

## 罗汉果果实生长发育与内含物变化的研究

江新能 李 锋 蒋汉明

(广西植物研究所, 桂林)

**摘要** 罗汉果开花授粉后果实体积不断地增大。纵径在授粉后 1 至 3 天生长最快, 以后逐渐减慢; 横径以授粉后 9 至 15 天生长最快, 30 天果实体积停止增长。果实生长发育过程中, 干物质含量由低到高变化, 总糖含量由低到高不断增加, 但还原糖与非还原糖含量的变化有所不同, 维生素 C 含量在生长发育前期最高, 随果实发育, 其含量逐渐下降。

**关键词** 罗汉果; 生长发育; 内含物

罗汉果 (*Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey) 系葫芦科 (Cucurbitaceae) 罗汉果属植物。是我国特有的经济植物和新兴的甜味植物, 为广西著名特产, 果实营养价值高, 含有丰富的葡萄糖、果糖、蛋白质、维生素 C 及三萜甙甜味物质, 广泛用于医药、饮料和调味品等, 畅销国内外。目前罗汉果产量下降, 严重影响了罗汉果生产的发展。如能掌握罗汉果果实生长发育和内含物变化规律, 以及两者间的关系, 生产上可根据不同发育阶段采取相应的技术措施, 以提高罗汉果产量和品质, 并为果实适宜采收期提供科学依据。为此我们于 1987 年开始对罗汉果果实进行定期观测和采样分析, 试验结果如下。

### 材 料 和 方 法

本试验是在 1987 至 1988 年进行。采用罗汉果冬瓜汉品种, 试验植株为实生繁殖的 3 年生植株。八月中旬开花, 采用同一品种的同一天开花授粉的果实作为试验材料。果实生长期间每隔 2 天测定果实的纵径和横径, 并每隔一定时间, 采样进行分析。每次取样, 均在上午 12 时, 样品采下后立即送实验室分析或固定。每次取样分析 6 个果实, 先去掉种子, 余下部分捣碎作为分析样品。

果实中含水量及干物质含量的测定, 采用常压恒温干燥法。还原糖的测定, 采用铜还原—直接滴定法; 非还原糖的测定采用 HCl 转化—铜还原—直接滴定法; 维生素 C 的测定, 采用碘酸钾滴定法; 可溶性固形物使用手持折光仪测定。

### 实 验 结 果

#### 一、果实生长发育过程中纵径和横径的变化

为探明和掌握罗汉果在生长发育过程中果实的生长变化规律, 我们对果实的纵径和横径分别进行了测定, 结果见图 1, 由图 1 看出, 罗汉果雌花在授粉后 3 天内, 幼果迅速膨大。果实纵径在授粉后 1—3 天增长速度最快, 平均每天增长 3 毫米以上, 以后增长速度减慢, 在授粉后 4—8 天减慢程度最大, 授粉后 8—18 天几乎以相同的平均速度增长, 授粉后 30 天纵径

本文承林荣研究员审阅和指正, 特此致谢。

停止增长。果实横径的增长情况与纵径有所不同。授粉后14天内增长速度一直在加快,而以授粉后9—15天增长速度最快,平均每天增长2毫米以上,以后增长速度减慢,较纵径约早3天停止生长。从图2看,幼果生长的前8天,纵径增长比横径快,此后稍慢,最后几天又稍快,但总的绝对增长量纵径较横径大,这是冬瓜汉果实呈长圆形的原因之一。

## 二、果实生长和发育期间种子的生长发育情况

我们在测定果实生长的同时,对不同发育期果实的种子生长发育情况进行了观测(表1)。

从表1可见,果实进入成熟期后,种子也基本成熟,果实停止生长时,种子形状已定型,但还在继续生长,直到授粉后60天种子停止生长。此时种壳木质化,种仁成熟,充满内腔。

## 三、果实生长发育期间干物质含量的变化

新鲜果实干物质含量的高低是判断罗汉果果实品质的一项重要指标。为了确定和掌握罗汉果果实生长发育期间干物质含量的变化,我们对不同发育期的果实水分与干物质含量进行了测定,结果见表2。

从表2可见,罗汉果开花授粉后30天内,也即是从授粉至果实停止生长,果实含水量和干物质含量变化很小。以后随着果实发育,水分含量逐渐减少,干物质含量不断增加,授粉后60天,果实干物质含量增加到17.59%,授粉后70天,果实接近成熟期,水分含量迅速下降,干物质含量急剧增加,每100克新鲜果实干物质含量达26.78克。罗汉果整个生育期干物质含量变化范围很大,但授粉后30天(果实停止生长)前增加变化很小,授粉后30天至60天期间几乎以相同速度增加,且增加量亦不大,而60天后急剧增加,仅10天增加量达9.2克,占总增加量的64%。

## 四、果实生长发育期间糖分含量的变化

糖分是罗汉果果实中重要组成部分之一,为了了解罗汉果果实在整个生育期间糖分含量的变化,我们对果实的总糖、还原糖、非还原糖、可溶性固形物分别进行了测定,分析结果列于表3。

从表3可看出,果实在整个发育期间,总糖含量不断地增加,但糖分增加的速度并不相

表1 不同果龄的种子生长发育情况

种子发育期 (授粉后天数)	种子发育情况	种子大小 (cm)		种仁大小 (cm)	
		长	宽	长	宽
10	种子长椭圆形,白色,呈肉质状,种仁瓜子形,能将种壳剥离。	1.05	0.70	0.53	0.30
20	种子长椭圆形,白色,容易将种壳剥离。	1.52	1.05	0.74	0.35
30	种子黄色,长椭圆形,种壳硬度增加,种仁较饱满,但未充满内腔。	1.55	1.12	0.83	0.36
40	种子淡黄色,椭圆形,种壳硬度增加,边缘锯齿明显,种仁饱满未充满内腔。	1.58	1.21	0.90	0.38
50	种子浅黄色,种壳半木质化,种仁基本充满内腔,较难将种壳剥离。	1.63	1.36	0.93	0.41
60	种子椭圆形,颜色加深,显示该品种性状,发育成熟,种壳木质化,种仁充满内腔。	1.70	1.38	0.94	0.42

表2 果实生长发育期间干物质与水分含量的变化

果实发育期 (授粉后天数)	含水量 (%)	干物质含量 (%)
10	90.62	9.38
20	90.29	9.71
30	89.37	10.63
40	87.57	12.43
50	85.59	14.41
60	82.41	17.59
70	73.22	26.78

同, 授粉后的前10天、糖分增加较快, 平均每天增加占鲜重的0.145%, 授粉后10至30天糖分增加较慢, 而又以授粉后10至20天期间糖分增加最慢, 平均每天增加只占鲜重的0.018%。以后糖分增长速度逐渐加快, 在授粉后60—70天糖分含量急剧增加, 直到果实充分成熟时糖分含量达到最高点, 即占鲜重的8.2698%。

图1和图2指出, 授粉后30天, 果实体积停止增长, 这以前糖分增加慢, 此后果实进入内含物积累阶段, 特别是果实进入成熟阶段, 糖分含量急剧增加。这主要因为, 在果实旺盛生长阶段, 由于果实生长和呼吸作用过程消耗大量的糖分, 所以积累较少, 增加较慢, 如授粉后9—15天果实糖分增加最慢, 此时正是果实生长最快时期, 可见两者之间的关系。

还原糖含量自授粉后至果实成熟, 它的含量在不断增加, 但在整个果实生育期间, 增加的速度并不相同, 在果实发育前期增长较快, 中期增长较慢, 后期增长又再次加快。以图1和表3比较可以看出, 还原糖与果实发育过程有密切关系, 特别在果实旺盛生长阶段。

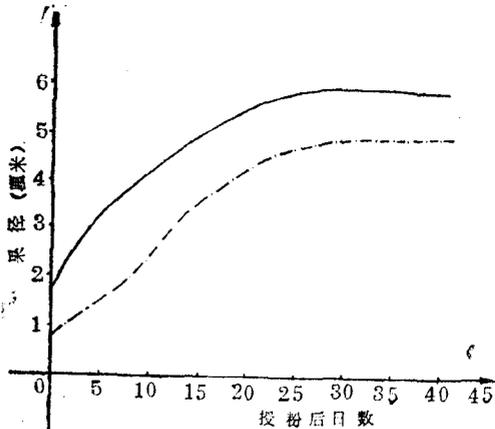


图1 罗汉果果实纵横径增长量(厘米)  
纵径——横径

表3 果实生长发育过程中糖分含量的变化

果实发育期(授粉后天数)	总糖(%)	还原糖(%)	非还原糖(%)	可溶性固形物(%)
1	1.0886	1.0678	0.0208	
10	2.3913	2.3528	0.0366	3.00
20	2.5754	2.5326	0.0406	4.00
30	2.9513	2.8179	0.0754	4.80
40	3.3828	3.2819	0.1009	5.10
50	4.6667	4.1807	0.4660	7.00
60	5.5309	4.2424	1.2885	11.30
70	8.2698	6.3210	1.9498	14.00

表4 果实生长发育期间维生素C含量的变化

果实发育期(授粉后天数)	维生素C含量(mg/lmg)
10	629.48
20	522.72
30	418.00
40	408.32
50	404.41
60	401.28
70	394.24

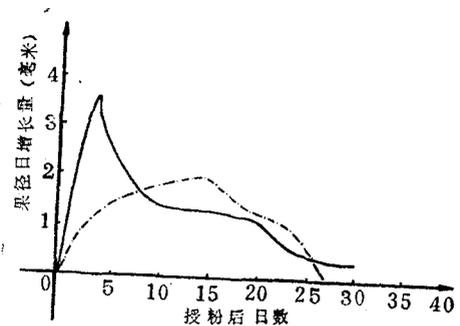


图2 罗汉果果实纵横径日增长量  
纵径——横径

非还原糖在果实内的含量变化与还原糖相似。在果实发育前期, 非还原糖含量较低, 以后逐渐上升, 但直到40天, 非还原糖含量一直很低, 随着果实的发育, 非还原糖含量迅速增加, 在授粉后60天和70天的果实中, 含量相应为1.289%和1.950%。

可溶性固形物随果实生长发育不断增多, 前期增加慢, 后期增加快, 成熟果实可溶性固

形物为14.00%。

### 五、果实生长发育期间维生素C含量的变化

罗汉果除含有较丰富的碳水化合物外,还含有极为丰富的维生素C,为了探明和掌握罗汉果果实整个生长发育期间维生素C含量的变化规律及其与果实不同成熟度的关系,我们对不同果龄的果实进行了测定,结果见表4。

表4可见,果实在整个生育期间维生素C含量的变化相当大,随着果实发育,维生素C含量下降。授粉后10天,每100克新鲜果实含维生素C 629.48毫克。授粉后30天,降减至418.00毫克,30天后维生素C含量继续下降,但降减速度很慢,直至果实成熟,每100克新鲜果实中含维生素C 394.24毫克。由此可见,罗汉果含维生素C相当丰富,随果实生长发育其含量由高到低变化,前期降低很快,接近和进入成熟期后,维生素C含量变化不大。

### 小 结

罗汉果果实整个生育期约70天,雌花授粉后1至3天期间果实纵径增长速度最快,30天纵径停止增长;授粉后9至15天果实横径增长最快,约比纵径早3天停止生长。果实速生期在9至15天,为提高大果比例,此期应加强肥水管理。果实体积停止生长后,还有一个多月的发育时间,内含物主要在此阶段累积。

自授粉到果实进入成熟阶段种子一直在生长,种仁生长与种子生长基本同步。当果实进入成熟期,种子停止生长,趋于成熟,显示该品种应有的性状,此时的种子已能繁殖后代,但生产上留种必须在果实充分成熟之后。

罗汉果果实干物质含量变化趋势由低到高,在果实速生期干物质含量较低。干物质积累以成熟期为主,前期积累少且变化不大,因此,生产上要获取果大质优的果实,在果实生长后期应及时追施桐麸、钾肥等,以促进内含物累积,提高果实品质。在果实干物质含量变化上,一般是由少到多,即幼小果实含水量多,接近成熟和成熟的果实含水量少。罗汉果果实符合这种变化规律。

果实糖分积累主要依靠还原糖。生长期糖分积累少,停止生长到进入成熟期前亦变化不大。成熟期糖分急剧增加,充分成熟的果实含糖量最高。因此未成熟的果实烘烤后外观不良,甜度很低。果实中可溶性固形物含量变化与总糖相似。

罗汉果果实维生素C含量高,变化大。随着果实发育,含量逐渐降低,直到果实成熟,但进入成熟期后变化不大。

实验结果证明,果实体积停止生长后,尚有很长的发育时间,内含物主要在这段时间累积,且在进入成熟期后才迅速增加,因此采果应在果实充分成熟(果实变黄,果柄干枯)后,如过早采收,不仅外观不佳,更严重影响果实风味品质,这在生产上应引起足够的重视。

### 参 考 文 献

- (1) 中国土壤学会农业化学专业委员会编, 1983: 土壤农业化学常规分析方法, 科学出版社, 300—316页。

## A STUDY ON THE VARIATION OF MATERIAL CONTENTS IN THE GROWTH AND DEVELOPMENT IN LUOHANGUO

Jiang Xinneng, Li Feng, Jiang Hanming  
(Guangxi Institute of Botany, Guilin)

**Abstract** Luohanguo is the fruits of *Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey. After the flowers are pollinated, the size of the fruit gradually increases. In the first three days after pollination, the vertical growth of fruit is most fast and then slows gradually. The fastest growth in diameter of fruits is at the 9th to 15th day after pollination. The increment of size comes to cease in 30 days. In the process of growing, the contents of dry matter in the fruit varies from low to high. The contents of total sugar increase by degree, but reducing sugar and irreducing sugar are different. Vitamin C gradually reduces with the development of the fruits.

**Key words** Luohanguo; growth and development; material contents