

龙眼杂交后代果实性状遗传变异研究

黄爱萍^{1,3}, 邓朝军^{1,2}, 陈秀萍^{1,2}, 蒋际谋^{1,2}, 李 韬^{1,2}, 姜 帆^{1,2}, 郑少泉^{1,2}

(1 福建省果树 (龙眼、枇杷) 育种工程技术研究中心, 福建 福州 350013; 2 福建省农业科学院果树研究所, 福建 福州 350013; 3 福建省农业科学院农业经济与科技信息研究所, 福建 福州 350003)

摘 要: 以立冬本和青壳宝圆杂交后代为试材, 对杂种后代果实 13 个性状进行测定并分析它们的遗传变异。结果表明, 龙眼杂种后代果实大小、果肉厚度、可溶性固形物含量、种子大小和可食率属于数量性状遗传, 果肉质地属于质量性状遗传; 龙眼杂种后代果实大小有趋小回归和退化的遗传倾向, 低亲遗传极其明显; 在亲本 (立冬本、青壳宝圆) 同为高可溶性固形物含量、大种子 and 甜味时, 杂种后代遗传有明显的趋小变异, 但也有出现高亲的遗传表现; 龙眼果肉不流汁对流汁、离核易对离核难、果皮颜色青褐色对黄褐色、果肉乳白色对黄白色在杂种后代中有较大的遗传优势, 而种脐大小在杂种后代中表现趋中变异。

关键词: 龙眼; 杂种后代; 果实性状; 遗传变异

中图分类号: S 667. 2 文献标识码: A

Study on the genetic variation of the fruit traits of Longan filial generation

HUANG Ai ping^{1,3}, DENG Chao jun^{1,2}, CHEN Xiu ping^{1,2}, JIANG Ji mou^{1,2}, LI Tao^{1,2},
JIANG Fan^{1,2}, ZHENG Shao quan^{1,2}

(1 Fujian Breeding Engineering Technology Research Center for Longan & Loquat, Fuzhou, Fujian 350013, China; 2 Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China; 3 Institute of Agricultural Economy and Sci-technological Information Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China)

Abstract: Some fruit qualitative characters of longyan filial generation which originated from a cross-combination of Lidongben × Qingkebaoyuan, were estimated in this paper. The results showed that the fruit weight, flesh thickness, total soluble solids content, seed weight and edible rate were the quantitative trait inheritance, while the flesh texture was quality trait inheritance. The fruit weight tended to continuously reduce in regression analysis, and the lower parent inheritance was evident. The total soluble solids content, seed weight and flesh texture tended to descendant when their parent characters were alike, but they had higher value than their parents. The heterosis in characters of not exuding juice, easy peeling flesh to seed, blue-brown in pericarp and milky in flesh was observed in majority of hybrid progenies, while the seed hilum size mediated between their parents.

Key words: Longan; filial generation; fruit traits; genetic variation

龙眼属于无患子科 (Sapindaceae) 龙眼属 (*Dimocarpus*), 是我国南方名贵特产水果之一, 其果实的营养价值很高。随着生活水平的提高, 人们对龙眼品质的要求越来越高, 因此, 开展龙眼杂交育种工作, 提高龙眼品质是育种的一个重要方向。杏^[1]、柚^[2]、枇杷^[3]、沙棘^[4] 杂交子代的果实性状变异曾有研究, 但对龙眼杂交后代果实性状遗传的研究在国内外尚未见报道。本试验对立冬本

(♀) × 青壳宝圆 (♂) 的杂种后代果实性状进行遗传倾向分析, 以图为龙眼进一步杂交育种的亲本选配提供依据。

1 材料与 方法

1995 年, 以立冬本为母本, 青壳宝圆为父本进行杂交, 共获得杂种实生苗 154 株, 1997 年定植在福建省农业科学院果树研究所龙眼育种园内。

收稿日期: 2006- 07- 15 初稿; 2006- 09- 16 修改稿
作者简介: 黄爱萍 (1965-), 女, 助理研究员, 研究方向: 果树资源与农业经济。
通讯作者: 郑少泉 (1964-), 男, 研究员, 研究方向: 龙眼、枇杷育种、种质资源与品质生物技术 (E-mail: ZSQ333555@163.com)。
基金项目: 福建省科技重大专项 (2004NE02- 1)。

山坡梯田，土质为砂壤土，肥力中等。按一般正常果园操作规程管理。2004 年杂种后代有 93 株开花结果，于果实成熟期每株随机取 10 个果实，当天测量其单果重（果实大小）、果形、果皮颜色、果肉颜色、果肉厚度、果肉质度、流汁程度、离核难易、可溶性固形物含量、风味、种脐大小、种子重（种子大小）、可食率等 13 个果实性状，取各项的平均值进行统计分析。可溶性固形物含量用手持测糖仪测定，果肉厚度用游标卡尺测量，单果重用电子天平测量（精确度为 0.01g）。根据“龙眼种质资源描述规范和数据标准”^[5]，依感官将果形分为 1- 扁圆形、2- 近圆形、3- 侧扁圆形、4- 椭圆形、5- 心脏形；果皮颜色分为 1- 黄白色、2- 青褐色、3- 灰褐色、4- 黄褐色、5- 棕褐色、6- 赤褐色、7- 黑褐色；果肉颜色分为 1- 蜡白色、2- 乳白色、3- 乳白色带血丝、4- 黄白色、5- 粉红色；果肉质度分为 1- 细嫩、2- 软韧、3- 稍脆、4- 韧脆、5- 脆、6- 爽脆；流汁程度分为 1- 不流汁、2- 稍流汁、3- 流汁；离核难易分为 1

- 难、2- 较易、3- 易；风味分为 1- 淡甜、2- 甜、3- 浓甜；种脐分为 1- 小、2- 中、3- 大。

对 93 株杂种后代各项目的数据采用统计软件 DPS（v 6.55 版）进行统计分析以及单因素方差分析；质量性状进行卡平方检验。

2 结果与分析

2.1 果实大小遗传

杂种后代果实大小变异范围较大，组合传递力为 81.7%，果实大小高于高亲的占 10.9%，低于低亲的占 72.8%（表 1）。表明杂交时果实大小在杂种后代有明显的趋小变异倾向，低亲遗传极其明显，但杂种后代也有超高亲的遗传变异，可见立冬本与青壳宝圆杂种后代中有选择大果优良单株的潜力。

在杂种后代中，果实大小在 0.00~ 5.00 g 的没有，5.00~ 10.00 g 的占 26.1%，10.00~ 15.00 g 的占 58.7%，15.00~ 20.00 g 的占 15.2%，杂种后代果实大小表现连续变异，属于数量性状遗传。

表 1 亲本及杂种后代主要果实性状遗传变异

Table 1 The hereditary variation of main fruit traits in hybrid progenies and their parents

果实性状	果实大小 (g)	果肉厚度 (mm)	可溶性固形物含量 (%)	种子重 (g)	可食率 (%)
立冬本(♀)	13.21	5.0	21.3	2.04	65.6
青壳宝圆(♂)	16.32	7.8	21.0	2.08	69.4
亲 中 值	14.77	6.4	21.2	2.06	67.5
杂种后代	12.06±2.70	6.2±0.8	18.9±3.0	1.93±0.50	65.7±3.4
极 值	7.42~ 17.90	4.8~ 8.2	10.6~ 24.6	1.00~ 3.58	57.5~ 72.4
变异系数(%)	22.4	12.9	15.9	25.9	5.2
超高亲比数(%)	10.9	4.4	21.5	37.8	14.3
低低亲比数(%)	72.8	2.2	72.0	55.6	42.9
双亲间比数(%)	16.3	93.4	6.5	6.7	42.9
组合传递力(%)	81.7	96.8	89.2	93.7	97.3

2.2 果肉厚度遗传

从表 1 中可以看出，杂种后代果肉厚度组合传递力为 96.8%。杂种后代果肉厚度大部分分布在 5.0~ 6.0 mm 之间，但也有超过 8.0 mm，果肉厚度高于高亲的占 4.4%，低于低亲的占 2.2%，大部分在双亲之间。杂种后代果肉厚度表现连续变异，属于数量性状遗传。杂交时，要获得大量果肉厚的优良后代，必需筛选果肉厚的作为亲本。

2.3 可溶性固形物含量遗传

表 1 可见，在亲本（立冬本、青壳宝圆）同为

高可溶性固形物含量时，杂种后代的可溶性固形物含量平均值为 18.9%，组合传递力为 89.2%，即可溶性固形物含量遗传给杂种后代只有 89.2%。杂种后代可溶性固形物含量变幅较大，最低的仅 10.6%，最高的是 24.6%，相差 14.0 个百分点。可见可溶性固形物含量遗传有明显的趋小变异，但在杂种后代中也有出现高可溶性固形物含量的遗传现象。

在杂种后代中，可溶性固形物含量在 15.0% 以下的占 11.8%，15.0%~ 20.0% 的占 54.8%，

20 0% ~ 25 0% 的占 32 3%, 25. 0% 以上的占 1. 1%, 杂种后代可溶性固形物含量表现连续变异, 属于数量性状遗传。

2 4 种子大小遗传

同是大种子的亲本 (立冬本、青壳宝圆) 杂交时, 杂种后代种子大小平均重为 1. 93 g, 最大的是 3 58 g, 最小的是 1. 00 g, 组合传递力为 93 7%, 即亲本的种子大小在杂交中有 93 7% 性状遗传给后代 (表 1)。杂种后代也有超高亲的遗传变异倾向, 可见立冬本与青壳宝圆杂交后代中有选择种子小的优良单株潜力。

杂种后代中, 种子大小在 0 00~ 1. 00 g 之间没有出现, 1. 00 ~ 1. 50 g 的占 22. 2%, 1. 50 ~ 2 00 g 的占 33. 3%, 2. 00~ 2 50 g 的占 33 3%, 2 50~ 3. 00 g 的占 7. 8%, 3 00 g 以上的占 3 4%, 杂种后代种子大小表现连续变异, 属于数量性状遗传。

2 5 可食率遗传

杂种后代可食率平均 65 7%, 可食率最低的

是 57. 5%, 最高的是 72 4%, 组合传递力为 97. 3%, 杂种后代可食率高于高亲的占 14. 3%, 低于低亲的占 42 9% (表 1)。说明杂交时, 筛选高可食率后代的潜力比较大, 高可食率在杂种后代中有较大的遗传优势。

杂种后代中, 可食率在 0~ 55. 0% 之间没有, 55. 0% ~ 60. 0% 的占 5 5%, 60 0% ~ 65 0% 的占 29. 7%, 65. 0% ~ 70 0% 的占 57. 1%, 70 0% 以上的占 7. 7%, 杂交后代可食率表现连续变异, 属于数量性状遗传。

2 6 果形遗传

杂种后代果形平均级次为 1. 60, 组合传递力为 106 7%。杂种后代果形与亲本的果形变异不大, 大部分与亲本果形相似, 扁圆形占 49. 5%, 近圆形占 47. 3%, 亲本的果形在杂种后代中占 96. 8%; 杂种后代中非亲本果形占 3 2%, 其中侧扁圆形占 2 2%, 心脏形占 1. 0% (表 2)。可见果形的遗传取决于父母本, 如要选择所需果形, 应选用该果形的亲本进行杂交。

表 2 亲本及杂种后代果形、果皮与果肉颜色及果肉质地的遗传变异分析
Table 2 Heredity and variation of fruit shape, pericarp color, flesh color and flesh texture in hybrid progenies and their parents

果实性状	级 次		亲中值	杂交后代各级次所占比率(%)								组合传递力 (%)
	立冬本(♀)	青壳宝圆(♂)		1	2	3	4	5	6	7		
果 形	1	2	1.5	1(49.5)	2(47.3)	3(2.2)	4(0.0)	5(1.0)	/	/	106.7	
果皮颜色	2	4	3.0	1(0.0)	2(49.0)	3(0.0)	4(29.0)	5(0.0)	6(22.0)	7(0.0)	77.0	
果肉颜色	4	2	3.0	1(0.0)	2(59.3)	3(11.0)	4(29.7)	5(0.0)	/	/	90.0	
果肉质地	1	6	3.5	1(3.4)	2(20.2)	3(14.6)	4(54.0)	5(3.4)	6(4.4)	/	99.1	

2 7 果皮颜色遗传

杂种后代果皮颜色平均级次为 3 85, 组合传递力为 77. 0%。杂种后代果皮颜色青褐色占 49 0%, 黄褐色占 29 0%, 赤褐色占 22 0% (表 2), 可见龙眼果皮颜色青褐色对黄褐色有明显的遗传优势。

2 8 果肉颜色遗传

杂种后代果肉颜色平均 2. 70, 组合传递力为 90 0%。亲本的果肉颜色是乳白色和黄白色, 在杂种后代中, 除了亲本的颜色外, 还有出现乳白色带血丝的果肉颜色。杂种后代果肉乳白色的占 59 3%, 黄白色的占 29. 7%, 乳白色带血丝的占 11. 0% (表 2), 说明乳白色性状对黄白色性状有明显的遗传优势。

2 9 果肉质地遗传

表 2 可见, 杂种后代果肉质地平均级次为

3 47, 组合传递力为 99 1%。鲜食优良品种的口感指标要求是脆, 在杂交后代中果肉质地脆的占 76. 4% (71 株), 非脆的占 23 6% (22 株)。对杂交后代分离比率的适合性进行卡平方检测, 得到卡平方值为 0 032, 小于 0 05 水平下的卡平方值 (3. 841), 符合 3: 1 分离比率, 说明果肉质地遗传属于质量性状遗传, 果肉脆性的为显性性状, 非脆性的为隐性性状。

2 10 流汁程度遗传

杂种后代流汁程度平均级次为 2 34, 组合传递力为 117. 0%。杂种后代果肉不流汁的占 9. 8%, 流汁的占 91. 2% (表 3), 因此果肉表面流汁的性状在杂种后代中具有明显的遗传优势, 要筛选果肉表面不流汁的杂种后代, 需选择不流汁的亲本进行杂交为宜。

2 11 离核难易遗传

杂种后代离核难易平均级次 2.54，组合传递力为 85.7%。杂种后代离核易的占 88.9%，离核难的占 11.1%（表 3）。所以，杂种后代果肉易离核的对难离核的具有明显遗传优势，要筛选果肉易离核的杂种应选择离核易的亲本进行杂交为好。

2 12 风味遗传

同是甜味的亲本（立冬本、青壳宝圆）杂交时，杂种后代风味平均级次 1.88，杂种后代淡甜的占 27.5%，甜的占 57.1%，浓甜的占 15.4%。

组合传递力为 75.2%（表 3），即亲本的甜味在杂交中只有 75.2% 性状遗传给后代，杂种后代群体风味有变劣的趋势。

2 13 种脐大小遗传

杂种后代种脐大小平均级次 1.80，组合传递力为 90.0%。杂种后代种脐小的类型占 36.0%，种脐大的占 14.6%，种脐大小介于双亲之间的占 49.5%（表 3），可见杂种后代种脐大小具有趋中变异的遗传倾向。

表 3 亲本及杂种后代流汁程度、离核难易、风味和种脐大小的遗传变异
Table 3 The hereditary variation of exuding juice on flesh surface, adherence of seed to flesh, flesh flavor and seed hilum size in hybrid progenies and their parents

果实性状	级次		亲中值	杂交后代各级次所占比率(%)			组合传递力 (%)
	立冬本(♀)	青壳宝圆(♂)		1	2	3	
流汁程度	3	1	2.0	1(9.8)	2(46.7)	3(43.5)	117.0
离核难易	3	3	3.0	1(11.1)	2(23.3)	3(65.5)	85.7
风 味	3	2	2.5	1(27.5)	2(57.1)	3(15.4)	75.2
种脐大小	1	3	2.0	1(36.0)	2(49.4)	3(14.6)	90.0

3 结论与讨论

3 1 龙眼杂种后代果实大小、果肉厚度、可溶性固形物含量、种子大小和可食率属于数量性状遗传，果肉质度属于质量性状遗传。

3 2 龙眼杂种后代果实大小有趋小回归和退化的遗传倾向，果实大小的低亲遗传极其明显；但也有超亲遗传现象，有望选择出大果的优良单株。

3 3 龙眼杂种后代果肉质地在后代中出现 3：1 的分离，属于质量性状遗传，果肉脆性的为显性性状，非脆性的为隐性性状。

3 4 在亲本（立冬本、青壳宝圆）同为高可溶性固形物含量、大种子和甜味时，杂种后代遗传有明显的趋小变异，但也有出现高亲的遗传表现。

3 5 龙眼果肉不流汁对流汁、离核易对离核难、果皮颜色青褐色对黄褐色、果肉乳白色对黄白色在杂种后代中有较大的遗传优势；种脐大小在杂种后代具有趋中变异的遗传倾向。

3 6 本研究是在开展龙眼杂交育种工作时进行的遗传倾向分析，鉴于试验遗传组合单一，结果有一定的局限性，在今后的实践中，还要进一步验证，并对其他遗传性状进行探讨，为杂交育种的亲本选配提供更为全面的依据。

参考文献:

[1] 赵习平, 马之胜, 宣立锋, 等. 杏杂交后代果实形状的遗传变异研究 [J]. 河北农业科学, 2005 (1): 28- 31.
[2] 裴昌俊, 李鸣, 杜原, 等. 沙田柚× 菊花芯柚杂种一代果实性状初报[J]. 吉首大学学报(自然科学), 1994, 15(6): 87- 89.
[3] 郑少泉, 许秀淡, 黄金松, 等. 枇杷若干性状的遗传研究 I . 果实性状的遗传倾向研究 [J]. 福建省农科院学报, 1993, 8 (1): 19- 26.
[4] 包文林, 张虎林, 闫晓暄. 沙棘杂交子代分析 [J]. 国际沙棘研究与开发, 2004, 2 (1): 23- 26.
[5] 郑少泉, 陈秀萍, 许秀淡, 等. 龙眼种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.

(责任编辑: 翁志辉)