

S685-54
8.7

《金花茶育种与繁殖研究》

论文及资料汇编

《金花茶育种与繁殖研究》协作组

一九八六年十二月

说 明

《金花茶育种与繁殖研究》系1982年林业部下达的科研课题，1982年起由北京林业大学（当时的北京林学院）主持与南宁市园林局及所属新竹苗圃、广西省林业厅南宁树木园、长沙市园林局及苗圃及湖南林科所实验林场正式开展协作研究，1983年2月正式签订《金花茶育种与繁殖研究协作方案》。五年来在建立金花茶基因库，营养繁殖研究、组织培养、杂交育种、优株选种及良种繁育等方面取得了一定成果，另在形态解剖（包括细胞、胚胎、花粉等）、分类、遗传等方面，也获得了大量的基本资料，现将业已整理的论文资料汇编于后。此次编入的论文及资料有的是正式发表的（*所示）；有的是即将发表的；有的还只是初步总结，尚须进一步重复实验、观察和研究。因系将期刊抽印本或单印本合订成册，故未编出连续的页次顺序。

本课题仍在进行中，大量工作待继续开展和深入。本论文及资料汇编系国内外首次尝试，其目的主要在于总结汇报部分成果提供领导及专家、同行审核参考。错误和不妥之处在所难免，切望批评指正。

《金花茶育种与繁殖研究》协作组

主持单位：北京林业大学 1986.12.

目 录

1. 金花茶杂交育种 14 年.....陈俊愉 (1—19)
附件 1 “套柱头法”——金花茶杂交授粉中采用的一种授粉隔离新技术
附件 2 金花茶芽苗嫁接
 2. 金花茶杂交育种研究——进度报告.....南宁协作组 (邓朝佐执笔) (1—5)
 3. 金花茶杂交育种初报.....汤忠皓、黄连冬 (1—9)
 4. 长沙地区金花茶与攸县油茶杂交育种初报.....
.....宋季渊、谭子雄、李小红、李亦阜、徐腊斌 (1—7)
 5. 金花茶营养繁殖研究.....邓朝佐、董学军、李富福 (1—5)
 - *6. 金花茶及其远缘杂种未成熟胚离体培养的初步研究.....罗忠泽 (76—79)
 - *7. 建立金花茶基因库初报.....李道梅、莫树业、邓朝佐 (80—86)
 - *8. 金花茶胚和子叶离体培养诱导植株的研究.....程金水、熊和平 (31—34)
 - *9. 用百分制评选三种金花茶优株试验.....陈俊愉、邓朝佐 (35—43)
 - *10. 金花茶系花的分类.....汤忠皓 (44—47)
 - *11. 金花茶系植物的花粉形态.....汪小兰 (48—51)
 - *12. 几种金花茶花粉的扫描电镜观察.....
.....汪小兰, 请参见: 武汉植物学研究 1985.3(2): 131—135
 13. 攸县油茶株选试验初报.....李亦阜、汪小兰 (1—4)
 14. 金花茶子叶离体培养诱导丛生苗技术规程.....程金水 (1—2)
 - *15. 金花茶小孢子囊、小孢子和雄配子体的发育.....李天庆、曹慧娟 (30—34)
 - *16. 一些山茶属植物的细胞染色体研究.....曹慧娟、李天庆 (35—42)
 - *17. 金花茶种子早期发育的胚胎学研究.....李天庆、曹慧娟 (43—46)
 18. 金花茶组各个种叶片微形态的扫描电镜研究 (摘要).....李天庆、曹慧娟 (1—2)
 19. 金花茶新变种——防城金花茶.....陈俊愉、汪小兰 (1—3)
- 译文
20. 金花茶降临美国.....陈俊愉译 (1—2)
 21. 金花茶在日本的现状和展望.....徐治译, 陈有民、陈俊愉校 (3—5)

金花茶育种十四年

陈俊愉

(北京林业大学金花茶研究组)

提要 自1973年底至1986年底,在前后14年的金花茶育种研究中,经历了曲折的道路。文中将以往的全过程分为3个阶段,并对金花茶育种的任务和方向、育种的基本途径及育种的关键性技术措施,进行了总结,展示了前景。

关键词: 金花茶; 育种

一、引言

金花茶是我国特产的世界珍稀花木,主产广西^①南部。自60年代初在广西发现了金花茶 *Camellia chrysantha* (Hu) Tuyama 之后,举世瞩目,引起了国内外山茶爱好者和育种家的重视^[4]。在国际上,由于山茶中一直没有开黄花的品种,因此金花茶就被誉为“茶族皇后”,并对用此珍贵亲本材料来培育黄色系山茶新品种群寄予厚望。

自1973年底开始,著者就开始投入并进行了金花茶杂交育种工作。这是一个长期、艰巨而复杂的任务。自1979—1980金花茶 *C. chrysantha* 外流至日本、美国、澳大利亚等国后,我们更面临了严峻的国际竞赛。但近年国内陆续发现新的金花茶资源,已约达20种(变种、变型)之多^[5, 6, 9, 11, 15, 16, 17, 23, 28]——这就增加了杂交育种的原始材料,当然是桩大好事。

本文是我们开展金花茶杂交育种的14年工作总结。尽管整个育种研究尚未结束,但工作已走上了轨道,取得了多方成绩,并总结出一些重要的经验和教训。我们坚信,最后胜利也已为期不远了。

二、金花茶育种的三个阶段

过去的14年,大致可分为3个阶段,即:1973—1976年探索性育种阶段、1980—1981年原产地野外授粉试验阶段、1982年以后基因库授粉试验并与优株选种双管齐下阶段。现将此3个阶段的基本育种内容与概况分别报告如下:

(一) 1973—1976年探索性育种试验阶段:

1973年夏,云南林学院(北京林学院迁滇,与云南农学院的林业系合并时,称云南林学院)园林系与云南植物研究所昆明植物园协作,在植物园、黑龙潭公园和云南林科所进行试验,探索金花茶杂交育种的途径与技术,参加人除著者外,还有曹慧娟、程金水(以上林学院)、夏丽芳、朱象鸿、谢立三(以上植物园)等同志。即由著者制订试验计划方案,经当时昆明

植物园主任冯国楣同意后实施。这时的授粉试验，是《通过远缘杂交选育观赏结合茶油生产山茶新品种的研究》合作课题的主要内容。通过探索，解决了去雄、套袋、授粉、保果、播种、育苗等一系列技术问题，取得了初步成绩（见表1、2、3）。

总计1973—1975年，共以3种金花茶为父本，以云南山茶等为母本，在昆明植物园、黑龙潭及云南林科所等地进行了1,741朵花的远缘杂交，杂交亲本及其来源如下：

1. 云南山茶*Camellia reticulata* Lindl. ——表中简写作R。包括昆明植物园及黑龙潭栽培之云南山茶老品种如‘早桃红’等、昆明植物园山茶实生苗新品种如‘迎春红’等以及昆植引种之原始类型腾冲红花油茶f. *simplex* Sealy等。

2. 云南野山茶*C. pitardii* Cohen-Stuart var. *yunnanica* Sealy——表中简写作P。云南中部野生，昆明植物园栽培。

3. 山茶*C. japonica* L. ——表中简写作J。川、滇品种，昆明植物园栽培。

4. 怒江山茶*C. saluensis* Stapf ex Bean——表中简写作S。产滇中、西北部及怒江河谷，昆明植物园引种栽培。

5. 金花茶*C. chrysantha* (Hu) Tuyama——表中简写作C。原产广西邕宁县坛洛乡富庶村，空运盛开花枝至昆明供授粉用。

6. 小金花茶*C. microcarpa* S. L. Mo[16] (小果金花茶) (*C. chrysantha* var. ~~chr-~~^{micro-}*carpa* S. L. Mo——表中简写作M。原产广西邕宁县四塘古蒙，昆明植物园引种栽培。

7. 显脉金花茶 (大叶金花茶) *C. euphlebia* Merr. ex Sealy(*C. chrysantha* var. *macrophylla* S. L. Mo et S. Z. Huang) ——表中简写作E。产广西防城县马路乡弄孔山等地，越南北部谅山省接近我广西边境亦产，昆明植物园引种栽培。

8 油茶*C. oleifera* Abel——表中简写作O。长江以南各省分布，云南省林业科学研究所栽培。

总计3年共得以3种金花茶为父本的种间杂种苗200株以上。自1979年起，这几批远缘杂种苗已陆续开花，但迄今无一株是开金黄色花的，也没有任何带黄色晕斑的植株出现。

表1 1973年12月—1974年3月金花茶杂交授粉试验结果(昆明)

杂交授粉组合	母本品 种数	授粉花 朵数	授粉后约 3周检查 幼果数	着果率 (%)	果收获 数	得果率 (%)	得果 数	备 注
R × C	10	120	82	68.3	14	11.7	28	R: 云南山茶; C: 金花茶, 后同。
P × C	1	30	21	70.0	4	13.3	12	P: 野山茶, 后同。
J × C	2	10	8	80.0	2	20.0	0	J: 山茶, 后同。
S × C	1	1	1	100.0	0	0	0	S: 怒江山茶。
共计(平均)	(3.5)	161	112	(79.6)	20	(11.3)	40	

表 2 1974年12月至1975年2月金花茶杂交授粉试验结果 (昆明)

杂交授粉组合	母本 品种数	授粉 花朵数	授粉后约 3周检查 幼果数	着果 率(%)	收获 果数	得果 率(%)	种子数	得苗数	备 注
R×C.....	10	378	141	37.3	26	6.9	171	71	瘪子包括在种子内,后同。 数
R×M.....	13	101	40	39.6	17	16.8	86	15	M: 小果金花茶,后同。
R×E.....	6	65	26	40.0	6	9.2	45	5	E: 显脉金花茶,后同。
P×C.....	5	111	52	46.9	33	29.7	172	60	
P×M.....	4	35	31	88.6	6	17.1	30	—	
J×C.....	2	11	9	81.8	2	18.2	4	0	
J×M.....	1	5	0	0	0	0	0	0	
O×C.....	3	4	3	75.0	0	0	0	0	O: 油茶,后同。
O×M.....	5	10	4	40.0	1	10.0	2	1	
共计 (平均)	(5.4)	720	306	(49.9)	91	(12.0)	510	152	

表 3

1975年12月—1976年 2 月金花茶杂交授粉试验结果 (昆明)

杂交授 粉组合	母 本 品种数	授粉花 朵 数	授粉后约 70天检查 幼 果 数	着果率 (%)	备 注
R × C	20	598	109	18.2	收获果实、得苗数等 均未记,后同。
R × M	3	50	9	18.0	
P × C	3	204	99	48.5	
P × M	1	1	0	0	
J × C	2	5	0	0	
O × C	1	2	0	0	
共计(平均)	(5.0)	860	217	(14.1)	

(二) 1980、1981年原产地野外授粉试验阶段:

1980年12月底,原北京林学院主持(陈俊愉、李天庆、曹慧娟、程金水),南宁新竹苗圃(李道梅、莫树业)、南宁树木园(邓朝佐)、南宁市建委(张信思)参加协作,组成金花茶研究组,赴金花茶原产地广西邕宁坛洛乡六厘村庚下山、绿蕉山、绿登山、大登山、小登山等原产地热带季雨林中,选择适当的花茶(*C. chrysantha*)母株,用以下采自昆明和长沙的栽培山茶品种为父本进行杂交授粉,其组合数量及父本来源如下(表4)(注:当时南宁园林局题目负责人汤忠皓、树木园题目负责人罗建馨因故未到现场)。

这次在热带季雨林中进行的花茶人工杂交授粉,因系在原产地进行,风土条件适合,着果率较高。但由于交通不便,工作条件艰苦及人为破坏严重等因素,以致未能做到系统的定期检查着果情况。9—10月收获了13枚杂交果实,内含杂种种子66枚,培育出10余株杂种苗,现仅存苗3株。

在原产地进行野外授粉,每天爬山涉水,路途遥远,工作效率低,受自然条件限制及人为干扰太多,以致事倍功半,得不偿失。我们在总结经验教训之后,1982年起便下决心进入了另一阶段。

(三) 1982年以后基因库授粉试验并与优株选种双管齐下阶段:

由于在南宁市新竹苗圃和南宁树木园逐步建立了金花茶基因库^[28],故自1982年起,就转入在基因库内进行授粉同时开展优株选种的双管齐下阶段。主要杂交授粉工作系在南宁市新竹苗圃和南宁树木园两个基因库中进行,3—4年来(1982年底—1985年春)已做了16,113朵、321组合的包括6种金花茶为亲本的大量杂交授粉^[25, 26]。在1984—1985两年中,并在防城、隆安和南宁三地,开展了优株评选^[22]。此外,为补充在南宁市主要以金花茶为母本的种间杂交组合,1981年起在长沙市园林局与其苗圃以及湖南省林科所实验林场开展主要以攸县油茶*C. grijsii* Hance和山茶*C. japonica*为母本而以金花茶*C. chrysantha*或毛瓣金花茶*C. pubipetala* Y. Wan et S. Z. Huang为父本的种间杂交,5年来(1982—1986)共做了

表 4 1980年12月至1981年1月以金花茶为母本杂交授粉试验概况 (邕宁)

杂交授粉组合	朵数	父本及其来源	4周后着果数	着果率 (%)	收获果数	收果率 (%)	种子数	备 注
C × R(E).....	143	来自昆明云南山茶 '早桃红'品种新鲜花枝	89	62.2	7	4.9	26	C: 金花茶, R(E): '早桃红', R(DL): '大理茶' 与'狮子头', S(X): '深红香' 茶梅, 1果, 2/9前被窃;
C × R(DL).....	111	昆明'大理茶' + '狮子头'混合花粉	52	46.8	4	3.6	11	S(M)茶梅 C. sasangua Thunb. 之混合花粉,
C × S(X).....	31	'深红香'茶梅系来自长沙之新鲜花枝	15	48.4	—	0	—	H: 美人茶 C. hiemalis J: 山茶 C. japonica
C × S(M).....	30	来自长沙之'粉茶梅', '浅红茶梅'、'水红茶梅'等新鲜花枝 混合花粉	25	0	0	0	0	
C × H.....	10	'美人茶'系来自长沙之新鲜花枝	1	10.0	0	0	0	
C × J.....	30	包括来自长沙之'白五宝'、'粉五宝'、 '红五宝'、'大红楼'、'四面锦'等山茶之新鲜花枝	12	40.0	1	3.3	1	
共计(平均).....	355		194	(34.6)	12	(2.0)	38	

5036
杂交授粉2,810朵〔27〕。

关于这一阶段的大量杂交育种及评选优株工作，可参见有关论文〔25, 26, 27, 22, 30〕，兹不赘述。

第二阶段及第三阶段所得的杂种苗，除攸县油茶为母本的个别植株外，现多未达花龄。但仅从叶部形态上加以观察、比较，已发现有一定比例的变异〔25〕。

三、金花茶育种的任务和方向

国内山茶品种中，往往重瓣大花的受人欢迎；在国际上，山茶育种的任务和方向则因要求更高、方面更广而有较大的变化。由于金花茶种类近年发现得越来越多，它们在开花繁密度，花朵大小、香味、花期、抗病虫能力以及株姿等方面多有不同，故可在金花茶育种中，分别侧重以下的任务和方向：

（一）培育黄色系大花山茶品种群——可用开黄色大花的花茶为母本，与开白花、甚至带淡黄色花的大花栽培山茶品种或开白色大花的油茶杂交，目的在于获得易于栽培的黄色系大花新品种群。开淡黄色或带淡黄晕的山茶(*C. japonica*)品种，在我国（如‘青心白’，花心即呈黄绿色）、日本及美国皆已有之〔33〕。但真正黄色或橙黄色的山茶，迄今仍未出现；故培育黄色系大花（单瓣至重瓣）山茶品种群，实为全世界育种家的集中目标之一。

（二）培育黄色系满天星型山茶品种——满天星式的山茶花，别有一番风韵，并不一定比大花、疏花的品种群逊色。为达此目的，可用开中、小花而着花繁密的花茶为母本，选用开花习性类似的油茶或连蕊茶与之杂交，以期育成小花，繁密、发扬群体美的黄色系满天星型山茶品种群。

（三）培育耐粗放管理、抗寒、抗旱、抗病虫害金花茶品种群——一般花茶不耐寒、不耐旱，喜阴，不耐碱土，有炭疽病等为害，不耐粗放管理，因而不适推广栽培。但可通过优株选种或种间杂交育种，选出适应性强、抗性亦强的优异金花茶单株〔22〕。在育种中，油茶*C. oleifera*、攸县油茶及抗寒半野生山茶品种‘耐冬’*C. japonica* cv. Naidong等，应充分应用作杂交亲本。

（四）培育芳香金花茶品种群——芳香山茶是近来育种的新动向，已取得一定成功〔33, 35, 39〕。通过花有香气的山茶属原种与花茶杂交，可望育成一批芳香金花茶新品种群。平果花茶略带香味，大可加以利用。

（五）培育矮性密丛型金花茶品种群——这是山茶育种的新趋向之一〔12, 33, 37〕，在花茶中亦可照办。如国内可利用矮生栽培品种象‘恨天高’云南山茶及灌木种类如茶梅等灌木型花茶杂交，向矮性金花茶方向发展。

（六）培育长花期金花茶品种群——花茶不同种类之间，有的花期差异甚远〔3, 12, 35〕。这种固有特性，可在杂交育种中予以利用。在栽培山茶种类与品种间，花期亦相当悬殊。通过不同花期花茶与不同花期栽培山茶的杂交，可望在后代中选出长花期的花茶新品种群，甚至育出真正的四季花茶来。

在以上这样花茶育种的任务和方向中，及早育成黄色系大花或满天星型山茶新品种群，应作为主攻目标。在育种工作中，始终要结合提高多种抗性，作为选育花茶新品种群的重要基础。至于育成芳香、矮生和长花期的新品种群，则能兼顾就兼顾；如不能结合，还应以首先保证完成前三项任务为妥。

四、金花茶育种中的关键性技术

(一) 亲本选择问题

在杂交育种中,亲本选择对成败影响甚大。为了及早而完满地达成金花茶育种目标,首先要根据既定的任务与方向,审慎选择好杂交母本与父本。在双亲选择中,母本尤为重要。根据我们的经验、教训,应选:①在切合育种基本目标上优点突出的;②仅有最少一般性缺点的;③一般性状表现较好的;④结实能力较强的种类、品种或单株作为杂交母本。而在选用父本时,则要求:①和母本之间杂交亲和力较强;②具备母本所缺之少数优良性状、正可补其不足;③在主攻目标的关键性状上,父本宜处于隐性状态;④从整体上看,应具备最多的优点和最少的缺点,尤其不要有致命的弱点。

据此,我们认为金花茶*C. chrysantha*、防城金花茶*C. chrysantha* var. *longistyla* [2a]、毛瓣金花茶*C. pubipetala*、凹脉金花茶*C. impressinervis*等开黄色大花的花茶,最适作为培育黄色系大花山茶品种群的杂交母本。而为了选育这样的新品种群,父本可用开白色、淡黄、至少浅粉大花的山茶*C. japonica*、茶梅*C. sasanqua*、云南山茶*C. reticulata*、攸县油茶*C. grijsii*、越南油茶*C. vietnamensis*或油茶*C. oleifera*等。至于父本花朵的重瓣性,则有重瓣者最好,否则复瓣(半重瓣)甚至单瓣的也无不可。至于以选育黄色系满天星型山茶新品种群为目标,则平果金花茶*C. pingguoensis*、东兴金花茶*C. tunghinensis*、柠檬黄金花茶*C. limonia*等可用作母本;而油茶、攸县油茶或岳麓连蕊茶*C. handelii*等,则可作父本用。平果金花茶、攸县油茶和若干茶梅及油茶品种花朵有良好的香味,为一难得的优良性状——理应在金花茶杂交育种中尽先选作亲本。

关于种间杂交可孕性(亲和力)的问题,国外Savice (1967) [47]、Ackerman (1971, 1981) [33, 38]、萩屋薰 (1978) [33]等均有论及,国内也有若干总结和分析[25, 26, 27, 49]。Sealy [48]将山茶属分为8个组(Section),其分组之主要依据就是种间杂交可孕性的高低。事实上,中外的育种实践证明:组内种间杂交可孕性一般大于组间的,当两个种染色体倍数相同时,杂交尤易成功。[25, 26, 35, 47]但也存在不少例外。且在不同倍数体之间,有些杂交也是可孕的[47]。如我们在大量的种间杂交组合中,也成功地获得了一些金花茶(二倍体)与四倍体或六倍体山茶种类之间的杂种植株,其中若干并在枝叶上表现出种间的中间性状。[25, 26]而以攸县油茶($2n=90$) [34a]为母本、金花茶为父本的杂交中,也获得不少杂种植株。[27]这两类金花茶正反交结果,说明在不同组(根据张宏达1981的系统[6])之间和不同倍数染色体种类间,也存在一定的杂交可孕性。当然,在同组的和染色体倍数相同的山茶种间,杂交成功的可能性就更大了。[26]关于种间杂交不孕性问题,下章(五.)中逐要专门加以总结。

总之,我们认为既要根据原定的育种任务与方向,参照前述选择亲本的原则确定主要杂交组合,又应适当扩大杂交范围,增加杂交组合,通过多方实践,争取最大的成功率。

(二) “套柱头法”——一项保证隔离提高授粉工效的革新技术。

这是我们金花茶科研协作组邓朝佐工程师在杂交授粉实践中发明的一项革新措施,自1983年春创用后,已在南宁的金花茶杂交授粉中连年应用,并加推广。因金花茶产区天气湿热,我们又要求在短期内完成大量花朵的杂交授粉,此项改革正是适应这种需要而创造出来的。此法的最大优点,在于保证隔离,提高工效,节省时间,减少工序。详情见:[附件1]。

(三) 杂交授粉中的“花粉蒙导”问题

在我们多年的金花茶种间杂交育种试验中,部分协作单位曾试用母本花粉(事先杀死,使之不能发芽)混入父本花粉中,以便产生某种生物化学的“蒙导”作用,促使远缘杂交可孕性提高。事实上,根据杂交授粉后的实际结果比较,用母本花粉蒙导的的确比同组合的对照处理(未用花粉蒙导)增加了结实率^[25]。因此,我们认为在金花茶杂交育种中应用花粉蒙导技术,甚至结合进行混合授粉,应都可起到一定的提高杂交可孕性的促进作用。这里值得提出的是,作蒙导用的母本花粉一定要全部杀死,最好经人工发芽试验,确认其已全部丧失发芽力后,才可混入父本活花粉中使用。否则,就会造成人为的混乱。

国外在植物远缘杂交包括属间杂交中,已试用某些化学药品和激素而起到一定的促进结实作用。如美国在小麦×大麦、燕麦×大麦及山茶科属间杂交中,都作了这类试验,并取得相当成功。象Ackerman与Williams(1982)报道^[40]在富兰克林木*Franklinia alatamaha*×山茶*C. japonica*、日本旂檀(紫茎)*Stewartia monadelphica*×*C. japonica*、卵叶旂檀*S. ovata*×*C. japonica*等属间杂交授粉之际,由于单独或混合应用了ε—氨基己酸(EACA)、赤霉素(GA₃)或萘乙酸(NAA)以及渗透剂载体二甲亚砜(DMSO)等,就产生了一定的促进作用,如果实增大、种子增多等。可以设想,花粉蒙导与这些化学药品或激素处理,都产生了类似的生化促进效果。

(四) 幼胚和子叶等组织培养

在山茶科的属间、种间杂交授粉中,自受精至种子成熟需时10个月或更久,其间落果现象严重。利用落果中的杂种胚进行早期离体培养,使之诱导成植株,即可提高杂交可孕性,增大了杂种的成苗率。我们协作组在南宁做了这方面的试验,取得了初步成功^[2]。同时,要使杂种胚做到一子多苗,在幼苗时期就扩大繁殖系数,既可达到安全的目的,又可为以后可能出现新品种的大量繁殖推广在早期便打下基础。我们在北京进行了金花茶基本成熟种子之胚和子叶的离体培养与植株诱导,培养出成批幼苗^[21, 31]。现正用种间杂种胚与子叶进行试验,也取得了成功。以上两法(落果中杂种胚早期离体培养与基本成熟种子之胚和子叶离体培养)相结合,将可大大提高金花茶远缘杂交的可孕性与成苗率,同时大大提高了早期保苗的安全系数和良种繁育的繁殖系数。因此,这两种组培方式在金花茶育种中都是十分有用的,并可与杂交育种中其它技术成龙配套地结合应用,以期最大限度发挥其效果。

(五) 促使杂种苗提前开花问题

在一般情况下,云南山茶实生苗约经6—7年(自种子萌发起计算实足年数)可首次开花,山茶、茶梅、油茶约需4—6年,攸县油茶约需2—3年。至于金花茶,过去实生苗始花年龄从未见有记载和报道。近年我们在南宁做了记录,才知在通常情况下,*C. chrysantha*实生苗可于5年生后首次开花。总的说来,山茶育种,尤其是杂交育种,需要等待较久的年月才可见到杂种苗始花——这实在是山茶育种中的一项难题和限制因素。对于金花茶杂交育种而言,这更是一个应予克服的障碍。否则,由于要等多年才可见到第一朵花是什么色泽,再据以确定取舍,所需年限实在太长,占用试验圃地、荫棚和温室也的确太大、太久了。

美国的Lammerts(1950^[43], 1958^[44])用连续人工补充光照、高营养水平和温度来促使山茶及其杂种加速生长,提前开花,取得了显著的成功。应用这一技术,他已可做到让山茶及其杂种实生苗最早在1年零4个月时,最晚的3年之内始花。这样,就把山茶实生苗及杂种苗开花苗龄由4~6年缩短为1½~3年——这真是山茶育种中早期鉴定方面的一个重要突破。

我们协作组成员曾分别在南宁和长沙对金花茶与其种间杂种以及攸县油茶×金花茶的一代杂种进行过连续光照和高营养水平等综合处理,虽然时间不长,却已表现出生长迅速等良好反应。但限于设备条件等原因,人工加光和高营养以促使金花茶杂种苗提前开花试验,在南宁和长沙都未能坚持下去。可是,我们已通过初步实验肯定了它的积极效果。此一试验在最近的将来,即将恢复并全面应用于金花茶杂交育种工作中,成为育种全过程不可分割的一个组成部分。因为,山茶属显现黄色花朵的遗传机制与规律至今尚未全部查明,目前世界各国山茶育种家致力于金花茶杂交育种时,都不免带有一定的机遇。这样,通过种间杂交而得到的 F_1 一次成功,从而育成理想的黄色系山茶品种群的可能性并不太大,而须反复用金花茶回交,借以加强金黄色表现型。因此,促使实生苗提前开花,就成为金花茶杂交育种中之当今急务。我们从过去部分实践中的经验来推测,把金花茶作母本的杂种苗从发芽到第一次开花的时间缩短为正常所需年限的一半,即2~3年生苗开始开花,应当是大有可能的。

(六) 优株评选与良种繁育

优株或称优树或正号树,系指在其整体性状尤其是某些主要性状上远远超过立地条件干周围同种、同龄的单株。由于我国系金花茶组(Section *Chrysantha*)多种种质资源的世界分布中心[5, 6, 17, 28],还因在各种金花茶原产地现存树丛中,早就有表现优异、鹤立鸡群的优株,[22, 30]故优株评选或优树选择,确是当前我国金花茶育种工作者发扬中华得天独厚之优势,多快好省地选育出优异单株无性系的捷径。如我们早在1975年,就曾在云南林业科研所,评选出3株开复瓣或托桂型花的油茶优株。又于1981年1月,在广西邕宁坛洛乡六厘村庚下山热带季雨林金花茶原产地,选出每朵开13瓣全黄复瓣花的优株C—12。这是金花茶优株评选的早期成绩。在1984—1985两年,我们曾在金花茶*C. chrysantha*、防城金花茶*C. chrysantha* var. *longistyla*、毛瓣金花茶*C. pubipetala*和东兴金花茶*C. tunghinensis*中,共评选出优株19株,其中部分以嫁接等方式进行了营养繁殖[22]。应该加强并扩大这一发扬优势“立竿见影”的捷径使之真正做到能与杂交杂种齐头并进,“两条腿走路”。

在评选金花茶优树中,百分制是个较切实际,简便易行的方法。我们几年来在几种金花茶[22]和攸县油茶[30]中加以运用,已收到初步的良好效果。

在把优株繁殖成营养系后,要进行品种比较试验、栽培试验和区域鉴定,最后选定多种金花茶新品种,分别登记、命名、注册。在良种通过鉴定后,应即大规模繁殖,以供推广应用之需。比起杂交育种来,优株选种应是更快速简便的途径。

五、总结与展望

(一) 回顾14年来的金花茶育种研究,那真是一项全新的开创性工作

我们在崎岖小道上经过很多挫折与曲折,终于走上协作奋进的康庄大道。整个工作是从1973年开始的,第一阶段(1973—1976)在昆明工作。当时受形势和条件的限制,仅由云南林学院(原北京林学院迁滇后改称)园林系与云南植物研究所昆明植物园协作,主要在昆明植物园进行以云南山茶为基本母本,3种金花茶为基本父本的《通过远缘杂交选育观赏结合茶油生产山茶新品种的研究》。这一阶段的主要成绩,是初步掌握了若干山茶属植物(包括金花茶)的开花授粉生物学和远缘杂交授粉与培育杂种苗等项技术。自第二阶段(1980—1981)起,改在金花茶中心原产地广西邕宁县富庶乡热带季雨林中进行杂交授粉,明确了以下几点:①研究的中心目标是通过金花茶的种间杂交,育成黄色系山茶新品种群;②远缘杂

交主要应以金花茶为母本；③采用协作方式，制定协作方案，以利于科研工作，故于1981年1月3日在邕宁县富庶乡现场签定了由北京林学院为主持单位，以南宁园林局及所属新竹苗圃、南宁市建委、广西林业局南宁树木园为协作单位的协作方案。这一阶段的主要成绩是掌握了以金花茶为母本的远缘杂交授粉与培育杂种苗技术，培养了一批种间杂种苗，并开始作金花茶优株选种的尝试，选了1株开复瓣花（每朵约有13瓣）的C-12单株。

第三阶段系自1982年本项研究正式纳入林业部下达国家课题之后，1983年2月，由北京林学院为主持单位，南宁市园林局及所属新竹苗圃、广西林业局所属南宁树木园、长沙市园林局及苗圃，以及湖南省林科所实验林场为参加单位，共同签订了《金花茶繁殖与育种研究协作方案》。这一阶段取得了多方面的成果，主要是：

1. 在广西南宁建立了金花茶基因库2座^[28]——一在新竹苗圃，一在南宁树木园，共收集了金花茶种质资源20种（变种、变型），约占我国全部金花茶种质资源的95%以上，其中开花大树共约500株。这是我国迄今最完善的花花茶基因库，应可称作世界上的创举。这两座基因库的建立，为我们的金花茶育种（尤其是杂交育种）与繁殖研究，提供了重要的基地与有利条件。因此，除本身系一重大成果外，它还与其他有关成果的取得，创造了重要条件。

2. 金花茶杂交育种——基本按照既定的任务和方向以及亲本选择的原则，主要在南宁两个基因库以几种金花茶为母本，在长沙多以攸县油茶及山茶为母本、金花茶为父本进行授粉，6年来（1981—1986）共做了2万朵花以上的种间杂交，获得杂交果实600余枚，现存400余株杂种苗。其中仅1983年春授粉攸县油茶×金花茶的杂种苗已有2株于1986年春首次开花，其余大量杂种苗将自1988年春起始陆续开花。如此大规模的花花茶杂交育种，尤其以金花茶为母本者居多，培育出这么多的金花茶杂种苗，这在国内外都是第一次。通过多年来尤其是近6年来的杂交育种，取得的主要阶段性成果有下列几项：

（1）明确金花茶种间杂交可孕性，通常组内授粉的常高于组间授粉的。如金花茶为母本、不同组山茶种为父本时杂交授粉座果率一般为3—4%，而*C. chrysantha* × *C. multipetala*（多瓣金花茶）的座果率达28.5—35.2%^[26]，*C. chrysantha* × *C. tunghinensis*（东兴金花茶）为23.8%^[26]。但是，例外情况很多，某些组间杂交可孕性也较高。如前述第一段中，R × C 1973冬—1976春3年平均着果率高达41.3%；P × C 3年平均着果率55.1%；J × C 3年平均53.9%。而在第三阶段中，发现金花茶 × ‘五宝’山茶、金花茶 × ‘早桃红’云南山茶，座果率也较高（18.7—28.5%）^[26]。在多年的杂交授粉中，我们甚至发现有的亚属之间的杂交可孕性亦较高。如茶梅、山茶、油茶、攸县油茶、云南山茶、云南野山茶等与金花茶之间，即系不同亚属之间的关系；因前数种隶属于山茶亚属（Subgen. *Camellia*），而金花茶则隶属于茶亚属（Subgen. *Thea*）之故。同时，相同倍数染色体的种间杂交固较易成功，不同倍数染色体种间，也常有一定的杂交可孕性。如金花茶^[19]、毛瓣金花茶^[19]、山茶^[19, 35]、宛田红花油茶*C. polydonta*^[19, 34a]为2n=30，茶梅^[35]、油茶^[35]、云南山茶^[15, 45]、攸县油茶^[34a]为2n=90，小果油茶*C. meiocarpa*^[34a] 2n=60，但金花茶与山茶或与茶梅、油茶、云南山茶杂交授粉，均可获相当比例的成功。而宛田红花油茶 × 小果油茶座果率69.2%，宛田红花油茶 × 毛瓣金花茶座果率22.0%^[29]，即2x × 4x比2x × 2x的杂交可孕性还高，但越南油茶 × 金花茶（6种）授粉634朵，仅座果4个，座果率甚低（0.7%），又金花茶（2种） × 越南油茶151朵杂交授粉中，竟无1个座果，即座果率为0^[26]。这当中由于越南油茶为高倍数体（2n=120）^[34a]；而越南油茶属于山茶亚属，多种金花茶属于茶

亚属，二者距离较远，可能也影响到杂交可孕性。此外，通过多年授粉实践，找到了若干易结实的母本种。品种与单株和可孕性较高的杂交组合以及若干不亲和的组合〔26〕，为今后深入高效地开展杂交育种扫清道路。

(2) 发现气候条件与栽培环境对金花茶种间杂交影响甚大，一般要求授粉前后气候温和，切勿过低或有大风雨，并把母株栽在良好立地条件下加意培养。如1983年在湖南长沙攸县油茶×金花茶授粉组合中〔27〕，2月授粉530朵，1个月后检查结实率11.2%，9月保存并收获果实2个，存果率0.37%；3月授粉320朵，1个月后结实率24.7%，9月收32枚果实，存果率10.0%。其间差异主要出于2月温度太低，约为4℃，3月气温回升至10—16℃——由此可见适温对杂交结实关系至大。从此，长沙协作组便改在3月进行攸县油茶×金花茶授粉工作了。在南宁方面，也发现1984春授粉期天气晴和，座果率较高；1985春授粉期低温阴雨，座果率即大为降低〔26〕。

(3) 在南宁培育了400多株金花茶远缘杂种苗，其中一部分苗在形态上表现出一定程度的变异〔25〕。这是国内外首批主要以金花茶为母本杂交授粉成功的种间杂种苗。目前生长良好，可望于1—3年内始花。其中少数高接在金花茶大树上的，则更可能于近期试花。在长沙培育的1983年春所做攸县油茶×金花茶杂种苗10株，已有2株于1986年春开花。虽然它们的花色仍与母本无明显差异，但用金花茶与之回交后，却大有可能在2—3年后，达到预期的目标——育成黄色系矮生满天星型山茶新品种群。

3. 营养繁殖——自1981年起，主要在南宁树木开展了金花茶多种嫁接试验。5—6年来取得了一套完整而多样化的嫁接繁殖成果，其基本内容如下〔30a〕：

(1) 金花茶嫁接方法比较试验：如1981年用3年生油茶为砧木，以防城金花茶为接穗，进行7种接法的比较试验，结果发现以拉皮切接和腹接最好，成活率一般在50%以上，管理好的高达80—90%。其后的几次试验，也证实拉皮切接与腹接的优越性。其次，各种靠接的成活率均高（50—100%），但因手续较繁、又较难管理，所以一次繁殖的数量就受到了限制。各种嫁接方法，一年四季均可进行；但晴天、干旱季节一定要套塑料袋保湿，成活才有保证。约2个月后即可适当剪砧或离母，不过此后必须设置荫棚遮阴。

(2) 大树换头嫁接试验：主要用8年生油茶，自1981年起5年来，共接1,283穗，包括显脉金花茶、崑岗金花茶*C. longgangensis*〔17, 28〕、毛瓣金花茶、武鸣金花茶*C. wumingensis*〔28〕、平果金花茶、毛籽（那标）金花茶*C. ptilosperma*〔9, 17, 28〕等19种及防城金花茶之株选优系〔22, 22a〕等。实践证明拉皮腹接效果较好，嫁接方位以东北或正北为好，但接后必须保湿，成活的要及时松绑，并分两次剪砧。

(3) 芽苗嫁接：多用油茶种子，发芽仅30—50天的嫩芽苗为砧木，以1—2年生各种金花茶接穗，用劈接法嫁接。此法可在室内操作，方法简便，成活率高，能较快地大量繁殖金花茶苗。但要求管理精细，初期幼苗生长较慢。（详见：〔附件2〕）。

(4) 此外，在南宁还繁殖优株金花茶营养系和结合搜集金花茶种质资源建立基因库等研究，开展了多种金花茶的高压繁殖试验。仅以1983年而论，就在防城高压了5,989株，连隆安、平果共达10,000株以上。实证证明：高压苗最好在母树上保留6个月或更长时间；搬运离母高压苗时，切忌土团移位；只要根系好，可尽量少修剪，放在阴处保养一段时间，完全恢复后，如毛瓣金花茶、平果金花茶、毛籽（那标）金花茶等，均有当年开花的，所以高压繁殖加上精心管理，实系多快好省繁殖各种金花茶的有效途径。

通过多次试验，掌握了以嫁接为主、高压为次、并辅以扦插等法的花茶营养繁殖全套

技术,再和播种繁殖配合起来双管齐下,就对引种、选种和育种以及良种繁育等,产生巨大的促进作用。

4. 组织培养——金花茶杂种胚早期离体培养试验基本成功^[29],基本成熟胚和子叶的离体培养诱导植株成功而生长茁壮^[21, 31],解决了金花茶杂交育种和良种繁育中两大困难问题——保证良种安全,迅速而有效地扩大繁殖系数。这两项富有创造性的成果,对于基因库之建立以及特别珍稀种类与品种的保存与扩大,都作出了重要的贡献。此外,试管苗经国家批准后,还可投入国内外市场,产生巨大的经济效益。

5. 除以上的四方面成果已达阶段性鉴定程度外,尚有优株评选(1983—1984),金花茶杂种苗提前进入花龄试验(1982—1983)等项,也取得一定的成绩。但因试验对比与重复不够,试验结果也欠完整,故容后补充、改进后,再作系统总结与鉴定。

(二) 从实践到理论,从宏观到微观

由于金花茶育种是世界上一项崭新的研究,既缺原有的经验,又不能机械搬用现有栽培山茶育种的模式,因此只能从实践中探索,不断总结经验教训,摸着石头过河,在实践中学,把实践中的成功与失败,逐步提到理论高度作出阶段总结。同时,这一项研究好比一场战斗。发扬我之优势,避免我之不足,首先争取在全球取得黄色系山茶新品种群选育成功之头功,应是当前最关键性的急务。一旦达成了这一目标之后,应即抽出时间,配备力量,刻苦认真地作出系统的理论总结。

譬如,就金花茶育种的战略而论,杂交育种、优株评选双管齐下、两条腿走路,才可最大限度地扬长避短,在短期内争取到胜利。在杂交育种研究中,应以观赏价值高的多种金花茶作母本为主,也包括它们之间的杂交授粉,父本则以选用开白花或淡黄花的山茶、茶梅、攸县油茶或云南山茶等为好。从第一阶段(1973—1976)在昆明协作开展金花茶杂交育种的失败(F_1 自1979年起陆续开花,但无一株开黄色系花朵),以及昆明植物园1976—1977年重复试验的类似结果(同样未出现开黄花杂种苗)^[49],可以肯定云南山茶等母本的紫、红、粉红等花色,对于金花茶的黄色而言,系属于显性无疑。从第三阶段在长沙做的攸县油茶×金花茶杂种第一代2株开花植株中,也只见到白花,而尚未见到黄花和淡黄花。可见金花茶黄色花朵的遗传规律,远比菽屋薰(1982)的想象^[34b]复杂得多。Ackerman(1981)^[38]认为:“在山茶属中,我们过去的研究表明,白花基因对其他任何颜色的基因来说都是隐性的,对黄花基因也不会例外。因此最理想的一步,是把金花茶与具有纯白花的种类杂交。”我们自1980年起第三阶段的金花茶杂交育种实践,尤其是攸县油茶×金花茶之 F_1 2株全开白花的事实,说明Ackerman的意见也是不全面的。因此,关于金花茶育种中的关键性理论——黄色遗传问题,还有待从今后更多的育种实践中加以深入总结。

至于从宏观到微观的研究总趋势,是从整体侧重点而言的;并非说在金花茶育种的最初阶段,一点微观研究也不该做。事实上恰恰相反,不作硬性的一刀切,而是彼此有所交叉,反而会有意想不到的好处。例如关于各种金花茶染色体数目和组型的研究^[8, 10, 19, 45, 46]、花粉形态的研究^[14, 24],以及胚胎、解剖的研究^[18, 20, 32]等等,都对我们的杂交育种研究产生一定的参考和指导作用。譬如说,对金花茶种子早期发育的胚胎学研究^[20]表明,合子至少在受精后4个月才开始分裂,因此幼胚的组培应以6个月后取材试验为妥。事实证明,我们早期胚及子叶的组织培养的成功^[21, 29, 31]正和这种微观的发现不谋而合,相互印证。

(三) 今后展望

在进行金花茶育种14年之后,展望未来,信心百倍!在最近的将来,就应在回交试验、

花药培养、扩大金花茶杂交组合、加强促进杂种苗提前开花研究以及扩大并加强优株选种等方面下大功夫,以便在世界上首次选育出黄色系山茶品种群中拿到金牌!

参 考 文 献

- [1] 俞德浚、冯耀宗 (1958): 《云南山茶花图志》, 45页, 科学出版社。
- [2] 庄茂长 (1959): 《云南山茶花》, 上海科学技术出版社。
- [3] 周家琪 (1962): 山茶育种, 载于北京林学院遗传育种教研组, 1962: 《园林植物育种学》: 211—217, 农业出版社。
- [4] 胡先骕 (1965): 中国山茶属与连蕊茶属新种与新变种, 植物分类学报10(2): 131—142.
- [5] 张宏达 (1979): 华夏植物区系的金花茶组, 中山大学学报1979 (3): 69—74.
- [6] 张宏达 (1981): 《山茶属植物的系统研究》, 中山大学学报(自然科学)论丛 [1] 180页, 中山大学学报编辑部。
- [7] 冯国楫等 (1981): 《云南山茶花》, 180页, 云南人民出版社。
- [8] 黄锦培等 (1982): 金花茶染色体组型的观察, 广西植物 2 (1): 15—16.
- [9] 梁盛业 (1984): 广西山茶属二新种, 植物研究 4 (4): 183—188.
- [10] 卢天玲等 (1985): 小果金花茶的染色体组型研究, 广西农学院学报1982(2): 81—86.
- [11] 梁健英、苏宗明 (1985): 广西黄色山茶花一新种, 广西植物 5 (4): 357—358.
- [12] 俞德浚 (1985): 云南山茶花栽培历史和今后发展方向, 园艺学报12(2): 131—136.
- [13] 陈绍云等 (1985): 《浙江山茶花》, 114页, 浙江科学技术出版社。
- [14] 汪小兰 (1985): 几种金花茶花粉的扫描电镜观察, 武汉植物学研究 3 (2): 131—135, 图版 I—IV.
- [15] 莫新礼、钟业聪 (1985): 广西金花茶新植物, 广西植物 5 (4): 353—356.
- [16] 莫新礼、钟业聪 (1986): 广西金花茶新植物 (二), 广西植物 6 (1—2): 62.
- [17] 张本能、黄广宾 (1986): 金花茶的分类和地理分布, 武汉植物学研究4(1): 31—41.
- [18] 李天庆、曹慧娟 (1986): 金花茶 *Camellia chrysantha* (Hu) Tuyama 小孢子囊、小孢子和雄配子体的发育, 北京林业大学学报 8 (2): 30—34, 图版 I—III.
- [19] 曹慧娟、李天庆 (1986): 一些山茶属 (*Camellia* L.) 植物的细胞染色体研究, 北京林业大学学报 8 (2): 35—41, 图版 I—III.
- [20] 李天庆、曹慧娟 (1986): 金花茶 *Camellia chrysantha* (Hu) Tuyama 种子早期发育的胚胎学研究, 北京林业大学学报 8 (2): 43—47, 图版 I—II.
- [21] 程金水、熊和平 (1986): 金花茶胚和子叶离体培养诱导植株的研究, 北京林业大学学报 8 (3): 31—34.
- [22] 陈俊愉、邓朝佐 (1986): 用百分制评选三种金花茶优株试验, 北京林业大学学报 8 (3): 35—43.
- [22 a] 陈俊愉、汪小兰 (1987): 金花茶新变种——防城金花茶, 北京林业大学学报(刊印中).
- [23] 汤忠皓 (1986): 金花茶系花的分类, 北京林业大学学报 8 (3): 44—47.
- [24] 汪小兰 (1986): 金花茶系植物 (Series *Chrysanthae* Chang) 的花粉形态, 北京林业大学学报 8 (3): 48—51, 图版 I—VI.
- [25] 汤忠皓、黄连冬 (1986): 金花茶杂交育种初报, 北林单印本.

- [26] 南宁协作组 (邓朝佐执笔, 1986): 金花茶杂交育种——进度报告, 北林单印本。
- [27] 宋季渊、李亦阜等(1986): 长沙地区金花茶与攸县油茶杂交育种初报, 北林单印本。
- [28] 李道梅、邓朝佐、莫树业(1986): 建立金花茶基因库初报, 北京林业大学学报8(4): 80—86。
- [29] 罗忠泽 (1986): 金花茶及其远缘杂种未成熟胚离体培养的初步研究, 北京林业大学学报 8 (4) 76—79。
- [30] 李亦阜、汪小兰 (1986): 攸县油茶株选试验初报, 北林单印本。
- [30 a] 邓朝佐、董学军、李富福 (1986): 金花茶营养繁殖研究, 北林单印本。
- [31] 程金水 (1986): 金花茶子叶离体培养诱导植株中试规程, 北林单印本。
- [32] 李天庆、曹慧娟 (1986): 金花茶组 (Sect. *Chrysantha* Chang) 各个种叶片微形态的扫描电镜观察 (摘要), 北林单印本。
- [33] 萩屋薰(1978): 山茶的育种动向, 《新花卉》99号 (谢立三译, 1982, 《山茶译丛》1: 60—65, 中国林科院亚热带林研所印, 后同)。
- [34] 萩屋薰 (1982): 金花茶/日本飞の现况, 《花园生活》(日文), 1982(7): 77—79 (徐治译, 1983, 金花茶在日本的现状与展望, 北林单印本。)
- [34 a] ————等 (1982): 从中国新引入山茶属种类的染色体数, 日本山茶协会会志《椿》21期 (林荣译, 1984, 《园林绿化译丛》第一辑: 85—89, 深圳市园林科研所、广西植物研究所。)
- [34 b] ———— (1982): 用金花茶 (*C. chrysanth*) 的花粉进行种间杂交试验(初报), 《椿》21期, (黄正福、曾定元译, 1982, 《山茶译丛》: 114—117。
- [35] Ackerman W.L. (1971): Genetic and cytological studies with *Camellia* and related genera, Technical Bull. No.1427, U. S. Dept. Agric., 115p. (曹慧娟译, 1983, 山茶属及其近缘属的遗传学和细胞学研究, 北京林学院印)。
- [36] ———— (1980): The yellow camellia (*C. chrysanth*) comes to the United States, The Camellia Jour., 1980 (8): 32-34. (陈俊愉重译, 1983, 金花茶降临美国, 北林单印本)。
- [37] ———— (1980): 山茶属的遗传矮生, Amer. Camellia Yearbook, 1980: 90-94. (杨素兰译, 1982, 《山茶译丛》1: 70—72)。
- [38] ———— (1981): Growing the Yellow Camellia, The Camellia Journ. 36(1): 4-6, 1981, 2. (戚英鹤译, 1982, 栽培金花茶, 《山茶译丛》1: 123—125)。
- [39] ———— (1981): 一些新老香花山茶的选择, Amer. Camellia Yearbook, 1981 (1): 113—115. (陈益泰译, 《山茶译丛》, 1: 83—84)。
- [40] ———— and M. Williams (1982): Intergeneric crosses within Theaceae and the successful hybridization of *Camellia japonica* and *C. sasanqua* with *Franklinia alatamaha*, Hort. Science 17(4): 566-569.
- [40a] Chang Hunga (张宏达) and Zeng Fanan (曾范安) (1984): Luteoflora, a new section of *Camellia*. Intern. Camellia Jour. (1984) No. 16: 57—58.
- [40 b] Donnan, W. and J. Nuccio (1985): The crazy *C. chrysanth* *Camellia* confusion, Camellia Jour. 40(2): 16-18.