

5 个腰果无性系株形研究初报

梁李宏, 王金辉, 黄海杰, 黄伟坚, 张中润

中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所/农业部热带作物种质资源利用重点开放实验室, 海南 儋州 571737

摘要: 比较了 5 个腰果无性系株形之间的差异, 分析了各株形性状之间及其与产量性状之间的相关性。结果表明: 5 个无性系之间的主干高度、主干直径、2 级枝梢长度、3 级枝梢直径、4 级枝梢长度、4 级枝梢直径均存在显著差异, 1 级枝梢长度、1 级枝梢直径、2 级枝梢直径以及 3 级枝梢长度之间的差异均不显著; 5 个无性系之间的结果枝叶片数量、叶片长度、叶片宽度、株高、结果枝条数、结果数以及株产量均存在显著差异, 冠幅之间的差异不显著。5 个无性系的 2、3、4 级枝梢直径以及主杆直径之间的相关性达显著或极显著水平; 株高与 2、3 级枝梢直径以及主杆直径之间具有显著的相关性; 1 级枝梢长度与 1 级枝梢直径之间呈显著的负相关关系; 叶片长度和宽度之间呈极显著的正相关关系。产量与结果枝条数、结果数以及冠幅之间呈显著或极显著的正相关关系。5 个无性系中, HL2-21、FL30 分别适宜作抗风固沙、水土保持的生态经济林优良树种。

关键词: 腰果; 无性系; 株形; 产量; 差异; 相关性

中图分类号: S667.9

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2010) 04-0904-04

株形是指植株各部分的空间排列的形式, 作物只有具有合理的株形, 才能高效率地利用光能, 有利于提高光合作用速率和产量^[1]; 株形问题的研究, 始于小麦而深入于水稻, 现在已涉及到各种作物^[2], 通过理想株形品种构建优良群体结构, 实现作物高产, 目前已在水稻、小麦、高粱和普通玉米等作物上取得了重大进展^[3]。腰果是典型的热带常绿乔木果树, 耐旱、耐瘠薄, 不耐寒, 在 20°S~20°N 以内的热带国家和地区多有栽培, 我国腰果主要种植在海南省滨海沙土、燥红土地区和云南省干、湿热河谷低海拔山地, 是沿海、干热河谷地区生态经济林带建设的优良树种^[4]。腰果树的株形不但对腰果产量产生影响, 同时对腰果树在抗风固沙、水土保持等生态环境方面具有重要作用。对腰果树的株形研究, 至今未见报道。为此, 2009 年 1 月, 笔者对 5 个腰果无性系 (CP63-36、FL30、GA63、HL2-13、HL2-21) 的株形性状进行测定, 并于同年 5 月进行测产, 以期探讨腰果无性系株形之间的差异、各株形性状相互之间以及与产量性状之间的关系, 为筛选出高产、具有良好生态效果的无性系和为满足生态经济林带建设需要而开展腰果株形选育种提供技术理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于海南省乐东县利国镇, 地理位置 18°31' N、108°52' E; 年均温 25.0~26.0 °C, 最冷月 (1 月) 月均温 20.0~22.0 °C; 年降雨量 1000~

1300 mm, 年蒸发量 1800~2300 mm, 年均风速 3.9 m·s⁻¹, 是海南省最适宜种植腰果的地区之一^[5]。试验果园面积 3.3 hm², 土壤为燥红土; 供试植株为 6 龄腰果无性系, 于 2003 年 6 月播种, 2004 年 5 月大田芽接。2005、2006 年试验果园每株腰果树分别施尿素 0.25 kg、0.50 kg, 2007、2008 年每株腰果树施尿素 1.0 kg, 复合肥 (15-15-15) 0.5 kg。

1.2 测定内容及方法

测定内容: 腰果树主杆高度和直径、各级枝梢长度和直径、株高、冠幅, 结果枝叶片数量、长度和宽度、结果枝条数、单果重、结果数以及株产量。

测定方法: 5 个腰果无性系各随机选择 5 株树, 测定各项指标数值。(1) 测定一级枝梢长度、直径, 计算时取平均值;(2) 随机选择 3 条二级枝梢, 测定枝梢长度、直径, 计算时取平均值;(3) 随机选择 3 条三级枝梢, 测定枝梢长度、直径, 计算时取平均值。(4) 随机选择 3 条四级枝梢, 测定枝梢长度、直径, 计算时取平均值;(5) 在树冠的东南西北四个方位分别随机选择 1 条结果枝, 计算成熟叶片数, 计算时取平均值;(6) 从结果枝的最顶部 1 片叶开始连续测定 5 片成熟叶片的长度、宽度, 计算时取平均值;(7) 在树冠中部的东南西北四个方位, 分别随机选择 1.0 m², 计算结果枝条数, 计算时取平均值;(8) 在树冠中部的东南西北四个方位, 分别随机选择 1.0 m², 计算腰果粒数, 计算时取平均值;(9) 称重 100 粒腰果重量, 计算平均单果重;(10) 测定腰果树的株高、冠幅, 计算树冠面积和产量。

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (No.PZS059); 农业部“948”项目 (No.2005-C14)

作者简介: 梁李宏 (1962 年生), 男, 研究员, 主要从事腰果选育种与腰果高产栽培技术研究。E-mail: lianglh62@yahoo.com.cn

收稿日期: 2010-03-15

主干高度、各级枝梢长度、株高、冠幅、叶片长度和宽度用卷尺和钢尺测定，主干直径和各级枝梢直径用游标卡尺测定，腰果单果质量用天平测定（精确至 0.01 g）。试验数据用 DPS 软件进行统计。

2 结果与分析

2.1 5个腰果无性系株形的差异性分析

5个腰果无性系中，CP63-36的主干长度中等，直径最小，2级枝梢较长，3级枝梢较细，4级枝梢最长、直径较小；FL30的主干较长，直径较大，2

级枝梢最长，3级枝梢较粗，4级枝梢长度中等、直径较大；GA63的主干最短，直径最大，2级枝梢长度中等，3级枝梢直径最大，4级枝梢较长、直径最大；HL2-13的主干最长，直径中等，2级枝梢较短，3级枝梢直径中等，4级枝梢最短、直径中等；HL2-21的主干较短，2、3级枝梢最短、直径最小，4级枝梢较短、直径最小。5个腰果无性系之间，1级枝梢长度、直径、2级枝梢直径以及3级枝梢长度的差异均不显著(表 1)。

表 1 5个腰果无性系株形性状(I)之间的差异

Table 1 The difference of plant shape characters (I) among five cashew clones

单位：cm

无性系	主干		1 级枝梢		2 级枝梢		3 级枝梢		4 级枝梢	
	高度	直径	长度	直径	长度	直径	长度	直径	长度	直径
CP63-36	35.0±10.4 ab	11.76±0.89 b	31.2±11.4 a	9.08±1.05 a	30.8±9.9 ab	6.78±0.67 a	27.8±10.1 a	6.00±0.77 bc	29.0±3.3 a	5.38±0.60 bc
FL30	37.4±13.2 ab	13.42±0.74 a	32.8±14.5 a	8.84±0.98 a	36.6±5.7 a	7.42±0.77 a	27.0±5.6 a	6.78±0.72 ab	24.2±7.0 ab	6.00±0.56 ab
GA63	23.4±7.0 b	13.50±0.55 a	27.2±13.2 a	8.70±0.85 a	29.4±9.3 ab	7.56±0.82 a	28.2±5.2 a	7.34±0.75 a	26.6±9.8 ab	6.36±0.53 a
HL2-13	48.0±9.6 a	12.86±1.20 ab	26.4±6.1 a	8.70±0.85 a	26.6±4.2 ab	7.66±0.43 a	26.6±4.3 a	6.56±0.62 abc	19.6±5.4 b	5.70±0.55 abc
HL2-21	33.6±13.3 ab	12.16±0.47 b	30.6±8.3 a	7.96±0.52 a	25.2±4.2 b	6.60±0.95 a	23.0±6.8 a	5.66±0.70 c	23.2±1.6 ab	5.18±0.58 c

注：同列数据后不同字母表示差异达 5%显著水平。下同。

测定数据(表 2)表明，CP63-36 结果枝叶片数量最多，叶片较短、宽度中等，枝梢密度最小；FL30 的叶片数量较多，叶片最长、最宽；GA63 的叶片数量较少，叶片长度中等、较宽；HL2-13 的叶片数量中等，叶片较长、较窄；HL2-21 的叶片数量最少，叶片最短、最窄，但枝梢最密集。5 个腰果无性系中，FL30 的植株最高，显著高于其它 4 个无性系；

冠幅以 GA63 最大，依次为 HL2-21、HL2-13、FL30 和 CP63-36，但差异均不显著。HL2-21 结果枝条数最多，显著多于其它 4 个无性系；CP63-36 结果枝条数最少。结果数以 HL2-13 最多，依次为 HL2-21、GA63、FL30 和 CP63-36。FL30 单果重最大，其次为 HL2-21，HL2-13 最小。株产量由高到低依次为 HL2-21、HL2-13、FL30、GA63 和 CP63-36。

表 2 5个腰果无性系株形性状(II)以及产量性状之间的差异

Table 2 The difference of plant shape characters (II) and yield characters among five cashew clones

无性系	株高/m	冠幅/m	结果枝条数/ (条·m ⁻²)	结果枝叶片			单果重/g	单株结果量	
				数量/片	长度/cm	宽度/cm		数量/粒	产量/kg
CP63-36	3.42 ± 0.2 2 b	4.92 ± 0.39 a	22.4 ± 3.1 c	34 ± 4 a	13.7 ± 0.4 c	8.0 ± 0.3 b	4.72	897 ± 164 c	4.23 ± 0.77 b
FL30	4.15 ± 0.30 a	4.99 ± 0.24 a	25.8 ± 2.9 bc	30 ± 7 ab	16.9 ± 1.1 a	9.6 ± 0.5 a	6.54	975 ± 174 c	6.37 ± 1.14 ab
GA63	3.66 ± 0.19 b	5.43 ± 0.21 a	26.4 ± 3.2 b	23 ± 2 c	14.4 ± 0.7 c	8.3 ± 0.5 b	4.72	1079 ± 194 bc	5.09 ± 0.92 b
HL2-13	3.62 ± 0.30 b	5.16 ± 0.39 a	26.6 ± 2.2 b	25 ± 3 bc	15.8 ± 0.5 b	7.8 ± 0.3 b	3.82	1677 ± 586 a	6.41 ± 2.24 ab
HL2-21	3.50 ± 0.17 b	5.35 ± 0.54 a	31.2 ± 1.9 a	22 ± 4 c	13.4 ± 0.8 c	7.1 ± 0.3 c	5.36	1584 ± 618 ab	8.49 ± 3.31 a

分析结果表明，5 个腰果无性系的部分株形性状之间存在显著差异。HL2-21 植株较矮，冠幅较大，主干较短、中粗，枝梢密集、短小，叶片短窄，单果较重，产量高。FL30 植株较高，冠幅中等，主干及各级枝梢较长、较粗，枝梢密度中等，叶片最大，单果最重，产量适中。综合比较后认为，HL2-21、FL30 分别适宜作抗风固沙、水土保持的生态经济林优良树种。

2.2 5个腰果无性系株形性状之间及其与产量性状之间的相关关系

测定结果(表 3)表明，5 个腰果无性系的部分株形性状之间具有一定的相关性。从表 3 看出，2、3、

表 3 2、3、4 级枝梢直径、主干直径以及株高之间的相关系数

Table 3 The correlation coefficients between the second to the fourth grade branch, trunk diameter and plant height

相关因子	2 级枝梢直径	3 级枝梢直径	4 级枝梢直径	主干直径
3 级枝梢直径	0.81**			
4 级枝梢直径	0.72**	0.91**		
主干直径	0.46 *	0.42 *	0.40 *	
株高	0.43 *	0.43 *	0.35	0.48*

4 级枝梢直径以及主干直径之间均有显著的相关性，其中 2、3、4 级枝梢直径之间的相关性达极显著水平；株高与 2、3 级枝梢直径以及主干直径之间有显著的相关性。

另外, 1级枝梢长度与1级枝梢直径之间呈显著的负相关关系(图1); 叶片长度和宽度之间呈极显著的正相关关系(图2); 产量与冠幅、结果数之间呈极显著的正相关关系(图3、图4), 与结果枝条数之间呈显著的正相关关系(图5)。

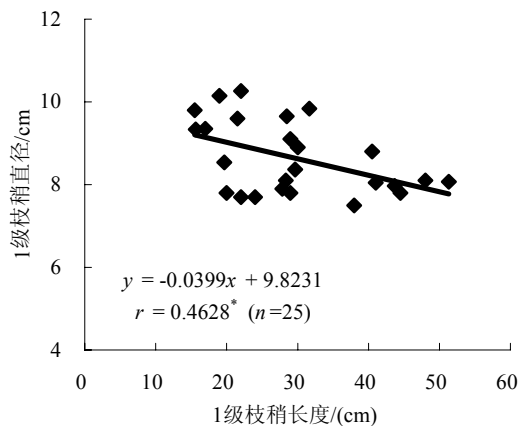


图1 1级枝梢长度和1级枝梢直径之间的相关性

Fig.1 Relationship between the length and diameter of the first grade branch

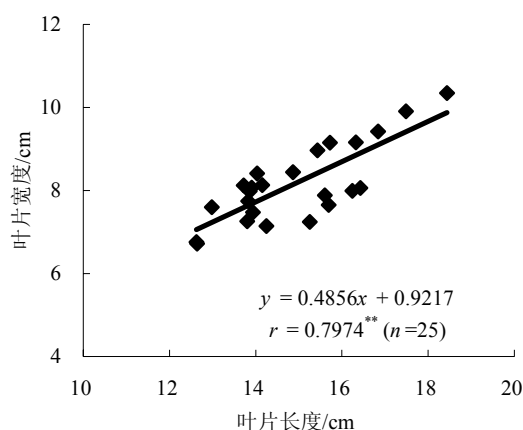


图2 叶片长度和叶片宽度之间的相关性

Fig.2 Relationship between the length and width of cashew leaf

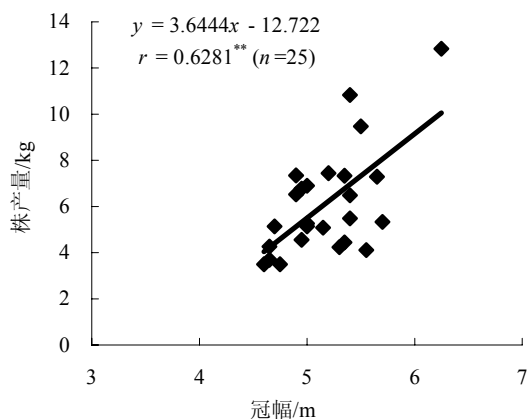


图3 产量与冠幅之间的相关性

Fig.3 Relationship between the yield and crown width

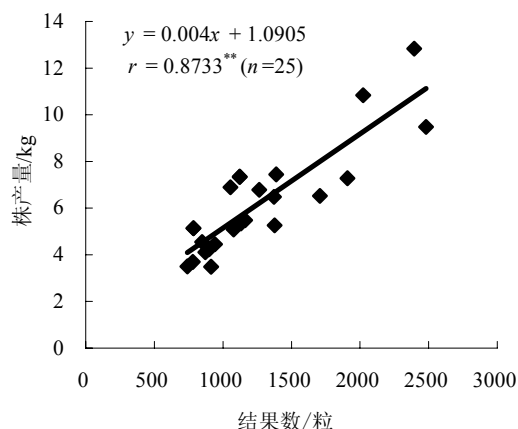


图4 产量和结果数之间的相关性

Fig.4 Relationship between the yield and fruit number

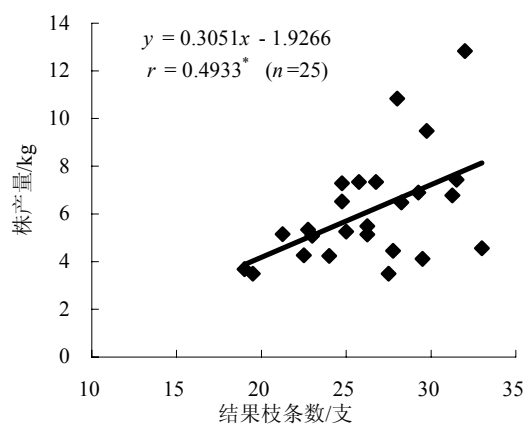


图5 产量与结果枝条数之间的相关性

Fig.5 Relationship between the yield and amount of bearing branch

3 讨论

(1) 生物产量的提高是获得超高产的主要原因之一, 提高生物产量有赖于高光效群体的构建, 高光效群体的形成则必须改善群体内个体的茎叶形态, 优化个体的受光姿态, 因此, 塑造理想株型模式的研究成为作物超高产育种研究的热点^[6]。株型是植株的形态结构及其生理、生态特点, 是植株的形态结构及其生理和生态所独具的特殊功能等诸方面的综合体现^[7], 形态上的高光效育种与生理上的高光效育种是相辅相成的, 目前由于生理育种在实践上较难操作, 因此, 遗传学家和育种家仍然比较注重形态上的高光效育种(株形育种)^[8]。选育高产腰果品种(系)是腰果高产、高效栽培的一项关键技术, 而株形选育种则是表现腰果的经济及生态效益相结合的重要育种方向之一。

(2) 树冠截留降雨是森林植被保持水土的重要一环^[9], 根据5个腰果无性系的株形性状综合比较, 提出HL2-21、FL30分别适宜作为防风固沙、水土保持的生态经济林带建设树种, 与江式邦的腰果种质资源评价结果是一致的^[10]。

(3) 5个腰果无性系产量与结果枝条数、冠幅及结果数之间具有显著的相关性,与 Nawale R.N.^[11]研究冠幅与产量呈正相关结果相似,其中产量与结果枝条数、产量与结果数具有显著的相关性为首次报道。

(4) 腰果选育种,特别是株形育种,应将株高、冠幅、结果枝条数及结果数等作为重要指标来考虑,以期达到高产高效和生态效果良好的选育种目的。本试验中尚未发现其它株形性状与产量之间有明显的相关性,这一问题尚待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 张其德. 株形与作物产量[J]. 植物杂志, 1988, (3): 31-33.
ZHANG Qideng. Plant shape and crop yield[J]. Plants, 1988, (3): 31-33.
- [2] 杨守仁. 水稻株形问题[J]. 安徽农业科学, 1983, (2): 5-14.
YANG Shouren. The plant shape problem of rice[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 1983, (2): 5-14.
- [3] 马玉波, 穆春生, 杨俊朋, 等. 高赖氨酸玉米部分株形性状与产量关系的研究[J]. 延边大学农学报, 1998, 20(1): 21-24.
MA Yubo, MU Chunsheng, YANG Junpeng, et al. Relations between plant type characteristics and grain yield in high lysine maize[J]. Journal of Agricultural Science Yanbian University, 1998, 20(1): 21-24.
- [4] 梁李宏, 郝永禄, 乔光明, 等. 滇南与滇西南地区发展腰果产业探讨[J]. 华南热带农业大学学报, 2005, 11(3): 12-19.
LIANG Lihong, HAO Yonglu, QIAO Guangming, et al. Exploration of commercialization of cashew industry in South and Southwest Yunnan[J]. Journal of South China University of Tropical Agriculture, 2005, 11(3): 12-19.
- [5] 梁李宏, 梅新, 黄伟坚, 等. 41份腰果种质经济性状分析[J]. 热带农业科学, 2007, 27(4): 21-25.
LIANG Lihong, MEI Xin, HUANG Weijian, et al. Analysis of economic properties for forty-one cashew germplasm[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2007, 27(4): 21-25.
- [6] 东丽. 作物超高产育种途径探析[J]. 西南农业学报, 2009, 22(5): 1477-1481.
DONG Li. Research on ways for super high yielding breeding of crop[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2009, 22(5): 1477-1481.
- [7] 叶新福. 初探超级稻育种与理想株型[J]. 福建稻麦科技, 1998, 16(1): 41-44.
YE Xinfu. Preliminary study on breeding and ideal plant type of super rice[J]. Fujian Science and Technology of Rice and Wheat, 1998, 16(1): 41-44.
- [8] 潘学彪, 韩月澎, 陈宗祥, 等. 水稻植株形态遗传改良的研究进展[J]. 扬州大学学报: 农业与生命科学版, 2004, 25(1): 36-40.
PAN Xuebiao, HAN Yuepeng, CHEN Zongxiang, et al. Progress in genetic improvement of rice plant morphological characters[J]. Journal of Yangzhou University: Agricultural and Life Science Edition, 2004, 25(1): 36-40.
- [9] 孟广涛, 方向京, 郎南军, 等. 云南金沙江流域山地圣诞树人工林水土保持效益[J]. 水土保持学报, 2000, 14(4): 60-63.
MENG Guangtao, FANG Xiangjing, LANG Nanjun, et al. Water and soil conservation benefits of man made acacia dealbata forest in mountain area of Jinshajiang River watershed in Yunnan[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2000, 14(4): 60-63.
- [10] 华南热带作物科学研究院, 中国农业科学院作物品种资源研究所. 海南岛作物(植物)种质资源考察文集[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 60-63.
South China Academy of Tropical Crops Science, Tropical Crops Genetic Resources Institute of CATAS. Investigated Collected Works of Crop Germplasm Resources in Hainan island[M]. Beijing: Agricultural Press, 1992: 60-63.
- [11] NAWALE R N. A note on high yielding characters in cashew[J]. Cashew Cause, 1985, (2): 12-15.

A preliminary study on the plant shape of five cashew clones

LIANG Lihong, WANG Jinhui, HUANG Haijie, HUANG Weijian, ZHANG Zhongrun

Tropical Crops Genetic Resources Institute, CATAS / Key Laboratory of Tropical Crops Germplasm Resources Utilization,
Ministry of Agriculture, Danzhou, Hainan 571737, China

Abstract: In this paper, the plant shape differences of five cashew clones were studied. The correlation among plant shape characters and the correlation between the yield and plant shape characters were analyzed. The results showed that: for trunk height, trunk diameter, the length of the second grade branch, the diameter of the third grade branch, the length and diameter of the fourth grade branch, the differences among the five cashew clones were significant, but for the length and diameter of the first grade branch, the diameter of the second grand branch, the length of the third grand branch, the differences were not significant. For leaf amount, length and width of bearing branch, plant height, the amount of bearing branch, the fruit number and the yield per tree, the differences among the five cashew clones were significant, but for crown width, the differences were not significant. The diameter of the second, the third and the fourth grade branch were all closely correlated with the trunk diameter and also closely correlated with each other. There was significant negative correlation between the length and the diameter of the first grand branch, and there was significant positive correlation between leaf length and width. The yield had a significant positive correlation with the amount of bearing branch, fruit number and crown width. In the five cashew clones, HL2-21 and FL30 are excellent species of ecological economic forest for wind-breaking and sand-fixing and for soil and water conservation respectively.

Key words: cashew; clone; plant shape; yield; difference; correlation