

罗汉果主要品质性状的花粉直感效应

马小军^{1,3*}, 石磊², 莫长明¹, 唐其³, 赖家业², 白隆华¹, 冯世鑫¹

(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中国医学科学院药用植物研究所, 北京 100193)

摘要: 用罗汉果 7 个雌性品系为母本, 分别用 6 个雄性品系的花粉和 1 个混合花粉授粉, 用所获 49 个组合为试验材料, 经测定和统计发现花粉直感对罗汉果品质有较大影响。7 个雌性品系中有 5 个在甜苷、总糖和水浸出物含量 3 项指标上存在花粉直感效应, 在同一雌性品系组合中的最大变幅分别为 21.05%、38.37% 和 20.97%。雌性品系在花粉直感上存在品种特异性, 反映在不同雌性品系的甜苷、总糖和水浸出物含量发生变化的指标和强弱不同, 通过雌、雄品系的组配改善果实品质有很大潜力。同一雄性品系对不同雌性品系授粉, 未发现一致的正向或负向花粉直感效应。花粉直感在果实形态、大小、坐果率、发育期及含水量指标上差异不明显。

关键词: 罗汉果; 花粉直感效应; 授粉组合; 果实品质

中图分类号: S 567 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2008) 11-1695-06

Xenia Effect on Main Qualitative Characters of *Siraitia grosvenorii*

MA Xiao-jun^{1,3*}, SHILei², MO Chang-ming¹, TANG Qi³, LAI Jia-ye², BAILong-hua¹, and FENG Shi-xin¹
(¹Guangxi Branch Institute, Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Nanning 530023, China; ²Forestry College of Guangxi University, Nanning 530005, China; ³Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: To study its consequences for various fruit traits in *Siraitia grosvenorii*, the effect of seven pollen genotypes and seven female parents on 3 critical quality indexes of fruits was studied. Xenia effects greatly affected fruit quality of *Siraitia grosvenorii* by experiment and statistical analysis. Five of seven female lines had xenia effect on mogrosides, total sugar, and water extract content. In combinations of a same female line the most variance range of the 3 indexes was 21.05%, 38.37% and 20.97%, respectively. Indexes and strength of xenia effects were various in the female lines. The potential to improve quality of the fruits was great by selecting and combining of female and male lines. However, any male line had not same positive or negative xenia effects for different female lines. Furthermore, xenia effects on fruit shape, fruit size, fruit set percentage, development period and water-content in *Siraitia grosvenorii* were not significant. Anyway, utilization of xenia effects was invaluable in fruit production of *Siraitia grosvenorii*.

Key words: *Siraitia grosvenorii*; xenia effect; pollination combination; fruit quality

罗汉果 [*Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey] 是我国特有珍贵药用和甜料植物, 主要分布于广西北部山区。罗汉果含多种甜苷, 其中罗汉果甜苷为世界上最强的非糖甜味物质之一, 为蔗糖甜度的 300~400 倍, 是具保健功能的天然甜味剂, 有止咳祛痰等作用, 也是我国出口增长最快的植物提取物之一。

收稿日期: 2008-07-16; 修回日期: 2008-10-15

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30560183)

* E-mail: xjma@public.bta.net.cn

罗汉果为葫芦科藤本植物,雌雄异株,需人工授粉,已发现十多个栽培和野生类型。近年已完全实现组培苗化生产,当年收果。罗汉果的商品规格以大小、色泽、总苷、总糖、水浸出物含量等指标作为分级标准(李锋等,2003)。生产上已成功地选育出一些优良雌性品系(白隆华等,2007),然而使用的花粉却不加选择,十分随意,有关花粉直感效应对果实品质的影响缺乏研究。

花粉直感是指外源花粉对种子或果实性状和发育的效应。近年来利用花粉直感效应改善果实品质的研究在苹果、京白梨、葡萄、荔枝、板栗、椰枣、鸭梨、猕猴桃、杏、南瓜、山核桃等几十种园艺作物上取得进展(陈庆红等,1996;杨立峰,2001;杨立峰等,2002;李保国等,2004;陆斌等,2004;沙海峰等,2006;邱燕萍等,2006)。

本课题组系统研究花粉直感效应对罗汉果品质的影响,在前期研究基础上(莫长明等,2008),又增加了新材料,设计了更多试验组合,采用统计学方法分析,其结果有利于用直感效应改善罗汉果品质并探讨品质形成机理,也为其他果实类药用植物品质改善提供借鉴。

1 材料与方 法

1.1 材 料

以青皮果类型主栽品种‘青皮3号’、‘青皮4号’、‘伯林3号’、‘农院B6’、‘大叶青皮’,红毛果类品种‘野红2号’及长滩果类品种‘长滩1号’为母本;分别以形态、来源差异较大的‘青皮1号’、‘青皮2号’、‘红毛1号’、‘红毛2号’的花粉,及‘青皮1号’和‘红毛2号’的混合花粉作父本,同时‘青皮3号’与‘长滩1号’设计自交、正交和反交、异交,共49个授粉组合作试验材料。

所有材料均经收集鉴定,由桂林亦元生现代生物技术有限公司培育成组培苗并继代保存。雄性品种均由实生苗经雌雄鉴定后,再经组培无性繁殖育成。

1.2 田间试验与授粉方式

试验于2006年在广西桂林市兴安县华江乡试验基地进行。7个母本采取随机区组试验设计,重复3次,每小区10株;6个父本每个种植1个小区,每个小区10株,常规方法管理(杭玲等,2003)。NC遗传设计,母本每个小区选5株,于7月开花前套袋,雌花开花时,随机采集正常开放的雄花,刮取花粉,对每雌株相应节、蔓雌花授予7种花粉。每种花粉随机选授13朵花,挂牌标记。每个组合每个小区共计采65个果。授粉1个月后统计坐果率。

1.3 采样及测定方法

于10月果实成熟期各组合每小区采15个果实,混合抽取果实10个,根据标牌记录计算成熟时间,测定果实纵径和中部横径,变温法(钟仕强,1999)烘干,测定内含物。

果实内含物测定方法:甜苷采用马少妹(2006)的方法;总糖按3,5-二硝基水杨酸比色法测定(王宪泽,2002);水浸出物(可溶固形物)含量按GB/T12295-90《水果、蔬菜制品可溶固形物含量的测定——折射仪法》中干制品测定方法。

1.4 数据统计分析

所有数据结果以小区平均数为单位,使用Microsoft Office Excel 2003和SPSS 11.5统计软件进行方差分析、邓肯氏多重比较。

2 结果与分析

2.1 花粉直感效应对甜苷的影响

虽然中国药典和农业行业标准还未规定甜苷含量标准,但甜苷是当前公认的质量评价新指标,也是罗汉果栽培育种目标性状,因此我们重点分析其花粉直感效应。

表 1 显示, 在 7 个雌性品系中有 4 个授粉组合在甜苷含量上表现出花粉直感效应, 差异均达极显著, 如 ‘野红 2 号’ 雌性品系中, 最高和最低值分别为 1.33% 和 1.05%。不同雌性品系间甜苷含量平均值不同: ‘大叶青皮’、‘长滩 1 号’、‘野红 2 号’、‘青皮 3 号’ 分别为 1.45%、1.32%、1.17%、0.97%, 明显受母性影响; 变幅也不同: 分别为 20.00%、16.78%、21.05%、19.27%, 说明雌性品系间直感效应存在差异, 变幅表明直感效应的潜力。在所有组合中, 最高与最低值分别为 1.60% 和 0.88%, 变幅达 45.00%。

在 ‘青皮 3 号’ 的组合中, 生产上常用花粉来源是 ‘青皮 2 号’, 但其甜苷含量仅 0.88%, 是所有雄性品系中最低的, 而 ‘红毛 1 号’ 花粉可达 1.09%, 即提高 0.21%。在其他组合中, 甜苷含量提高 0.20% ~ 0.32%。根据生产经验, 果实中的甜苷每提高 0.10% 含量, 生产上可降低 10% 的提取成本。可见, 由于花粉的不当使用导致了农资严重浪费。

表 1 还显示, 同一雄株花粉授予不同雌性品系其甜苷含量平均值 (1.24% ~ 1.29%) 变化很小, 不同雄性品系间差异不明显, 即同一雄性品系对不同雌性品系间没有明显的正向或负向影响规律, 如 ‘大叶青皮’ × ‘青皮 1 号’ 甜苷 V 含量达 1.60%, 而 ‘野红 2 号’ × ‘青皮 1 号’ 仅 1.08%, 提示可能无法找到对所有雌性品系都适用的雄性品系。

另外, 表 1 表明, ‘青皮 3 号’ 与 ‘长滩 1 号’, 自交均比异交的甜苷平均含量低; 二者正交与反交的结果也不同, 分别为 0.96% 和 1.19%, 说明父母本对品质性状改善贡献不同。

表 1 花粉直感对甜苷含量的影响

Table 1 Effects of xenia on mogrosides content

/%

品系 Line	青皮 1 号 Qingpi 1	青皮 2 号 Qingpi 2	青皮 3 号 Qingpi 3	红毛 1 号 Hongnao 1	红毛 2 号 Hongnao 2	长滩 1 号 Changtan 1	混合花粉 Mixed pollen	平均值 Average value	变幅 Variance range
青皮 3 号 Qingpi 3	0.96bBC	0.88cC	0.95bBC	1.09aA	0.94bBC	0.96bBC	0.98bB	0.97	19.27
青皮 4 号 Qingpi 4	1.11a	1.31a	1.21a	1.14a	1.27a	1.27a	1.26a	1.22	15.27
农院 B6 Nongyuan B6	1.40a	1.26a	1.53a	1.47a	1.28a	1.33a	1.25a	1.36	18.30
大叶青皮 Dayeqingpi	1.60aA	1.41cdAB	1.40cdAB	1.28dB	1.42bcdAB	1.47abcAB	1.59abA	1.45	20.00
伯林 3 号 Bolin 3	1.39a	1.32a	1.44a	1.41a	1.23a	1.42a	1.41a	1.37	14.58
野红 2 号 Yehong 2	1.08bC	1.25aAB	1.11bBC	1.07bC	1.32aA	1.33aA	1.05bC	1.17	21.05
长滩 1 号 Changtan 1	1.43aA	1.35abAB	1.19cB	1.37abAB	1.25bcAB	1.28abcAB	1.34abAB	1.32	16.78

注: 邓肯氏多重比较测验, 横向不同小写字母表示差异达到显著水平 ($P=0.05$), 不同大写字母表示差异达到极显著水平 ($P=0.01$), 下表同。

Note: P value of significance was estimated by Duncan's. The different lowercase expresses significant difference at $P=0.05$ level, and the different majuscule expresses at $P=0.01$ level. The same below.

2.2 花粉直感效应对总糖的影响

表 2 表明, ‘青皮 3 号’、‘青皮 4 号’ 和 ‘大叶青皮’ 3 个雌性品系的授粉组合表现出花粉直感效应, 其中 ‘青皮 3 号’ 变幅最大, 达 38.37%, 其最大和最小值分别为 12.64% 和 7.79%。在所有组配中最高值和最低值分别为 15.08% 和 7.79%, 变幅 48.34%。与甜苷含量情况相似, ‘青皮 3 号’ × ‘青雄 1 号’ 总糖含量为 12.34%, 但 ‘青皮 3 号’ × ‘红雄 1 号’ 仅 7.79%。

从表 2 还可看出, 不同雌性品系总糖含量的变幅不同, ‘青皮 3 号’ 和 ‘农院 B6’ 的变幅分别为 38.37% 和 5.94%, 说明前者利用花粉直感效应还可大幅度提高总糖含量, 后者则没有潜力。

表 2 花粉直感对总糖含量的影响

Table 2 Effects of xenia on total sugar content

/%

品系 Line	青皮 1号 Qingpi 1	青皮 2号 Qingpi 2	青皮 3号 Qingpi 3	红毛 1号 Hongmao 1	红毛 2号 Hongmao 2	长滩 1号 Changtan 1	混合花粉 Mixed pollen	平均值 Average value	变幅 Variance range
青皮 3号 Qingpi 3	12.34aA	10.50bB	12.33aA	7.79cC	12.38aA	11.18bAB	12.64aA	11.31	38.37
青皮 4号 Qingpi 4	12.77b	14.89a	13.71ab	11.97b	12.68b	12.90b	14.92a	13.41	19.77
农院 B6 Nongyuan B6	11.53a	11.21a	11.24a	11.11a	10.95a	11.62a	10.93a	11.23	5.94
大叶青皮 Dayeqingpi	12.72bc	14.29ab	13.09abc	12.24c	14.56a	14.02ab	14.14ab	13.58	15.93
伯林 3号 Bolin 3	15.05a	14.87a	13.35a	15.08a	13.66a	14.77a	14.63a	14.49	9.42
野红 2号 Yehong 2	9.20a	8.52a	8.07a	8.49a	9.11a	10.10a	9.16a	8.95	20.10
长滩 1号 Changtan 1	10.62a	12.94a	11.14a	10.48a	11.04a	10.56a	10.24a	11.00	20.87

2.3 花粉直感效应对水浸出物的影响

表 3 表明, ‘青皮 3号’、‘青皮 4号’及 ‘野红 2号’ 3 个雌性品系的授粉组合表现出花粉直感效应。‘青皮 3号’ 变幅最大, 最高和最低值分别为 49.94% 和 39.47%, 变幅 20.97%。所有组合中最高和最低值分别为 50.87% 和 36.80%, 变幅 27.66%。2005 年版中华人民共和国药典 (国家药典委员会, 2005) 规定罗汉果水浸出物 30.0%, 2003 年出台的农业行业标准 (王春田等, 2003) 规定优级、一级和二级罗汉果水浸出物分别为 40.0%、37.0% ~ 39.9% 和 36.9% ~ 32.0%。可见目前推广的罗汉果优良品系 ‘青皮 3号’、‘青皮 4号’、‘农院 B6’、‘大叶青皮’、‘伯林 3号’ 等水浸出物大都高于药典和行业标准, 最高为 50.87%。在优良种质资源的基础上研究不同组合间花粉直感效应更能挖掘品种潜力。

表 3 花粉直感对水浸出物含量的影响

Table 3 Effects of xenia on water extract content

/%

品系 Line	青皮 1号 Qingpi 1	青皮 2号 Qingpi 2	青皮 3号 Qingpi 3	红毛 1号 Hongmao 1	红毛 2号 Hongmao 2	长滩 1号 Changtan 1	混合花粉 Mixed pollen	平均值 Average value	变幅 Variance range
青皮 3号 Qingpi 3	46.40bB	46.51bB	49.94aA	44.65bcBC	45.62bBC	43.37cC	39.47dD	45.14	20.97
青皮 4号 Qingpi 4	44.65cD	45.31cCD	48.42bAB	47.91bBC	44.62cD	44.75cD	50.87aA	46.65	12.29
农院 B6 Nongyuan B6	44.47a	44.99a	46.93a	46.74a	46.69a	43.01a	45.38a	45.46	8.35
大叶青皮 Dayeqingpi	43.50a	44.44a	45.52a	45.40a	43.77a	44.90a	44.10a	44.52	4.44
伯林 3号 Bolin 3	44.96a	44.87a	45.72a	44.35a	45.54a	44.87a	45.34a	45.09	3.00
野红 2号 Yehong 2	37.77bcB	37.92bcB	38.04bAB	36.80cB	37.59bcB	42.74aA	37.95bcB	38.40	13.90
长滩 1号 Changtan 1	38.29a	38.92a	38.62a	38.73a	38.37a	39.28a	37.35a	38.51	4.91

3 讨论

对 7 个雌性品系共 49 个授粉组合的花粉直感效应进行定量评估, 获得如下结论:

(1) 花粉来源对果实品质影响显著。

7 个雌性品系中有 5 个在甜苷、总糖或水浸出物含量 3 项指标上存在花粉直感效应。其中 ‘大叶青皮’ 甜苷含量最明显, 用 ‘青皮 1 号’ 授粉其可高达 1.60%, 而 ‘红毛 1 号’, 仅为 1.28%, 低 20%, 说明花粉对甜苷含量有显著影响, 故本课题组推荐在生产上使用 ‘大叶青皮’ × ‘青皮 1 号’ 组合。

(2) 雌性品系在花粉直感上存在品种特异性。

不同雌性品系的花粉直感效应存在差异, 反映在指标和强弱 (变幅) 不同, 如 ‘青皮 3 号’ 在 3 个指标上均存在直感效应, 而 ‘长滩 1 号’ 仅在甜苷含量上有直感效应。又如, 在甜苷含量方面 ‘大叶青皮’ 比 ‘青皮 3 号’ 表现出更强的直感效应, 而 ‘青皮 4 号’ 却无直感效应。另外, 即使用同一花粉授粉, 不同雌性品系的甜苷含量也有明显差异。说明雌性品系的甜苷含量也存在品种特异性。两个品种表现的特异性在生产上都应善加利用。

(3) 未发现对所有雌性品系都适用的雄性品系。

同一雄性品系的花粉对不同雌性品系授粉, 3 项指标的平均值差异不大, 未发现明显一致的正向或负向影响规律, 例如 ‘青皮 1 号’ 授予 ‘大叶青皮’, 甜苷含量达 1.60%, 但授予 ‘青皮 3 号’ 仅 0.96%。因此, 不存在一个对所有雌性品系都好的雄性品系, 任何一个雌性优良品系都需通过试验研究筛选相匹配的雄性品系, 形成固定组合。

(4) 通过品系组配改善果实品质的潜力和策略。

在所有供试品系组合中甜苷、总糖和水浸出物的最大变幅分别为 45.00%、48.34% 和 27.66%; 在同一雌性品系组合中最大变幅分别为 21.05%、38.37% 和 20.97%, 且在本课题组 2005 年的初步研究中, 用 4 个雌性品系与 7 个雄性品系配组的 28 个组合, 甜苷、总糖和水浸出物指标已表现出不同程度的差异, 最大变幅分别为 46.15%、51.00% 和 33.60%, 两年试验的结果相近 (莫长明等, 2008)。证明罗汉果通过雌、雄品系的组配改善果实品质的潜力很大, 可从源头上大幅降低甜苷的提取成本。

对雌雄异株的罗汉果无性系而言, 用好、用活、用足花粉直感效应选配策略至关重要。第一, 应选甜苷平均值高的雌性品系作母本; 第二, 选花粉直感效应上限的父本授粉, 才能最大限度地提高有效成分含量。

References

- Bai Long-hua, Ma Xiao-jun, Mo Chang-ming, Shi Lei, Feng Shi-xin, Jiang Xiang-jun. 2007. Study on quantitative assessment of *Sinitia grosvenorii* gemplasm by general index. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 32 (23): 2482 - 2484. (in Chinese)
- 白隆华, 马小军, 莫长明, 石磊, 冯世鑫, 蒋向军. 2007. 罗汉果种质资源综合指数定量评价研究. *中国中药杂志*, 32 (23): 2482 - 2484.
- Chen Qing-hong, Zhang Zhong-hui, Qin Zhong-qi, Jiang Ying-chun. 1996. Study on apogamy and metaxenia in male *Jinkui* kiwifruit. *Chinese Fruit*, (2): 23. (in Chinese)
- 陈庆红, 张忠慧, 秦仲麒, 蒋迎春. 1996. 金魁猕猴桃雄株的选配及其花粉直感研究. *中国果树*, (2): 23.
- China Pharmacopoeia Committee. *Chinese pharmacopoeia*. 2005. Beijing: Chemical Industry Press. (in Chinese)
- 国家药典委员会. *中华人民共和国药典*. 2005. 北京: 化学工业出版社.
- Hang Lin, Su Guo-xiu, Xia Yang-sheng, Liang Xiu-rong. 2003. Cultivation technology of *Sinitia grosvenorii* with plantlets of tissue culture. *Guangxi Agricultural Sciences*, (6): 70 - 72. (in Chinese)

- 杭 玲, 苏国秀, 夏阳升, 梁秀荣. 2003. 罗汉果组培苗栽培技术. 广西农业科学, (6): 70 - 72
- Li Bao-guo, Gu Yu-hong, Guo Su-ping, Zhao Sheng-hua, Qi Guo-hui, Zhang Lin-ping. 2004. A study on metaxenia roles in trait expression of 2001 Fuji apple fruit. Journal of Agricultural University of Hebei, 27 (6): 34. (in Chinese)
- 李保国, 顾玉红, 郭素平, 赵胜花, 齐国辉, 张林平. 2004. 2001苹果果实若干性状的花粉直感规律研究. 河北农业大学学报, 27 (6): 34.
- Li Feng, Li Dian-peng, Jiang Shui-yuan, Zhang Hou-rui. 2003. Cultivation and exploitation of *Sinitia grosvenorii*. Beijing: China Forestry Publishing House. (in Chinese)
- 李 锋, 李典鹏, 蒋水元, 张厚瑞. 2003. 罗汉果栽培与开发利用. 北京: 中国林业出版社.
- Lu Bin, Shao Ze-xia, Yang Wei-ming, Ning De-lu, Du Chun-hua. 2004. Biological characteristics of new lines of Chinese chestnut. Journal of Fruit Science, 21 (2): 176 - 178. (in Chinese)
- 陆 斌, 邵则夏, 杨卫明, 宁德鲁, 杜春花. 2004. 板栗新品系的生物学特性. 果树学报, 21 (2): 176 - 178.
- Ma Shao-mei. 2006. Separation of luohanguo glucoside by HPLC. Fujian Analysis & Testing, 15 (4): 3 - 6. (in Chinese)
- 马少妹. 2006. 罗汉果甜苷的 HPLC法分析. 福建分析测试, 15 (4): 3 - 6.
- Mo Chang-ming, Ma Xiao-jun, Bai Long-hua, Feng Shi-xin, Jiang Xiang-jun, Shi Lei. 2008. Study on metaxenia phenomenon of 35 *Sinitia grosvenorii* pollination combinations. Traditional and Herbal Drugs, 39 (1): 123 - 125. (in Chinese)
- 莫长明, 马小军, 白隆华, 冯世鑫, 蒋向军, 石 磊. 2008. 35个罗汉果授粉组合花粉直感现象研究. 中草药, 39 (1): 123 - 125.
- Qiu Yan-ping, Dai Hong-fen, Li Zhi-qiang, Ou Liang-xi, Xiang Xu, Chen Jie-zhen, Wang Bi-xiong. 2006. Effect on fruit quality of different cultivars of Guiwei litchi. Journal of Fruit Science, 23 (5): 703 - 706. (in Chinese)
- 邱燕萍, 戴宏芬, 李志强, 欧良喜, 向 旭, 陈洁珍, 王碧雄. 2006. 不同品种授粉对桂味荔枝果实品质的影响. 果树学报, 23 (5): 703 - 706.
- Sha Hai-feng, Zhu Yuan-di, Gao Qi-jie, Zhang Wen. 2006. Influence of xenia on quality of developing pear. Journal of Fruit Science, 23 (2): 287 - 289. (in Chinese)
- 沙海峰, 朱元娣, 高琪洁, 张 文. 2006. 花粉直感对京白梨品质的影响. 果树学报, 23 (2): 287 - 289.
- Wang Chun-tian, Chen Qiang, Chen Zuo-sheng, Liang Li-juan, Li Dian-peng. 2003. NY/T 694-2003 *Sinitia grosvenorii*. (in Chinese)
- 王春田, 陈 强, 陈作胜, 梁立娟, 李典鹏. 2003. NY/T 694-2003 罗汉果.
- Wang Xian-ze. 2002. Theory and methods of biochemistry experiment technology. Beijing: China Agricultural Publishing House. (in Chinese)
- 王宪泽. 2002. 生物化学实验技术原理和方法. 北京: 中国农业出版社.
- Yang Li-feng. 2001. Study on xenia of apricot. Hebei Fruits, (3): 10 - 12. (in Chinese)
- 杨立峰. 2001. 杏树花粉直感现象研究. 河北果树, (3): 10 - 12.
- Yang Li-feng, Yao Lian-fang, Zhou Xiu-mei, Yang Li-hong. 2002. Study on xenia of Yangshao and Guifei apricot. Journal of fruit science, 19 (4): 275 - 277. (in Chinese)
- 杨立峰, 姚连芳, 周秀梅, 杨利红. 2002. 仰韶和贵妃杏花粉直感研究. 果树学报, 19 (4): 275 - 277.
- Zhong Shi-qiang. 1999. Experiment on new variable temperature curve of machining of *Sinitia grosvenorii*. China Journal of Chinese Materia Medica, 24 (1): 31. (in Chinese)
- 钟仕强. 1999. 罗汉果加工的新变温曲线试验. 中国中药杂志, 24 (1): 31.