

油茶人工授粉研究*

张应中¹ 王明怀¹ 徐倬铎¹ 梁瑞友²
刘伟新² 卢绍强² 吕宇宙²

(1. 广东省森林培育与保护利用重点实验室 / 广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520; 2. 韶关市曲江区国有小坑林场, 广东 韶关, 512162)

摘要 在广东省韶关市曲江区国有小坑林场开展普通油茶人工授粉、自花授粉试验, 同时开展去袋方式试验和油茶 *Camellia oleifera* 人工授粉方法—吸管套柱法应用观测。研究表明, 所有试验杂交组合平均座果率为 34.8%。相同生物学类型单株间杂交, 其座果率较低; 不同类型单株间杂交组合, 其平均座果率为 39.8%; 自花授粉座果率极低, 多数为 0。人工授粉后一周完全去袋是可行的。简便易操作的吸管套柱法可在广东油茶人工授粉中推广应用。

关键词 普通油茶; 人工授粉; 杂交; 自交; 去袋; 套柱

中图分类号: S794.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2020) 02-0033-07

Study on the Artificial Pollination of *Camellia oleifera*

ZHANG Yingzhong¹ WANG Minghuai¹ XU Baohua¹ LIANG Ruiyou²
LIU Weixin² LU Shaoqiang² LV Yuzhou²

(1. Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China; 2. Xiaokeng State-owned Forestry Farm, Shaoguan, Guangdong 512162, China)

Abstract The technologies of artificial pollination were used on *Camellia oleifera* Abel. in Xiaokeng Forest Farm, Guangdong. Such as the control pollination test by artificial hybridization, the self-pollination test, different remove bag methods contrast test, and the application observation of artificial pollination method -- Straw-set-stigma. The results showed that the average fruit set percentage of plant artificial hybridization among the same type was 34.8%, and it was 39.8% among the different type. the fruit set percentage of self-pollination was extremely low, merely to 0. Completely removed the bag one week after artificial pollination was feasible. Straw-set-stigma is simple and easy to operate, and this method is worthy of vigorously application.

Key words *Camellia oleifera* Abel.; control pollination; hybridize; selfing; remove bag; straw-set-stigma

不同类型的亲本进行杂交可以获得性状的重新组合, 杂交后代中可能出现双亲优良性状的组合, 甚至出现超亲代的优良性状, 使后代获得较大的遗传改良, 出现可利用的杂种优势^[1-2], 并在林木或经济林的品种改良和生产中发挥出巨大作用, 是林木育种的基本途径之一。通过油茶杂交育种试验, 一方面获得潜在优良后代, 另一方面, 可以测定亲本配合力和亲和力, 为油茶栽培品种配置提供科学指导。本研究应用人工控制授粉方法和技术, 开展普通油茶 (*Camellia oleifera* Abel.) 人工杂交控制授粉试验, 测定

* 基金项目: 广东省省级科技计划项目 (2015B020202002); (2014A020208043); 广东省林业科技创新专项资金项目 (2013KJCX009-01)。

第一作者 / 通信作者: 张应中 (1970—), 男, 研究员, 主要从事油茶育种及栽培技术研究, E-mail: 1256590677@qq.com。

不同材料组合亲和力、自交不亲和性。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

韶关市曲江区国有小坑林场，位于 E113°35′，N24°15′，地处南岭山地的大庾岭南缘，属亚热带气候区，年均气温 20.3℃，年日照时数 1 706 h，年均积温 6 529.4℃，年均降雨量 1 530 mm，极端最高温度 40.2℃、最低温度 -5.3℃，每年霜期约 15 d。油茶林地为红壤，土层厚达 1 m 以上，适合油茶生长、发育。

1.2 试验材料

2014 年，在位于广东省的国家级油茶良种基地——韶关市曲江区国有小坑林场 2009 年营建的普通油茶优良无性系混系试验林中，经表型选择初步选择了 76 棵优良单株，对其进行人工控制授粉试验。优良单株根据树形、果色、果形、花期等生物学特征分为 14 类，分类情况见表 1。

表 1 优良单株分类
Tab.1 Table of excellent individual plant classification

类型 Classification	生物学特征 Biological characteristics
1 类	开张，果红色、桔形、果开裂不全，花期中
2 类	开张，果青黄色、橄榄形，花期迟
3 类	开张，果红黄色、桔形，花期早
4 类	中冠，果红黄色、带刻痕，花期迟，花簇生，花瓣带有微红色
5 类	窄冠，直立，果红色、橄榄形，花期迟
6 类	果桃形或梨形，花期迟
7 类	窄冠，紧凑，果青黄色、桃形，花期迟
8 类	窄冠，果黄色、桔形，花期中
9 类	中冠，果青黄色、椭圆形，花期中
10 类	中冠，果青黄色、桔形，花期迟
11 类	开张，果红色、橄榄形，花期中
12 类	开张，果青偏红色、椭圆形、中偏大，花期中
13 类	开张，果红色、桃形，果前突出，花期迟
14 类	开张，果青黄色、椭圆形，花期早

1.3 试验方法

1.3.1 人工控制授粉试验 根据试验单株的 14 种分类情况（表 1），2014 年 11 月 3 日 -5 日，分别开展油茶不同类型单株间、同类型单株间的人工杂交控制授粉试验，以及部分单株同株同花、同株异花的自交试验，具体杂交组合及自交情况见表 2。

传统的油茶人工控制授粉一般采用花期授粉^[3-4]，本次人工控制授粉采用蕾期授粉新技术^[5]，并在此基础上有少许改进。基本步骤为：选处于蕾期阶段的母本花蕾，剪除全部花瓣和雄蕊，然后用父本的雄蕊直接对去雄后母本雌蕊柱头进行授粉，最后套袋标记。

具体方法为：

授粉时间：每天上午 9:00 时至下午 4:00 时进行去雄杂交。

采集父本：杂交前 1 天，剪取父本树冠上发育好、处于蕾期阶段的花枝，带回实验室插在盛有自来水的瓶中，在隔离条件下进行水培，次日花开后即可用于授粉；或者选处于蕾期阶段的花朵，用剪刀小心剪下雄蕊，放置于透明硫酸纸袋，带回实验室，放置于干燥箱中晾干备用。

母本去雄：杂交前，选处于蕾期阶段的花蕾，用手指捏住花蕾基部，用不锈钢剪刀从花瓣基部剪除全部花瓣，然后将雄蕊剪除干净，注意不要伤及花柱及子房。

蕾期授粉：用镊子轻夹带花药的花丝，让花粉囊在柱头上反复轻触，确保有花粉粒落在柱头，需用

2-3 个花丝反复操作，授粉后可以看见柱头表面洒落的黄色花粉。

套隔离袋：母本授粉后用硫酸纸袋套住雌蕊，纸袋下部用回形针封口，并做好标记。套袋过程要预防碰伤花柱及子房。

1.3.2 拆隔离袋方法比较 选取 5 棵单株进行人工控制授粉（套隔离袋），于 11 月 12 日实施了 6 种不同拆袋方法对授粉结果影响试验，分别是（1）去除隔离袋顶端别针，（2）去别针后子房周围覆湿的药棉保湿保温，（3）隔离袋顶端 2 边各剪 1 cm 宽通风口，（4）隔离袋保存不动；（5）完全去除隔离袋，（6）隔离袋顶端和基部各剪 1 cm 宽通风口。经检查受精不成功则不参与去袋试验。

1.3.3 套隔离袋与隔离管比较 2014 年 11 月 12 日，选取 4 棵单株进行人工控制授粉，采用油茶控制授粉新方法——吸管套柱法^[6]，人工授粉完成后，用直径 4.5 mm，长 4 cm 塑料管，一端蘸白乳胶套在子房基部，另一端用订书机封口，代替传统的纸袋。

1.4 调查方法

2015 年 4 月 6 日，对杂交组合及拆袋试验进行完全拆袋并进行座果率调查。

2 结果与分析

2.1 杂交组合座果率分析

各类型母本与父本杂交组合试验结果见表 2。本次试验共有 1 064 朵花授粉，座果 370 个，平均座果率为 34.8%。自由授粉共观察 6 749 朵花，座果 3 038 个，座果率为 45.0%。同类型单株间杂交结果表明，其座果率普遍较低，类型 3 中 15 个杂交组合，座果率为 0 的有 5 个，平均座果率为 27.0%，类型 6 中 3 个杂交组合，座果率为 0 的有 2 个，平均座果率为 3.3%，同类型单株间杂交平均座果率为 25.0%。不同类型间杂交组合有 27 个，除单株 59（11 类）× 67（3 类）组合座果率为 0 外，其余组合座果多数较高，平均座果率为 39.8%。其中 1 类母本与 3 类父本、3 类母本与 1 类父本、3 类母本与 6 类父本、8 类母本与 6 类父本、14 类母本与 3 类及软枝父本组合平均座果率分别为 37.8%、37.4%、48.8%、61.3%、74.5%，都比平均组合座果率高。人工控制授粉座果率比自由授粉高的有组合 46×34、35×32、56×32、29×33、72×41、76×33、33×35、54×8、37×6、37×13、4×软 3、47×4、57×41、73×软 2 共 14 个组合，分别提高 10.9、22.9、3.3、7.9、8.2、3.9、12.4、2.7、29.9、16.6、14.5、16.2、2.6、7.6 个百分点，人工控制授粉座果率最高为 37×6 组合，比自由授粉提高了 29.9 个百分点。

各父母本座果率排序见表 3-4，按父本统计，平均座果率超所有杂交组合平均座果率的有 35、33、8、32、软 2、4、41、34、10、14，父本 67 与 40 授粉座果较差。同一父本与不同母本杂交组合座果率差异较大，如父本 32 分别与母本杂交，座果率分别为 6.7%、56.0%、33.3%、61.3%、43.3%。按母本统计，平均座果率超所有杂交组合平均座果率的有 61、29 等 17 个。同一母本与不同父本杂交组合座果率差异较大，如母本 37 与父本 6、13 杂交座果率分别为 40.0%、26.7%。

本次试验有 3 对正反交，分别是 6×40、40×6，8×9，9×8，41×67、67×41，座果率分别为 0%、10%，0%，10%，0%，10%。

2.2 自交授粉

部分单株自花授粉结果见表 2，全部 18 个单株同株同花授粉，仅有 2 个单株 54、59 各有 1 个果，座果率为 10%，17 个单株同株异花授粉，仅有 2 个单株 54、59 各有 1 个果，座果率为 10%，其余都无果。

2.3 去袋方法试验

分别用单株 32×6、33×35、71×33、72×33、76×33 等 5 个组合开展去袋试验，结果见表 5，可见，6 种去袋方法中，去袋方法 2、3、5 效果较好，座果率为 72%、68%、65.4%，去袋方法 1、4、6 稍差一些，座果率都为 50%。

2.4 套管试验

分别用单株 74×61、53×61、25×61、27×61 组合进行套管试验，结果见表 6，人工控制授粉（套管）93 朵花，座果 49 个，平均座果率为 52.7%，而各单株自由授粉平均座果率为 62.4%，座果率差异不大。

表2 人工控制授粉杂交组合及自花授粉情况
Tab.2 Cross combination of artificial control pollination and self pollination

类型 Type	杂交组合 Cross combination						自由授粉 Open pollination			同株同花 Same flower			同株异花 Same plant different flowers		
	母本 Female parent	类型 Type	父本 Male parent	授粉花 / 朵 Pollination flowers	座果 / 个 Fruit set number	座果率 / % Fruit set rate	挂牌花 / 朵 Listed flowers	座果 / 个 Fruit set	座果率 / % Fruit set rate	挂牌花 / 朵 Listed flowers	座果 / 个 Fruit set	座果率 / % Fruit set rate	挂牌花 / 朵 Listed flowers	座果 / 个 Fruit set	座果率 / % Fruit set rate
1	32	3	6	60	18	30	163	57	35	10	0	0	10	0	0
	46		34	30	16	53.3	132	56	42.4						
	13		32	30	2	6.7	146	33	22.6						
	35	1	32	25	14	56	124	41	33.1						
	38		32	15	5	33.3	125	79	63.2						
	56		32	31	19	61.3	119	69	58						
	66		32	30	13	43.3	126	70	55.6						
	61		46	30	11	36.7	140	83	59.3						
	69		46	26	6	23.1	170	126	74.1						
	40	3	6	10	1	10	118	27	22.9	10	0	0	10	0	0
	18		33	30	5	16.7	111	53	47.7						
	29		33	10	4	40	184	59	32.1	10	0	0	10	0	0
	71		33	40	11	27.5	143	57	39.9						
	72		33	41	17	41.5	165	55	33.3						
	76		33	48	26	54.2	167	84	50.3						
3	2	3	35	10	0	0	169	105	62.1	10	0	0	10	0	0
	3		35	10	1	10	166	71	42.8	10	0	0	10	0	0
	33		35	42	22	52.4	120	48	40						
	6	6	40	30	0	0	254	94	37						
	34		40	10	1	10	103	63	61.2	10	0	0	10	0	0
	36		40	15	0	0	155	50	32.3	10	0	0	10	0	0
	55		40	14	0	0	106	60	56.6	10	0	0	10	0	0
	67		41	10	1	10	113	34	30.1	10	0	0	15	0	0
	41		67	10	0	0	123	54	43.9	10	0	0	10	0	0
	2	软	4	15	4	26.7	169	105	62.1	10	0	0	10	0	0
	54		8	33	19	57.6	246	135	54.9	10	1	10	10	1	10
	60		9	30	13	43.3	257	147	57.2	10	0	0	10	0	0
	63		10	30	18	60	114	79	69.3	10	0	0	10	0	0
	64		14	30	18	60	112	75	67						
	65		21	30	10	33.3	119	79	66.4	10	0	0			
	62	软	软 2	30	5	16.7	101	56	55.4						
	39									10	0	0	10	0	0
	37		6	5	2	40	168	17	10.1						
4	37	3	13	15	4	26.7	168	17	10.1						
	11	3	40	30	7	23.3	135	45	33.3						
	8	6	9	10	0	0	114	50	43.9						
5	9		8	10	1	10	92	38	41.3						
	10		8	10	0	0	106	58	54.7						
	4	软	软 3	11	6	54.5	210	84	40						
	14		软 3	30	10	33.3	202	79	39.1						
	21		软 3	40	4	10	170	36	21.2						
6	58		软 3	10	2	20	149	49	32.9	10	0	0	10	0	0
8	47	6	4	31	19	61.3	226	102	45.1						
11	59	3	67	10	0	0	131	41	31.3	10	1	10	10	1	10
14	57	3	41	17	13	76.5	111	82	73.9						
	73	软	软 2	30	22	73.3	207	136	65.7						

表 3 人工控制授粉父本座果率排序

Tab.3 The order table of the fruit set rate of the male parent by artificial pollination

序号 No.	父本 Male parent	授粉花数 Pollination flowers	座果数 Fruit set number	座果率 /% Fruit set rate
1	67	20	0	0.0
2	40	99	8	8.1
3	软 3	91	22	24.2
4	13	15	4	26.7
5	6	75	21	28.0
6	46	56	17	30.4
7	9	40	13	32.5
8	21	30	10	33.3
9	35	62	23	37.1
10	33	169	63	37.3
11	8	53	20	37.7
12	32	131	53	40.5
13	软 2	60	27	45.0
14	4	46	23	50.0
15	41	27	14	51.9
16	34	30	16	53.3
17	10	30	18	60.0
18	14	30	18	60.0

表 4 人工控制授粉母本座果率排序

Tab.4 The order table of the fruit set rate of the female parent by artificial pollination

序号 No.	母本 Female parent	授粉花数 Pollination flowers	座果数 Fruit set number	座果率 /% Fruit set rate
1	6	30	0	0.0
2	8	10	0	0.0
3	10	10	0	0.0
4	36	15	0	0.0
5	41	10	0	0.0
6	55	14	0	0.0
7	59	10	0	0.0
8	13	30	2	6.7
9	3	10	1	10.0
10	9	10	1	10.0
11	21	40	4	10.0
12	34	10	1	10.0
13	40	10	1	10.0
14	67	10	1	10.0
15	2	25	4	16.0
16	18	30	5	16.7
17	62	30	5	16.7
18	58	10	2	20.0
19	69	26	6	23.1
20	11	30	7	23.3

序号 No.	母本 Female parent	授粉花数 Pollination flowers	座果数 Fruit set number	座果率 / % Fruit set rate
21	71	40	11	27.5
22	32	60	18	30.0
23	37	20	6	30.0
24	14	30	10	33.3
25	38	15	5	33.3
26	65	30	10	33.3
27	61	30	11	36.7
28	29	10	4	40.0
29	72	41	17	41.5
30	60	30	13	43.3
31	66	30	13	43.3
32	33	42	22	52.4
33	46	30	16	53.3
34	76	48	26	54.2
35	4	11	6	54.5
36	35	25	14	56.0
37	54	33	19	57.6
38	63	30	18	60.0
39	64	30	18	60.0
40	47	31	19	61.3
41	56	31	19	61.3
42	73	30	22	73.3
43	57	17	13	76.5

表 5 去袋试验结果

Tab.5 Bag removal test result

方法 Method	去袋花数 / 朵 Bag removal flower	座果数 / 个 Fruit set number	座果率 / % Fruit set rate
1	34	17	50.0
2	25	18	72.0
3	25	17	68.0
4	24	12	50.0
5	26	17	65.4
6	26	13	50.0

表 6 人工控制授粉套管试验

Tab.6 Artificial control pollination casing test

母本 Female parent	父本 Male parent	控制授粉 Control pollination			自由授粉 Open pollination		
		花数 / 朵 Flower number	座果数 / 个 Fruit set number	座果率 / % Fruit set rate	花数 / 朵 Flower number	座果数 / 个 Fruit set number	座果率 / % Fruit set rate
74	61	30	18	60	188	107	56.9
53	61	30	14	46.7	138	105	76.1
25	61	13	9	69.2	177	106	59.9
27	61	20	8	40	175	105	60
平均				52.7			62.4

3 结论与讨论

油茶人工杂交控制授粉试验结果表明,同类型单株间杂交,其座果率较低,部分组合座果率为0,同类型的部分单株不排除为同一无性系,同类型单株即使属不同无性系,其亲缘关系也可能比不同类型单株间亲缘关系近,因此,其座果率比不同类型单株间要低。

本次试验所有杂交组合平均座果率为34.8%。不同类型单株间杂交组合有28个,除单株59(11类)×67(3类)组合座果率为0外,其余组合座果多数较高。不同类型间杂交座果率差异较大,其中1类母本与3类父本、3类母本与1类父本、3类母本与6类父本、8类母本与6类父本、14类母本与3类及软枝父本杂交组合平均座果率比所有杂交组平均组合座果率高。座果率比自由授粉高的有46×34等14个组合,座果率最高为组合37×6、比自由授粉提高了29.9%。父本有较高座果率的有35、33、8、32、软2、4、41、34、10、14等10株,母本有较高座果率的有61、29等17株。同一父本与不同母本,或同一母本与不同父本杂交组合座果率差异较大。

自花授粉试验结果表明,油茶自花授粉,包括同株同花、同株异花授粉座果率极低,分别仅有1个果,仅为10%座果率,庄瑞林^[3]对普通油茶自花授粉有同样结果,但张乃燕^[7]关于岑软及桂软系列无性系同株同花授粉研究表明,岑软2、3号有60%、64.3%座果率,其余无性系座果率也为0,生产上常成片单一种植岑软2号或岑软3号也能正常结果,表明其自花授粉有较高座果率,对此仍需进一步探讨自花授粉过程机理以进一步阐明原因。

人工杂交控制授粉去袋试验表明,方法(2)去别针后子房覆药棉保湿保温、方法(3)2边各剪1厘米宽通风口、方法(5)完全去袋这几种方式座果率较高,这几种去袋方式都是可以应用的。为操作简便性,在授粉一周后采用完全去袋方式是较好的选择。另外,为预防冬天极端低温或者在较寒冷地区应用,可采用2边各剪1厘米宽通风口方式,有利于保护幼果不受冻害。

不同类型单株间杂交组合平均座果率为39.8%,自由授粉座果率为45.0%,结果表明,人工控制授粉新技术成熟可行。同时吸管套柱法试验也表明,套管与自由授粉座果率差异不大。因此,人工控制授粉中,采用套管也是可行的办法,操作起来可以提高效率。

人工控制授粉新技术采用蕾期授粉,有别于传统的林果树木的控制授粉,减少了工作量。花期授粉时,前1天去雄套袋,次日杂交后再套袋,工作量约为蕾期授粉的2倍;在杂交父本的处理方面,免去采集父本花粉的步骤,直接用父本的花药涂搽母本雌蕊柱头,提高工作效率。

致谢: 华月珊、康英鑫参与了授粉试验工作,在此表示感谢!

参考文献

- [1] 胡德活,韦如萍,王润辉,等.杉木控制授粉子代杂种优势分析[J].广东林业科技,2010,26(4):1-6.
- [2] 赵奋成,林昌明,吴惠姗,等.湿地松×洪都拉斯加勒比松生长性状遗传参数年度变化趋势及相关分析[J].林业与环境科学,2018,34(2):1-12.
- [3] 庄瑞林.中国油茶[M].2版.北京:中国林业出版社,2008:156-159;146-150.
- [4] 幸伟年,周文才,龚春,等.油茶杂交育种试验[J].经济林研究,2010,28(3):95-99.
- [5] 赵松子,王玉娟,敖婉初.油茶人工高效杂交技术[J].江西林业科技,2013(2):18-20.
- [6] 陈永忠,王德斌.油茶控制授粉新方法:吸管套柱法[J].湖南林业科技,1991(3):16-17.
- [7] 张乃燕,陈国臣,王东雪,等.岑软2号、3号等油茶无性系花粉配合力测定[J].广西林业科学,2009,38(1):1-4.