

DOI: [10.11929/j.swfu.201903122](https://doi.org/10.11929/j.swfu.201903122)

引文格式: 袁小军, 钟秋平, 罗帅, 等. 叶面肥及生长调节剂对油茶雄蕊及坐果率的影响 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学), 2019, 39(5): 8-14.

叶面肥及生长调节剂对油茶雄蕊及坐果率的影响

袁小军¹ 钟秋平¹ 罗 帅¹ 曹林青¹ 吴喜昌² 郭和平²

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业实验中心, 江西 新余 336600; 2. 分宜县林业局, 江西 新余 336600)

摘要: 以7年生长林4#油茶为试材, 采用正交试验设计方法, 于盛花期前喷施不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂, 分析其对油茶雄蕊形态特征及坐果率的影响。结果表明: 花期喷施叶面肥及生长调节剂对油茶花药形态特征及坐果率有显著影响。其中施用0.2 g/L H₃BO₃+0.10 g/L KH₂PO₄+0.10 g/L 2,4-D最有利于花药的生长且对花粉表面纹饰影响最大, 施用0.2 g/L H₃BO₃+0.05 g/L KH₂PO₄+0.20 g/L 2,4-D对极轴长/赤道轴长影响最大; 施用0.15 g/L H₃BO₃+0.15 g/L KH₂PO₄+0.20 g/L 2,4-D对油茶坐果率的增幅最大, 增幅达27.93%, 坐果率为42.88%。可见, 花期喷施一定浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶雄蕊形态特征及坐果率有促进作用。

关键词: 油茶; 叶面肥; 生长调节剂; 花药; 花粉; 坐果率

中图分类号: S727.3 文献标志码: A 文章编号: 2095-1914(2019)05-0008-07

Effects of Foliar Fertilizer and Growth Regulators on Stamens and Fruit Setting Rate of *Camellia oleifera*

Yuan Xiaojun¹, Zhong Qiuping¹, Luo Shuai¹, Cao Linqing¹, Wu Xichang², Guo Heping²

(1. Experimental Center of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Xinyu Jiangxi 336600, China;
2. Forestry Bureau of Fenyi, Xinyu Jiangxi 336600, China)

Abstract: Using 7 years of *Camellia oleifera* 'Changlin 4#' as test material, using orthogonal design method, spraying foliar fertilizer and growth regulator with different concentration ratio before flowering stage, and analyzing its effect on the morphological characteristics and fruit setting rate of stamens. Results showed that foliar application of foliar fertilizer and growth regulator have significant effects on the anther characteristics of *C. oleifera*. The application of 0.2 g/L H₃BO₃+0.10 g/L KH₂PO₄+0.10 g/L 2,4-D is most beneficial to the growth of anthers and has the greatest influence on the surface texture of pollen. The effect of application 0.2 g/L H₃BO₃+0.05 g/L KH₂PO₄+0.20 g/L 2,4-D on the axial length/equatorial axis length maximum. Sprayed 0.15 g/L H₃BO₃+0.15 g/L KH₂PO₄+0.20 g/L 2,4-D, *C. oleifera* has the biggest increases of the fruit setting rate that is 27.93%, and the fruit setting rate is 42.88%. Thus, spraying a certain concentration of foliar fertilizer at flowering stage can promote the morphological characteristics and fruit setting rate of stamens *C. oleifera*.

Key words: *Camellia oleifera*; foliar fertilization; growth regulator; anther; pollen; fruit setting rate

收稿日期: 2019-03-20; 修回日期: 2019-04-17

基金项目: 中央级公益性科研院所专项资金 (CAFYBB2017MB021) 资助。

第1作者: 袁小军 (1962—), 男, 高级工程师。研究方向: 林业经济管理。Email: 1050657834@qq.com。

通信作者: 钟秋平 (1964—), 男, 博士, 正高级工程师。研究方向: 经济林栽培与育种。Email: fyzqp92@163.com。

油茶 (*Camellia oleifera*) 为山茶科 (Theaceae) 山茶属植物^[1-2], 与油棕 (*Elaeis guineensis*)、油橄榄 (*Olea europaea*)、椰子 (*Cocos nucifera*) 并称为世界四大木本食用油料植物^[3-4]。我国油茶林栽培面积呈逐年增加的趋势, 但同时存在花多果少、落花落果、坐果率低、产量低等问题, 而造成这些问题的重要原因之一是花期授粉受精不良^[5]。油茶在花器官发育过程受到遗传因素及营养条件的影响会导致发育不良、花粉败育等, 自然授粉过程中, 花粉的质量、形态特征与花粉萌发息息相关, 进而影响油茶的授粉受精, 造成坐果率低^[6-7], 刘明国等^[8]在研究山杏 (*Armeniaca sibirica*) 花粉形态特征与花粉萌发的关系时发现, 花粉粒极轴长与花粉萌发率、花粉管长度呈显著正相关, 花粉粒大储存的营养物质丰富, 有助于花粉萌发。而花期应用生长调节物质促进植物花器官发育及授粉受精以提高坐果率的方法已在其他植物上应用并取得较好的效果^[9-10]。常用的生长调节物质主要有营养元素及植物生长调节剂, 已有研究发现花期喷施适宜浓度的营养元素及植物生长调节剂能够促进花粉萌发, 同时增加花粉管的生长速度, 促进其授粉受精的完成和幼果发育进而提高坐果率, 同时发现适宜浓度及配比的营养元素或植物生长调节剂组合比单因子条件对于提高坐果率效果更好^[11]。现阶段关于油茶花期喷施叶面肥或植物生长调节剂研究多集中在花粉萌发、提高坐果率等方面^[12-15], 而关于花粉形态特征方面未见研究。本研究在前人研究基础上, 通过喷施不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂, 利用扫描电镜对油茶雄蕊形态特征进行观察, 并相应地研究了对油茶坐果率的影响, 探讨不同配比处理下油茶雄蕊形态特征的差异以及提高油茶坐果率的最佳叶面肥及生长调节剂配比, 以期为油茶高产稳产、人工授粉等方面提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地位于江西省新余市分宜县中国林科院亚热带林业实验中心, 地处东经 114°40', 北纬 27°49'。属亚热带季风性湿润气候, 年降水量 1 600 mm, 年平均气温 17.6 °C, 极端最高气温 40.1 °C, 全年无霜期 270 d。在长林优良无性系示范林分内选取生长正常、生长状况基本一致的长林 4#油茶优良无性系作为试验材料, 供试材料的树

龄为 7 年生, 地径为 6.5~9.0 cm, 树高为 1.8~2.5 m, 冠幅为 1.8~2.5 m。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

试验采用 3 因素 3 水平的正交试验, 试验因素为 H₃BO₃, KH₂PO₄, 2,4-D (如表 1)。每个处理选取 3 株进行处理, 处理之间留 1 株作为保护株, 行间留 1 行作为保护行, 并设置 1 个对照 (CK), CK 只喷施清水, 共 10 个处理。各处理叶面肥及生长调节剂配比详见表 2。

表 1 试验各因素水平表

Table 1 Factors and levels

因素	水平/(g·L ⁻¹)		
	1	2	3
H ₃ BO ₃	0.10	0.15	0.20
KH ₂ PO ₄	0.05	0.10	0.15
2,4-D	0.05	0.10	0.20

表 2 各处理叶面肥及生长调节剂配比

Table 2 Different concentrations and combinations of foliar fertilization and growth regulator of each treatment

处理	各因素浓度/(g·L ⁻¹)		
	H ₃ BO ₃	KH ₂ PO ₄	2,4-D
CK	0.00	0.00	0.00
T ₁	0.20	0.15	0.05
T ₂	0.15	0.15	0.20
T ₃	0.15	0.05	0.10
T ₄	0.20	0.10	0.10
T ₅	0.10	0.05	0.05
T ₆	0.15	0.10	0.05
T ₇	0.20	0.05	0.20
T ₈	0.10	0.15	0.10
T ₉	0.10	0.10	0.20

于 2016 年, 盛花期前 1 个月选取在晴朗无风的天气, 采用 3WBD-16 型电动背负式喷雾器 (台州市路桥绿土地喷雾器厂, 中国) 对油茶花芽及叶片喷施叶面肥及生长调节剂, 直到花芽和

叶片滴水，每隔10 d（10月1日、10月11日、10月21日、10月31日）喷施1次，间隔期间下雨需补喷。于油茶盛花初期采集即将开放的花蕾，置于FAA中固定，于4℃冰箱中保存，材料经FAA固定24 h以上，分别用PBS固定液、蒸馏水清洗2次（10 min/次），再依次经过不同浓度乙醇（30%、50%、70%、90%、95%、100%）脱水，转入叔丁醇中，临界点干燥，装台，喷金，采用JFC-1600扫描电镜（日本电子株式会社，日本）对不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂处理下的油茶花的花药和花粉的外部形态特征进行观察拍照。

1.3 数据分析

采用Artcam Measure 2.0观察并测量花药和花粉的形态特征，SPSS Statistics 17.0进行方差分析、Duncan多重比较和相关性分析。图像处理采用Photoshop CS 5。

2 结果与分析

2.1 不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶花药形态特征的影响

由表3可知，花期喷施不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶花药生长有显著影响。喷施叶面肥及生长调节剂后，各个处理的花药长和花药宽均显著高于CK ($P<0.05$)，其中T₄对油茶花药长的增幅最大，达到33.33%，花药长为2.64 mm；T₈对油茶花药宽的增幅最大，达到23.94%，花药宽为1.76 mm。除T₁、T₂处理外，其他处理的花药长的增幅均大于15%；除T₃、T₇处理外，其他处理的花药宽增幅均高于CK。由此可见，花期喷施叶面肥及生长调节剂有助于油茶花药的生长，且不同浓度配比的影响效果在一定程度上有所不同，其中T₄最有助于油茶花药的生长。

2.2 花期喷施不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶花粉形态特征的影响

由图1可知，长林4#油茶花粉为辐射对称，花粉外形呈椭球，赤道面观为卵圆形，极面观三裂近圆形。花粉外壁纹饰为脑纹状，纹饰清晰，且表面纹饰上有不规则分布的网脊，网脊较宽且大部分网脊不闭合，嵴洼窄且密，越靠近极面中心点纹饰渐无；各处理花粉的形态特征均符合山茶属花粉的种属特征。CK、T₂存在花粉畸形的现象；T₄、T₅、T₉存在空花粉壳，花粉畸形和空花粉壳均为花粉败育现象。

表3 不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶花药形态特征的影响

Table 3 The effects of foliar fertilization and growth regulator characteristic of *C. oleifera* anther

处理	花药长均值/mm	花药宽均值/mm	增幅/%	
			花药长	花药宽
CK	1.98 ⁱ	1.42 ^f	-	-
T ₁	2.18 ^h	1.71 ^b	10.10	20.42
T ₂	2.27 ^g	1.62 ^d	14.65	14.08
T ₃	2.41 ^e	1.54 ^e	21.72	8.45
T ₄	2.64 ^a	1.72 ^{ab}	33.33	21.13
T ₅	2.35 ^f	1.67 ^c	18.69	17.61
T ₆	2.51 ^c	1.64 ^d	26.77	15.49
T ₇	2.55 ^b	1.52 ^e	28.79	7.04
T ₈	2.48 ^d	1.76 ^a	25.25	23.94
T ₉	2.35 ^f	1.54 ^e	18.69	8.45

注：不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

2.2.1 不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶花粉极轴和赤道轴的影响

由表4可知，喷施叶面肥及生长调节剂后，除T₁、T₈与CK的花粉极轴长（P）差异不显著外，其他各处理与CK的差异均达到显著水平 ($P<0.05$)。其中，T₇对油茶花粉极轴长增幅最大，达到20.09%，极轴长37.54 μm；喷施叶面肥及生长调节剂对花粉赤道轴的影响较小，仅T₂与CK相比，对花粉赤道轴长（E）的影响较显著 ($P<0.05$)，其他各个处理与CK相比差异均不显著。T₂的E增幅最大，达到12.46%，为40.89 μm。各处理的P/E均大于CK，T₇对P/E影响最大。

2.2.2 不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶花粉表面纹饰的影响

由表5可知，喷施叶面肥及生长调节剂后，除T₉外，其他处理萌发沟宽与CK均差异显著 ($P<0.05$)。T₃对油茶花粉萌发沟宽增幅最大，达到25.13%，萌发沟宽8.80 μm，T₂次之，达到21.72%；T₁、T₂、T₅、T₆的网脊宽与CK差异显著 ($P<0.05$)，T₃、T₄、T₇、T₈、T₉的网脊宽与CK差异不显著，T₂对油茶花粉网脊宽增幅最大，达到35.90%，网脊宽1.06 μm。T₂、T₃、T₄、T₇、T₈、T₉的嵴洼宽与CK差异不显著，其他处理与CK差异显著 ($P<0.05$)，T₁对油茶花粉嵴洼宽增幅最大，达到45.71%，嵴洼宽1.02 μm。综合考虑，T₂对油茶花粉表面纹饰影响最大。

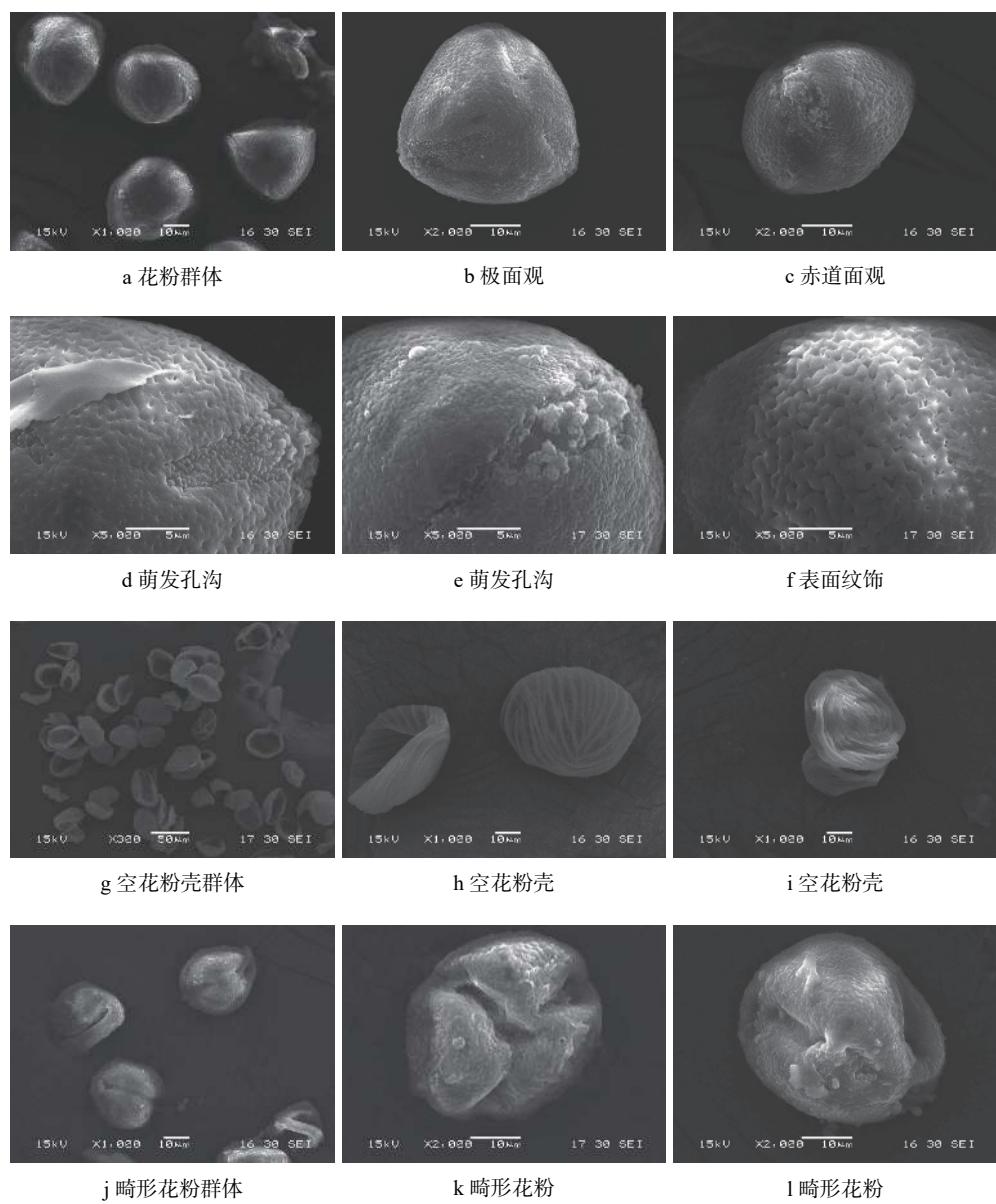


图1 油茶花粉的电镜扫描图

Fig. 1 Main pollen morphological characteristics of *C. oleifera* 'Changlin 4#'

表4 不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶花粉极轴和赤道轴的影响

Table 4 The effects of foliar fertilization and growth regulator on polar axis and equatorial axis of *C. oleifera* pollen

处理	P/μm	E/μm	P/E	增幅/%	
				P	E
CK	31.26 ^e	36.36 ^b	0.86	—	—
T ₁	32.91d ^e	36.63 ^b	0.90	5.28	0.73
T ₂	35.80 ^{abc}	40.89 ^a	0.88	14.52	12.46
T ₃	36.29 ^{ab}	37.39 ^b	0.97	16.09	2.82
T ₄	34.91 ^{bed}	36.87 ^b	0.95	11.68	1.39
T ₅	35.93 ^{abc}	38.73 ^{ab}	0.93	14.94	6.51
T ₆	36.25 ^{bed}	37.77 ^b	0.96	15.96	3.87
T ₇	37.54 ^a	38.09 ^b	0.99	20.09	4.75
T ₈	33.48 ^{cde}	37.56 ^b	0.89	7.10	3.29
T ₉	34.48 ^{bcd}	36.81 ^b	0.94	10.31	1.22

注: 不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

表5 不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶花粉表面纹饰的影响

Table 5 The effects of different combinations of foliar fertilization and growth regulator on surface decoration of *C. oleifera* pollen

处理	萌发沟宽/ μm	网脊宽/ μm	嵴洼宽/ μm	增幅/%		
				萌发沟宽	网嵴宽	嵴洼宽
CK	7.03 ^h	0.78 ^c	0.70 ^d	—	—	—
T ₁	7.85 ^d	1.03 ^{ab}	1.02 ^a	11.66	32.05	45.71
T ₂	8.56 ^b	1.06 ^a	0.87 ^{abcd}	21.72	35.90	24.29
T ₃	8.80 ^a	0.81 ^c	0.75 ^d	25.13	3.85	7.14
T ₄	7.66 ^{ef}	0.91 ^{bc}	0.85 ^{bcd}	8.92	16.67	21.43
T ₅	8.23 ^c	1.00 ^{ab}	0.96 ^{ab}	17.03	28.21	37.14
T ₆	7.48 ^g	1.03 ^{ab}	0.94 ^{abc}	6.36	32.05	34.29
T ₇	7.78 ^{de}	0.85 ^c	0.79 ^{cd}	10.63	8.97	12.86
T ₈	7.51 ^{fg}	0.90 ^{bc}	0.83 ^{bcd}	6.79	15.38	18.57
T ₉	7.17 ^h	0.83 ^c	0.76 ^d	1.95	6.87	8.32

注：不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

2.3 花期喷施不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶坐果率的影响

花期喷施不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶坐果率的影响结果见表6~7。结果显示，各个处理的坐果率均显著高于CK ($P<0.05$)，其中，T₂、T₇的油茶坐果率最高，均达到40%以上。T₂的油茶坐果率增幅最大，增幅达27.93%，坐果率为42.88%；T₇次之，油茶坐果率为40.04%，增幅为25.09%。由表7方差分析表明，H₃BO₃、KH₂PO₄、2,4-D的水平不同，其平均坐果率差异不显著。因此，从正交试验处理中选择坐果率最高的T₂，该处理为提高坐果率的最优水平组合。

2.4 油茶雄蕊形态特征变化与坐果率的相关关系

由表8可知，花药、花粉形态特征与坐果率均呈正相关关系，其中，花粉表面纹饰中的网脊宽与坐果率呈显著性正相关 ($P<0.05$)；花药长、赤道轴长与坐果率呈中等强度相关，相关性不显著；花药宽、极轴长、P/E、萌发沟宽、脊洼宽与坐果率呈弱相关关系，相关性不显著。

表6 不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶坐果率的影响

Table 6 The effects of different combinations of foliar fertilization and growth regulator on fruit setting rate of *C. oleifera*

处理	花朵数/个	坐果数/个	坐果率/%	增幅/%
CK	776	116	14.95 ^g	—
T ₁	761	276	36.27 ^c	21.32
T ₂	611	262	42.88 ^a	27.93
T ₃	634	175	27.60 ^{de}	12.65
T ₄	571	213	37.30 ^{bc}	22.35
T ₅	789	178	22.56 ^f	7.61
T ₆	640	219	34.22 ^c	19.27
T ₇	517	207	40.04 ^{ab}	25.09
T ₈	864	251	29.05 ^d	14.10
T ₉	649	164	25.27 ^{ef}	10.32

注：不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

表7 不同浓度配比的叶面肥及生长调节剂对油茶坐果率影响的方差分析

Table 7 Analysis of variance of the effects of different combinations of foliar fertilization and growth regulator on fruit setting rate

源	因变量	III型平方和	df	均方	F	Sig.
H ₃ BO ₃	坐果率	244.715	2	122.357	5.705	0.149
KH ₂ PO ₄		55.291	2	27.645	1.289	0.437
2,4-D		48.090	2	24.045	1.121	0.471

表8 油茶雄蕊形态特征与坐果率的相关性分析

Table 8 Correlation analysis between morphological characteristics and fruit setting rate in *C. oleifera*

	花药长	花药宽	极轴长	赤道轴长	P/E	萌发沟宽	网脊宽	脊洼宽
坐果率	0.401	0.231	0.333	0.430	0.236	0.382	0.596*	0.370
P	0.125	0.260	0.173	0.107	0.255	0.138	0.035	0.147

注: *表示显著相关 ($P<0.05$)。

3 结论与讨论

花粉是植物携带遗传信息的雄性生殖细胞, 是一种重要的遗传信息资源, 是种质保存和交换的重要资源^[16]。花粉的形态主要受遗传基因的控制, 是探讨植物起源演化及亲缘关系的重要特征, 且植物的花粉形态及外壁结构各具特色, 是鉴别种的重要依据之一^[17]。此外, 花粉的发育是个连续演变的过程, 当营养供应不足时, 会造成花器官发育不良、花粉败育等现象^[18]。本研究结果表明, 花期喷施叶面肥及生长调节剂对油茶花药形态特征有显著影响, 其中施用 0.2 g/L H₃BO₃+0.10 g/L KH₂PO₄+0.10 g/L 2,4-D 最有利于花药的生长且对花粉表面纹饰影响最大; 施用 0.2 g/L H₃BO₃+0.05 g/L KH₂PO₄+0.20 g/L 2,4-D 对 P/E 长影响最大。而油茶花药、花粉形态特征与坐果率均呈正相关关系, 虽然各个形态特征与坐果率的相关关系显著性不强, 但都朝着利于坐果的方向进行。本研究缺少对油茶花粉萌发与形态特征联系的研究, 雄蕊形态特征如何影响花粉萌发、授粉受精, 进而影响油茶坐果, 需要进一步进行研究。

植物花的发育及授粉受精过程受多方面因素的影响, 其中营养物质的积累是花器官发育良好的重要的物质基础, 花器官在发育过程中需要树体供给大量营养物质, 而营养物质的合成和转运与营养元素和激素类物质密切相关。硼与花粉形成、花粉管萌发和受精有密切关系, 钾和磷均参与植物体内糖类的运输^[19]。吴礼树等^[20]研究认为缺硼严重影响花粉粒的发育, 花粉粒空瘪, 内容物缺乏, 主要原因是营养物质的供给不足。高超等^[11]研究认为花期喷施适当浓度的矿质元素及激素类物质能显著提高油茶坐果率。而在本试验中, 花期喷施叶面肥及生长调节剂对油茶花药、花粉形态特征及坐果率有显著影响, 与高超等研究结果相一致, 表明花期喷施适当浓度的叶面肥及生长调节剂对油茶成花坐果有一定的促进作用。

[参考文献]

- [1] 王瑞, 陈隆升, 王湘南, 等. 4个油茶新品种抑制物质对扦插生根的影响 [J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2018, 38(1): 207–210.
- [2] 左继林, 孙颖, 周文才, 等. 油茶高含油率品系的资源评价与筛选 [J]. 西部林业科学, 2017, 46(6): 26–29.
- [3] 张震, 许彦明, 陈永忠, 等. 油茶转录组测序与 SSR 特征分析 [J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2018, 38(6): 63–68.
- [4] 何方, 何柏. 油茶栽培分布与立地分类的研究 [J]. 林业科学, 2002, 38(5): 64–72.
- [5] 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.
- [6] Joseph C, Venkatesan S. Control of the transition to flowering [J]. Current Opinion in Bio-technology, 1996, 7(2): 145–149.
- [7] 胡玉玲, 姚小华, 张山, 等. 油茶花器官形成过程花芽与叶片生理生化变化 [J]. 江西农业大学学报, 2016, 38(3): 412–417.
- [8] 刘明国, 李民, 吴月亮, 等. 山杏花粉形态特征与花粉萌发的关系 [J]. 沈阳农业大学学报, 2015, 46(2): 166–172.
- [9] 李胜, 李唯, 杨德龙, 等. 扁桃花粉活力的测定及其提高坐果率研究 [J]. 果树学报, 2004, 21(1): 79–81.
- [10] 陈柳英. TDS 生长调节剂在锥栗上应用效果的初步研究 [J]. 林业科学研究, 2002, 15(5): 604–608.
- [11] 高超, 袁德义, 袁军, 等. 花期喷施营养元素及生长调节物质对油茶坐果率的影响 [J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(3): 505–510.
- [12] 袁德义, 王瑞, 袁军, 等. 不同营养元素及配比对油茶花粉萌发率的影响 [J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2010, 39(5): 471–474.
- [13] 蔡坚, 刘喻娟, 张应中, 等. 大量、中量营养元素和植物生长调节剂对油茶保果率的影响 [J]. 中国农学通报, 2013, 29(19): 46–53.
- [14] 李春林, 姚小华, 杨水平, 等. 普通油茶花粉形态及花粉管活体萌发的研究 [J]. 中国油料作物学报, 2011,

- 33(3): 242–246.
- [15] 何小三, 龚春, 雷小林, 等. 几种叶面肥对油茶结实的影响 [J]. 经济林研究, 2015, 33(4): 18–24.
- [16] 吴国芳, 冯志坚, 马炜梁, 等. 植物学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1992.
- [17] 张全锋, 尹新彦, 贾红姗, 等. 鸢尾属 7 个品种花粉活力及柱头可授性研究 [J]. 西部林业科学, 2018, 47(4): 21–25.
- [18] 葛娟, 郭英芬, 于澄宇, 等. 甘蓝型油菜光、温敏雄性不育系 Huiyou50S 花粉败育的细胞学观察 [J]. 作物学报, 2012, 38(3): 541–548.
- [19] 赵玉芬, 李金霞, 储博彦, 等. 6 个品种大花萱草花粉活力的测定 [J]. 西部林业科学, 2017, 46(2): 15–19.
- [20] 吴礼树, 刘武定, 皮美美. 硼对棉花花粉粒及叶柄解剖结构的影响 [J]. 华中农学院学报, 1985(3): 34–37, 110.

(责任编辑 冯 雪)

