

## 架式与密度对罗汉果产量及品质的影响

陈继富, 刘举

(湘西职业技术学院, 湖南 吉首 416000)

**摘要:**以‘农青2号’罗汉果为试验材料,在露地进行棚架与篱架密植栽培试验,统计单位面积产果数和各等级果实率,分析果实甜苷V、总糖和V-C含量的变化。结果表明:棚架栽培每1 hm<sup>2</sup>产果数较篱架栽培提高了10.8%,二者差异显著;2种架式特果率、大果率和中果率间的差异均无统计学意义;2种架式每1 hm<sup>2</sup>产果数随栽培密度的增大而明显增加,但特果率和大果率随栽培密度的增大总体呈下降趋势,架式、密度、架式与密度互作对中果率 and 外果率的影响无统计学意义,小果率随栽培密度的增大总体呈上升趋势;篱架栽培果实甜苷V含量较棚架栽培提高了9.6%,2种架式间差异显著,但2种架式总糖、V-C含量间的差异均无统计学意义;2种架式甜苷V、总糖和V-C含量随栽培密度的增大呈先上升后下降的趋势;棚架栽培在行株距2.0 m×2.0 m条件下能获得较好的鲜销品质,篱架在行株距1.5 m×2.5 m条件下的果实加工品质较好。

**关键词:**罗汉果;架式;密度;产量;品质

中图分类号:S567.23<sup>+</sup>9

文献标志码:A

文章编号:1007-1032(2014)02-0168-05

## Effects of cultivation trellis and density on the yield and quality of *Siraitia grosvenorii*

CHEN Ji-fu, LIU Ju

(Xiangxi National Vocation Technical College, Jishou, Hunan 416000, China)

**Abstract:** A kind of *Siraitia grosvenorii*, Nongqing NO.2, was planted at scaffolding and trellis close planting mode in open field, to investigate its fruit number, fruit rate of various grades, as well as to test the change of mogroside V, gross sugar and vitamin C in fruit at 1 hm<sup>2</sup> area. The results showed that the fruit number at scaffolding mode was increased by 10.8% compared with that of trellis close planting mode, but the differences among the rate of extra big size fruit, big size fruit and middle size fruit were no significance. The fruit number per hm<sup>2</sup> at both planting mode was obviously increased with planting density, however, the rate of extra big size fruit and big size fruit were declined with the increase of planting density. There were no impact of trellis form, density and planting mode on the rate of middle size fruit and substandard fruit, while, the rate of small size fruit showed an increased trend with planting density. The content of mogroside V cultured at trellis close planting mode increased by 9.6% compared with that of cultured at scaffolding mode, however, there was no difference in content of V-C and total sugar between the two modes. The content of sweet glycosides V, total sugar and V-C increased firstly, and then decreased with planting density in both modes. Good marketing fresh quality could be acquired at scaffolding mode with the planting space at 2.0 m × 2.0 m, while good processing quality could be gotten at the planting space with 1.5 m × 2.5 m at trellis close planting mode.

**Key words:** *Siraitia grosvenorii*; cultivation trellis; density; yield; quality

罗汉果(*Siraitia grosvenorii*)为中国传统的葫芦科药食同源植物,富含多种营养和有效药用成分,具有解热、润肺、止咳、去痰和促进肠胃机能等功效,已在医药和食品行业得到了广泛的开发利用<sup>[1]</sup>。

自20世纪80年代以来,罗汉果在广西大面积推广种植,已成为广西重要的经济作物<sup>[2-3]</sup>。随着国内外市场对罗汉果需求量的增加,罗汉果种植区也由广西向湖南、贵州等地区扩展。2007年,湖南湘西

地区开始引种罗汉果,至2012年种植面积达200 hm<sup>2</sup>以上。罗汉果是蔓生植物,其栽培架式和密度与其叶幕微气候有直接关系。有关架式或密度对葡萄、玉米产量与质量影响的研究<sup>[4-7]</sup>较多,但少见罗汉果栽培架式与栽植密度关系的报道。笔者以‘农青2号’罗汉果为试验材料,研究棚架和篱架不同种植密度对罗汉果产量和品质的影响,以期为湖南湘西地区推广种植罗汉果提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

罗汉果种苗为‘农青2号’组培苗,由广西莱茵生物股份有限公司培育,2012年4月中旬引进。种苗高10~15 cm,具4片以上功能叶,顶芽健壮,根系发达,无病虫害及机械损伤。

### 1.2 主要仪器设备和试剂

主要仪器:XT-9900型智能微波消解仪;电加热板;KQ-500DB型数控超声波清洗器;LD25-Z低速自动平衡离心机;723A型分光光度计;RE52-99旋转蒸发器;HWS24电热恒温水浴锅;粉碎机;10109数显式电热恒温干燥箱和SPD-20A高效液相色谱仪(日本岛津公司生产,C18柱色谱柱,250 mm×4.6 mm,5.0 μm,乙腈-水梯度洗脱0~40 min,流速1.0 mL/min,进样量10 μL,检测波长203 nm,柱温30.0℃)。

主要试剂:罗汉果甜苷V标准品(纯度>98%,成都曼斯特生物科技有限公司生产);葡萄糖标样;蒽酮;2,6-二氯酚靛酚;活性炭;酚酞;乙醇;甲醇;硫酸;香草醛。以上试剂均为分析纯。

### 1.3 方法

试验园设在湘西职业技术学院实习农场。土壤为黏质黄壤土,肥力中等,0~40 cm土层有机质含量10.4 mg/kg,pH 5.8,碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为18.75、12.34、103.6 mg/kg,氧化还原电位192.27 mV。排水良好,有人工辅助灌溉设施。当地年平均气温16.2℃,7月平均气温27.4℃,10℃年有效积温约为5 000℃左右,年降水量1 300~1 400 mm,年日照时间1 240~1 435 h,年无霜期250~280 d。

设架式(A)和密度(B)2个试验因素,其中,架

式设棚架(A<sub>1</sub>)和篱架(A<sub>2</sub>)2个水平,密度设6个水平,分别为1.5 m×2.0 m(B<sub>1</sub>)、1.5 m×2.5 m(B<sub>2</sub>)、1.5 m×3.0 m(B<sub>3</sub>)、2.0 m×2.0 m(B<sub>4</sub>)、2.0 m×2.5 m(B<sub>5</sub>)和2.0 m×3.0 m(B<sub>6</sub>)。A与B共组合成12种处理,分别用A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>4</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>5</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>6</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>4</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>5</sub>和A<sub>2</sub>B<sub>6</sub>表示。每小区种植5行,每行5株,每处理3个小区重复。小区四周种植保护株,随机区组排列。

棚架高1.8 m,用网眼大小15 cm×15 cm的塑网绳搭建建成水平棚面,以承载罗汉果植株的枝蔓和果实。采用“1-6-12”整形方式,即1个主蔓长至高出棚面约50 cm时短截,侧芽萌发后选留6个侧蔓培养成一级侧蔓。一级侧蔓长30 cm时留2叶短截,分别培养2个二级侧蔓作为结果蔓,其余侧蔓全部抹除。篱架高2.0 m,每间隔40 cm拉一道铁丝,共5层。采用单臂五层式整形方式,即主蔓生长至每层铁丝处时于同侧培养1个一级侧蔓,并水平绑缚在铁丝上。1~3层上的一级侧蔓长30 cm时留1叶短截,分别培养1个二级侧蔓;二级侧蔓长30 cm时留1叶再短截,分别培养1个三级侧蔓作结果蔓。4~5层上的一级侧蔓不短截或短截1次即可现籽成为结果蔓。其余侧蔓全部抹除。

开花后及时从另地栽植的罗汉果雄株上采集雄花进行人工授粉,8月30日结束授粉。其他均按陈继富等<sup>[8-9]</sup>的方法进行管理。

### 1.4 测定指标及方法

果实成熟前,于每处理小区随机抽取3株植株进行观察,并挂牌标记。果实成熟后采果,统计单株结果数,并参照相关标准统计各等级果实数<sup>[10]</sup>,然后将其折算成每1 hm<sup>2</sup>结果数及各等级果实的百分比。

在挂牌标记的植株中,于11月1日、15日和30日分别随机采摘成熟的鲜果,每株采3个,用变温法<sup>[11]</sup>烘干,分别粉碎后过筛,密封备用。采用蒽酮比色法<sup>[12]</sup>测定总糖含量;采用高效液相色谱法<sup>[13]</sup>测定甜苷V含量;采用2,6-二氯酚靛酚滴定法<sup>[14]</sup>测定维生素C含量。

### 1.5 数据统计与分析

采用Excel 2003对试验数据进行统计,并作差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 各处理罗汉果的产果数及其果实分级情况

#### 2.1.1 产果数

表 1 结果表明, 产果数以处理 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 的最高, A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 的次之, A<sub>2</sub>B<sub>6</sub> 的最低。A<sub>1</sub> 架式条件下不同密度水平的每 1 hm<sup>2</sup> 产果数差异均达显著或极显著水平; A<sub>2</sub> 架式不同密度水平的每 1 hm<sup>2</sup> 产果数除 A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>、

A<sub>2</sub>B<sub>4</sub> 间的差异无统计学意义外, 其余处理间的差异均达显著或极显著水平。架式单因素处理 A<sub>1</sub> 的产果数较 A<sub>2</sub> 提高了 10.8%, 差异达显著水平; 密度单因素处理各水平产果数间的差异均达显著或极显著水平。综合分析, 棚架栽培罗汉果的产果数比篱架栽培的多, 2 种架式的每 1 hm<sup>2</sup> 产果数随栽培密度的增大明显增多。

表 1 各处理罗汉果的产果数

Table 1 Fruit number of *Siraitia grosvenorii* for different treatments

处理	产果数/(个·hm <sup>-2</sup> )	占总产果数的比率/%				
		特果	大果	中果	小果	外果
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	(315 221±70.4)aA	(4.4±1.9)dC	(36.7±2.8)cB	41.2±3.4	(16.1±1.4)aA	1.6±0.3
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	(273 458±58.6)cC	(5.8±2.3)cdBC	(37.8±3.4)bcB	42.1±3.6	(12.6±1.2)bB	1.7±0.4
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	(220 211±41.3)eE	(10.8±3.5)aA	(42.5±3.8)aA	42.2±4.2	(3.2±0.6)dD	1.3±0.6
A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	(256 458±50.4)dCD	(9.9±3.4)aA	(42.1±3.6)aA	42.5±4.0	(4.3±0.7)dD	1.2±0.3
A <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	(204 374±45.3)ff	(11.1±4.0)aA	(42.2±3.2)aA	41.9±3.3	(3.7±1.0)dD	1.1±0.2
A <sub>1</sub> B <sub>6</sub>	(169 701±52.8)ghGH	(11.6±3.7)aA	(43.3±2.9)aA	40.7±3.0	(3.1±0.8)dD	1.3±0.4
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	(294 357±69.4)bb	(6.3±1.7)bcBC	(38.7±2.7)bb	41.5±4.2	(11.8±2.5)bb	1.7±0.1
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	(259 558±58.6)dCD	(7.1±2.0)bb	(41.3±3.7)abAB	42.1±3.7	(8.2±1.7)cC	1.3±0.4
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	(210 357±43.7)efEF	(6.9±1.3)bcB	(41.0±3.5)abAB	42.2±4.1	(8.5±2.4)cC	1.4±0.1
A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	(224 558±65.0)eE	(6.6±2.2)bcB	(41.5±2.5)abAB	42.3±3.6	(8.1±1.9)cC	1.5±0.2
A <sub>2</sub> B <sub>5</sub>	(179 286±44.1)gG	(7.2±2.4)bb	(42.4±3.3)abAB	41.4±2.9	(7.4±2.3)cC	1.6±0.3
A <sub>2</sub> B <sub>6</sub>	(160 295±62.0)hH	(7.7±1.7)bb	(43.1±3.5)aA	43.2±3.8	(4.8±1.2)dD	1.2±0.1

  

处理	产果数/(个·hm <sup>-2</sup> )	占总产果数的比率/%				
		特果	大果	中果	小果	外果
A <sub>1</sub>	239 904 cC	8.9 aA	40.7 abAB	41.8	7.2 cBC	1.4
A <sub>2</sub>	221 402 dCD	7.0 abA	41.3 abAB	42.1	8.1 bcB	1.5
B <sub>1</sub>	304 789 aA	5.4 cB	37.7 cB	41.4	13.9 aA	1.6
B <sub>2</sub>	266 508 bB	6.5 bcB	39.5 bcAB	42.1	10.4 bB	1.5
B <sub>3</sub>	215 284 dD	8.8 aA	41.7 abAB	42.2	5.9 cdC	1.4
B <sub>4</sub>	240 508 cC	8.3 abAB	41.8 abAB	42.4	6.2 cdC	1.3
B <sub>5</sub>	191 830 eE	9.1 aA	41.8 aAB	42.1	5.6 cdC	1.4
B <sub>6</sub>	164 998 fE	9.6 aA	43.2 aA	41.9	4.0 dC	1.3

#### 2.1.2 各处理罗汉果的分类统计

1) 特果率。从表 1 可以看出, 特果率以处理 A<sub>1</sub>B<sub>6</sub> 的最高, A<sub>1</sub>B<sub>5</sub> 的次之, A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 的最低。A<sub>1</sub> 架式条件下, B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 特果率间的差异显著, 二者均极显著低于 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 的特果率, 而 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 特果率间的差异无统计学意义。总体而言, A<sub>1</sub> 各密度水平的特果率随种植密度的增大而递减; A<sub>2</sub> 各密度水平特果率间的差异无统计学意义, 表明种植密度对特果率的影响因架式而异, 篱架栽培条件下, 罗汉果的特果率受种植密度的影响较小, 架式单因素处理 A<sub>1</sub> 的特果率高于 A<sub>2</sub>, 但差异无统计学意义; 密度单因素处理的特果率以 B<sub>6</sub> 的最高, B<sub>5</sub> 的次之, B<sub>1</sub> 的最低。B<sub>1</sub> 的特果率与 B<sub>2</sub> 特果率间的差异无统计学意义, 但与 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 特果率间的差异均达显著或极显著水平。B<sub>2</sub>、B<sub>4</sub> 间及 B<sub>3</sub>、

B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 间特果率的差异无统计学意义。

2) 大果率。由表 1 可见, 不同处理的大果率以 A<sub>1</sub>B<sub>6</sub> 的最高, A<sub>2</sub>B<sub>6</sub> 的次之, A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 的最低。A<sub>1</sub> 架式条件下, B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 的大果率均极显著低于 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 的大果率, B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 间及 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 间大果率的差异无统计学意义。总体而言, A<sub>1</sub> 各密度水平的大果率随种植密度的增大而递减, A<sub>2</sub> 架式下 B<sub>1</sub> 的大果率显著低于 B<sub>2</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>, 极显著低于 B<sub>6</sub>, 处理 B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 大果率间的差异无统计学意义。架式单因素处理 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 大果率间的差异不显著, 密度单因素处理 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 大果率间的差异无统计学意义, 其中 B<sub>1</sub> 的大果率低于 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub> 和 B<sub>6</sub>, 差异达显著或极显著水平, B<sub>2</sub> 的大果率显著低于 B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub>。B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 大果率间的差异无统计学意义。

3) 小果率。表 1 结果表明, 不同处理的小果率以 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 的最高, A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> 的次之, A<sub>1</sub>B<sub>6</sub> 的最低。A<sub>1</sub> 架式条件下 B<sub>1</sub> 的小果率极显著高于 B<sub>2</sub>, B<sub>2</sub> 的小果率极显著高于 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub>, 处理 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 小果率间的差异无统计学意义。总体而言, A<sub>1</sub> 各密度水平的小果率随种植密度的增大而递增; A<sub>2</sub> 架式条件下 B<sub>1</sub> 的小果率极显著高于 B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub>, 处理 B<sub>6</sub> 的小果率极显著低于 B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>。处理 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub> 小果率间的差异无统计学意义, 但均极显著高于 B<sub>6</sub>。架式单因素处理 A<sub>1</sub> 的小果率低于 A<sub>2</sub>, 但差异无统计学意义, 表明架式对小果率的影响不明显; 密度单因素处理对小果率的影响与 A<sub>1</sub> 架式条件下各密度水平的表现基本相似。

4) 中果率和外果率。由表 1 可见, 架式、密度、架式和密度互作对中果率和外果率的影响不明显。

## 2.2 架式与密度对果实品质的影响

### 2.2.1 对果实甜苷 V 含量的影响

表 2 结果表明, 甜苷 V 含量以处理 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> 的最高, A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> 的次之, A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 的最低。A<sub>1</sub> 架式条件下 B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 甜苷 V 含量间的差异无统计学意义, 其中 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub> 的甜苷 V 含量高于 B<sub>1</sub>, 差异达显著水平。A<sub>2</sub> 架式条件下, B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub> 的甜苷 V 含量

同处较高水平, 彼此间的差异无统计学意义, 其中 B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub> 的甜苷 V 含量均显著高于 B<sub>1</sub> 和 B<sub>6</sub>。总体而言, 罗汉果甜苷 V 含量随种植密度的增大呈先上升后下降的趋势, 其中以架式 A<sub>1</sub> 的表现更明显。架式单因素处理 A<sub>2</sub> 的甜苷 V 含量比 A<sub>1</sub> 的高 9.6%, 差异达显著水平。密度单因素处理水平甜苷 V 含量间的差异无统计学意义。

### 2.2.2 对果实总糖含量的影响

由表 2 可见, 果实总糖含量以 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> 的最高, A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> 的次之, A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 的最低。A<sub>1</sub> 架式条件下, B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub> 总糖含量间的差异无统计学意义, 其中 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub> 的总糖含量显著或极显著高于 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>, 处理 B<sub>5</sub> 的总糖含量与 B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub> 总糖含量间的差异无统计学意义, 但与 B<sub>1</sub> 总糖含量间的差异达极显著水平。A<sub>2</sub> 架式条件下, B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub> 的总糖含量同处较高水平, 彼此间的差异无统计学意义, 其中 B<sub>2</sub> 的总糖含量显著高于 B<sub>5</sub>, B<sub>3</sub> 显著高于 B<sub>6</sub>。架式单因素处理 A<sub>2</sub> 的总糖含量高于 A<sub>1</sub>, 但差异无统计学意义, 表明架式对总糖含量的影响不明显。密度单因素处理的总糖含量以 B<sub>3</sub> 的最高, B<sub>4</sub> 的次之, B<sub>1</sub> 的最低。处理 B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub> 总糖含量间的差异无统计学意义, 其中 B<sub>3</sub> 的总糖含量与 B<sub>1</sub>、B<sub>6</sub> 总糖含量间的差异均达极显著水平。总体而言, 罗汉果总糖含量随种植密度的增大呈先上升后下降的趋势。

### 2.2.3 对果实 V-C 含量的影响

表 2 结果表明, 果实维生素 C 含量以 A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> 的最高, A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 的次之, A<sub>2</sub>B<sub>6</sub> 的最低。A<sub>1</sub> 架式条件下, B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 的维生素 C 含量与 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 间的差异均达显著或极显著水平。A<sub>2</sub> 架式条件下, B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub> 的维生素 C 含量均处于较高水平, 彼此间的差异无统计学意义, 但与 B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 维生素 C 含量间的差异均达显著水平。架式单因素处理 A<sub>1</sub> 的维生素 C 含量高于 A<sub>2</sub>, 但差异无统计学意义。密度单因素处理的维生素 C 含量以 B<sub>2</sub> 的最高, B<sub>1</sub> 的次之, B<sub>6</sub> 的最低; B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 的维生素 C 含量差异和 B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 维生素 C 含量差异均达显著或极显著水平, B<sub>3</sub> 与 B<sub>5</sub>、B<sub>6</sub> 维生素 C 含量间的差异均达显著水平。总体而言, 罗汉果维生素 C 含量随种植密度的增大呈上升趋势, 但密度过大时维生素 C 含量呈下降趋势。

表 2 各处理罗汉果的甜苷 V 和总糖及 V-C 含量  
Table 2 Mogroside V, gross sugar and vitamin C of *Siraiia grosvenorii* at different treatments

处理	甜苷 V 含量/%	总糖含量/%	V-C 含量/(mg·(100 g) <sup>-1</sup> )
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	(1.34±0.12)cB	(23.98±2.27)cC	(7.87±0.78)aA
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	(1.45±0.14)bcB	(25.76±2.25)bcBC	(7.96±0.81)aA
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	(1.50±0.19)bAB	(28.93±3.32)aAB	(6.53±0.70)bcAB
A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	(1.53±0.17)abAB	(28.54±3.25)aAB	(6.63±0.67)bcAB
A <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	(1.48±0.14)bcB	(27.26±3.20)abAB	(6.56±0.69)bcAB
A <sub>1</sub> B <sub>6</sub>	(1.44±0.13)bcB	(26.68±2.24)bcB	(6.40±0.72)bcB
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	(1.52±0.17)bAB	(28.34±3.12)abAB	(7.31±0.75)abAB
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	(1.68±0.16)aA	(29.25±3.44)aA	(7.52±0.74)abAB
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	(1.66±0.18)aA	(28.92±3.37)aAB	(7.24±0.69)abAB
A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	(1.63±0.16)abAB	(27.24±3.01)abAB	(6.32±0.65)cB
A <sub>2</sub> B <sub>5</sub>	(1.59±0.14)abAB	(27.12±2.65)bAB	(6.15±0.67)cB
A <sub>2</sub> B <sub>6</sub>	(1.51±0.15)bAB	(26.04±2.21)bcBC	(6.05±0.77)cB
处理	甜苷 V 含量/%	总糖含量/%	V-C 含量/(mg·(100 g) <sup>-1</sup> )
A <sub>1</sub>	1.46 b	26.86 abAB	6.99 abAB
A <sub>2</sub>	1.60 a	27.82 abAB	6.77 abAB
B <sub>1</sub>	1.46 b	26.16 bB	7.59 aAB
B <sub>2</sub>	1.56 ab	27.51 abAB	7.74 aA
B <sub>3</sub>	1.57 ab	28.93 aA	6.89 abAB
B <sub>4</sub>	1.57 ab	27.89 abAB	6.48 bcAB
B <sub>5</sub>	1.53 ab	27.19 abAB	6.36 cB
B <sub>6</sub>	1.48 b	26.36 bB	6.23 cB

### 3 结论与讨论

a. 架式与密度对罗汉果产量的影响。由于市场上不同等级罗汉果的价格有很大差异,特大果价格远高于其他果,中大果价格高于小果 2~4 倍,所以,除罗汉果产果数量外,特果率和大、中果率是影响其市场收益的重要因素。本试验中,棚架栽培每 1 hm<sup>2</sup> 产果数较篱架栽培提高了 10.8%,差异达显著水平,表明棚架栽培提高罗汉果产果数的效果优于篱架栽培,但棚架栽培的特果率和大果率随栽培密度的增大而下降的幅度大于篱架栽培,表明篱架较棚架更适合密植。这种情况与葡萄的棚架栽培效果和篱架栽培效果<sup>[15]</sup>极其相似,但罗汉果枝蔓较长,篱架栽培罗汉果只能通过缩小行距来增大种植密度。

b. 架式与密度对罗汉果品质的影响。笔者的前期研究结果<sup>[16]</sup>表明,在密植条件下,篱架栽培提高罗汉果甜苷 V 的效果明显优于棚架栽培。这可能是由于篱架两面受光,在密植条件下,叶幕的 PAR 光能截留和果际光热微气候为果实甜苷 V 的合成与累积提供了较理想的生境。目前,罗汉果鲜果一般用于提取甜苷,所以,生产上采用篱架并通过缩小行距提高种植密度,可以有效提高罗汉果及其提取物的品质和商品价值。棚架和篱架的种植密度过高(B<sub>1</sub>)时,果实的甜苷 V、总糖和维生素 C 含量均明显下降。这可能是因过度密植时,叶幕光、温微区气候恶化,导致甜苷 V、糖分和维生素 C 的合成减缓。低密度种植(B<sub>5</sub>和 B<sub>6</sub>)时,果实的甜苷 V、总糖和维生素 C 含量也较低,这可能与罗汉果的原生境及其移栽后的生长状况有关。罗汉果原生境为海拔 200~600 m 的向阳山地,相对湿度 75%左右,每天光照时间 6~7 h<sup>[17-18]</sup>。本试验中,中、高密度种植区(B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>)的环境更接近于罗汉果的原生境,因此,果实次生代谢产物的积累也较高。

综上所述,科学设置架式与密度可提高罗汉果的产量和品质,但因为加工原料果和鲜销果对生产成本和果实外观的要求各有侧重,所以,生产上应根据具体情况选择不同的架式与密度。从本试验结果来看,若以鲜销果为生产目标,A<sub>1</sub>B<sub>4</sub> 模式(株行距 2.0 m×2.0 m, 2 500 株/hm<sup>2</sup>)罗汉果的产量、特果率、大中果率及果实的综合营养品质较高,能获得较好的市场收益;若以加工原料果为生产目标,A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> 模式(株行距 1.5 m×2.5 m, 2 667 株/hm<sup>2</sup>)罗汉果的甜苷 V、总糖、V-C 含量及产量等综合水平较

高,果实的加工品质较好。

#### 参考文献:

- [1] 何伟平,朱晓韵,何超文.罗汉果的应用研究进展及产品开发中存在的问题[J].食品工业科技,2012,33(11):400-402.
- [2] 蒋水元,李锋,李虹,等.罗汉果组培苗生物学特性研究[J].广西植物,2008,28(5):640-644.
- [3] 何金旺.培育罗汉果优质大果的关键措施[J].广西农学报,2006,23(3):44-45.
- [4] 陈建红,赵明,方仁,等.不同架式对“北字号”葡萄酒生长及果实品质的影响[J].2009,20(1):14-15.
- [5] 满丽婷,赵文东,高圣华,等.不同架式和负载量对“晚红”葡萄果实品质的研究[J].北方果树,2011(5):11.
- [6] 张庆田,艾军,王振兴,等.不同栽培架式对五味子产量及枝条生长势的影响[J].北方园艺,2010(14):197-198.
- [7] 时成俏,王兵伟,黄安霞,等.不同种植密度、施氮量及栽培方式对玉米品种桂糯 518 产质量的影响[J].南方农业学报,2011,42(5):496-499.
- [8] 陈继富,田启建.罗汉果组培苗在湖南湘西地区的引种研究[J].北方园艺,2010,21(11):206-209.
- [9] 陈继富.罗汉果农青 2 号移栽生物学特性及适应性研究[J].安徽农业科学,2011,39(10):5757-5760.
- [10] GB/T20357—2006,地理标志产品永福罗汉果[S].
- [11] 钟仕强.罗汉果加工的新变温曲线试验[J].中国中药杂志,1999,24(1):31.
- [12] 张志良,瞿伟箐.植物生理学实验指导[M].2版.北京:高等教育出版社,2007:1-3,175-183.
- [13] 刘金磊,李典鹏,黄永林,等.HPLC 法测定不同生长期罗汉果苷 III、IV、V 的含量[J].广西植物,2007,27(4):665-668.
- [14] 王秀奇,秦淑媛,高天慧.基础生物化学实验[M].2版.北京:高等教育出版社,2002:195-201.
- [15] 张大鹏.栽植方式、叶幕微区气候与葡萄生产[J].葡萄栽培与酿酒,1989(3):42-55.
- [16] 陈继富,田启建,刘世彪.不同栽培方式对罗汉果生长、结果及品质的影响[J].热带作物学报,2012,33(12):2185-2189.
- [17] 张雅昕,白先达,邹玲,等.罗汉果生长气象条件分析[J].广西气象,2004,25(9):25-27.
- [18] 白先达,赵洪,唐更生,等.气象条件对罗汉果生长影响的分析[J].江西农业学报,2009,21(7):113-116.

责任编辑:王赛群

英文编辑:王 库