

山茶属植物种质资源的搜集 及基因库的建立利用研究*

庄瑞林 董汝湘 黄爱珠 **邱金兴** 匡元玉 曾庆南

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

(江西省林业科学研究所)

王德斌 陈永忠 蔡肖群 邓晓安 苏明媚

(湖南省林业科学研究所)

(广西壮族自治区林业科学研究所)

摘要 采用普通油茶大砧嫁接快速繁殖建成4个基因库, 现已搜集保存种质资源2267个号, 其中山茶物种、变种161个, 山茶花品种340多个, 油茶农家品种、优株、无性系等1605个。将不同纬度、海拔高度和生态条件下的物种、品种集中在同一地进行研究, 提高了种质对环境的适应性和抗性, 发挥了基因库的多种作用和效益。

关键词 山茶属; 种质资源; 基因库

种质(Germ Plasm)是决定生物种性(Species Character)并能从亲代传递给后代的遗传物质的总体, 小指个别性状, 大指原种的综合体。所以种质资源是泛指已用于或可用于育种的各种栽培、半野生、野生植物的总称, 包括分类学中的种、亚种、变种、类型和栽培的品种、品系等。种质资源是良种选育的物质基础, 蕴藏着巨大的生产潜力。我国山茶属(*Camellia* Linn.)种质资源极为丰富。据张宏达教授研究, 我国南部和西南部是山茶属植物的分布中心, 也是起源中心。现在全世界山茶属植物种或变种已超过200种, 分隶于4个亚属20个组, 其中将近90%分布在我国^[1]。至于山茶花(*Camellia japonica*)的栽培品种, 美国、澳大利亚、日本等国家有2000余种。据初步估计, 我国的地方品种超过400种。山茶属植物具有较高的经济价值, 一部分既是木本油料树种, 又具有观赏价值; 山茶花是我国十大名花之一; 金花茶组的28个种是我国的国宝; 茶组的茶(*C. sinensis* Kuntze)是重要的饮料。

为了防止基因资源的流失, 为进一步开发利用提供物质基础, 1983年起, 我国将山茶属种质资源的搜集、保存和利用研究列为油茶良种选育的一个重要内容。8年来, 我们发挥各自的地方特长, 进行了广泛的搜集, 目前四个基因库共搜集保存物种、变种、品种、优株和无性系等2267个号。并且研究掌握了主要物种的生物学特性和经济性状, 为杂交育种和新品种选育提供了丰富的材料。把保存与利用, 选择、测定与繁殖相结合, 为生产提供了一大批优良穗条和种子, 培育了大批的山茶花采穗母株和绿化大苗, 充分显示了基因库的科学价值和经济效益。

本文于1990年4月12日收到。

*江西省林科所徐林初、贾贵仁同志亦参加了工作。

1 基因库的基本情况

1.1 浙江富阳 位于119°58' E, 30°05' N。土壤为红壤。砧木为1968年直播的普通油茶(*Camellia oleifera*)、小果油茶(*C. meiocarpa*)、浙江红山茶(*C. chekiangoleösa*)、南荣油茶(*C. nanyöungensis*)、越南油茶(*C. vietnamensis*)等物种。基因库面积为50亩。

1.2 江西南昌 位于115°58' E, 28°40' N。属低丘红壤。砧木为1965年直播造林的普通油茶。基因库面积84亩。

1.3 湖南长沙 位于113°20' E, 28°12' N。土壤属红壤。砧木为1974年直播造林的普通油茶。基因库面积80亩。

1.4 广西南宁 位于108°20' E, 22°50' N。红壤。砧木为1968年直播造林的普通油茶。基因库面积50亩。

2 种质资源的搜集内容和方法

以山茶属油用种质为主,油用与观赏相结合,广泛搜集国内的物种、变种、品种、类型、优良农家小种群、优株、无性系、家系以及杂交育种材料。山茶花以搜集红山茶(*C. japonica*)、云南山茶(*C. reticulata* Lindl.)、茶梅(*C. sanqua*)等品种为主。在广泛进行资源调查的基础上,通过全国油茶科研协作活动掌握信息,派人到实地调查,并进行详细记录,建立登记卡;交换和引进也是一种方式。在搜集时注意搜集的广泛性和材料的代表性;油用物种如优株一般在原株上采种或采条;农家品种在群体中取混合样,对分布点多的物种和山茶花品种一般都做到多点收集,分别保存,以观后果。为方便开发利用,保存的方法主要采用种植法,保存活标本。以采用大砧嫁接繁殖为主,根据需要,部分采用种子实生繁殖。保存株数,无性繁殖一般3~5株,实生为10株。嫁接采用撕皮嵌接、改良拉皮接、插皮接、地切接、切腹接等方法。生物学特性观察和经济性状的测定均采用常规方法。基因库中按物种、品种、无性系等分区,采用随机排列。在搜集保存的同时,将选择、测定和繁殖等试验项目结合在一起进行。

3 基因库的建立利用

3.1 利用普通油茶大砧嫁接,提高了种质的适应性,加快了繁殖速度。

通过多年探索,4个基因库都选用了资源最丰富、分布范围广、适应性强且处于壮年阶段的普通油茶作砧木,从而提高了物种、品种的适应性,扩大了种源的搜集区域。山茶属种类繁多,分布区域广,水平分布从热带到北亚热带,纬度相差15度;垂直分布从低丘岗地到海拔2800 m以上的高寒山区,生态条件特别是温度差异大。试将生长在不同生态条件的种,用实生繁殖的方法引种到4个基因库,多年的实践都没有成功。如腾冲红花油茶(*C. reticulata* Lindl. f. *simplex* Sealy)、云南山茶、全缘红山茶(*C. subintegra*)、金花茶等,都经不起夏季的高温干旱或冬季严寒而死亡。浙江红山茶、南山茶(*C. semiserrata*)在丘陵地区实生造林,生长发育也不正常。4个点的实践证明,采用普通油茶大砧嫁接,除金花茶冬季需要防寒措施外,其余已搜集保存的物种品种,无论是低海拔、低纬度的,还是高海拔、

高纬度的都能正常生长发育, 提早开花和结果。

利用普通油茶大砧嫁接, 充分利用了砧木发育较成熟和根系较强大的特性, 嫁接一经成活, 当年就能抽梢, 能明显地加快嫁接株的生长发育进程。这为缩短育种周期, 提早获得经济效益起了重要的作用(见表1)。

表1 不同物种实生与嫁接繁殖的开花结果年龄

(单位: a)

繁殖方式	实生树		嫁接树		繁殖方式	实生树		嫁接树	
	原产地	引种长沙	砧木	嫁接后		原产地	引种长沙	砧木	嫁接后
普通油茶	3~4	3~4	18~20	2~3	扁果红山茶 (<i>C. compressa</i>)	8~10	—	18	3~4
攸县油茶 (<i>C. ynhsienensis</i>)	2~3	2~3	20	2	短管红山茶 (<i>C. glabripetala</i>)	8~10	—	5	2
南荣油茶	4~5	5	18~20	2~3	越南油茶	8~10	6~8	18	3~4
浙江红山茶	10~12	10~12	20	2~3	南山茶	15	15	20	4~5
腾冲红花油茶	8~10	10	20	3~4	山茶花	—	—	6	1~2
多齿红山茶 (<i>C. polyodonta</i>)	9~10	10	20	3~4	茶梅	—	—	4	当年
栓壳红山茶 (<i>C. phellocapsa</i>)	8~10	8	20	3~4					

3.2 基因库的建立, 保存了丰富的基因资源, 挽救了濒危珍稀物种

由于坚持长期、广泛的搜集, 又承多方的协作与支持, 到1990年, 已营建四个基因库共计面积264亩, 另有测定林350亩。搜集保存基因资源共计2 267个号, 其中物种变种共161个, 山茶花品种340多个, 油茶(*C. oleifera*)农家品种、优株、无性系、家系等共1 605个号。搜集的物种变种分属于山茶、茶、后生茶三个亚属中的油茶、红山茶、短柱茶(*Paracamellia*)、糙果茶(*Furfuracea*)、茶、金花茶(*Chrysantha*)、小黄花茶(*C. lueca*)等七个组, 其中油茶组、金花茶组、小黄花茶组的种和变种已基本搜集齐全。我国特有种和珍稀的一、二级保护物种, 如各种金花茶、小黄花茶、杜鹃红山茶(*C. azalea*)、长柱红山茶(*C. longistyla*)等数十种, 都已搜集保存。上述物种、变种中开黄花的有30个; 开红花的有50个; 开白花的有78个。山茶花品种共搜集349个, 红山茶的地方品种基本齐全; 云南山茶品种30个。在搜集中十分注意选育良种和生产相结合, 对各省(区)经过复决选的740个优株、59个农家品种及经过鉴定的优良家系、优良无性系都基本搜集。它是目前我国最大的山茶种质资源基因库。

3.3 对主要物种的生物学特性和经济性状进行了观测分析

搜集保存基因资源的目的在于利用, 利用是否有成效又取决于对种质资源的研究深度和广度。我们在建库的同时, 从良种选育需要的角度, 对已搜集物种的特性和性状进行了观察研究。掌握了主要物种的生育动态, 对已搜集的山茶花各品种进行了物候期观察。对从不同纬度和海拔高度引入的物种、品种, 还十分注意它们与原产地的物候差异及其性状表现。

3.3.1 种间杂交的亲合力 对13个物种进行正反杂交, 从41个组合杂交孕性的不同可看出其亲合力的高低(表2): ①亲合力较高——座果率20%以上的组合有: 普通油茶×小果油茶正交和反交, 其次有普通油茶×越南油茶的正交, 小果油茶×越南油茶的正反交, 南荣油茶×茶梨(*C. octopotala*), 宛田红花油茶(*C. polyodonta*)×浙江红山茶等。攸县油茶×越南油茶、南荣油茶×博白大果油茶(*C. gigantocarpa*)、南荣油茶×越南油茶、浙江红山茶×腾冲红花油茶等, 它们正交的亲合力较高, 而反交则表现不孕或孕性很差。②亲合力不高——

攸县油茶×广宁红花油茶(*C. semiserrata*)、越南油茶×广宁红花油茶、普通油茶×广宁红花油茶、越南油茶×宛田红花油茶等正交有一定的亲合力,但反交不孕。③表现不孕——攸县油茶×宛田红花油茶、攸县油茶×博白大果油茶、小果油茶×博白大果油茶等,这些组合正反交都表现不孕,说明它们之间没有亲合力。另外,利用金花茶的特殊性状进行山茶杂交,只有宛田红花油茶×金花茶、攸县油茶×金花茶有一定的孕性^[2]。

种内杂交结果证明,普通油茶种内不同品种、类型间的杂交均有极高的孕性,而且正反交无多大差别。同时对普通油茶的优良无性系进行了可配性测定,以选用高可配性的优良无性系造林,从而达到提高林分产量的目的。

表2 山茶属种间杂交不同组合的座果率

杂交组合		授粉座果数		座果率(%)		杂交组合		授粉座果数		座果率(%)	
母本	父本	花数(个)	座果数(个)	变幅	平均	母本	父本	花数(个)	座果数(个)	变幅	平均
普通油茶	小果油茶	882	580	63~80	65.77△	南荣油茶	越南油茶	243	82		33.71▲
	博白大果油茶	550	13	0~13	2.40▲		茶梨	160	77		48.13✓
	越南油茶	3578	2593	26~91	56.4△		博白大果油茶	139	20		14.3✓
	广宁红花油茶	350	32		9.1▲		广宁红花油茶	90	2		2.9✓
	宛田红花油茶	492	40		8.0▲		宛田红花油茶	越南油茶	57	0	
小果油茶	普通油茶	438	296	51~70.8	67.57△	攸县油茶		200	0		0✓
	博白大果油茶	264	1		0.38✓	浙江红花油茶		24	7		29.7✓
	广宁红花油茶	57	0		0✓	南荣油茶		28	0		0✓
越南油茶	普通油茶	238	42	8~70	17.6△	金花茶		12	3		25✓
	攸县油茶	136	0		0✓	博白大果油茶	普通油茶	137	0		0✓
	小果油茶	322	118	19.8~43.3	36.6▲		攸县油茶	138	0		0✓
	南荣油茶	148	3	0~2	2.0▲		小果油茶	115	1		0.87✓
	宛田红花油茶	78	6		7.03✓		南荣油茶	73	0		0✓
	广宁红花油茶	59	6		8.5✓		浙油江红花茶	腾冲红花油茶	150	22	
	博白大果油茶	42	0		0✓	日本山茶		150	20		13.30✓
攸县油茶	越南油茶	336	114		33.31✓	攸县油茶	100	0		0✓	
	浙江红花油茶	897	126	8~14.1	14.1▲	腾冲红花油茶	浙江红花油茶	120	0		0✓
	广宁红花油茶	598	53		8.7✓		攸县油茶	20	0		0✓
	腾冲红花油茶	374	64	6~67	17.11▲						
	宛田红花油茶	240	14		5.9✓						
	博白大果油茶	84	1		1.1✓						
	金花茶	220	40		18.18▲						
	日本山茶	200	40		20.0✓						

注: ▲为4个试验单位的数据; △为二个试验单位的数据; ✓为一个试验单位的数据。

3.3.2 主要物种染色体、花粉大小和正常花粉比例 对油茶、红山茶、短柱茶、毛蕊茶和金花茶等5个组19个物种染色体、花粉大小等进行了计数测定。从所观察到的山茶属各物种中,染色体存在着从二倍体($2n=30$)到八倍体($2n=120$)的倍数性系列,其中包括 $2n=30$ 、 $2n=60$ 、 $2n=75$ 、 $2n=90$ 和 $2n=120$ 等5种倍数体,但没有发现三倍体和七倍体的物种。从观察的材料中已知攸县油茶种内存在四倍体、五倍体和六倍体及南荣油茶种内存在二倍体、四倍体和五倍体的倍数性分化现象。攸县油茶所产生的倍数性分化可能是由四倍体自交和杂交产生的。

从不同地方采集来的普通油茶、越南油茶、广宁红花油茶、宛田红花油茶和博白大果油茶等物种,其染色体数是稳定的,不存在种的倍数性分化现象。

从不同物种花粉大小、正常花粉比例研究看出,野生种比经长期选育的栽培种,其花粉形状更趋一致。不同物种花粉的大小不同,但形态基本上是一致的。这些物种正常花粉的比例平均为94.15%,变幅为83.6%~99.6%,败育率仅5.85%。我国山茶属主要物种花粉粒平均直径为35.52~55.90 μm。在测定中发现,红花油茶类的花粉粒一般均大于白花和黄花油茶类,说明花粉粒的大小与果实大小有一定的关系,这在选种上有一定的价值^[2]。

3.3.3 主要物种脂肪酸组成及含量 对14个主要物种种子的脂肪酸含量的测定看出(表3),它们由油酸(18:1)、亚油酸(18:2)、亚麻酸(18:3)、棕榈酸(16:0)、硬脂酸(18:0)五种脂肪酸组成,其中不饱和脂肪酸是主要成份,占85%以上。饱和酸的含量很低,所以油茶是诸植物油中最富有营养价值的食用油。不同物种含油率的差异是明显的,有的相差一倍,如浙江红山茶为63.05%,而泰顺粉红油茶(*C. tachunensis*)只有23.59%。另外,物种间油酸的含量有较明显的差异,如小果红花油茶(*C. taishuensis*)为82.50%,而白花南山茶(*C. semiserrata* var. *albiflora*)只有59.4%,相差23.1个百分点;亚油酸、棕榈酸在不同物种间的含量也不同,这为油用物种的品质育种提供了可贵的基因材料。

表3 中国主要油茶物种种子含油量及脂肪酸组成

物 种	产 地	含 油 量 (%)		脂 肪 酸 组 成 (%)				
		平 均	幅 度	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3
小果油茶	富阳	45.86	45.13~48.60	9.84	1.90	76.63	10.25	1.38
攸县油茶	富阳	44.48	41.13~56.64	8.25	1.64	81.25	8.49	0.36
南荣油茶	桂林	57.47	57.30~57.61	10.92	2.47	74.02	10.86	1.72
泰顺粉红油茶	杭州	23.59	—	7.17	3.41	81.02	6.90	1.49
威宁短柱油茶 (<i>C. weiningensis</i>)	威宁	53.27	52.78~53.77	14.53	3.09	71.29	9.50	1.59
小果红花油茶	杭州	40.50	31.60~48.80	8.76	2.55	82.50	5.24	0.95
普通油茶	富阳	47.08	30.14~55.50	11.73	1.81	75.08	10.51	0.87
昭平油茶 (<i>C. carprellana</i>)	富阳	44.00	37.20~47.90	9.99	1.35	75.38	12.05	1.33
越南油茶	桂林	42.44	42.11~42.77	12.94	3.09	74.35	8.58	1.03
宛田红花油茶	桂林	33.48	32.52~34.44	13.86	1.67	74.84	8.52	1.08
茶 梨	富阳	47.32	47.08~47.56	14.96	2.35	66.66	14.82	1.07
浙江红山茶	常山	63.05	62.48~63.62	13.02	4.26	68.79	12.43	1.49
白花南山茶	封开	48.60	40.56~56.80	18.25	6.43	59.40	14.13	1.77
广宁红花油茶	桂林	62.81	62.50~63.12	12.75	4.10	66.76	14.89	1.45

3.3.4 主要物种营养器官的解剖观察 从26个物种的叶片解剖结构看出,油茶叶片与其抗寒性有一定的关系。因物种不同,其表皮厚度、叶肉中的栅栏组织、海绵组织的层数和厚度、细胞类型等都有差别。如普通油茶栅栏组织细胞有3~4层,第1~2层间隙大,细胞长形;海绵组织细胞长形,横向排列。叶肉组织中除叶绿体、簇状晶体外,还有石细胞,而浙江红山茶栅栏组织细胞方形,第1~2层没有间隙,海绵组织细胞小,多为卵形,没有石细胞。故认为可以根据组织中细胞层数、细胞类型、排列方式和含物有无(或含物形状)来检查和区别某些物种。根据叶片组织厚度与抗寒性的分析,海绵组织厚度与油茶的抗寒性呈高

度的相关(相关系数 $r = 0.9416$), 海绵组织厚度小, 有利于抗寒。博白大果油茶栅栏组织与海绵组织的比值最小为0.48, 其它几个物种的比值都在0.8以上。叶片总厚度与抗寒性也表现有一定程度的相关关系。以上研究对北缘地区油茶引种具有一定的指导意义。

3.4 为整理我国山茶花地方品种提供了条件

我国山茶花地方品种资源十分丰富。分布范围广, 栽培生态条件不一, 各地有同名异种、异名同种现象出现, 造成一些混乱, 这给品种整理带来许多困难。我们将各省的地方品种全面搜集到同一生态栽培条件下, 用大砧嫁接快速繁殖进行规范化的性状观察, 在此基础上进行分类、整理和鉴定(有几个点的重复)。可以认为, 这与分散整理和材料汇总整理相比, 更具有科学价值和时间优势。

此外, 我们利用基因库积累的试验研究材料, 丰富了《中国山茶》专著的内容^[1]。

3.5 发挥基因库多种作用, 经济效益明显

围绕建立基因库的主要目的, 把建库与建圃(园), 选择、测定与繁殖紧密结合进行, 既是基因库, 又是采穗圃、种子园, 同时也是按正规设计的测定林和丰产林, 发挥了基因库的多种作用。

(1) 通过多年测定已选育并通过鉴定优良家系6个, 优良无性系6个, 优良农家品种5个, 并已在生产上推广应用。预计1990年又可通过筛选鉴定出亩产茶油30 kg的优良无性系20~26个。同时完成无性系区域化试验。

作为良种繁育基地, 目前这四个基因库已初具规模, 培育了大批采穗母树, 年可生产穗条300万根以上, 可培育优良无性系苗木200万株, 提供营建2万亩速生丰产林。同时每年还能提供大批遗传品质和播种品质优良的种子。如1985年为联合国油茶低产林改造工程提供优良家系种子营造的200亩丰产林, 直播第四年, 平均亩产果达27.5~33.5 kg, 比一般种子造林增产35%以上。又如福建省利用我们基因库提供的穗条生产的苗木营造的800亩丰产林, 进入盛果期后, 亩产油达30 kg以上, 比目前该省的平均亩产油提高了几倍。

(2) 培育了2500多株150多个品种的山茶花采穗母树, 嫁接后第五年产穗条200~300根。目前每年可生产穗条50万根。江西已在全省各地建立了16个推广点, 利用本地的普通油茶大砧快速繁殖, 培育了大批多品种、花色的绿化大苗, 深受生产部门的欢迎。

(3) 基因库的经济效益正随时间的推移不断提高。现在, 4个基因库每年能生产的油茶无性系穗条300万根, 按每根0.05元计, 产值15万元; 年提供山茶花品种穗条50万根, 每根0.15元计, 价值7.5万元; 仅此二项年产值达22.5万元。同时, 每年有大批的优质种子和多品种的山茶花大苗出售的收入。如果用这些种苗每年营造2万亩丰产林, 按遗传增益20%计算, 其经济效益将更为可观。

参 考 文 献

- [1] 张宏达等, 1981, 山茶属植物的系统研究, 中山大学学报, 1~4。
- [2] 庄瑞林等, 1988, 中国油茶, 中国林业出版社, 131~134; 198~201。
- [3] 庄瑞林等, 1989, 中国山茶, 海南人民出版社, 2~4; 83~84。

*The Establishments and Benefits of the Gene Pools
for the Germ Plasm Resources of Camellia*

Zhuang Ruilin Dong Ruxiang Huang Aizhu

(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Qiu Jinxing Kuang Yanyu Zeng Qingnan

(Forestry Research Institute of Jiangxi Province)

Wang Debin Chen Yongzhong

(Forestry Research Institute of Hunan Province)

Cai Xiaoqun Deng Xiaoran Su Mingmei

(Forestry Research Institute of Guangxi District)

Abstract The methods for the establishment of the gene pools for the germ plasm resources of *Camellia* L. and the scientific and economic values shown by the pools were presented. Four gene pools have been established by rapid propagations of grafting on large stocks of *C. oleifera*. The germ plasm resources collected and preserved have reached 2 267 in quantity, including 161 species, more than 340 varieties of Camellias which are cultivated as ornamental plants, and 1 605 farm-varieties, elit trees and clones of oil-tea camellias. Put the species and varieties from different latitudes, elevations and ecological conditions at the same place and conduct some research. In this way, it increased the adaptability and resistance of the germ plasms to the environments, and brought the pools' roles into full play.

Key words *Camellia*; germ plasm resource; gene pool