

云南保存橡胶树魏克汉种质资源亲子系谱分析

毛常丽, 吴 裕, 张凤良, 倪书邦

(云南省热带作物科学研究所, 景洪 666100)

摘要:对农业部景洪橡胶树种质资源圃(云南景洪)保存的 290 份魏克汉种质资源进行了亲子系谱分析。结果表明, 无性系 GT1、PR107、PB86、RRIM600、云研 277-5、PB5/51、IAN873 的后代为 210 份, 占 72.41%。从表型看, 魏克汉种质资源群体变异丰富, 实际上遗传基础很窄。本研究以 GT1、PR107、PB86、RRIM600、云研 277-5、PB5/51、IAN873 为主线建立了亲子系谱图, 并对部分种质资源的性状进行了分析, 获得一些性状的传递遗传规律, 供育种工作者参考。

关键词:橡胶树; 魏克汉种质; 系谱分析

Pedigree Analysis of Wackham Germplasm Resources of *Hevea brasiliensis* in Yunnan Province

MAO Chang-li, WU Yu, ZHANG Feng-liang, NI Shu-bang

(Yunnan Institute of Tropical Crops, Jinghong 666100)

Abstract: The pedigree of 290 accessions of Wickham germplasm resources, preserved in the Germplasm Repository of Rubber Tree (*Hevea* spp.) JingHong City, Ministry of Agriculture, was analyzed. The results showed that 210 accessions were the off spring of rubber clones GT1, PR107, PB86, RRIM600, Yunyan277-5, PB5/51 and IAN873, which accounted for 72.41% of all 290 germplasm resources. Wickham germplasm resources had abundant population variances on phenotype, but actually had very narrow genetic basis on genotype. In this article, the family trees were set up mainly based on the rubber clones GT1, PR107, PB86, RRIM600, Yunyan277-5, PB5/51 and IAN873, and characteristics of some germplasm resources were analyzed. The genetic regulation of *Hevea brasiliensis* was sought out and it can provide reference for rubber breeders.

Key words: *Hevea brasiliensis*; wackham germplasm resources; pedigree analysis

橡胶树 (*Hevea brasiliensis*) 是南美洲巴西亚马逊河流域的野生树种, 然而, 近几十年来, 东南亚才是橡胶树规模化生产种植的主要地区。橡胶树在南亚属于外来物种, 根据引种经历, 习惯将种质资源分为魏克汉种质资源和 81'IRRDB 种质资源两大类。其中, 国际橡胶研究与发展委员会 (IRRDB) 于 1981 年从巴西亚马逊河流域采集种子和芽条繁殖获得的称为 81'IRRDB 种质资源; 1876 年, 魏克汉 (Wickham)

从巴西将种子运到英国邱园 (Kew Garden) 育苗, 再送到斯里兰卡、马来西亚和印度尼西亚等国种植, 其后代统称为魏克汉种质资源, 以此为材料在南亚国家培育了诸多优良品种, 是目前橡胶树种植品种的主要来源^[1]。我国从 1953 年开始大规模引种发展橡胶产业, 云南植胶区从大量引种无性系品种中选出 PB86、GT1、RRIM600、PR107 大规模推广种植, 称为 4 大品种。根据云南植胶区的育种目标和引种的

收稿日期: 2014-10-24 修回日期: 2014-12-22 网络出版日期: 2015-10-14

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20151014.1427.024.html>

基金项目:农业部热带种质资源保护项目 (14RZZY-02); 云南省应用基础研究计划青年项目 (2013FD085); 云南省热带作物科技创新体系建设专项资金项目 (RF2014-1-1)

第一作者研究方向为橡胶树种质资源保护。E-mail: maokangwan@163.com

通信作者: 吴裕, 研究方向为植物种质资源保护和良种选育。E-mail: hhyw20130105@126.com

种质资源情况,云南省热带作物科学研究所开展了杂交育种工作,获得云研 277-5、云研 77-2、云研 77-4、云研 73-46 等一系列优良品种,其他具有一定特异性状的无性系,虽然没有上升到推广品种,但也作为种质资源进行保存。

查阅农业部景洪橡胶树种质资源圃的记录,有些种质资源已作为杂交亲本获得 F_3 ,本研究利用农业部景洪橡胶树种质资源圃数据库对已知亲本的 290 份魏克汉种质(该圃保存魏克汉种质资源 600 多份)的亲子关系进行了追踪查询,并建立了亲子系谱图,简要叙述部分种质的性状特征,结合亲子系谱找到一些传递遗传的规律,对橡胶树杂交育种策略的制定具有一定指导意义。

1 种质资源的亲本来源及使用情况

农业部景洪橡胶树种质资源圃保存的魏克汉种质资源已知亲本共 290 份,包括引进的 55 份,云南自育 183 份,海南自育 20 份,广东广西 32 份。290 份种质资源共选用了 103 个亲本(表 1);利用国外种质资源为双亲育成的种质资源共 172 份(引进 55 份,云南 91 份,海南 11 份,广西广东 15 份),国内种质资源与国外种质资源杂交育成的有 105 份(云南 87 份,广东广西 13 份,海南 5 份),双亲都是国内种质资源育成的只有 13 份(云南 5 份:云研 73-477、云研 76-398、云研 84-286、云研 84-386、云研 84-734;海南 4 份:热研 8-79、热研 88-13、热研 93-114、热研 93-115;广东广西 4 份:广西 64-41、广西所 63-14、桂研 73-172、化 25-4)。

表 1 种质资源作为亲本使用组合数及子代数

Table 1 The statistical result for the number of being used to parents of 290 germplasm resources

亲本 P	母本 FP	父本 MP	合计 T	组合 CO	亲本 P	母本 FP	父本 MP	合计 T	组合 CO	亲本 P	母本 FP	父本 MP	合计 T	组合 CO	亲本 P	母本 FP	父本 MP	合计 T	组合 CO
GT1	72	0	72	16	PilB84	0	4	4	3	Pila44	1	1	2	1	RO41	0	1	1	1
云研 72-83	9	31	40	3	RO45	0	4	4	1	RRIM509	0	2	2	1	RRIC36	0	1	1	1
RRIM118	30	9	39	6	RRIC102	0	4	4	1	RRIM712	0	2	2	1	RRIC8	1	0	1	1
PR107	0	32	32	14	RRIC52	3	1	4	3	RRIM725	0	2	2	1	RRIM500	0	1	1	1
云研 277-5	8	23	31	15	云研 71-662	0	4	4	1	广西 66-8	2	0	2	2	RRIM603	0	1	1	1
RRIM600	23	5	28	17	云研 72-729	0	4	4	2	茅落 24-3	1	1	2	2	RRIM608	1	0	1	1
IAN873	1	22	23	7	AC80	0	3	3	1	AV214	1	0	1	1	RRIM612	0	1	1	1
PB310	21	3	24	3	FX516	3	0	3	1	AV255	0	1	1	1	RRIM803	0	1	1	1
PB86	13	10	23	15	PB49	2	1	3	3	AV256	0	1	1	1	TK14	0	1	1	1
PB5/51	14	6	20	12	PR228	1	2	3	2	AV363	0	1	1	1	War4	0	1	1	1
RRIM208	0	18	18	1	RRIM605	3	0	3	2	AVROS157	1	0	1	1	白南 28-32	1	0	1	1
RRIC103	9	3	12	4	RRIM71	0	3	3	2	AVROS161	0	1	1	1	冬试 69-2	1	0	1	1
天任 31-45	12	0	12	7	Tj1	3	0	3	2	BD10	1	0	1	1	合口 1-33	0	1	1	1
PB235	5	4	9	4	93-114	2	0	2	1	Djas1	1	0	1	1	后溪山 30-15	1	0	1	1
RO/PB/213/117	0	9	9	3	AC61	0	2	2	1	FORD351	0	1	1	1	联昌 10-5	0	1	1	1
RRIM501	4	5	9	6	AV163	1	1	2	2	FX513	1	0	1	1	茅落 24-31	1	0	1	1
PB260	3	5	8	3	AV163	1	1	2	2	IRC16	1	0	1	1	青弯坡 17-12	0	1	1	1
海垦 2	1	6	7	4	BD5	1	1	2	2	Llir1	1	0	1	1	石岚 3 号	1	0	1	1
RRIM623	3	3	6	5	BD5	1	1	2	2	MK3/2	0	1	1	1	停亮 1-25	1	0	1	1
Tjir1	4	2	6	5	BR2	2	0	2	1	PB25	0	1	1	1	停亮 291	0	1	1	1
南强 1-97	6	0	6	5	F4542	1	1	2	1	PB252	0	1	1	1	停亮原 8	0	1	1	1
RO42	2	3	5	1	FA1717	0	2	2	2	PB32/36	0	1	1	1	云研 191	0	1	1	1
广西 66-8	1	4	5	4	IRCA22	0	2	2	1	PB5/78	0	1	1	1	云研 74-625	0	1	1	1
海垦 1	1	4	5	5	LunN	1	1	2	1	PB6/9	0	1	1	1	湛试 692	1	0	1	1
合口 3-11	1	4	5	3	PB24	0	2	2	2	PilB16	1	0	1	1	湛试 7-76-1	1	0	1	1
PB5/63	3	1	4	3	PB56	2	0	2	2	PilB50	1	0	1	1					

母本:指该种质作为母本得到的子代数;父本:指该种质作为父本得到的子代数;组合:指该种质被用作亲本的次数

Female parent;The number of offspring of this germplasm as female parent, Male parent;The number of offspring of this germplasm as male parent;Combination;The number of times of this germplasm as parent. P:Parent;FP:Female parent,MP:Male parent;T:Total,CO:Combination

2.2 以 PR107 为中心的系谱

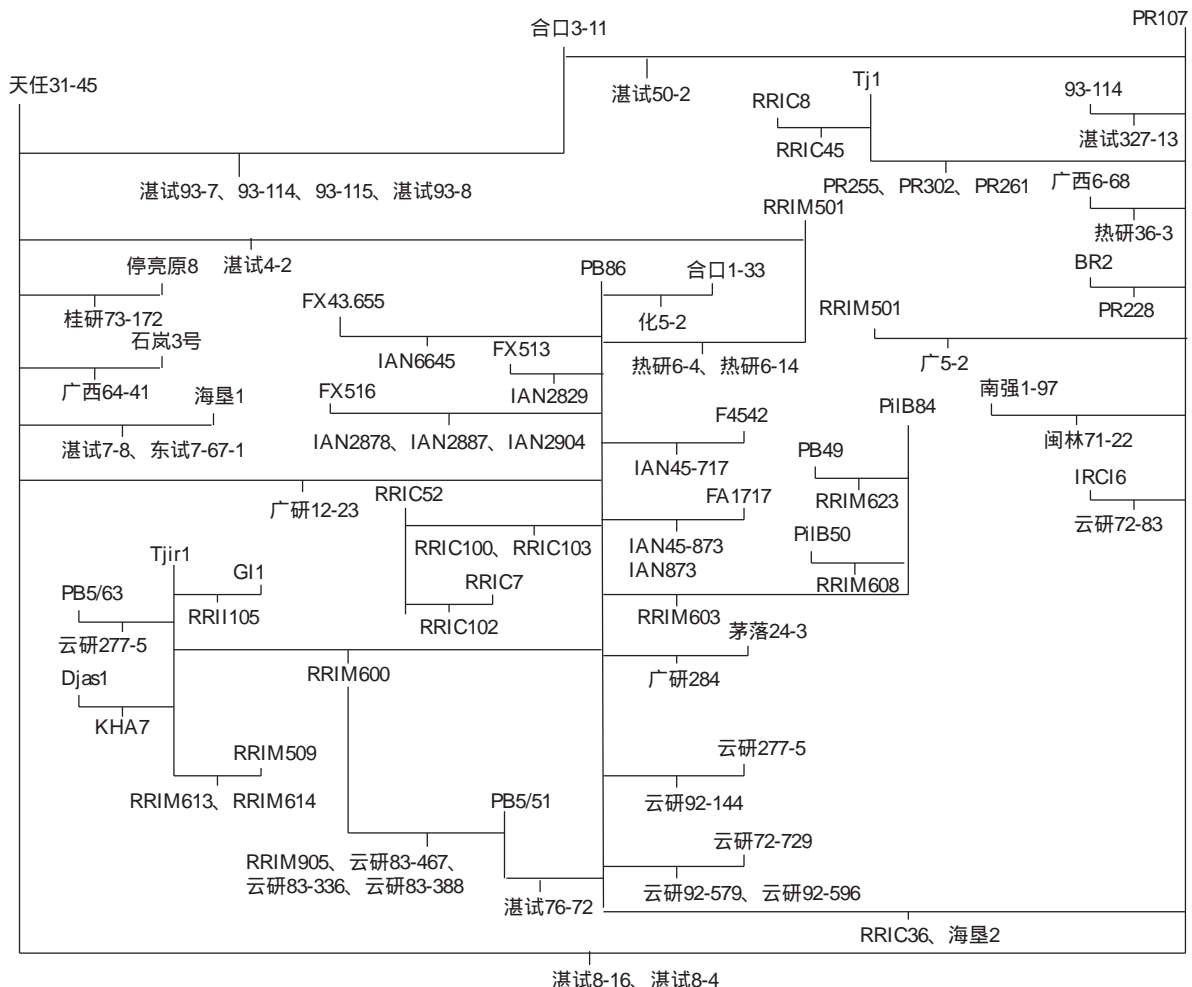
PR107 于 1955 年引进我国,是海南植胶区首选的育种亲本,高产,晚熟品种,但后续快速增产(开割 3 年后),耐刺激,抗风能力强,但在风力 12 级以上时,断干率很高,较易感染条溃疡病和白粉病,抗旱能力弱。PR107 雌蕊发育不良,只能作为父本,其 F_1 (14 次杂交组合) 包括 32 份种质资源(表 1, 图 2),具代表性的无性系有 PR302 (Tj1 \times PR107), 高产、抗寒一般、较速生、抗白粉病;热研 7-33-97 (RRIM600 \times PR107) 早熟高产、抗风力较强、抗寒力中等、生长较快、林相整齐;大丰 95 (PB86 \times PR107) 高产、抗风、抗寒、抗病、抗旱能力较强;海垦 2 (PB86 \times PR107), 高产,具一定抗风能力,抗寒力差;PR261 (Llir1 \times PR107) 高产抗风,云南试验区抗寒能力与云研 77-4 相当;云研 68-273 (中产)、云研 73-46、云研 77-2 和云研 77-4 等种质(母本均为 GT1) 均高产抗寒。GT1 \times PR107 是特殊配合力高的组合,容易获得既高产又抗辐射型低温的基因型,目前云研

68-273 未用作亲本,云研 77-2、云研 77-4 和云研 73-46 雌雄不育;PR228 (BR2 \times PR107) 高产抗寒,云研 72-83 (IRCI6 \times PR107) 高产。

PR107 的 F_2 情况:以海垦 2 为亲本育成了云研 84 系列 (RRIM600 \times 海垦 2、海垦 2 \times 云研 277-5)、云研 93 系列 (PB235 \times 海垦 2) 和云研 98 系列 (GT1 \times 海垦 2) 部分无性系;以 PR228 为亲本育成了云研 72-729 (高产抗寒力一般耐刺激)、云研 74-625 (高产) 和云研 76-354 等 3 个无性系;以云研 72-83 为亲本与 RRII118、GT1 和 RO/PB/213/117 组合育成云研 98 和云研 99 系列等 42 个无性系;以 RRIC36 为亲本育成湛试 359-3 (湛试 7-76-1 \times RRIC36)。

2.3 以 PB86、RRIM600 和 IAN873 为中心的系谱

PB86 于 1955 年引入我国,属于高产品种,抗低温能力一般,易感染条溃疡病,20 世纪 80 年代后不再种植。其 F_1 (15 个杂交组合) 包括 23 份种质资源(表 1, 图 2),具代表性的有:RRIM600 (Tjir1 \times PB86)、



IAN873 (PB86 × FA1717)、海垦 2 (PB86 × PR107) 和 RRIC103 (RRIC52 × PB86) 等种质资源。RRIM600 是 Tjir1 × PB86 的 F_1 , 高产、抗风力差、抗寒力差、物候整齐。RRIM600 的 F_1 (17 个杂交组合) 包括 28 份种质资源 (表 1, 图 3), 代表性的有云研 74-647 (广西 66-8 × RRIM600), 高产; 热研 2-14-39 (RRIM600 × RRIM612) 高产抗风; RRIM703 (RRIM600 × RRIM500) 高产抗风; 热研 7-33-97 (RRIM600 × PR107) 高产抗风、早熟、抗寒力中等、生长较快、林相整齐; 热研 88-13 (RRIM600 × PiIB84) 高产不抗寒、易感白粉病; 云研 72-324 (RRIM600 × PB5/63) 高产不抗寒、易感白粉病和炭疽病; PB310 (PB5/51 × RRIM600) 高产。PB310 分别与 GTI、IAN873 和 RRII208 等形成 3 个杂交组合

育成云研 91、云研 97、云研 98 系列等 24 份种质资源, 其中 PB310 × RRII208 的有 18 份, 这些都是高世代无性系, 以后使用这些资源作亲本时要慎用; 热研 88-13 (RRIM600 × PiIB84) 作亲本育成热研 8-79 (热研 88-13 × 热研 217), 在海南西部干旱中风区种植。

IAN873 是速生高产, 抗平流型低温品种, 其 F_1 有多个无性系被视为胶木兼优品种。本课题组研究表明, IAN873 的 F_1 苗木生长量显著大于 GT1 和 RRIM600 的 F_1 苗木生长量^[2]。IAN873 的 F_1 (7 个杂交组合) 包括 23 份种质资源 (表 1, 图 1), 主要包括云研 84、云研 91、云研 92、云研 98 系列部分无性系, 这些无性系选出时间都比较晚, 至今未用作亲本选育下一代, 可以从中挖掘优良亲本进行种质创新。

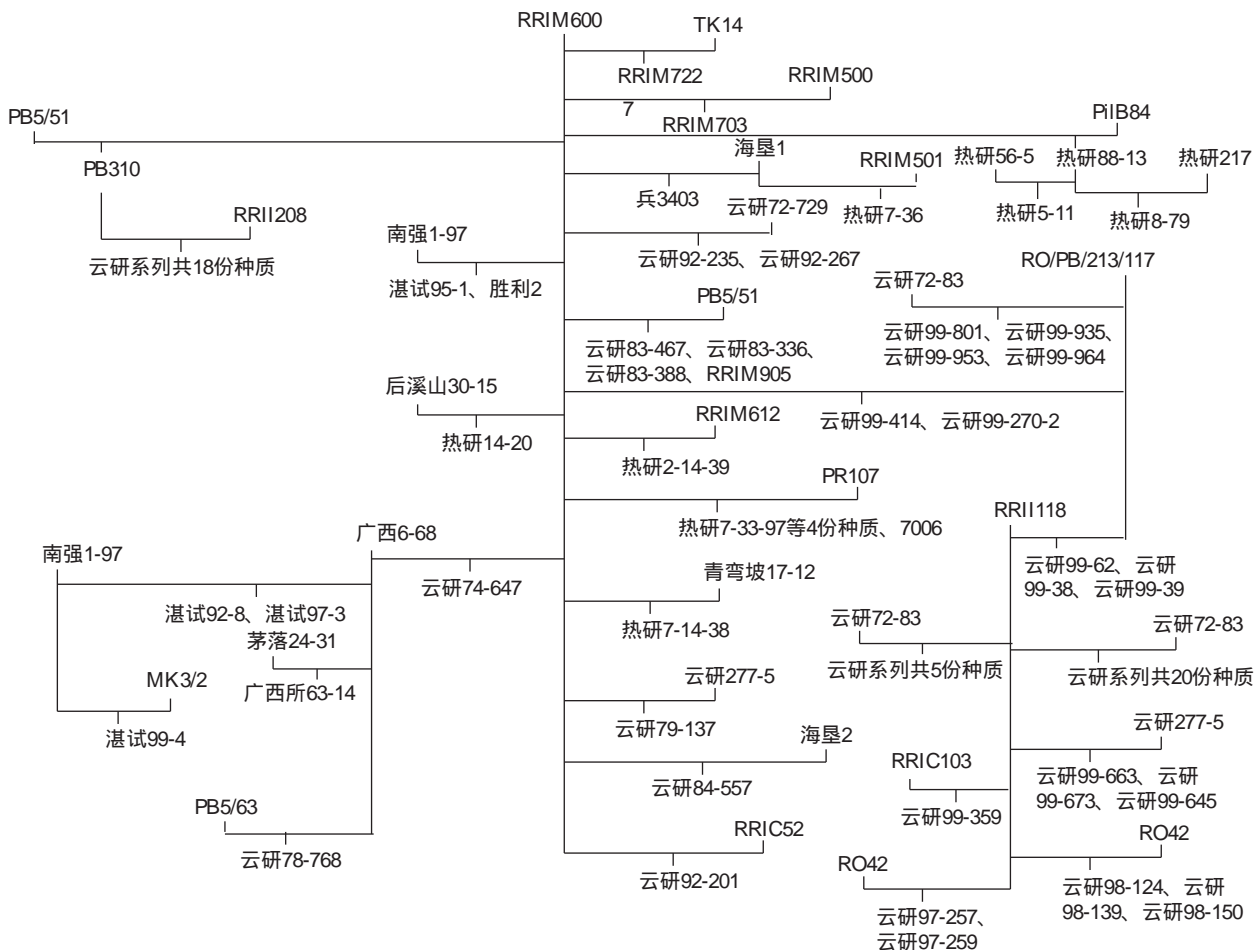


图 3 主要以 RRIM600 为亲本的系谱

Fig. 3 The genetic lineage of RRIM600

2.4 以 PB5/51、PB5/63 和云研 277-5 为中心的系谱

PB5/51 和 PB5/63 是 PB56 × PB24 杂交选出的无性系。PB5/51 属于高产种质资源, 其 F_1 (12 个杂交组合) 包括 20 份种质资源 (表 1, 图 4), PB5/51 的

F_1 作为砧木在南亚国家受到好评。PB5/51 的 F_1 部分种质资源情况如下: PB217 (PB5/51 × PB6/9) 高产; PB235 (PB5/51 × PB5/78) 高产不抗寒, 但在云南试验区产量并不高, 目前被用作亲本选育出云研

的亲本是 PB5/51 × RRIM600, 云研 75-1、云研 75-11 和云研 76-235 的亲本是 GT1 × 云研 277-5, 云研 73-46、云研 77-2 和云研 77-4 的亲本是 GT1 × PR107, 这些高产无性系的亲本均高产, 在产量方面具有较高的一般配合力。

研究表明, 在橡胶树杂交育种中, 正反交组合后代产胶量水平基本相当^[3]。忽略正反交对子代产胶量的影响来考虑产量性状的遗传规律可以得出: 高产→高产→高产→高产的规律。例如, PR107→PR228→云研 74-625→云研 92-104; PR107→PR228→云研 72-729→云研 92 系列(4 个); PB86→RRIM600→热研 88-13→热研 8-79; PB86→RRIM600→PB310→云研 91、云研 97、云研 98 系列 24 份; PB56 × PB24→PB5/51→PB260; PB56 × PB24→PB5/51→PB235→云研 91、云研 92、云研 93 系列等 9 份; PB56 × PB24→PB5/63→云研 277-5→云研 73-477、云研 75-1、云研 75-11 和云研 76-36。

3.2 以抗寒性状为主的亲子关系分析

抗寒性是云南植胶区橡胶树选育种的主要目标之一, 也是一个数量性状。要选育抗寒性强的无性系, 关键是要找到理想的抗寒亲本, 抗寒性较强或中抗以上的种质资源可以选作抗寒亲本。研究表明, 橡胶树抗寒性状可以通过杂交传递给后代, 超亲优势受亲本组合、遗传力和特殊配合力影响^[3]。

以 GT1 × PR107 为亲本育成了既高产又抗低温的无性系有云研 68-273、云研 73-46、云研 77-2 和云研 77-4 等, 由此可见 GT1 × PR107 是一组特殊配合力高的抗寒组合; 天任 31-45 是一个抗寒力强的种质资源, 但产量一般, 93-114 是天任 31-45 × 合口 3-11 育成的一个高产抗寒无性系; 而由 GT1 × 云研 277-5 育成的无性系云研 75-11 和云研 76-235 抗低温能力较差, 育成的云研 75-1 则抗低温能力较强; 德垦 22 (芒市 1-33 × PB86) 和 PR261 (Llir1 × PR107) 均具有一定的抗寒能力, 其中亲本 PB86、PR107 属于高产不抗低温品种, GT1、天任 31-45 和芒市 1-33 属于抗寒中产无性系。由此可见, GT1 × PR107、天任 31-45 × 合口 3-11、芒市 1-33 × PB86、Llir1 × PR107 和 PB86 × PR107 这些组合的特殊配合力高; 云研 73-477 (广西 66-8 × 云研 277-5)、云研 74-625 (RRIM623 × PR228)、云研 74-647 (广西 66-8 × RRIM600)、云研 75-100 (GT1 × IRCA22)、云研 76-398 (云研 277-5 × 云研 191)、云研 277-5 (PB5/63 × Tjir1)、热研 88-13 (RRIM600 × PilB84) 等种质的抗寒能力较差。

3.3 以抗风性状为主的亲子关系分析

橡胶树抗风性是一种综合性状, 据抗风育种的资料表明, 抗风能力比较强的双亲进行杂交, 其后代的抗风能力也比较强, 反之亦然, 且正反交 F_1 的抗风水平无差异。徐妍 141-2 是海垦 1 × PR107 的后代, 产量和抗风能力超过了海垦 1; 以南强 1-15 × 福华 1-5 育成杂 39, 再由杂 39 × 海垦 1 育成文昌 33-24, 文昌 33-24 的产量和抗风能力超过了海垦 1; 文昌 217 (海垦 1 × PR107) 的抗风能力超过了海垦 1, 产量超过了 RRIM600; 93-114 (天任 31-45 × 合口 3-11) 的抗风能力超过了海垦 1; 热研 7-33-97 (RRIM600 × PR107) 高产抗风; PR261 (Llir1 × PR107) 高产抗风; 以 PB5/51 × PR107 育成的广研 56-5 和广研 60-1 高产抗风; 以 PB86 × PR107 育成的大丰 95 和海垦 2 高产, 具有一定抗风能力; RRIM721 (RRIM605 × RRIM71)、RRIM703 (RRIM600 × RRIM500)、RRIM501 (Pila44 × LunN) 和 PB260 (PB5/51 × PB49) 等无性系高产抗风。由此可以得出, 海垦 1 × PR107、天任 31-45 × 合口 3-11、PB5/51 × PR107 等是特殊配合力高的抗风组合。

4 讨论

农业部景洪橡胶树种质资源圃现保存魏克汉种质资源 600 多份, 已知亲本的有 290 份, 其中 PB86、RRIM600、云研 277-5、GT1、PR107、IAN873 和 PB5/51 的后代有 210 份, 这些亲本的后代在所保存的种质资源中占据了很大的比重, 且主要性状各有优缺点, 表面上看变异丰富, 实际上遗传基础很窄。魏克汉种质资源起源于魏克汉引进的 46 株实生树, 原本群体中遗传基础就较窄, 在人工选择过程中又逐渐淘汰了大量本身产量虽不突出, 但带有高产基因的亲本, 加之人工选配亲本, 选出的亲本都是成对组合, 失去了随机交配中可能得到互补的杂交机会, 人工授粉的后代群体不大, 超亲单株出现的机会越来越少, 建议利用已知性状比较优越的亲本建立混合种子园, 进一步扩大魏克汉种质资源的遗传基础。

产胶量高是主要的育种目标, 产胶量是一个数量性状, 容易受环境影响。在选择亲本时就要选择受环境影响较小, 高产性状主要受微效多基因控制的无性系用作杂交亲本能获得较大的遗传增益。另外, 在一些寒害和风害较轻的植胶区, 应选择一般配合力高的无性系作亲本, 能显著提高后代高产单株的选出率。如 PB86、PR107、RRIM600、Tjir1、PB5/63、广西 6-68、云研 277-5、PB5/51、热研 88-13、

RRIM623、PR228 等无性系均高产,选用这些无性系作亲本在产量方面一般配合力都较高。

抗寒性和抗风性均属于数量性状,也容易受环境影响。在一些寒害或风害重的地区,既要考虑产胶量又要考虑抗性,在杂交选育时要考虑两亲本性状的充分的互补,让子代同时具备多个优良性状,如 GT1、天任 31-45 和芒市 1-33 等属抗寒中产无性系,PR107 和 PB86 属高产不抗寒无性系,故 GT1 × PR107、天任 31-45 × 合口 3-11 和芒市 1-33 和 PB86 都是特殊配合力高的抗寒组合;同样,海垦 1 × PR107、PB86 × PR107、PB5/51 × PR107 均是特殊配合力高的抗风高产组合。

任何植物在进行杂交育种时都会面临一个共同的问题:杂交代次增加,增产幅度趋缓,橡胶树也不例外。橡胶树通过有目的地选择亲本进行杂交,有性后代出现双向超亲现象,但随着杂交代次的增加,这种超亲现象将减少,特高产单株的出现率将降低,特高产单株建立的无性系增产幅度将趋缓,如热研 88-13 是 RRIM600 × PilB84 杂交后代中特高产单株建立的无性系,其产量比 RRIM600 高 43%,而热研 88-13 × 热研 217 杂交又选育出了特高产无性系热研 8-79,其产量比 RRIM600 增产 81%,增产幅度虽然还是比较大,但之后再用热研 8-79 作亲本杂交就很难出现产量超过热研 8-79 的无性系了;由无性系 PB86 与 Tjir1 杂交选出的无性系 RRIM600,其产量是 PB86 产量的 2 倍多,再由 RRIM600 × RRIM500 杂交后代选出的无性系 RRIM703,其产量为 PB86 的 300%,从此以后,再用 RRIM703 做亲本杂交就很难出现产量超过 RRIM703 产量的无性系了,因此继续使用这些高世代的无性系做亲本选育高产品种的意义已经不大,这是因为橡胶树产胶量是数量性状,是以加性效应为主的遗传性状,杂交后代很难继续大幅度超亲。高世代无性系有云研 277-5、云研 72-729、云研 74-625、热研 88-13、PB310、PB235 和 PB260 等的子代,这些资源的子代再被选作杂交亲本(以高产为主要育种目标)时要慎重;而像 GT1 和 IAN873 的子代作为亲本的还很少见,这些资源可能在抗性和其他副性状上是一些比较有发展潜力的杂交亲本。

橡胶树是异花授粉植物,种内遗传变异丰富,即使是半同胞家系或全同胞家系内部,株间差异也非常大^[2-5]。因此,在使用魏克汉种质资源进行种质创新的同时,也应积极对 81'IRRDB 种质资源进行鉴定、评价和利用。虽然农业部景洪橡胶树种质资

源圃保存的 2000 多份 81'IRRDB 种质资源尚未发现产量高的种质资源,但可以利用统计学方法,通过表型值和个体间的亲缘关系来剖分遗传效应和环境效应^[6],对已鉴定的其他特异性状的种质资源按其加性基因型值剖分出来加以利用,如张凤良等^[7]对 1904 份 81'IRRDB 种质资源进行了干型、分枝形态、胸径生长量的分析和选择,挑选出 26 份种质资源,对这些已鉴定的种质资源应加以充分利用。另外,分子标记和基因工程技术也越来越多的被用于物种的遗传关系构建和良种培育^[8-15],不仅在农作物上取得了较多的成绩,在橡胶树方面也做了一些应用^[16],今后可以通过转基因或分子辅助育种等方法把 81'IRRDB 种质资源的某些基因转移到魏克汉种质资源中,与魏克汉种质资源结合进行种质创新,培育出更多更优良的新品种。

参考文献

- [1] 何康,黄宗道. 热带北缘橡胶树栽培[M]. 广州:广东科技出版社,1987
- [2] 毛常丽,杨焱,吴裕,等. 橡胶树砧木家系苗期生长性状变异分析[J]. 热带农业科技,2012,35(3):5-8,41
- [3] 黄华孙. 中国橡胶树育种五十年[M]. 北京:中国农业出版社,2005
- [4] 潘华荪,王正国. 云南橡胶树选种工作进展和成就[J]. 热带农业科技,2005,28(1):9-15
- [5] 李国华,吴裕,肖桂秀. 云南种植橡胶树品种性状传递遗传分析[J]. 热带农业科技,2010,33(1):5-8,17
- [6] 刘天颐,杨会肖,刘纯鑫,等. 火炬松基因资源的育种值预测与选择[J]. 林业科学,2014,50(8):60-67
- [7] 张凤良,毛常丽,胡永华,等. 云南保存橡胶树部分种质资源干形及分枝变异分析[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(3):534-539
- [8] 陈新,马庆华,王贵禧,等. 平欧杂种榛主栽品种(系)遗传关系的 ISSR 分析[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(1):202-206
- [9] 刘义华,张召荣,冷容,等. 茎瘤芥(榨菜)瘤茎形状的遗传研究[J]. 植物科学学报,2014,32(1):34-39
- [10] 王金凤,李钊,杜丽璞,等. 转 *PvPGIP2* 基因小麦的获得与纹枯病抗性鉴定[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(1):179-183
- [11] 陈红敏,陈明,魏安智,等. 抗逆相关基因 *GmAREB* 转基因小麦的获得与鉴定[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(6):749-754
- [12] 周翠燕,温泽文,柴国华,等. 拟南芥 *AtFtsH4* 基因 RNA 干扰载体的构建及转基因植株的表型分析[J]. 分子植物育种,2014,12(1):162-167
- [13] 鲁凤娟. 利用 AFLP 分子标记鉴定新疆梨的分类地位[J]. 安徽农业科学,2010,38(5):2281-2282
- [14] 刘化龙,王敬国,刘华赵,等. 基于 SSR 标记的寒地水稻品种骨干亲本分析[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(6):865-871
- [15] 郑杨,曲晓玲,郭翎,等. 观赏海棠资源谱系分析及育种研究进展[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2008,39(1):152-160
- [16] 赵建文,张晓飞,翟琪麟,等. 应用 EST-SSR 分析国外种质作为亲本在中国橡胶树杂交育种中的贡献[J]. 热带作物学报,2013,34(2):232-238