

文章编号: 1674-7054(2022)03-0259-05



火龙果果实与种子产量性状的相关性研究

李 涛¹, 王 猛¹, 李佳雪¹, 王周雯¹, 丁 一¹,
胡文斌³, 李洪立³, 汤 华^{1,2}

(1. 海南大学 热带作物学院, 海口 570228; 2. 海南大学 三亚南繁研究院/崖州湾种子实验室, 海南 三亚 572025; 3. 中国热带农业科学院 热带作物品种资源研究所, 海口 571700)

摘 要: 以红肉火龙果(*Hylocereus polyrhizus*)的果实为材料, 对火龙果的果实和种子的产量性状进行考察, 研究果实产量性状与种子产量性状的相关关系, 探索火龙果的产量形成机制。对火龙果果实按照大小分组取样, 对火龙果的种子产量性状和果实产量性状进行统计及相关性分析。结果表明: 单个火龙果的种子数量、种子质量与火龙果的果实质量高度相关; 火龙果果实的横径、纵径与果实质量高度相关; 火龙果的种子百粒重(质量)与果实质量、果实横径、果实纵径的相关不显著。因此, 在火龙果栽培中, 采取合适的栽培管理措施, 增加果实中的种子数量, 有利于提高火龙果的果实产量。

关键词: 火龙果; 果实; 种子; 产量性状; 相关分析

中图分类号: S 667.9 **文献标志码:** A

引用格式: 李涛, 王猛, 李佳雪, 等. 火龙果果实与种子产量性状的相关性研究 [J]. 热带生物学报, 2022, 13(3): 259-263. DOI: 10.15886/j.cnki.rds wxb.2022.03.008

红肉火龙果(*Hylocereus polyrhizus*)原产于中美洲, 其果实富含甜菜红素、植物白蛋白、维生素C和膳食纤维等营养物质, 口感清爽, 集食用、药用和观赏价值为一体, 是深受市场青睐的热带水果^[1]。近年来, 火龙果种植产业在我国台湾、海南、广西、广东、贵州和云南等地发展迅速, 种植面积和产量稳步增长, 种植区域逐步扩大^[2]。在火龙果产业迅速发展的同时, 也出现了一些阻碍火龙果产业发展的问 题, 例如产量低, 栽培技术不够规范等^[3]。

种子是果实的重要组成部分之一, 是内源激素合成和积累的主要场所, 在果实生长和发育过程中发挥着重要的作用^[4]。火龙果的果皮由子房壁发育而成, 果肉由子房发育而成, 种子由胚珠发育而成^[5], 种子数量是由子房中成功受粉的胚珠的

数量所决定^[6]。有研究表明, 在苹果, 西瓜和罗汉果等植物中, 果实种子的多少与果实大小成正相关性^[7-9]。对火龙果果实性状相关的研究主要涉及结果母枝与果实性状的相关性^[10]、授粉品种对果实性状的影响^[11]和火龙果花表型的多样性与果实性状的相关性^[12]等。火龙果的果实质量大小与火龙果的种子数量多少是否相关, 目前尚未见报道。本研究以我国火龙果主栽品种‘金都1号’为材料, 根据果实规格大小, 分组采样, 测定火龙果果实的质量、果实横径、果实纵径等果实产量性状和果实种子数量、种子质量、种子百粒重(质量, 下同)等种子产量性状。分析火龙果果实产量性状与种子产量性状之间的相关关系, 旨在为火龙果的产量形成机制提供理论解释, 为火龙果的高产栽培技术优化提供努力方向。

收稿日期: 2021-12-22

修回日期: 2022-01-23

基金项目: 海南省自然科学基金高层次人才项目(320RC487); 海南省重大科技计划项目(热带果树种质资源精准评价与创新利用, ZDKJ2021014)

第一作者: 李涛(1995-), 男, 海南大学热带作物学院 2019 级硕士研究生. E-mail: bieshuohualitao@163.com

通信作者: 李洪立(1975-), 男, 副研究员. 研究方向: 种质资源与遗传育种. E-mail: lihongli29@163.com; 汤华(1974-), 男, 教授. 研究方向: 作物遗传育种与分子生物学. E-mail: thtiger@163.com

1 材料与方 法

1.1 材料 供试的火龙果取自海南恩红农业科技有限公司火龙果基地,位于海南省东方市板桥镇。基地的火龙果主栽品种为‘金都1号’红肉品种,结果枝为3年生枝条,生长状况良好。枝条深绿色、粗壮,花冠大,花萼筒粗短,花瓣白色,柱头平或稍高于雄蕊,与雄蕊距离较近,自花亲和性好,不需要人工授粉即可结大果^[13]。

1.2 方法 研究取样时间为2020年9月中旬。在火龙果开花后30 d左右,采摘成熟果实,将采集的火龙果按照单果质量大小分为A(390~410 g)、B(290~310 g)、C(190~210 g)和D(90~110 g)4种规格(组),重复3次,每次取10个样本。取样后,以单个果实为单位,用电子天秤对每个果实样本称重;用游标卡尺测量每个果实样本的横向直径和纵向直径;从每个果实样本中收获和清洗得到种子,50℃烘箱烘干种子,对每个果实的种子

称重,从每份果实样本种子中随机取100粒称重得到百粒重(质量,下同),然后计算每个果实的种子数量。

1.3 数据分析 采用Excel 2007及SPSS 19.0软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 火龙果的果实产量性状 对不同组别的火龙果进行了横向和纵向排列比较(图1、2)。从图1可知,不同取样组的果实大小区别明显,A组的果实横径平均值为82.9 mm,纵径平均值为104.6 mm;B组的果实横径平均值为74.1 mm,纵径平均值为96.4 mm;C组的果实横径平均值为64.4 mm,纵径平均值为84.4 mm;D组的横径平均值为51.5 mm,纵径平均值为66.5 mm;果实越重,其横径和纵径越长。从图2可知,不同组间果实的横径和纵径均差异显著。

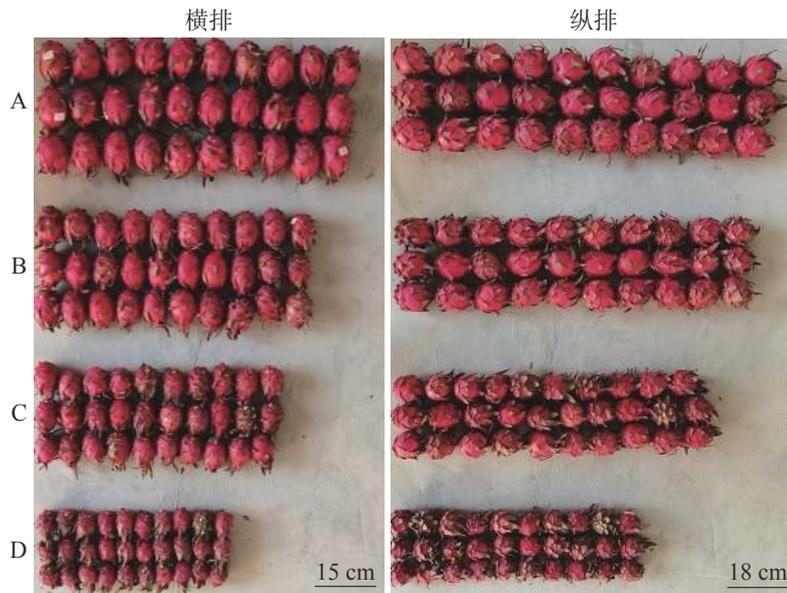


图1 火龙果不同组间样本的横排和纵排对比图

2.2 火龙果的种子产量性状 A、B、C和D4个样品组的种子百粒重均值依次为:91.86、90.78、90.86和91.36 mg;单果的种子总质量均值依次为:A组5.01 g,B组4.49 g,C组3.33 g和D组1.09 g;火龙果的单果种子数量均值依次为:A组5 442粒、B组4 948粒、C组3 667粒和D组1 193粒。从图3可知,不同组间火龙果的种子百粒重差异不显著。由图4和图5可知,不同组间

火龙果的种子总质量和种子数量都差异显著。

2.3 火龙果果实与种子产量性状的相关性分析

对火龙果的果实和种子产量性状进行相关分析,结果见表1。从表1可知,火龙果的单果质量与果实横径、果实纵径、单果种子质量以及单果种子数量呈极显著正相关,相关系数分别为0.982、0.929、0.954和0.950。火龙果果实横径与果实纵径、单果种子质量和种子数量呈极显著正相关,相关系数分别

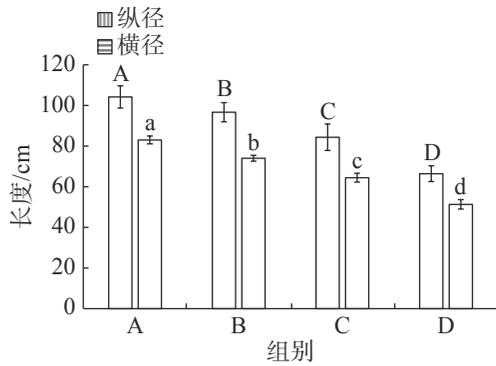


图2 不同组间火龙果的果实横径和纵径比较

图中不同大写字母代表不同组间的火龙果果实纵径的差异性极显著,小写字母代表不同组间的火龙果果实横径的差异性极显著($P<0.01$)。

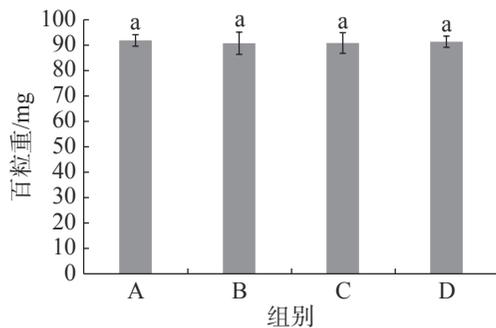


图3 不同组间火龙果的种子百粒重(质量)比较

图中小写字母代表不同组间火龙果的差异性极显著($P<0.01$),下同。

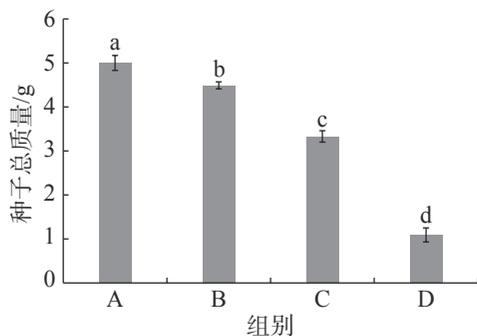


图4 不同组间火龙果的果实种子总质量比较

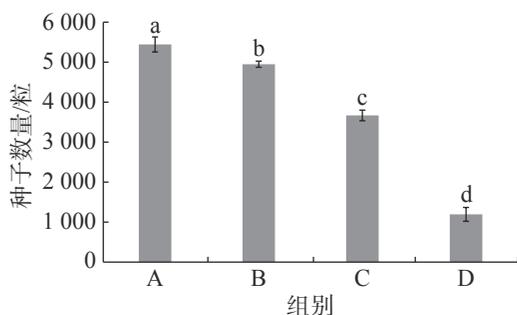


图5 不同组间火龙果的果实种子数量比较

表1 火龙果的种子性状与果实性状的相关系数

性状	果实横径	果实纵径	单果种子质量	单果种子数量	百粒重
单果质量	0.982**	0.929**	0.954**	0.950**	0.372
果实横径		0.898**	0.964**	0.961**	0.286
果实纵径			0.941**	0.940**	0.184
单果种子质量				1.000**	0.094
单果种子数量					0.083

注: **表示 $P<0.01$ 相关性极显著。

为 0.898、0.964 和 0.961。果实纵径与单果种子质量和单果种子数量呈极显著正相关,相关系数分别为 0.941 和 0.940。单果种子质量与种子数量呈极显著正相关,相关系数为 1.000。上述相关系数表明,火龙果的单果种子数量与火龙果的单果质量相关极显著,影响火龙果的产量高低。种子百粒重与单果质量、果实横径、果实纵径、单果种子质量和单果种子数量均相关不显著,且相关系数很低,说明火龙果的种子百粒重对火龙果的产量没有相关性。

3 讨论

本研究结果表明,火龙果的单果种子数量、单果种子总质量与火龙果的果实质量呈极显著正相关。火龙果种子数量的多少与果实质量的大小成正相关,种子越多,果实质量越大。因此,种子数量是影响火龙果果实单果质量的重要因素之一。然而,火龙果的种子百粒重与果实质量、果实横径、果实纵径却无显著相关性,且不同质量大小的果实之间,种子百粒重也无显著差异,说明在不同质量大小的火龙果之间,每粒种子的质量是相近的。此外,本研究还发现,火龙果的果实横径、果实纵径与单果质量高度相关,火龙果的横径纵径越长,果实质量越重,这一结论在胡子有等^[13]对火龙果的研究中得到了验证,杨槐俊^[14]对苹果的研究也表明,苹果的纵径和横径与单果质量呈线性正相关。

火龙果果实的大小,在不同品种间存在差异,品种是决定性因素。然而,在生产实践中,同一个品种的火龙果也会出现大小不同的果实,果实内的种子数量多少就成为了影响果实大小的决定性因素。火龙果果实种子数量的多少,往往与授粉

情况相关,卓福昌等^[15]的研究表明,人工辅助授粉火龙果的挂果率和单果质量极显著高于自然授粉;胡子有等^[16]的研究也发现,人工授粉是增加火龙果果实种子数和提高单果质量的有效措施。因此,对火龙果而言,授粉效果影响果实种子数量多少,进而影响果实质量大小。

在火龙果栽培中,应采取各种措施提高火龙果的授粉率,增加火龙果的种子数量,从而提高火龙果的单果质量。在火龙果建园时,要尽量选择自花授粉的品种,保障自然授粉的成功率;如果选择了自交不亲和的品种,建园时要种植授粉品种,在开花时进行人工授粉以保证产量。在火龙果开花时,人工授粉、蜜蜂授粉等手段都可以使花粉与雌蕊柱头大量结合,提高授粉成功率^[17],有效增加种子数量,达到提高单果质量增产的目的。花期合理施肥也是促进种子发育,增加有效种子数量的重要手段。花期前后以磷钾钙肥为主,配合适量的氮肥和硼肥,硼肥能促进花粉萌发和花粉管的生长,促进种子和果实的生长发育,从而提高授粉率^[18]。总而言之,火龙果的种子数量与单果质量高度相关,提高火龙果的单果种子数量,有利于提高火龙果的单果质量,增加火龙果的产量和大果率。

参考文献:

- [1] JIANG H T, ZHANG W L, LI X X, et al. Nutrition, phytochemical profile, bioactivities and applications in food industry of pitaya (*Hylocereus* spp.) peels: A comprehensive review [J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2021, 116: 199 – 217.
- [2] 邓仁菊, 范建新, 蔡永强. 国内外火龙果研究进展及产业发展现状[J]. *贵州农业科学*, 2011, 39(6): 188 – 192.
- [3] 熊睿. 冬季夜间补光诱导火龙果开花的技术优化与分子调控机制研究[D]. 海口: 海南大学, 2019.
- [4] 刘成立, 王猛, 郭攀阳, 等. 火龙果花和果实的动态发育规律研究[J]. *海南大学学报(自然科学版)*, 2020, 38(2): 147 – 152.
- [5] MALOVICHKO Y V, SHIKOV A E, NIZHNIKOV A A, et al. Temporal control of seed development in Dicots: molecular bases, ecological impact and possible evolutionary ramifications [J]. *International journal of molecular sciences*, 2021, 22(17): 9252 – 9252.
- [6] 刘磊. 果树人工辅助授粉技术探析[J]. *现代农业科技*, 2021(15): 94 – 95.
- [7] 董九岭, 高洪岐, 仇服春, 等. 苹果果实种子数量与果实性状的关系[J]. *中国果菜*, 2017, 37(7): 81 – 84.
- [8] 尚建立, 王吉明, 马双武. 西瓜种子表型性状遗传多样性分析[J]. *中国瓜菜*, 2013, 26(3): 10 – 12.
- [9] 万凌云, 马小军, 赖家业, 等. 罗汉果生长曲线及种子与果实生长相关分析[J]. *中国中药杂志*, 2011, 36(3): 272 – 275.
- [10] 欧景莉, 叶维雁, 宁蕾, 等. “桂热1号”火龙果枝条与果实性状的相关性[J]. *中国南方果树*, 2020, 49(2): 54 – 56.
- [11] 刘友接, 熊月明, 黄雄峰, 等. 授粉品种对‘富贵红’火龙果果实主要性状的影响[J]. *福建农业学报*, 2017, 32(8): 859 – 863.
- [12] 黄凤珠, 陆贵锋, 韦蒴瞳, 等. 火龙果花表型性状多样性及其与结果性状的相关性[J]. *中国热带农业*, 2021(4): 24 – 29.
- [13] 胡子有. 金都1号火龙果果实发育过程中品质的变化规律分析[J]. *南方农业学报*, 2018, 49(12): 2500 – 2505.
- [14] 杨槐俊. 红星苹果种子大小多少与果实大小及品质的相关分析[J]. *山西果树*, 1993(1): 4 – 7.
- [15] 卓福昌, 周婧, 唐景美, 等. 火龙果产期调节关键技术研究[J]. *中国南方果树*, 2021, 50(2): 87 – 90.
- [16] 胡子有, 梁桂东, 黄海生, 等. 火龙果种子数与单果重的相关性分析[J]. *广西农学报*, 2012, 27(2): 31 – 33.
- [17] 陈榕. 红肉类火龙果高产优质栽培技术[J]. *中国热带农业*, 2019(1): 62 – 63.
- [18] 谭梦怡, 李华东, 王鸿浩, 等. 大红火龙果果实养分积累动态变化及其相关性[J]. *南方农业学报*, 2021, 52(7): 1816 – 1825.

The correlation study between fruit and seed yield traits of pitaya

LI Tao¹, WANG Meng¹, LI Jiaxue¹, WANG Zhouwen¹, DING Yi¹,

HU Wenbin³, LI Hongli³, TANG Hua^{1,2}

(1. College of Tropical Crops, Hainan University, Haikou, China, 570228;

2. Sanya Nanfan Research Institute of Hainan University, Hainan Yazhou Bay Seed Laboratory, Sanya, China, 572025;

3. Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, China, 571700)

Abstract: In order to explore the fruit yield formation mechanism of pitaya, taking red-flesh pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit as experimental material, the fruit yield traits and seed yield traits of pitaya were investigated, the correlation between fruit yield traits and seed yield traits was studied. The results showed that the seed number and seed weight of single pitaya fruits were highly correlated with the single fruit weight of pitaya; The transverse diameter and longitudinal diameter of pitaya fruit are highly correlated with single fruit weight. The 100-seed weight had no significant correlation with single fruit weight, transverse diameter and longitudinal diameter. Therefore, it is beneficial to improve the fruit yield of pitaya by adopting appropriate cultivation and management measures to increase the seed number in pitaya fruit.

Keywords: pitaya (*Hylocereus polyrhizus*); fruit; seed; yield traits; correlation analysis

(责任编辑: 谭正洪 责任编辑: 潘学峰)