

## 油茶花期气候对花后坐果的影响

曾燕如, 黎章矩

(浙江林学院 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 花期气候条件是影响油茶 *Camellia oleifera* 开花授粉和翌年产量的主导因子之一。1978 - 1984 年, 在浙江省临安市、龙游县的研究表明, 日平均气温 5℃ 以上的无霜晴天, 人工授粉可以坐果, 8℃ 以上授粉媒介正常活动可以自然授粉, 中早花类型在日平均气温 8.8~16.0℃ 时坐果率最高。影响明显的气候因子是降雨和霜冻: 降雨只影响雨日的开花授粉, 对雨前授粉超过 6 h 和雨后开的花影响不大; 霜冻危害重时间长, 是油茶花的最大杀手。受气温和霜冻的综合影响, 随着花期推迟, 坐果率逐渐下降, 12 月(浙江北部 11 月下旬)以后开的花坐果率极低。观察发现, 在天然油茶群体中有抗冻的植株存在。表 6 参 9

**关键词:** 经济林学; 油茶; 降雨; 霜冻; 人工授粉; 自然授粉; 坐果率

**中图分类号:** S718.4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5692(2010)03-0323-06

## Effects of the climate during flowering period on post-flowering fruit setting in *Camellia oleifera*

ZENG Yan-ru, LI Zhang-ju

(The Nurturing Station for the State Key Laboratory of Subtropical Silviculture, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** The climatic conditions during the flowering period are one of leading factors influencing flowering, pollination and the fruit yield of the following year in *Camellia oleifera*. Researches were conducted in Lin'an and Longyou of Zhejiang Province in 1978 - 1984. The results showed that artificial pollination conducted when the daily average atmospheric temperature was 5.0℃ and above, sunny and no frost could result in fruit setting, and natural pollination occurred when it was 8.0℃ and above and pollinators moved about normally. Rainfall and frost were the main impact climatic factors. Rainfall only influenced flowering and pollination on raining days and had few effects on flowers that were pollinated 6 hours before rain or opened after rain. Frost had a heavy damage for a long time. Individual trees which can be resistant to frost were observed in a natural population. [Ch, 6 tab. 9 ref.]

**Key words:** cash forestry; *Camellia oleifera*; rainfall; frost; artificial pollination; natural pollination; fruit setting

油茶 *Camellia oleifera* 秋冬开花, 花期气候条件是开花、授粉、坐果以及翌年产量的主导因子<sup>[1-6]</sup>, 但以往的研究者多从一个单位或地区的花期气候条件与次年产量的相关加以分析, 没有多点多年定位观察, 分析影响开花坐果的主导气象因子及其影响方式。为了解不同气候因子对油茶开花授粉的影响方式和影响程度, 于 1978 - 1984 年油茶花期进行系统的定位观察研究, 结果报道如下。

### 1 研究材料与方法

选择浙江临安潘母岗林场、临安果园和龙游林场成年油茶林, 多年多点观察不同气候条件下油茶

收稿日期: 2009-05-20; 修回日期: 2009-09-09

作者简介: 曾燕如, 教授, 博士, 从事经济林培育与利用研究。E-mail: yrzeng@zjfc.edu.cn

辅助授粉(授粉后不套袋)、自然授粉(标出不同时期开放的花)、人工授粉(授粉后套袋)的坐果率。观察雨天花粉在柱头被淋洗的情况,霜冻对花器的危害情况以及授粉媒介的活动情况。

## 2 结果与分析

### 2.1 降雨对开花授粉的影响

降雨通过淋洗柱头液和花粉以及影响昆虫活动而不能顺利授粉、受精和坐果。雨天或授粉1h后降雨,镜检柱头没有发现花粉。雨天除某些花甲科 Dascillidae 小虫仍在花朵中活动外,其他蜂、蝇类昆虫均不活动。雨天特别是连阴天油茶坐果率极低(表1)。表1资料表明:①阴雨天特别是连阴雨天开的花,自然坐果率仅0.91%~6.96%,人工辅助授粉坐果率15.07%~21.62%,辅助授粉后套袋坐果率可达76.50%~89.36%。②授粉后6~8h再降雨对坐果影响很小,如潘母岗林场1981年11月20日及11月21日授粉6h后降雨,坐果率达60%以上。③降雨对授粉的影响仅在降雨的当天,一旦天气转晴,开花授粉效果即转入正常。④不论何种天气,人工辅助授粉坐果率显著高于自然授粉坐果率,说明开花坐果受气候和授粉媒介双重影响。

表1 降雨对油茶授粉和坐果的影响

Table 1 Effects of rainfall on pollination and fruit setting in *Camellia oleifera*

地点	授粉日期/ (年-月-日)	授粉天气状况	授粉方式	株数	花数	翌年3月中 下旬果数	幼果 率/%	幼果率株间 变幅/%
浙江潘母岗林场	1981-11-20	雨前13h授粉,气温6.8~13.1℃,晴暖	辅助	5	215	174	80.93	73.08~97.92
			自然	7	308	147	47.73	25.60~63.18
			辅助	6	199	121	60.80	17.95~89.47
	1981-11-21	6:00雨止,7:00~8:00授粉,下午4:00 又下雨,气温5.4~9.1℃	辅助	7	327	212	64.83	12.50~95.23
			自然	4	187	11	5.88	0~21.46
	1981-11-25	11-22~27日连阴雨,气温4.8~8.6℃	辅助	6	418	63	15.07	0~28.60
			自然	8	523	7	1.33	0~4.50
			授粉后套袋	7	311	238	76.50	20.0~96.29
	1981-11-28	雨后转晴,气温6.4~11.8℃	辅助	4	333	187	56.15	21.30~77.91
			自然	5	462	131	28.35	4.71~41.06
1982-11-05	雨前3~4h授粉,气温7.3~14.8℃ 15:00~17:00	辅助	7	325	67	20.62	0~35.48	
		辅助授粉套袋	7	257	224	87.16	63.04~97.36	
1982-11-16	雨止转晴,气温9.8~15.3℃	辅助	6	277	215	77.62	60.00~90.31	
浙江临安果园	1982-11-04	降雨前1d授粉,气温8.9~13.8℃	辅助	2	66	54	81.81	72.22~93.33
	1982-11-07	连续阴雨,气温6.3~8.5℃	辅助	2	74	16	21.62	20.00~22.73
			自然	4	308	3	0.91	0~3.75
1983-11-17	小雨,气温5.8~12.1℃	辅助	3	59	12	20.34	13.04~37.50	
		授粉后套袋	2	47	42	89.36	84.00~95.45	
		自然	4	273	19	6.96	0~9.50	

### 2.2 霜冻对油茶花后坐果的影响

低温霜冻是影响油茶开花授粉和坐果的最重要因子<sup>[3-4,7-9]</sup>。霜冻不仅影响昆虫活动,而且损伤花器,危害更大。表2是不同地点不同年度霜冻对开花结果的影响。

低温霜冻天气影响授粉昆虫活动,但只要白天有一定时间气温在10℃以上,一些授粉昆虫仍然可以活动传粉,但低温霜冻对花器产生严重的危害。实际观察表明,抗霜冻能力是:已受精的花>花

表 2 霜冻对油茶开花坐果的影响

Table 2 Effect of frost on flowering and fruit setting in *Camellia oleifera*

地点	授粉日期/ (年-月-日)	授粉日天气状况 (气温/℃, 霜冻, 降雨)	授粉 方式	株数	花数	翌年 3 月 幼果数	幼果 率/%	幼果率株间 变幅/%
浙江临安果园	1980-11-27	霜前 5 d, 天气晴暖, $T_A$ 12.3, $T_L$ 10.8	辅助	4	437	346	79.18	42.38 ~ 93.62
			自然	5	508	176	34.64	4.83 ~ 71.61
	1980-11-29	大霜前 3 d, 天气晴暖, $T_A$ 11.3, $T_L$ 5.3	辅助	6	150	84	56.00	38.50 ~ 84.40
			自然	2	137	43	31.38	0 ~ 48.40
	1980-12-02	大霜前 1 d, 天气晴暖, $T_A$ 10.2, $T_L$ 5.7	辅助	4	116	30	25.86	0 ~ 62.50
			自然	3	92	17	18.48	0 ~ 36.80
	1980-02-03-11	连续霜冻, $T_A$ 4.5~8.8, $T_L$ -1.3~4.0	辅助	9	177	20	11.30	0 ~ 52.13
			自然	4	76	0	0	0
	1981-10-29-11-14	天气晴暖, $T_A$ 10.8~14.6, $T_L$ 7.7~9.8	辅助	9	278	248	89.21	61.53 ~ 100
			自然	6	518	281	54.25	28.16 ~ 89.30
	1981-12-01-03	大霜, $T_A$ 5.7~8.6, $T_L$ -4.0~-6.0	辅助	7	234	26	11.11	0 ~ 25.00
			自然	6	374	3	0.80	0 ~ 11.11
1983-11-25	霜冻, $T_A$ 6.9, $T_L$ -2.7	辅助	4	139	16	11.51	5.13 ~ 21.21	
		自然	7	236	3	1.27	0 ~ 3.03	
浙江龙游林场	1982-12-02	大霜, $T_A$ 7.2, $T_L$ -4.7	辅助	10	272	40	14.70	0 ~ 36.00
			自然	7	355	3	0.84	0 ~ 1.47
	1984-12-12-14	连续霜冻, $T_A$ 6.4~8.1, $T_L$ -3.7~-2.9	辅助	39	884	140	15.83	0 ~ 36.20
自然			39	1 111	31	2.79	0 ~ 7.60	
浙江潘母岗林场	1978-12-04	连续霜冻后 1 d, 晴暖, $T_A$ 8.3~10.9	辅助	4	124	23	18.55	0 ~ 36.00
			自然	4	100	2	2.00	0 ~ 8.50
	1978-12-06-07 (5 日微霜)	晴暖 7.4~9.6	辅助	4	310	44	14.19	0 ~ 24.50
			自然	4	316	9	2.85	0 ~ 5.00

说明:  $T_A$  代表日平均气温,  $T_L$  日最低气温。

蕾>含苞待放花>正开的花;花器各组成部分抗性顺序是花药>柱头>花柱>花丝>花瓣。在严重霜冻后,花瓣结冰变水渍状,颜色发黄,花柱全部或半边冻死,花丝冻蔫,蜜腺冻坏,冻后再开的花就显得没有生气。最显著特征是花蜜大量减少,甚至完全没花蜜。在授粉过程中可以发现在霜冻以前,人进入油茶林全身都是花蜜花粉,霜冻以后,人身上只有少量花粉而无花蜜。表 2 资料表明:霜冻前 5 d 开的花坐果率不受影响,3 d 前开的花有一定影响,人工辅助授粉坐果率由 79.18% 下降到 56.00%,而霜冻前 1 d 开的花坐果率大受影响,人工辅助授粉只有 25.86%。由于霜冻冻伤花器,霜后即使气温回升坐果率仍大大下降。如潘母岗林场 1978 年 12 月 4 日和 12 月 6-7 日为霜后晴天,平均气温上升到 8.3~10.9℃和 7.4~9.6℃。人工辅助授粉坐果率仅 14.19%~18.55%,自然授粉坐果率只有 2.00%~2.85%,而在霜前的这样温暖天气坐果率可达 70%以上和 40%以上。1978 年 11 月 9 日严重霜冻后,在潘母岗林场发现在绝大多数油茶花被冻死的情况下,有个别植株花瓣、花柱都保持良好,选择 2 株冻害轻的植株于 12 月 9 日和 12 月 17 日分别进行人工授粉和标花,以冻害严重的 8 株作对照。翌年 3 月 22 日统计坐果率如表 3。

表 3 资料表明:霜冻后只要花柱保持完好,人工辅助授粉就可以正常结果。抗 11 号和抗 72 号 2 次人工辅助授粉坐果率达 32.14%~75.00%,自然授粉坐果率达 22.0%~38.0%,而受害严重的 12 株,两者坐果率均为 0,说明晚花类型中确有抗寒株存在。抗 72 号为固定标准地中的高产晚花单株。

表3 霜冻天气不同单株间授粉坐果率变异

Table 3 Variations in pollination and fruit-setting percentage among different individual trees under the frosted weather condition

授粉日期/(年-月-日)	授粉日天气	授粉方式	授粉树(树号)	授粉花	3月下旬幼果数	幼果坐果率/%
1979-12-09	$T_A$ 7.0	人工辅助	抗11号	56	38	67.86
	$T_L$ -3.1	人工辅助	抗72号	44	33	75.00
		自然	抗72号	50	19	38.00
		人工辅助	31号等8株	561	0	0
1979-12-17	$T_A$ 7.2	人工辅助	抗11号	140	45	32.14
	$T_L$ -2.8	自然	抗11号	50	11	22.00
		人工辅助	31号等12株	486	0	0

说明： $T_A$ 日平均气温(°C)， $T_L$ 日最低气温(°C)。

### 2.3 气温对坐果率的影响

秋冬开花的油茶在长期自然选择中形成了比较耐低温的特性。气温在5℃以上花粉即可萌发，授粉1.8h花粉即在柱头上萌发，12.0h后花粉管即可进入胚囊<sup>[5,8-9]</sup>。花期低温对坐果率的影响首先是影响授粉媒介的活动，特早花类植株少，异花授粉机会少，历来自然坐果率很低。1978-1982年连续4a在潘母岗林场选7株特早花单株进行不同时期的互相授粉，结果坐果率相差很大(表4)。

表4资料显示：从10月上旬到11月中旬的历次人工授粉坐果率以授粉日平均气温8.8~16.8℃区间为高，19.0℃以上都较低。其中日平均气温8.8℃的1978年17日为最高，说明油茶受精坐果对气温的要求变幅较大。花期早期气温在20.0℃以上时油茶的花蜜很少，说明油茶蜜腺发育和泌蜜要求一定的低温条件。

油茶受精后抗冻能力大大加强，从1950-1992年期间1-2月气温最低的1977年各地油茶产量(表5)看，油茶幼果可以忍受-10.0℃左右的低温。

1977年的低温对浙江北部和中部油茶产量

表4 特早花类不同时期人工授粉坐果率变异

Table 4 Variations in fruit-setting percentage as a result of artificial pollination at different stages for the exceptionally early flowering type

年度	授粉日期/(月-日)	日平均气温/°C	授粉组合数	授粉花朵数	翌年3月下旬幼果数	坐果率/%
1978	10-19	18.3	5	93	22	23.66
	10-24	18.5		134	49	36.57
	11-06	14.4		24	17	70.83
	11-17	8.8		24	18	75.00
	11-18	8.9		78	54	69.23
1979	10-09	18.1	7	158	84	53.16
	10-18	17.8		136	65	49.79
	10-24	16.5		163	117	71.78
	11-03	18.6		75	47	62.67
1981	10-13	17.6	5	54	27	50.00
	10-18	19.1		101	39	38.61
	10-20	16.8		87	62	71.26
	10-27	14.1		107	78	72.89
1982	10-12	20.0	4	173	55	31.79
	10-18	19.3		147	75	49.66
	11-02	13.0		63	44	69.84

表5 1977年幼果期低温对油茶产量的影响

Table 5 Effects of low temperatures at the stage of young fruit of 1977 on yield in *Camellia oleifera*

地点	最低气温/°C	产量等级	地点	最低气温/°C	产量等级
浙江南湖林场	-14.4	低产	湖南永新县	-5.9	中等
浙江潘母岗林场	-13.7	低产	湖南东黄草坪林场	-12.1	中偏低
浙江龙游林场	-11.4	低产	浙江青田县	-4.5	中等
浙江常山县	-8.9	中等	全国	-14.4~-4.5	中偏低
湖北松滋石桥村	-10.9	中偏高			

影响较大, 普遍低产, 但比 1975 年花期冻害影响要小。花期气温缓慢下降的危害比突然降温要小很多。如潘母岗林场 1980 年 11 月中旬 1 次 $-1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温使坐果率比周围地区( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上)低 30%左右。

## 2.4 全花期气候条件与坐果率的动态变异

1978 年 10 月 24 日至 1979 年 1 月 10 日在潘母岗油茶林的整个花期中选择不同气候条件进行人工辅助授粉和自然授粉坐果率观察研究, 结果如表 6。

表 6 表明: ①油茶整个花期内随着花期推迟, 坐果率逐步下降, 12 月以后开的花不论人工辅助授粉或自然授粉坐果率都很低。②影响开花坐果的主要气候因子是降雨和霜冻, 霜冻危害程度最重, 影响时间最长。

表 6 1978 年秋冬不同时期和不同天气条件下油茶授粉坐果率变异情况

Table 6 Variations in pollination and fruit-setting percentage at different stages of autumn and winter and under different weather conditions of 1978 in *Camellia oleifera*

授粉时间/ (年-月-日)	授粉日天气状况				授粉 方式	株(次) 数	花数/朵	翌年 3 月下 旬幼果数	幼果坐 果率/%	坐果率株间变 幅/%
	日平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	日最低 气温/ $^{\circ}\text{C}$	降水/mm	日照/h						
10-24-11-11	10.4 ~ 21.1	4.7 ~ 14.8	5.8	14.8	辅助	10	895	648	72.40	21.65 ~ 90.38
				晴暖	自然	10	1 186	435	36.68	12.00 ~ 95.93
11-13-11-14	13.5 ~ 13.8	9.3 ~ 12.1	14.6	0	辅助	5	113	8	7.08	0 ~ 13.16
				阴雨	自然	4	240	4	1.67	0 ~ 2.20
11-15-11-18	12.3 ~ 12.9	10.8 ~ 12.0	0	2.5	辅助	14	884	690	78.05	73.97 ~ 81.22
				阴暖	自然	4	850	201	23.65	15.75 ~ 29.37
11-19	9.5	6.8	0.4	6.1	辅助	2	94	81	86.17	80.00 ~ 89.06
				晴暖	自然	2	130	27	20.76	18.50 ~ 22.50
11-20	7.8	2.8	晴天降温, 傍晚起 下雨		辅助	3	139	72	51.80	16.67 ~ 79.49
					自然	3	186	62	33.33	1.78 ~ 50.00
11-21	10.0	7.3	3.3, 小雨, 22 日连 续阴雨	0	辅助	4	162	69	45.59	25.00 ~ 56.67
					自然	4	190	14	7.37	1.00 ~ 18.33
11-23-11-26	9.2 ~ 10.7	6.2 ~ 9.3	13.7, 阴雨, 霜冻 前 2 d	0.2	辅助	8	290	5	1.75	0 ~ 7.50
					自然	8	307	0	0	0
11-27-12-03	2.5 ~ 9.6	$-6.1 \sim 8.6$	0	39.5, 连续霜 冻	辅助	5	955	14	1.46	0 ~ 3.44
					自然	9	1 045	0	0	0
12-04-12-10	6.4 ~ 11.9	1.4 ~ 7.4	13.6	30.6, 晴雨相 间	辅助	4	961	268	27.89	18.79 ~ 32.13
					自然	4	879	20	2.27	0 ~ 4.51
12-15-12-22	2.3 ~ 6.8	$-5.7 \sim$ $-2.8$	0.1	25.6, 连续霜 冻	辅助	8	1 163	141	12.12	0 ~ 22.87
					自然	8	932	2	0.21	0 ~ 1.75
12-25-01-10	1.5 ~ 11.8	0.4-4.5		晴冷, 微霜	辅助	14	1 046	158	9.59	2.01 ~ 14.09
					自然	23	914	2	0.02	0 ~ 1.25

## 3 小结

油茶冬季开花, 花期气候条件是影响开花授粉和翌年产量的主导因子之一。气候因子中影响大的是霜冻、降雨和气温。

霜冻影响昆虫授粉和冻伤花器。1 次严重霜冻可使霜前 3 d 开的花坐果率下降。霜前 1 d 开的花坐果率严重下降, 对霜后开的花影响更大。所以, 霜冻是油茶花的最大杀手。



降雨影响昆虫活动,雨水淋洗柱头液和花粉,使授粉受精不能进行。但雨水只对降雨当日和雨期开的花有影响,对雨前授粉超过6 h的花和雨止后开的花影响很小,整个花期中能有几次短暂降雨对开花反而有利。

油茶开花授粉对气温适应性较强。无霜无雨,日平均气温5.0℃以上,人工授粉可以坐果;日平均气温8.0℃以上可以保证自然授粉的进行。

在油茶林中有极少数抗寒力强的单株存在,在今后选种中应加以注意。

#### 参考文献:

- [1] 林少韩. 油茶地理气候区划的研究[J]. 林业科学研究, 1988, **1** (6): 607 - 613.  
LIN Shaohan. Studies on the scheme of geographical climatic regions for oil-tea *Camellia*[J]. *For Res*, 1988, **1** (6): 607-613.
- [2] 胡芳名. 经济林栽培学[M]. 中国林业出版社, 1983: 132 - 133.
- [3] 林少韩. 油茶花期生态及结实中的研究[J]. 林业科学, 1981, **17** (3): 112 - 113.  
LIN Shaohan. A study on the ecological factor of blossoming period and fruiting ability of *Camellia oleifera* [J]. *Sci Silv Sin*, 1981, **17** (3): 112 - 113.
- [4] 宛志沪, 陈秀华. 油茶产量与气象因子关系的探讨[J]. 亚林科技, 1984 (4): 25 - 30.  
WAN Zhihu, CHEN Xiuhua. A discussion on the relationship between yield and climatic factors in *Camellia oleifera* [J]. *Sci Technol Subtr For*, 1984 (4): 25 - 30.
- [5] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008: 54 - 55, 150.
- [6] 曾燕如, 黎章矩, 戴文圣. 油茶开花习性的观察研究[J]. 浙江林学院学报, 2009, **26** (6): 802 - 809.  
ZENG Yanru, LI Zhangju, DAI Wensheng. Flowering habits in *Camellia oleifera* [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2009, **26** (6): 802 - 809.
- [7] 黎章矩. 油茶开花习性与产量关系研究[J]. 经济林研究, 1983, **1** (1): 31 - 35.  
LI Zhangju. Studies on the relationship between flowering habits and yield in *Camellia oleifera* [J]. *Non-Wood For Res*, 1983, **1** (1): 31 - 35.
- [8] 黎章矩. 油茶开花习性几个问题的研究[J]. 浙江农业科学, 1987 (3): 120 - 124.  
LI Zhangju. Study on flowering habits in *Camellia oleifera* [J]. *Zhejiang Agric Sci*, 1987 (3): 120 - 124.
- [9] 黎章矩, 施拱生, 吴德晔, 等. 油茶生育规律及影响因子研究[J]. 经济林研究, 1992, **10** (1): 21 - 25.  
LI Zhangju, SHI Gongsheng, WU Deyu, *et al.* Influencing factors on oil content of oil-tea *Camellia* [J]. *Non-Wood For Res*, 1992, **10** (1): 21 - 25.

---

## 浙江林学院更名为浙江农林大学

2010年3月18日,中华人民共和国教育部发函浙江省人民政府(教发函[2010]20号教育部关于同意浙江林学院更名为浙江农林大学的通知),同意浙江林学院更名为浙江农林大学。

通知指出,根据《高等教育法》和《普通本科学校设置暂行规定》有关规定以及全国高等学校设置评议委员会五届四次会议的评议结果,经研究,同意浙江林学院更名为浙江农林大学,学校代码为10341;同时撤销浙江林学院的建制。