



宋红彦, 何小龙, 乔燕春, 等. ‘早钟 6 号’与西班牙大果枇杷品种杂交及其后代果实品质评价[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(1): 65-70.

‘早钟 6 号’与西班牙大果枇杷品种杂交及其 后代果实品质评价

宋红彦, 何小龙, 乔燕春, 黄 彪, 丘新源, 胡又厘, 徐社金, 林顺权

(华南农业大学 园艺学院, 广东 广州 510642)

摘要:【目的】选育兼具大果和优质特征, 适应广东当地生态条件和消费习惯的枇杷新品种. 【方法】以国内优良当家品种‘早钟 6 号’与 4 个西班牙大果枇杷品种‘Javierin’、‘Peluches’、‘Marc’和‘Ullera’为亲本进行杂交育种, 对正交群体后代株系的成熟果实的平均单果质量、果肉颜色、可溶性固形物(TSS)含量、糖酸度、种子数进行测定或评价. 【结果和结论】初步从杂种后代中选出了 15 个平均单果质量、TSS 含量都超过了‘早钟 6 号’的较优株系, 进而选出 ZJ14、ZJ191、ZM24 等 3 个糖酸比高于‘早钟 6 号’的重点株系; 杂种后代株系平均单果质量和 TSS 性状分离广泛, 平均单果质量有逐渐减小的趋势, 仅有 5.26% 的杂种后代株系的平均单果质量达到真正的大果标准($m > 50$ g); TSS 有逐渐增加的趋势, 超过 50% 单株的 TSS 含量存在超亲优势现象; 杂交后代果肉颜色出现变异, 杂交双亲都是黄肉果, 杂交后代果实既有黄肉果又有白肉果; 并发现果实大小(单果质量)与风味品质 TSS 之间存在比较明显的背离; 后代株系总糖度、可滴定酸含量分别遗传双亲的高糖高酸性状, 今后可能会培育出高糖高酸风味浓的新品系.

关键词:‘早钟 6 号’; 西班牙大果枇杷; 杂交育种; 果实评价

中图分类号: S667.3

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2015)01-0065-06

Hybridization of ‘Zaozhong No. 6’ and big-fruit Spanish loquat cultivars and fruit evaluation of the hybrids

SONG Hongyan, HE Xiaolong, QIAO Yanchun, HUANG Biao, QIU Xinyuan,

HU Youli, XU Shejin, LIN Shunquan

(College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract:【Objective】To breed new loquat cultivars with big fruit sizes and high quality characteristics, which were adaptive to the local ecological environment and welcome by consumers in Guangdong. 【Method】In this study, the hybridization breeding of loquat between different cultivars was carried out. The domestic excellent loquat cultivar ‘Zaozhong No. 6’ and four big-fruit Spanish loquat cultivars (‘Javierin’, ‘Peluches’, ‘Marc’ and ‘Ullera’) were selected as parents. The quality of the mature fruit from the orthonogal group offspring lines was analyzed or evaluated, including average mass of single fruit, flesh color, total soluble solids(TSS), sugar, acidity, seed number etc.. 【Result and conclusion】From the hybridizations, 15 offspring lines had been preliminarily selected as good progenies, as TSS of them were higher than those of ‘Zaozhong No. 6’, and the average mass of single fruit was greater than that of ‘Zaozhong No. 6’. Some lines possessed higher sugar/acid ratios than those of ‘Zaozhong No. 6’. Three of the hybrids were selected and named ZJ14, ZJ191 and ZM24. The results showed that the separation of the average mass of single fruit and the TSS were extensive. The average mass of single fruit showed a trend of gradual decrease, with only 5.26% of hybrid plants producing big fruits ($m > 50$ g); the

收稿日期: 2013-12-09 优先出版时间: 2014-10-08

优先出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.7671/j.issn.1001-411X.2015.01.012.html>

作者简介: 宋红彦 (1990—), 女, 硕士研究生, E-mail: songhongyan08@163.com; 通信作者: 林顺权 (1955—), 男, 教授, 博士, E-mail: loquat@scau.edu.cn

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201003073); 广东省农业攻关项目(2012A020200005)

<http://xuebao.scau.edu.cn>

TSS showed a trend of gradual increase, and the ratio of the over-parent heterosis plants was over 50%. The flesh color of these hybrids showed mutation, for some hybrids had yellow flesh as their parents did, while the other hybrids produced white flesh fruits. There was an obvious deviation between fruit size (the average mass of single fruit) and the flavor quality TSS. The progeny lines inherited the traits of high-sugar and high-acidity from their parents. New cultivars with high sugar and acid will probably be selected in the future.

Key words: ‘Zaozhong No. 6’; big-fruit shaped Spanish loquat; cross breeding; fruit evaluation

枇杷果实肉质柔嫩多汁,鲜美可口,营养丰富,具有较高的经济价值和药用价值。我国枇杷的栽培面积和总产量均居世界第一^[1],主要栽培区分布在长江流域及其以南各省^[2],浙江、福建和四川分别有各自的代表品种作为基础,先后成为我国枇杷行业的领跑者。广东气候温暖、雨水充沛,具有发展枇杷的优越条件^[3]。可惜,广东现代枇杷生产起步较晚,没有本地的特色品种,先后尝试引入福建的大果型品种‘早钟6号’和‘解放钟’(平均单果质量均在50 g左右)以及四川的‘大五星’和‘龙泉1号’,枇杷生产面积有所扩大(约有4 000 hm²),但由于引入品种表现出若干缺点或不适应(福建品种‘早钟6号’早花枯萎而不能早果,福建的‘解放钟’和四川品种因在广东果实成熟期短而均表现果实偏小),生产者持观望态度,目前枇杷生产规模扩展停滞。广东省中北部地区适合枇杷种植,急需培育适应当地生态条件和消费习惯的新品种。

20世纪90年代以来,杂交育种技术在我国枇杷育种上得到了应用,黄金松等^[4]用日本的‘森尾早生’与中国的‘解放钟’杂交育成了中国首个杂交枇杷品种‘早钟6号’,该品种已成为我国主推的早熟品种,并由此建立了枇杷有性杂交育种技术体系^[5]。本研究选取‘Javierin’、‘Peluches’、‘Marc’和‘Ullera’4个西班牙大果型枇杷品种和华南地区枇杷当家品种‘早钟6号’作亲本,进行杂交育种研究,期望培育出兼具大果和优质特征或者兼具上述几个特性、适于现时市场消费、具有广东省自主知识产权的优新枇杷品种。本文着重介绍该轮杂交的杂种后代株系果实品质性状的鉴定、分析和初步评价情况,以及目标性状在杂种后代中的表现情况,为枇杷杂交育种增添新材料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

华南农业大学枇杷课题组近十年在本校枇杷种质资源圃进行枇杷杂交研究,于2004年和2006年分别以国内当家品种‘早钟6号’、西班牙大果枇杷品种‘Javierin’、‘Peluches’、‘Marc’和‘Ullera’进行正反交(以上5个品种依次简写为Z,J,P,M和U),8

个杂交组合共获得数千株杂种后代。本试验以2004年正交的杂种后代材料和5个亲本开展试验,于2011、2012和2013年对杂种后代株系果实品质进行了鉴定,因篇幅限制,本文主要显示2013年果实品质鉴定结果,仅在考虑遗传稳定性时才涉及2012年甚至2011年的很小部分结果。

1.2 研究方法

1.2.1 杂交及其杂种后代的培育和调查方法 杂交按常规方法进行。收获种子播种获得杂种苗,运用RAPD分子标记,对早期杂交苗进行真假杂种鉴定^[6],挑出真杂种高接在‘早钟6号’成年树上,实施促成栽培;按常规进行疏花(疏除50%花序)疏果(每穗留果4个)和套袋^[7],以减少养分消耗,同时避免日灼发生和减少锈斑果^[8]。

1.2.2 果实品质鉴定的分析测试方法 感官观测:3人为1组,评价果实的外观,尔后剥开果皮,观察果肉颜色,品尝果肉风味,做评价和记载,计数发育完全的种子数,用电子分析天平称量单果质量;可溶性固形物(TSS)含量用ATAGO PR-32 α 数显折光仪(日产)直接测定,以百分率表示;总糖含量参照胡志群等^[9]的测定荔枝果肉中总糖的方法,利用高效液相色谱法测定;可滴定酸含量的测定运用酸碱滴定法,参照宁正祥^[10]的方法,略作修改。

2 结果与分析

1.2 亲本及杂交后代主要品质性状表现

2012年果实采收后,疏删(砍伐)54株2011年和2012年表现较差的单株,2013年春对117个结果单株(ZJ 70个,ZP 26个,ZM 5个,ZU 16个)的成熟果实进行平均单果质量、种子数、 w (TSS)(每100 g果肉中可溶性固形物质量分数)的测定以及果实风味等方面的鉴定,以平均单果质量或 w (TSS)超过母本作为基本标准优选出48个较优株系,并针对较优株系果实进行总糖含量(每100 g果肉中总糖质量分数)和总酸含量(每100 g果肉中可滴定酸质量分数)测定,进而计算出糖酸比(每100果肉中总糖含量和可滴定酸含量的比值),这48个较优株系的主要品质性状表现见表1。

表 1 2013 年优选杂交后代单株和杂交亲本的主要品质性状

Tab.1 The main quality traits of the fruit from the selected excellent hybrids and their parents in 2013					
单株或亲本 ¹⁾	<i>m</i> _{单果} /g	<i>w</i> (TSS)/%	<i>w</i> (总糖)/%	<i>w</i> (总酸)/%	糖酸比
早钟 6 号	40.08 ± 5.93	10.92 ± 0.79	8.540 3 ± 0.342 8	0.235 0 ± 0.005 6	36.34
Javierin	62.16 ± 14.45	9.71 ± 1.10	6.684 4 ± 0.329 6	0.580 1 ± 0.018 3	11.52
Peluches	40.43 ± 14.43	9.55 ± 2.22	6.086 6 ± 0.032 2	0.344 3 ± 0.016 5	17.68
Marc	56.87 ± 14.73	8.08 ± 0.87	6.756 3 ± 0.826 3	0.486 9 ± 0.009 1	13.88
Ullera	42.06 ± 8.73	9.50 ± 1.35	7.556 5 ± 0.583 9	0.210 2 ± 0.004 6	35.94
ZJ1	28.25 ± 6.38	12.08 ± 0.90	9.390 1 ± 0.569 4	0.807 7 ± 0.027 4	11.63
ZJ3	54.00 ± 8.99	9.19 ± 0.70	7.319 8 ± 0.598 0	0.346 9 ± 0.041 7	21.10
ZJ9	39.67 ± 6.34	11.85 ± 0.93	8.961 7 ± 1.083 3	0.376 6 ± 0.016 4	23.80
ZJ14	29.14 ± 5.56	13.31 ± 2.19	10.631 1 ± 0.843 3	0.241 7 ± 0.039 1	43.98
ZJ20	24.73 ± 5.18	14.92 ± 1.55	12.021 2 ± 0.339 3	0.833 9 ± 0.028 4	14.41
ZJ24	41.19 ± 10.09	12.50 ± 0.67	7.963 7 ± 0.397 2	0.385 6 ± 0.007 9	20.65
ZJ28	35.31 ± 4.80	11.58 ± 1.20	8.915 2 ± 0.214 0	1.013 6 ± 0.028 6	8.80
ZJ30	29.51 ± 5.22	11.89 ± 0.99	9.083 5 ± 1.026 0	0.830 3 ± 0.029 2	10.94
ZJ31	41.52 ± 8.09	9.42 ± 1.08	7.361 2 ± 1.157 5	0.741 1 ± 0.004 6	9.93
ZJ37	29.78 ± 4.28	11.54 ± 2.32	11.458 8 ± 1.025 0	0.819 5 ± 0.016 1	13.98
ZJ40	37.83 ± 6.03	11.23 ± 1.10	9.850 6 ± 0.597 1	0.835 9 ± 0.019 6	11.78
ZJ60	27.25 ± 6.84	11.27 ± 1.19	8.711 4 ± 0.430 3	0.427 2 ± 0.018 9	20.39
ZJ64	44.98 ± 5.67	11.33 ± 0.82	7.853 0 ± 0.548 5	0.432 1 ± 0.004 6	18.17
ZJ74	44.71 ± 9.46	11.42 ± 1.44	5.891 9 ± 0.901 0	0.595 5 ± 0.007 9	9.89
ZJ77	45.43 ± 6.98	13.70 ± 2.55	8.593 6 ± 0.909 8	0.920 9 ± 0.039 8	9.33
ZJ78	50.01 ± 7.39	7.33 ± 0.69	6.985 9 ± 0.247 2	0.609 6 ± 0.004 6	11.46
ZJ81	37.32 ± 5.01	11.50 ± 1.64	6.676 6 ± 0.695 6	0.623 8 ± 0.016 4	10.70
ZJ90	36.93 ± 5.59	11.50 ± 2.02			
ZJ107	40.42 ± 8.19	11.50 ± 0.83	6.898 0 ± 0.576 6	0.426 2 ± 0.007 9	16.19
ZJ124	34.43 ± 5.69	12.17 ± 1.19	10.245 0 ± 1.369 8	0.518 2 ± 0.015 7	19.77
ZJ144	33.55 ± 7.12	11.90 ± 1.51	7.773 6 ± 1.126 8	0.815 5 ± 0.012 1	9.50
ZJ165	44.10 ± 7.05	10.31 ± 0.73	7.197 9 ± 0.083 7	1.150 9 ± 0.048 0	6.25
ZJ170	41.89 ± 9.21	11.25 ± 1.78	6.021 8 ± 1.373 9	0.845 7 ± 0.033 0	7.12
ZJ176-1	43.95 ± 8.83	11.28 ± 1.96	7.768 7 ± 0.294 5	0.522 0 ± 0.016 5	14.88
ZJ176-2	48.05 ± 8.58	11.08 ± 1.07	8.199 6 ± 1.143 6	0.495 5 ± 0.012 1	16.55
ZJ179	41.84 ± 8.26	13.21 ± 1.31	9.114 0 ± 0.545 5	0.335 3 ± 0.009 2	27.17
ZJ181	44.64 ± 13.30	10.88 ± 1.20	6.929 4 ± 1.178 6	0.386 2 ± 0.009 2	17.94
ZJ186	43.12 ± 6.95	10.96 ± 1.54	9.584 1 ± 0.676 7	0.464 8 ± 0.009 1	20.62
ZJ191	33.74 ± 5.44	13.17 ± 1.11	10.300 2 ± 0.424 9	0.179 8 ± 0.009 2	57.30
ZJ193	32.76 ± 6.69	12.58 ± 1.43	8.900 2 ± 0.117 3	0.908 1 ± 0.032 0	9.80
ZJ195	44.07 ± 9.24	12.04 ± 1.42	7.897 0 ± 1.661 7	0.560 8 ± 0.080 1	14.08
ZU7	42.62 ± 8.38	11.25 ± 1.69			
ZU12	43.26 ± 7.62	11.85 ± 0.95	7.538 0 ± 0.570 7	0.459 6 ± 0.015 8	16.40
ZU48	38.81 ± 8.55	11.19 ± 1.83			
ZU83	35.82 ± 8.25	12.00 ± 1.00			
ZU247	36.41 ± 4.56	12.75 ± 1.50	8.932 6 ± 0.612 3	0.471 1 ± 0.009 2	18.96
ZM7	34.92 ± 8.79	11.58 ± 1.08	7.458 4 ± 0.887 6	0.800 5 ± 0.007 9	9.32
ZM15	40.64 ± 6.89	11.13 ± 1.20	7.353 9 ± 1.162 7	0.726 8 ± 0.048 1	10.12
ZM24	41.95 ± 8.06	10.73 ± 1.15	7.998 2 ± 0.929 9	0.195 3 ± 0.012 1	40.96
ZP1	31.66 ± 5.17	11.13 ± 1.76	8.510 5 ± 0.681 4	0.776 6 ± 0.027 4	10.96
ZP15	42.63 ± 6.18	10.67 ± 0.68	8.957 7 ± 0.648 6	0.753 1 ± 0.007 9	11.89
ZP21	40.29 ± 8.91	11.42 ± 1.24	6.131 3 ± 1.137 4	0.595 2 ± 0.063 0	10.30
ZP38	37.51 ± 7.11	11.08 ± 1.20	6.656 6 ± 1.655 3	0.682 9 ± 0.028 6	9.75
ZP44	13.15 ± 2.93	14.29 ± 2.14	11.115 4 ± 0.989 7	0.428 2 ± 0.011 5	25.96
ZP65	98.63 ± 19.10	8.67 ± 0.44	6.197 6 ± 0.362 5	0.702 4 ± 0.018 3	8.82
ZP74	40.09 ± 8.76	10.41 ± 0.88	7.010 3 ± 0.506 6	0.890 9 ± 0.008 0	7.87
ZP80	31.88 ± 6.32	11.03 ± 1.37	8.876 3 ± 0.284 0	0.275 7 ± 0.004 6	32.20
ZP83	32.85 ± 7.11	11.63 ± 1.29	9.551 3 ± 1.454 8	0.407 9 ± 0.016 5	23.42

1)表中杂种类型用简写,其中,Z代表‘早钟 6 号’,J代表‘Javierin’、P代表‘Peluches’、M代表‘Marc’、U代表‘Ullera’;
ZJ90,ZU7,ZU48,ZU83 这 4 个优选株系由于某种原因没留果肉,故未测量糖酸度。

2.2 果实平均单果质量在杂种后代中的表现

对目标性状单果质量和 TSS 含量等在杂种后代

中的表现进行分析. 其中的单果质量分布情况见表 2.

表 2 4 个杂交组合后代株系平均单果质量(*m*) 分布情况

Tab.2 The distribution of the average mass of single fruit in the offspring lines from the four hybridization combinations

亲本	杂交后代株数	<i>m</i> _{亲本} /g		杂交后代									
				<i>m</i> ≤20 g		20 g < <i>m</i> ≤30 g		30 < <i>m</i> ≤40 g		40 < <i>m</i> ≤50 g		<i>m</i> > 50 g	
		母本	父本	株数	占比/%	株数	占比/%	株数	占比/%	株数	占比/%	株数	占比/%
ZJ	70	40.08	62.16	2	2.86	7	10.00	32	45.71	24	34.29	5	7.14
ZP	26	40.08	40.43	1	3.85	4	15.38	14	53.85	6	23.08	1	3.85
ZM	5	40.08	56.87	0	0	1	20.00	2	40.00	2	40.00	0	0
ZU	16	40.08	42.06	0	0	1	6.25	11	68.75	4	25.00	0	0

由表 2 可知,从单果质量最小(*m*≤20 g)到最大(*m*>50 g)将杂种后代按果实质量分为 5 个级别,各 级别后代株数占总群体的比例分别为 2.56%、 11.11%、50.43%、30.77%和 5.13%. 大部分杂种后 代株系平均单果质量集中在 30~50 g,超过 64.10% 的杂种后代株系的平均单果质量低于双亲低值,超 过母本‘早钟 6 号’的株系有 42 株,占 35.90%,具有 超亲优势的后代株系只有 1 株,由此可见,杂种后代 在单果质量这个性状上发生了明显的性状分离,并 且单果质量有降低的趋势,但仍有 5.13%的杂种后 代株系的平均单果质量达到真正的大果标准(*m*>50 g),这为培育优质大果品种奠定了一定基础.

2.3 果实可溶性固形物(TSS)含量在杂种后代中的表现

表 3 为 2013 年杂种后代株系中 TSS 含量分布 情况,本试验根据杂种后代 TSS 测量值将可溶性固 形物含量分为 5 级. I:*w*(TSS)≤9%;II:9%< *w*(TSS)≤10%;III:10%< *w*(TSS)≤12%;IV:12%< *w*(TSS)≤13%;V:*w*(TSS)>13.0%. 2013 年它们在 当年结果群体中所占比例分别为 9.01%、15.32%、 62.16%、7.21%和 6.31%. 由表 3 可知,杂种后代株 系中,大部分 *w*(TSS)集中在 10%~12%,‘早钟 6 号’*w*(TSS)为 10.92%,4 个西班牙大果枇杷品种的 *w*(TSS)均低于 10%,超过 85%的杂种后代的

w(TSS)值超过西班牙大果品种,超过 50%的杂种后 代的*w*(TSS)高于‘早钟 6 号’,这为培育高品质的杂 种后代品系提供了有力的保证.

2.4 优选株系糖酸度表现

2013 年 48 个优选单株中,44 个留果肉测了总 糖含量、可滴定酸含量,进而计算出了糖酸比. 从表 1 可以看出,总糖含量高于‘早钟 6 号’的有 20 个,分 别是 ZJ1、ZJ9、ZJ14、ZJ20、ZJ28、ZJ30、ZJ37、ZJ40、 ZJ60、ZJ77、ZJ124、ZJ179、ZJ186、ZJ191、ZJ193、 ZU247、ZP15、ZP44、ZP80 和 ZP83,所占比例为 45.45%;总糖高于所有父本的有 28 个,占测定群体的 63.64%,由此推测糖度可能为显性上位遗传,多 数杂种后代株系遗传了‘早钟 6 号’的高糖性状. 44 个优选单株中,总酸度高于‘早钟 6 号’的有 42 个, 所占比例为 95.45%,总酸度高于 4 个西班牙品种的 有 23 个,所占比例为 52.27%,可见杂种后代大部分 株系酸度都很高,这遗传了父本西班牙大果品种高 酸的特性. 由表 1 可以看出有 19 个株系的总糖和总 酸含量都超过了‘早钟 6 号’,这些株系将进入复选, 今后可能会培育成高糖高酸风味浓的新品系.

糖酸比是决定果实风味的一个重要指标,亲本 ‘早钟 6 号’为国内优良品种,以果实质优深得消费 者的喜爱,由表 1 可以看出 44 个优选株系中 ZJ14、 ZJ191 和 ZM24 这 3 个后代单株的糖酸比高于‘早钟

表 3 4 个杂交组合后代株系果实 TSS 含量(*w*) 分布情况

Tab.3 The distribution of TSS (*w*) in the offspring lines from the four hybridization combinations

亲本	杂交后代株数	<i>w</i> _{亲本} /%		杂交后代									
				<i>w</i> ≤9%		9% < <i>w</i> ≤10%		10% < <i>w</i> ≤12%		12% < <i>w</i> ≤13%		<i>w</i> > 13.0%	
		母本	父本	株数	占比/%	株数	占比/%	株数	占比/%	株数	占比/%	株数	占比/%
ZJ	64	10.92	9.71	4	6.25	12	18.75	36	56.25	6	9.38	6	9.38
ZP	26	10.92	9.55	3	11.54	3	11.54	19	73.08	0	0	1	3.85
ZM	5	10.92	8.08	0	0	1	20.00	4	80.00	0	0	0	0
ZU	16	10.92	9.50	3	18.75	1	6.25	10	62.50	2	12.50	0	0

6 号’,将其作为重点培育对象,有望培育出质优新品系乃至新品种.

2.5 目标单株的初步选择和不同父本杂种后代株系表现差异性

2013 年优选的 48 个株系中,在杂交后代中有 15 个最优单株的 TSS、平均单果质量都超过了‘早钟 6 号’,分别为 ZJ24、ZJ64、ZJ74、ZJ77、ZJ107、ZJ170、ZJ176-1、ZJ176-2、ZJ179、ZJ186、ZJ195、ZU7、ZU12、ZM15 和 ZP21,并且这些单株所结果实的平均种子数都低于‘早钟 6 号’. 这些株系是培育大果优质少籽品种的好苗头,同时也为大果少籽的育种方向提供了可能.

2012 和 2013 年表现均较为优良的株系有 13 个,分别为 ZJ3、ZJ9、ZJ20、ZJ24、ZJ60、ZJ74、ZJ90、ZJ191、ZJ193、ZU7、ZP44、ZP65 和 ZP83. 其中 ZJ20、ZJ24、ZJ90、ZJ191、ZJ193 和 ZU7 这 6 个株系在 2011、2012 和 2013 年连续被评为优良株系. 由此可见,杂种后代株系具有一定的遗传稳定性,这为后续优良品系的选育提供了基础.

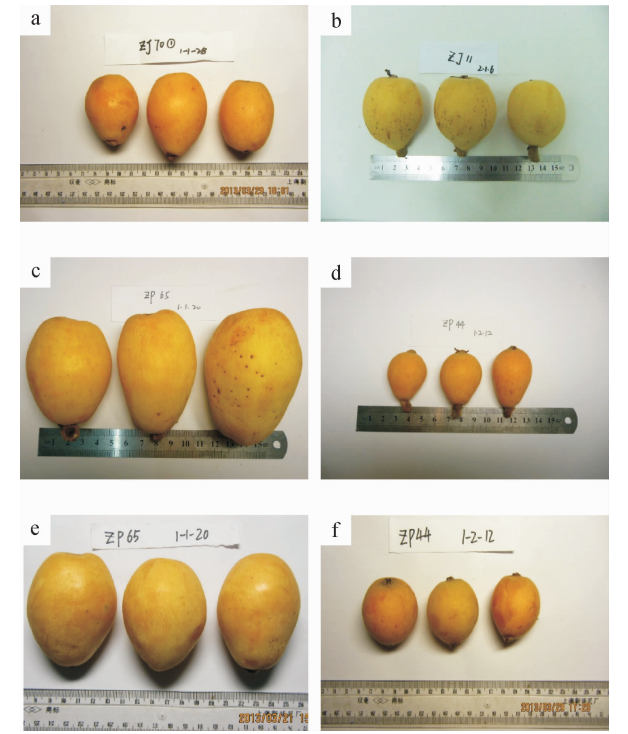
2012 年优选的 23 个杂交组合株系中有 16 个‘Javierin’后代、4 个‘Peluches’后代、3 个‘Ullera’后代,无‘Marc’的后代. 2013 年优选的 48 个杂交组合株系中有 31 个‘Javierin’后代、9 个‘Peluches’后代、5 个‘Ullera’后代和 3 个‘Marc’的后代;其中 2013 年 15 个最优单株中有 11 个‘Javierin’后代、1 个‘Peluches’后代、2 个‘Ullera’后代和 1 个‘Marc’后代. 可见,不同父本的杂交后代差异性很大,以‘Javierin’稳定性最佳,重复并进一步印证了上一年本课题组的试验结果.

2.6 其他性状的选择

2.6.1 果实肉色的变异 2012 年度优选出的 23 个杂交后代单株中有 8 个白肉(黄白肉)单株;2013 年总共结果单株 117 个,其中 39 个单株为白色果肉,优选鉴定 48 个单株中,有 21 个单株所结的果实为白肉(黄白肉). 尽管其父母本都是黄肉果(橙黄肉),杂交一代却既结出黄肉果(橙黄肉,如 ZJ70,图 1a),也结出白肉果(黄白肉,如 ZJ11,图 1b),而且白肉果的品质多数是较好或很好的,极少差的. 这个现象不但在枇杷杂交育种中有实际应用价值,而且值得进行更为深入的肉质遗传规律研究.

2.6.2 平均单果质量与 TSS 含量之间的关系 在所选优良单株中,2012 年平均单果质量最大单株 ZP65 可达 82.4 g, $w(\text{TSS})$ 为 7.3%, 平均单果质量最小的 ZP44 只有 14.9 g, $w(\text{TSS})$ 为 14.7%. 同为‘早钟 6 号’ $\times$ ‘Peluches’杂交后代,但差异也会如此之

大(图 1c ~ 1f),而且平均单果质量最大的,其 $w(\text{TSS})$ 却很低,平均单果质量最小的,其 $w(\text{TSS})$ 却很高,平均单果质量和其 $w(\text{TSS})$ 两者之间似乎存在某种负相关,这与本单位在荔枝和龙眼杂交育种中所看到的现象似乎是相似的,可见在这几种果树的杂交育种中要兼顾大果和高 $w(\text{TSS})$ 是很艰难的,但也不是绝对不可能的.



a: ZJ70(黄肉);b: ZJ11(白肉);c: 2012 年 ZP65(82.4 g);d: 2012 年 ZP44(14.9 g);e: 2013 年 ZP65(98.6 g);f: 2013 年 ZP44(13.2 g).

图 1 典型的杂种后代果实

Fig. 1 The typical fruit from the hybrid offsprings

3 讨论与结论

果树杂交育种难度大. 枇杷杂交后代的童期长,在很大程度上影响杂交育种年限. 这批杂交组合在 2006 年高接,至 2011 年仍有约 20% 后代未开花. 童期长、杂交育种难度大,这是难以改变的,通过分子标记早期鉴定真假杂种、高接促成栽培等措施,可以在一定程度上提高枇杷的杂交育种效率. 本课题组首次应用世界公认的超大果型枇杷品种作亲本与华南地区枇杷当家品种‘早钟 6 号’作杂交亲本,并通过高接促成栽培来缩短育种年限.

杂种后代性状的形成取决于 2 个方面的因素,一是亲本基因型的遗传效应,二是环境条件的影响^[11]. 在果树性状的遗传中,分离广泛,获得目标性状表现型后代单株存在着一定的几率,尤其是多个目标性状同时表现的几率更小. 根据以上几年数据

对比分析,就遗传双亲的优点方面,较难获得集合双亲优点的杂交后代,目前尚没有品质优于‘早钟6号’,且果实质量大于西班牙大果品种的集合双亲优点的超优良单株的出现.平均单果质量和TSS含量都超过‘早钟6号’的有十几株,但糖酸比高于‘早钟6号’的株系2012年只有1个,2013年只有3个(尽管我们不能说‘早钟6号’的糖酸比是最佳的),这对于培育品质优良兼具大果型的枇杷新品种是一个相当严峻的挑战.然而杂种后代中TSS含量和平均单果质量超过‘早钟6号’、种子数少于‘早钟6号’的优良单株,为培育大果少籽品系提供了保证.此外,获得了19株总糖和总酸都高于‘早钟6号’的优良单株,这预示有可能培育出高糖高酸的新品种.

果皮与果肉颜色的表现由色素所决定^[12].颜色的遗传涉及各种色素的有无、多少与分布、遗传中的相互关系以及与外观吸引力有关的色调或鲜明度等.由试验结果看,尽管杂交双亲都属于黄肉果,但是在杂交后代出现了相当部分的白肉果单株,初步看来似乎是黄肉对白肉为3:1的分离比,白肉似乎为隐性性状,受隐性基因控制的,但需要进一步的严格试验加以验证.这个现象不但在枇杷杂交育种中有实际应用价值,而且值得进行更为深入的肉色遗传规律研究,或许这个性状受多对基因的控制.同时,由于所结白肉果的品质一般都是较佳的,由此我们今后更要加大力度进行白肉品系的选育种.

影响果实性状表现的环境因素如天气(雨水,气温高低)、病虫害等都会影响果实生长,对于果实品质也有较大的影响.2013年广州气温比较高,果实成熟期比2012年提前20 d,枇杷果实生长时期缩短,这也是影响枇杷果实内在品质的一个重要因素.另外,2013年枇杷果实成熟季节连连下雨,雨后枇杷果实吸水,可能会影响果实质量,也可能是影响枇杷果实酸度^[13]的一个重要原因.另外,高接在不同‘早钟6号’成年树上的2个相同杂交组合序列的株系以及相同单株不同年份间的果实口感和TSS含量可能都有不小幅度的差异.因此要选育出稳定的大果高品

质的株系还需要数年连续的观察和测定,在以后的培育过程中,需尽可能地将杂种后代的树体、肥水、病虫害管理控制在同一水平,降低环境因素对杂种后代果实性状的影响,从而更加客观、科学地对杂种后代进行选育.

参考文献:

- [1] 林顺权. 西班牙的枇杷生产与科研[J]. 中国南方果树, 2001, 30(6): 69-70.
- [2] 林顺权, 杨向晖, 刘成明, 等. 中国枇杷属植物的自然地理分布[J]. 园艺学报, 2004, 31(5): 569-573.
- [3] 林顺权, 刘成明, 杨向晖, 等. 广东枇杷的过去、现在和未来[J]. 广东园艺, 2003(3): 8-10.
- [4] 黄金松, 许秀淡, 郑少泉. 特早熟大果型枇杷新品种—早钟6号[J]. 中国果树, 1993(4): 4-6.
- [5] 余东, 许家辉, 魏秀清, 等. 枇杷果实育种目标性状在杂种后代中的表现[J]. 中国农学通报, 2008, 24(11): 324-332.
- [6] 乔燕春, 林顺权, 何小龙, 等. 普通枇杷种内和种间杂种苗的RAPD鉴定[J]. 果树学报, 2010, 27(3): 385-390.
- [7] 林良方, 林顺权. 枇杷果实套袋技术[J]. 亚热带植物科学, 2010, 39(2): 84-89.
- [8] 吴万兴, 鲁周民, 李文华, 等. 疏花疏果与套袋对枇杷果实生长与品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2004, 32(11): 73-75.
- [9] 胡志群, 王惠聪, 胡桂兵. 高效液相色谱测定荔枝果肉中的糖、酸和维生素C[J]. 果树学报, 2005, 22(5): 582-585.
- [10] 宁正祥. 果树生理调控学[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2001.
- [11] 邱武陵, 章恢志. 中国果树志: 龙眼 枇杷卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996: 257.
- [12] 刘平, 彭士琪, 郭振怀. 果树主要经济性状的遗传动态[J]. 河北林果研究, 2002, 17(3): 267-274.
- [13] 魏秀清, 邓朝军, 章希娟, 等. 枇杷种质资源可溶性固形物含量分析[J]. 福建果树, 2009(2): 53-58.

【责任编辑 李晓卉】