫对罗汉果总苷、总糖、维生素C等内在品质的影响。结果表明: 在授粉30 d后, 对罗汉果进行一定程度的遮荫处理, 显著提高了罗汉果果实重要内含物总苷、甜苷V、总糖和维生素C的含量, 可有效改善罗汉果果实的内在品质。遮荫70%处理条件下较适宜罗汉果果实内含物的累积。

**关键词:** 罗汉果; 遮荫; 品质变化

中图分类号: Q946 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2009)06-0885-04

## Changes of the internal quality in fruits of *Siraitia grosvenorii* under different shading treatments

HUANG Li-Juan<sup>1,2</sup>, MO Chang-Ming<sup>1</sup>, MA Xiao-Jun<sup>1,4\*</sup>,  
LI Dian-Peng<sup>3</sup>, WANG Hai-Ying<sup>4</sup>

(1. Guangxi Branch Institute, Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Nanning 530023, China; 2. College of Forestry Guangxi University, Nanning 530005, China; 3. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China; 4. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100193, China)

**Abstract:** On the thirtieth day after pollination, ‘Yongqing1’ was treated by three ways of natural lighting, 70% shading and 95% shading to study shading effects on internal quality in fruits of *Siraitia grosvenorii*. The results were as follows: some shading treatments on *S. grosvenorii* significantly increased contents of total mogroside, mogroside V, total sugar, vitamin C of fruits and effectively improved fruit internal quality of *S. grosvenorii*. The condition of 70% shading treatment was beneficial to inclusion accumulation.

**Key words:** *Siraitia grosvenorii*; shading treatment; quality change

罗汉果具有很强的地域性, 自然分布主要在广西桂北凉爽、湿润的山区, 成为广西著名道地药材。罗汉果含有多种罗汉果苷。各种罗汉果苷含有一个相同的葫芦烷型四环三萜(罗汉果醇)骨架, 骨架连接的糖均为葡萄糖, 差异仅在于随着果实生长发育, 在C3和C24上连接的葡萄糖数目不同, 进而从低糖苷到高糖苷逐步形成不同的罗汉果苷。其中罗汉果甜

苷V是罗汉果苷中最重要的甜味成分(Makapugay等, 1985), 为世界上最强的天然甜味物质之一。由于市场对罗汉果需求的增长和退耕还林保护生态的要求, 罗汉果栽培从山林扩展到了平地, 生境的光照和温度条件发生较大变化。光照和温度变化可能影响光合和代谢相关酶的活性, 进而对果实中糖的运输、代谢与积累起调节作用, 如交让木遮荫后净光合

收稿日期: 2009-07-29 修回日期: 2009-10-20

基金项目: 国家自然科学基金(30860379); 广西科技成果转化项目(桂科转 0896002-8)[Supported by the National Natural Science Foundation of China (30860379); Science and Technology Achievement Transformation Program of Guangxi(0896002-8)]

作者简介: 黄丽娟(1983-), 广西桂林人, 硕士研究生, 主要从事罗汉果品质调控研究。

\* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: xjma@public. bta. net. cn)

速率升高(李晓征等,2006);柑橘在果实发育过程中遮荫,蔗糖含量显著增加,果实品质改善(陈俊伟等,2001);高山红景天遮荫后红景天苷有所增加(阎秀峰等,2004);猕猴桃适度遮荫,可溶性固型物、总糖含量增加,显著提高果实品质,过度遮荫则可溶性固型物、总糖含量逐渐减少,果实内在品质降低(何科佳等,2007)。但光照和温度对罗汉果果实糖、甜苷等内在品质的影响规律尚未见有相关文献报道。本研究通过遮荫调节光照和温度,探讨其对罗汉果内在品质的影响,旨在为生产实践中利用光照、温度来改善果实品质和改进平地栽培技术提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料种植及处理

以‘永青1号’品种为试验材料,按杭玲等(2003)的方法进行栽培管理。在盛花期,选取9株生长一致的植株进行授粉,每株授粉10个,并挂牌标记时间。于授粉后30d,随机抽取授粉植株,设置3个处理,每处理重复3次,每个重复1株。不搭盖遮荫网作为对照(CK);在果棚上20cm处搭盖遮荫密度为70%的遮荫网作为遮荫70%处理(SH<sub>70</sub>);在果棚上20cm处搭盖遮荫密度为95%的遮荫网作为遮荫95%处理(SH<sub>95</sub>)。每处理3株。

### 1.2 采样及测试方法

1.2.1 采样方法 搭盖遮荫网当天,于选定将分别用于进行CK、SH<sub>70</sub>、SH<sub>95</sub>处理的每个重复植株上,分别随机采集罗汉果5个,作为遮荫前样本;搭盖遮荫网后,等到CK、SH<sub>70</sub>、SH<sub>95</sub>三个处理果实成熟(果柄发黄)时,各处理的每个重复植株上再分别随机采集罗汉果5个,作为遮荫后样本,进行罗汉果ⅡE、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ和总苷、总糖、维生素C含量测定。

1.2.2 苷ⅡE、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ测定方法 标准品溶液制备:精密称取罗汉果苷标准品加甲醇配成浓度0.70mg/mL的储备液。供试样品溶液的制备:分别取遮荫前、后不同处理罗汉果各5个,破碎,置于圆底烧瓶中,按固液比1:10加入蒸馏水,加热至沸,回流提取每次1h,共3次。水提液过滤后,经大孔吸附树脂吸附,然后用蒸馏水冲洗至流出液无色。以80%乙醇液洗脱,收集洗脱液,旋转蒸发,得到罗汉果总苷提取物。精密称取罗汉果提取物加入10mL容量瓶中,加甲醇超声溶解10min,冷却至室温,甲醇定容至刻度,摇匀、离心,备用。色谱条件:色谱条

件为色谱柱:Luna 5uC<sub>18</sub>(250mm×4.60mm);流动相:乙腈(B):0.1%磷酸水(A)=17:83(V/V);流速:0.8mL/min;检测波长:203nm;柱温:25℃;进样量:5μL。标准品溶液、供试样品溶液的测定:将标准品溶液、供试样品溶液各5μL分别注入HPLC仪,按照上述的色谱条件进行含量测定。测定罗汉果苷ⅡE、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ的色谱峰面积分,计算不同处理罗汉果鲜果苷ⅡE、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ的含量。

1.2.3 总苷含量测定方法 罗汉果总苷含量测定方法由桂林莱茵生物科技股份有限公司提供,测定方法:(1)精密称取对照品30~40mg置于10mL容量瓶中,加甲醇,超声溶解15min,冷却到室温,定容至刻度,摇匀离心10min(10000r/min)。上清液为对照品溶液。(2)精密称取样品30~40mg左右置于10mL容量瓶中,加甲醇,超声溶解15min,冷却到室温,定容至刻度,摇匀离心10min(10000r/min)。上清液为样品溶液。(3)用微量取样器精密吸取0.1mL样品溶液,置磨口具塞试管中,80℃挥干溶剂后,冷却到室温。加新配制的5%香草醛-冰醋酸0.2mL,高氯酸0.8mL,摇匀,于60℃水浴加热15min后,取出,冰水冷却5min,加冰醋酸5mL,摇匀。溶液为蓝紫色,静置5min后测定,对照品同法操作。以0.1mL甲醇同法操作,作为空白。上述溶液在590nm处测定吸光度。

$$\text{罗汉果总苷含量}(\%) = \frac{A_1 \times M_2}{A_2 \times M_1} \times 100\%$$

式中 A<sub>1</sub>:样品吸光度值;M<sub>1</sub>:样品取样量(mg);A<sub>2</sub>:对照品吸光度值;M<sub>2</sub>:对照品取样量(mg)。

1.2.4 总糖含量测定方法 总糖含量的测定采用袁晓华等(1983)的3,5-二硝基水杨酸比色法。

1.2.5 维生素C含量测定方法 (1)称取罗汉果样品5g,放在研钵中加入2%草酸溶液,通过漏斗将研碎的样品倒入一只100mL的容量瓶中,研钵及杵用2%草酸溶液冲洗,并将洗液一并倒入该容量瓶中,最后用2%草酸定容至刻度,过滤,滤液备用。(2)取标准抗坏血酸溶液至三角瓶中,以2,6-二氯酚靛酚溶液滴定呈红色,并在15s内不褪色为终点。计算染料相当于抗坏血酸的质量(mg)(重复3次,取平均值)。取滤液10mL于三角瓶中,用已标定的2,6-二氯酚靛酚溶液滴定至粉红色并且在15s内不褪色为终点,记下染料的用量(重复3次,取平均值)。滴定过程不超过2min,快速滴定可避免或减少一些非维生素C的物质的还原作用。(3)空白

滴定:用以消除提取液中其他具有还原力的物质,如谷胱甘肽。吸取 10 mL 提取液滴加 3~4 滴的硫酸铜溶液,再加水,在 100 °C 下加热 10 min,冷却后用染料滴定重复 3 次,由于铜离子的存在抗坏血酸被破坏,使提取液中其他具有还原力的物质与染料反应。

维生素 C 含量(mg/100g) =

$$\frac{(V_1 - V_2) \times m_1 \times V_3}{m_2 \times V_4} \times 100$$

式中,  $V_1$  为滴定样品所用染料的体积, mL;  $V_2$  为滴定空白所用染料的体积, mL;  $m_1$  为 1 mL 染料溶液相当的抗坏血酸的质量, mg/mL;  $V_3$  为样品溶液定容后的总体积, mL;  $m_2$  为样品的质量, g;  $V_4$  为滴定时吸取样品溶液的体积, mL。

### 1.3 统计方法

为避免各试验处理植株间初始差异影响,以遮荫前样本的罗汉果苷 V、总苷、总糖、维生素 C 含量分别作为空白值,以遮荫后样本的罗汉果苷 V、总苷、总糖、维生素 C 含量分别作为测定值,计算从遮盖遮荫网至果实成熟期间各处理的每个重复的罗汉果苷 V、总苷、总糖、维生素 C 含量的净累积量,并进行差异显著性分析,探讨遮荫对罗汉果苷 V、总

苷、总糖、维生素 C 内在品质的影响,计算公式如下:净累积量(%) = 遮荫后样本含量(%) - 遮荫前样本含量(%)。

## 2 结果与分析

### 2.1 遮荫对苷 II E、III、IV、V 累积的影响

表 1 显示,遮荫前,果实中罗汉果苷主要为苷 II E、III,苷 IV、V 的含量较少或没有,CK、SH<sub>70</sub>、SH<sub>95</sub> 三个处理的苷 II E 含量分别为 0.15%、0.18%、0.15%,苷 III 含量分别为 0.08%、0.07%、0.06%,苷 II E 的含量分别比苷 III 的含量高出 87.50%、157.14%、150.00%。遮荫后,果实中罗汉果苷则仅有苷 V,苷 II E、III、IV 的含量均为 0。遮荫后与遮荫前相比,CK、SH<sub>70</sub>、SH<sub>95</sub> 三个处理苷 V 平均含量均提高。遮荫处理 SH<sub>70</sub>、SH<sub>95</sub> 苷 V 平均净累积量比不遮荫处理 CK 分别高出 15.63%、9.38%。其中,遮荫处理 SH<sub>70</sub> 苷 V 平均净累积量与不遮荫处理 CK 差异达到显著水平。但遮荫处理 SH<sub>95</sub> 苷 V 平均净累积量低于遮荫处理 SH<sub>70</sub>,且与不遮荫处理 CK 差异不显著。

表 1 不同处理罗汉果苷 II E、III、IV、V 含量比较

Table 1 Comparison of mogroside II E, III, IV, V contents under different treatments

处理 Treatment	遮荫前平均含量(%) Average content before shading				遮荫后平均含量(%) Average content after shading				平均净累积量(%) Average net cumulant
	苷 II E	苷 III	苷 IV	苷 V	苷 II E	苷 III	苷 IV	苷 V	苷 V
CK	0.15	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.34	0.31a
SH <sub>70</sub>	0.18	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.37b
SH <sub>95</sub>	0.15	0.06	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.38	0.35ab

注:表中数值为各处理三次重复的平均值,以下同。

Note: The values are the average of three replications in all treatments, the same below.

### 2.2 遮荫对罗汉果的总苷、总糖、维生素 C 的含量影响

遮荫后与遮荫前相比,CK、SH<sub>70</sub>、SH<sub>95</sub> 三个处理总苷平均含量均提高。遮荫处理 SH<sub>70</sub>、SH<sub>95</sub> 总苷平均净累积量比不遮荫处理 CK 分别高 3.17、5.75 倍,差异均达到了极显著水平。且遮荫处理 SH<sub>95</sub> 总苷平均净累积量高于遮荫处理 SH<sub>70</sub>,差异极显著(表 2)。

从表 2 看出,遮荫后与遮荫前相比,CK、SH<sub>70</sub> 两个处理总糖平均含量均提高,SH<sub>95</sub> 总糖平均含量则降低。遮荫处理 SH<sub>70</sub> 总糖平均净累积量比不遮荫处理 CK 高 2.23 倍,二者差异达到极显著水平。与不遮荫处理 CK 和遮荫处理 SH<sub>70</sub> 相比,遮荫处理

SH<sub>95</sub> 总糖平均净累积量则降低,达到极显著水平。

表 2 还显示,遮荫后与遮荫前相比,CK、SH<sub>70</sub>、SH<sub>95</sub> 三个处理维生素 C 平均含量均提高。遮荫处理 SH<sub>70</sub>、SH<sub>95</sub> 维生素 C 平均净累积量比不遮荫处理 CK 有不同程度提高,分别提高了 5.40%、30.20%,且随着遮荫程度的增加,维生素 C 平均净累积量增加的幅度增大。其中,遮荫处理 SH<sub>95</sub> 与不遮荫处理 CK、遮荫处理 SH<sub>70</sub> 的维生素 C 平均净累积量差异均达到极显著水平,维生素 C 含量提高非常明显。但遮荫处理 SH<sub>70</sub> 与不遮荫处理 CK 的维生素 C 平均净累积量差异未达到显著水平,维生素 C 含量提高不明显。

表 2 不同处理罗汉果的总苷、总糖、维生素 C 的含量比较  
Table 2 Comparison of total mogroside, total sugar, vitamin C contents under different treatments

处理 Treatment	遮荫前平均含量 (%) Average content of before shading			遮荫后平均含量 (%) Average content of after shading			平均净累积量 (%) Average net cumulant		
	总苷	总糖	维生素 C	总苷	总糖	维生素 C	总苷	总糖	维生素 C
CK	1.26	8.76	354.57	1.38	9.40	485.37	0.12A	0.64A	130.80aA
SH <sub>70</sub>	1.13	9.75	361.37	1.63	11.82	499.23	0.50B	2.07B	137.86aA
SH <sub>95</sub>	1.13	10.58	364.03	1.94	8.63	534.33	0.81C	-1.95C	170.30bB

### 3 讨论与结论

(1) 罗汉果授粉 30 d 时, 果实内含有的低糖苷较多, 高糖苷较少甚至没有; 而在果实成熟后, 果实内只有高糖苷, 即罗汉果苷 V, 低糖苷的含量均为 0。这种现象提示, 罗汉果苷 V (甜苷) 可能以幼果中的苷 II E 作为前体, 经历一个以葡萄糖残基逐步转移的复杂生源途径, 依次形成呈强甜味的苷 IV、苷 V 的过程, 与刘金磊等 (2007) 的报道一致。遮荫调节光照和温度未破坏罗汉果低糖苷随着果实发育, 逐步转化成高糖苷的生源途径。

(2) 遮荫处理的苷 V 平均净累积量均比不遮荫处理对照的高, 遮荫 70% 处理的苷 V 平均净累积量比不遮荫处理对照高出 15.63%, 差异达显著水平, 表明适当进行遮荫处理能有效地提高罗汉果苷 V 的含量, 遮荫 70% 处理可能是罗汉果较理想的生长和苷 V 累积生境条件。遮荫 95% 处理的苷 V 平均净累积量低于遮荫 70% 处理的, 与不遮荫处理对照苷 V 平均净累积量差异也不显著, 说明过度遮荫不利于罗汉果苷 V 累积。可能是过度遮荫影响罗汉果生长和光合作用, 导致糖含量降低, 阻碍罗汉果苷合成所致。葡萄糖既是光合作用的直接产物, 也是罗汉果苷合成的底物。本研究中遮荫 95% 处理的植株出现较明显的落叶、落果和总糖含量极显著降低现象就是良好的印证。这也预示着罗汉果光合作用对罗汉果苷 V 的合成与积累具有重要影响。

(3) 遮荫 70% 和 95% 处理总苷平均净累积量比不遮荫处理对照均明显提高, 且随着遮荫程度的增加, 提高的幅度显著增加。遮荫 70% 和 95% 处理总苷平均净累积量分别高于不遮荫处理对照 3.17、5.75 倍, 与不遮荫处理对照均差异达到极显著水平, 且遮荫 70% 和 95% 两个处理间差异也达极显著水平。这些表明遮荫能有效提高罗汉果总苷的含量。

(4) 遮荫 70% 处理的总糖平均净累积量高于不

遮荫处理对照 2.23 倍, 二者差异达极显著水平, 表明适当进行遮荫处理能有效地提高罗汉果总糖的含量, 遮荫 70% 处理可能也是罗汉果总糖累积的较理想生境条件。而遮荫 95% 处理随着果实发育总糖平均含量则明显降低, 总糖平均净累积量与不遮荫处理对照和遮荫 70% 处理差异达极显著水平, 说明过度遮荫也不利于罗汉果总糖累积。果实中的总糖含量包含了葡萄糖。导致这一现象的原因可能有两个: 一是过度遮荫阻碍了光合作用的进行, 光合作用产生的葡萄糖量减少, 进而导致总糖含量降低; 二是遮荫处理的罗汉果苷含量较高, 合成消耗的葡萄糖也较多, 所以也会导致总糖含量的降低。

(5) 遮荫 70% 和 95% 处理维生素 C 平均净累积量比不遮荫处理对照有不同程度提高, 且随着遮荫程度的增加, 维生素 C 平均净累积量增加的幅度增大。其中, 遮荫 95% 处理与不遮荫处理对照和遮荫 70% 处理相比, 相互间维生素 C 平均净累积量差异均达到极显著水平, 维生素 C 含量明显提高。这表明进行一定程度的遮荫处理, 可有效提高罗汉果维生素 C 含量。

综上所述, 在授粉 30 d 后, 简单地对罗汉果进行一定程度的遮荫处理, 即可提高罗汉果重要内含物总苷、甜苷 V、总糖和维生素 C 的含量, 有效改善罗汉果果实的内在品质。这可能是因为遮荫调节了罗汉果生境的光照和温度, 影响糖和苷等代谢相关酶的活性, 进而对相应品质指标的合成、运输和累积起调节作用所致。这些可为在生产上采用遮荫方法来提高罗汉果苷等的含量和光合筛选培育高甜苷含量品种提供理论基础。

### 参考文献:

- 袁晓华, 杨中汉. 1983. 植物生理生化实验 [M]. 北京: 高等教育出版社, 6-8  
Chen JW (陈俊伟), Zhang SL (张上隆), Zhang LC (张良诚), et al. 2001. Effects of fruit shading photosynthate partitioning, sugar metabolism and accumulation in developing satsuma man-

(下转第 826 页 Continue on page 826)

GI为93.7%,已大于80%。此时,从温度、发芽指数和C/N比三个指标均可认为堆肥已达到腐熟。

从以上结果看出,应用不同的指标进行八角提油下脚料与甘蔗滤泥、桐麸联合堆肥腐熟度评价时,得到不同的评价结果,这可能是由于堆肥的腐熟度受很多因素的综合影响,单个化学指标的评价只能片面地反映某个阻碍因素的作用,从而难以准确评价有机固体废物堆肥的腐熟度。考虑到堆肥产品最终将用作有机肥进行作物的生产,如果堆肥含有植物毒性物质,将对植物的生长产生抑制作用,也就无法作为肥料应用,而种子发芽指数GI综合反映了堆肥产品的植物毒性,被认为是最敏感、最可靠的堆肥腐熟度评价指标(杨国义等,2003)。

八角提油下脚料与甘蔗滤泥、桐麸联合堆肥可以种子发芽指数GI为堆肥腐熟度主要评价指标,C/N比指标和温度等指标可作为辅助评价指标;在八角提油下脚料与甘蔗滤泥、桐麸在干重比为4:8:3,肥堆起始C/N比为31.45的条件下进行高温好氧堆肥,当堆制31d时,堆肥达到腐熟。

#### 参考文献:

中国土壤学会农业化学专业委员会. 1993. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,79  
李国学,张福锁. 2001. 固体废物堆肥化与有机复混肥生产[M]. 北京:中国农业出版社,19,139  
张栢就,龚元石,李小编. 1995. 土壤与植物营养研究动态(第3卷)[M]. 北京:中国农业出版社,319-349  
武汉大学,复旦大学. 1987. 微生物学[M]. 北京:高等教育出版社,357  
黄卓民. 1994. 八角[M]. 北京:中国林业出版社

Huang GF(黄国锋), Wu QT(吴启堂), Meng QQ(孟庆强), et al. 2002. Substance changes and maturity evaluation during pig manure composting(猪粪堆肥化处理的物质变化及腐熟度评价)[J]. *J South China Agric Univ(Nat Sci Edi)*(华南农业大学学报·自然科学版), 23(3):1-4  
Bachp D, Shoda M, Kubot AH. 1984. Rate of composting of dewatered sewage sludge in continuously med isothermal reactor [J]. *J Fementation Tech*, 6285-292  
Bishop PL, Godfrey C. 1983. Nitrogen transformations during sludge composting [J]. *Biocycle*, 24:34-39  
Deportes I, Benoit Guyod J, Zmirou D. 1995. Hazard to man and the environment posed by the use of urban waste compost: a review[J]. *Sci Total Environ*, 172:197-222  
He Q(贺琪), Li GX(李国学), Zhang YN(张亚宁). 2005. N loss and its characteristics during high temperature composting(高温堆肥过程中的氮素损失及其变化规律)[J]. *J Agro-Environ Sci*(农业环境科学学报), 24(1):169-173  
Huang DY(黄得扬), Lu WJ(陆文静), Wang HT(王洪涛). 2004. Microbiological mechanism of organic solid wastes composting(有机固体废物堆肥化处理的微生物学机理研究)[J]. *Tech Equipment Environ Pollution Control*(环境污染治理技术与设备), 5(1):12-18  
Inoko A, Miyamatsu K, Sugahara K, et al. 1979. On some organic constituents of city refuse composts produced in Japan[J]. *Soil Sci Plant Nutr*, 25:225-234  
Morel TL, Conlin F, Germon J, et al. 1985. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost[M]//Gasser JKR. *Composting of Agricultura land Other Wastes*. London & New York: Elscier Applied Science Publishers, 56-72  
Yang GY(杨国义), Xia ZW(夏钟文), Li FB(李芳柏). 2003. Effect of different bulking agents on the maturity of pig manure composting(不同填充料对猪粪堆肥腐熟过程的影响)[J]. *Soil Fertilizer*(土壤肥料), 22(3):29-33  
Zucconi F, Pera A, Forte M, et al. 1981. Evaluating toxicity of immature compost[J]. *Biocycle*, 22:54-57

(上接第888页 Continue from page 888)

darin(*Citrus unshiu* marc.) fruit(柑橘果实遮光处理对发育中的果实光合产物分配、糖代谢与积累的影响)[J]. *Acta Phytophysiol Sin*(植物生理学报), 27(6):499-504  
Hang L(杭玲), Su GX(苏国秀), Xia YS(夏阳升), et al. 2003. Cultivation of tissue cultured seedlings of *Momordica grosvenori*(罗汉果组培苗栽培技术)[J]. *Guangxi Agric Sci*(广西农业科学), (6):70-72  
He KJ(何科佳), Wang ZY(王中炎), Wang RC(王仁才). 2007. Effects of overhead shading in summer on growth and development of Kiwifruit(夏季遮荫对猕猴桃生长发育的影响)[J]. *Hunan Agric Sci*(湖南农业科学), (1):41-43  
Li XZ(李晓征), Hao RM(郝日明), Ren Y(任燕). 2006. Effects of shading on growth and photosynthetic characteristics of *Daphniophyllum macropodium* in different ages(遮荫处理对不同苗龄交让木的生长和光合特性的影响)[J]. *Guihaia*(广西植物), 26(5):499-502

Liu JL(刘金磊), Li DP(李典鹏), Huang YL(黄永林), et al. 2007. Dtermination of mogrol glycosides from fruits of *Siraitia grosvenorii* in different growing ages by HPLC(HPLC法测定不同生长期罗汉果甙II E, III, V的含量)[J]. *Guihaia*(广西植物), 27(4):665-668  
Makapugay HC, Dhammika Nanayakkara NP, Soejarto DD, et al. 1985. High-performance liquid chromatographic analysis of the major sweet principle of Lohankuo fruits[J]. *Agric Food Chem*, 33:348-350  
Yan XF(阎秀峰), Wang Y(王洋), Guo SL(郭盛磊), et al. 2004. Seasonal variations in biomass and salidroside content in roots of *Rhodiola sachalinensis* as affected in gauze and red film shading(遮荫和红膜处理对高山红景天根生物量和红景天甙含量季节变化的影响)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 15(3):382-386