



张嘉锡, 王玮琦, 李洪波, 等. 乙烯利喷施对油茶脂肪酸成分和果实生长发育的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2024(4):86-91.

# 乙烯利喷施对油茶脂肪酸成分和果实生长发育的影响

张嘉锡, 王玮琦, 李洪波, 柏 芮, 马晓玲

(中南林业科技大学, 湖南 长沙 410004)

**摘要:**为促进植物激素乙烯利调控油茶脂肪酸成分含量和果实生长发育,以‘湘林 210’为试验材料,采用 GC-MS 分析技术和田间试验观测等手段,研究在油脂合成初期喷施  $1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  乙烯利对油茶果实发育过程中种仁含油率、脂肪酸成分含量和果实性状指标的影响。结果表明,喷施乙烯利后虽然对果实成熟期种仁含油率无显著影响,但可显著提高处理后 7 和 30 d 的种仁含油率,分别提高了 36.53% 和 3.37%;喷施乙烯利后可以显著提高果实成熟期种仁亚油酸、亚麻酸和棕榈酸含量,分别提高了 11.92%、11.54% 和 3.53%;却显著降低了花生烯酸和硬脂酸含量,分别降低了 13.79% 和 14.51%;喷施乙烯利后显著降低了油茶果实发育过程中的果皮厚度和种仁含水率,分别降低了 22.03% 和 7.36%;但对鲜果质量、鲜籽质量、鲜出籽率、果实的横径和纵径,以及叶片叶绿素和胡萝卜素含量的影响不显著。

**关键词:**油茶;乙烯利;不饱和脂肪酸;饱和脂肪酸;果实发育

油茶 (*Camellia oleifera* Abel.) 是山茶科 (Theaceae) 山茶属 (*Camellia*) 植物,是我国木本油料树种中的主栽物种之一,分布于南方 18 个省(市、自治区)700 多个县(市)<sup>[1-3]</sup>。与椰子、油棕、油橄榄并誉为世界四大木本油料树种<sup>[4]</sup>。茶油中的不饱和脂肪酸相对含量接近橄榄油,是非常优质的食用油,且茶油还具有延缓动脉粥样硬化<sup>[5]</sup>、预防心血管疾病、保肝凉血、抗氧化、抗肿瘤、降血压等保健功能<sup>[6-7]</sup>。随着油茶产业的不断发展,对于油茶的产量和茶油品质的要求也越来越高,而茶油脂肪酸的组成和比例是衡量茶油品质的重要指标。

乙烯利是一种人工合成的生长调节剂,在果树生产中应用广泛<sup>[8-9]</sup>。许多研究表明,外施适宜浓度的乙烯利溶液,可以改变果实生长发育过程中内源激素的含量和平衡,进一步影响果实的生长发育及内含成分的积累。研究表明乙烯利处理可提高菠萝果实中可溶性糖和可溶性固形物含量<sup>[10]</sup>。在‘新梨 7 号’中,乙烯利处理增加了其可溶性固形物、维生素 C 含量和干物质含量<sup>[11]</sup>。在油茶中,采前 7 d 进行乙烯利处理可提高油茶果实成熟期种仁中亚油酸和  $\alpha$ -亚麻酸含量<sup>[12]</sup>,而在

油脂合成初期进行乙烯利喷施对油茶果实生长发育和油脂积累的影响研究鲜见报道。本研究以油茶‘湘林 210’为试验材料,采用 GC-MS 分析技术和田间试验观测分析乙烯利处理对油茶果实发育过程中种仁含油率、脂肪酸成分含量和果实性状指标的影响,旨在为利用植物生长调节剂改良油茶品质和果实生长发育提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地为湖南省长沙市中南林业科技大学油茶科研基地( $28^{\circ}\text{N}$ ,  $113^{\circ}\text{E}$ ),位于长沙市望城区茶亭镇杨家坪村,面积约  $250.33 \text{ hm}^2$ ,属亚热带季风气候,海拔  $60 \sim 150 \text{ m}$ ,年降水量  $1\,370 \text{ mm}$ ,年平均气温  $19.3^{\circ}\text{C}$ ,土壤为红壤,肥力中等,pH 约为 5.5,试验地采用常规的水肥管理方式进行管护。

### 1.2 材料

供试油茶为湖南省林业科学院选育的油茶品种‘湘林 210’,该品种高产稳产、抗病能力强。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 选取试验地生长状态良好且生长条件相似的 12 棵油茶树,其中 6 棵油茶树于

收稿日期:2023-07-18

基金项目:湖南省科技创新计划种业创新项目(2021NK1007);湖南省自然科学基金青年基金项目(2023JJ41036)。

第一作者:张嘉锡(1998—),男,硕士研究生,从事木本油料重要性状形成机理与调控研究。E-mail:18748148911@163.com。

通信作者:马晓玲(1986—),女,博士,讲师,从事木本油料重要性状形成机理与调控研究。E-mail:fanxiaoling@163.com。

2021年8月20日和8月30日进行 $1.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的乙烯利处理,处理时间为上午9:00左右,喷施整个树冠,每棵树喷施量约为1 L左右。另外6棵油茶树喷施清水作为对照,每2棵油茶树作为一个生物学重复,共3个生物重复。在处理7、30和60 d(果实成熟期)采集处理组和对照组各发育时期的果实进行后续试验,采样时间在10:00左右,每种处理采集油茶果和叶片分别进行果实性状指标和色素含量测定,果实剥壳后对种子进行提油和脂肪酸成分含量测定。

**1.3.2 测定项目及方法** 油茶油脂的提取:采用索氏提取法<sup>[13]</sup>提取烘干油茶种仁油脂。将各时期收集的新鲜油茶种仁在 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中干燥48 h至恒重,使用磨粉机将干燥的种子粉碎成粉末。在滤纸袋中称量5 g种仁粉末,用棉线封好放入仪器。向仪器的铝油杯中加入约50 mL的石油醚进行萃取。机器温度设置为 $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,程序如下:浸提30 min,抽提150 min,溶剂蒸发和回收60 min,最后,提取的油样保存在离心管中,待后续脂肪酸测定使用。每个喷施浓度进行3次生物学重复。

含油率(%)=[(提取前滤纸袋重量-萃取后滤纸袋重量)/粉末重量] $\times 100$

脂肪酸成分含量的测定:采用气相色谱法<sup>[14-15]</sup>测定油脂的脂肪酸组分。将提取的油样(60.0 mg)称量置于带有塞子的试管中,并添加2.0 mL内标溶液(十一酸甘油三酯)。加入异辛烷(4 mL)溶解样品,并加入200  $\mu\text{L}$ 氢氧化钾-甲醇溶液。试管盖上玻璃塞,剧烈摇晃30 s,然后使其澄清。加入1 g硫酸氢钠,用力摇动试管以中和氢氧化钾。待盐沉淀后,上层溶液用于色谱分析。使用气相色谱法(日本京都岛津GC-2014)分析脂肪酸组成。气相色谱仪参数如下:FID检测器温度, $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;样品入口温度, $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;色谱柱, $60\text{ m}\times 0.25\text{ mm}\times 0.2\text{ }\mu\text{m}$ ;载气,氮气;分割比,1:50;进样量1  $\mu\text{L}$ ;加热过程, $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2 min)、 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $10\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ ,停留10 min)、 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $2\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ ,停留10 min)和 $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $4\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ ,停留22 min)。

成熟油茶果实性状测量:果实大小主要测量果实横径和两个纵径;果皮厚度:测量果实中部果皮厚度;单果质量为单个果实质量;种子质量为单

个果实中所有种子质量。长度指标采用游标卡尺测量,精确到0.01 mm;质量指标采用电子天平测量,精确到0.01 g。

油茶叶片叶绿素含量的测定:取试验中采摘实验组和对照组成熟期油茶树新鲜叶片数片,避开主叶脉部分,用打孔器取圆片若干,称取0.2 g叶片放入装有25 mL浸提液(丙酮:乙醇体积比2:1)的具塞刻度试管,定容,于室温下放置暗处浸提24 h,期间震荡几次,3次重复。浸提完成后,用分光光度计分别在645、663和470 nm波长下测定色素提取液的吸光度<sup>[16]</sup>。

计算公式:

$$C_{\text{叶绿素}a}=12.71A_{663}-2.59A_{645}$$

$$C_{\text{叶绿素}b}=22.88A_{645}-4.67A_{663}$$

$$C_{\text{叶绿素}a+b}=C_a+C_b=20.29A_{645}-8.04A_{663}$$

$$C_{\text{类胡萝卜素}}=(1000 A_{470}-3.27 C_{\text{叶绿素}a}-104 C_{\text{叶绿素}b})/229$$

式中, $C$ 代表浓度( $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), $A$ 代表检测到的吸光度。

$$\text{叶绿素含量}(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})=V_{\text{总提取液}}\times C/1\,000 F_w$$

式中, $V$ 为总提取液体积(mL); $F_w$ 为叶片鲜重(g)。

**1.3.3 数据分析** 试验数据均以平均值 $\pm$ 标准差表示。利用SPSS 19.0进行单因素方差分析(One-way ANOVA)和独立样本 $T$ 检验( $P<0.05$ ),结果均为3次生物学重复的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 乙烯利处理对油茶果实发育过程中种仁含油率的影响

通过分析乙烯利处理组与对照组果实发育不同时期的种仁含油率,发现在乙烯利喷施后7 d(9月5日),处理组种仁含油率相比对照组显著提高了36.53%,喷施后30 d(9月29日),处理组种仁含油率相比对照组显著提高了3.37%,至果实成熟期(10月30日),处理组种仁含油率(31.24%)相比对照组(30.45%)无显著差异。说明在油脂合成初期对油茶树进行 $1.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙烯利喷施后,可以在短时间内迅速提高油茶种仁含油率,但随时间变化乙烯利促进含油率效果逐渐下降(图1)。

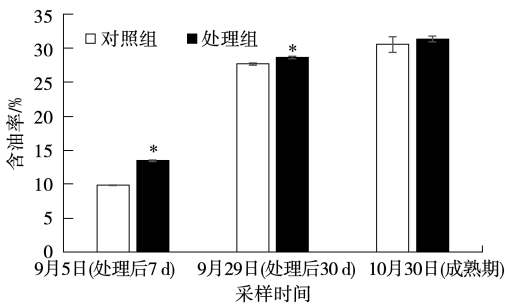


图 1 乙烯利处理对‘湘林 210’油茶各时期种仁含油率的影响

注：\* 表示处理与对照间在  $P<0.05$  水平差异显著。

2.2 乙烯利处理对油茶果实发育过程中脂肪酸成分的影响

2.2.1 不饱和脂肪酸相对含量 油酸:乙烯利处理组和对照组油茶种仁单不饱和脂肪酸-油酸相对含量随时间变化均呈上升趋势,至果实成熟期,油酸相对含量达最高,均达 80% 以上,处理组与对照组的油酸相对含量分别为 81.06% 和 81.74%,但两组之间无显著差异。而在处理后 7 和 30 d,处理组种仁油酸相对含量均显著低于对照组,分别降低了 0.76% 和 1.89% (表 1)。

亚油酸和亚麻酸:在油茶果实发育过程中,乙烯利处理组和对照组油茶种仁亚油酸和亚麻酸相对含量均呈下降趋势,在处理后 7 d,乙烯利处理组中亚麻酸相对含量显著低于对照组,降低了 24.68%,而亚油酸相对含量变化不显著;在处理后 30 d,处理组亚油酸相对含量显著高于对照组,高出 11.14%,而亚麻酸相对含量没有受到显著影响;在果实成熟期,乙烯利处理组的亚油酸和亚麻酸

相对含量分别比对照显著提高了 11.92% 和 11.54% (表 1)。

花生烯酸:乙烯利处理组和对照组在果实发育过程中花生烯酸相对含量均呈先下降后上升趋势,在处理 7 和 30 d,处理组中的花生烯酸相对含量显著高于对照组,分别高出 15.22% 和 28.95%,至果实成熟期,处理组的花生烯酸相对含量相比对照组显著降低了 13.79% (表 1)。

总不饱和脂肪酸:处理组和对照组的油茶种仁总不饱和脂肪酸相对含量随果实发育过程呈上升趋势,在处理 7 和 30 d,乙烯利处理组种仁总不饱和脂肪酸含量比对照组分别显著降低了 0.92% 和 0.46%,而在果实成熟期,处理组的总不饱和脂肪酸含量略高于对照组但差异不显著 (表 1)。

2.2.2 饱和脂肪酸相对含量 棕榈酸:在果实发育过程中,乙烯利处理组和对照组的棕榈酸相对含量均呈现不断下降的趋势,乙烯利处理组的棕榈酸相对含量在乙烯利处理后 7,30 和 60 d (成熟期),分别较对照组显著提高了 8.12%、6.75% 和 3.53% (表 1)。

硬脂酸:乙烯利处理组和对照组的硬脂酸相对含量均呈现不断上升的趋势,且经乙烯利处理后的硬脂酸相对含量相比对照组分别显著降低了 12.00%、13.07% 和 14.51% (表 1)。

总饱和脂肪酸:处理组和对照组的油茶种仁总饱和脂肪酸相对含量均随果实发育逐渐降低,处理后 7 和 30 d 处理组总饱和脂肪酸相对含量均显著高于对照组,而在果实成熟期处理组与对照组的总饱和脂肪酸含量无显著差异 (表 1)。

表 1 乙烯利处理对‘湘林 210’油茶不同发育时期脂肪酸组分相对含量的影响 单位: %

采样时间	组别	油酸	亚油酸	亚麻酸	花生烯酸	总不饱和脂肪酸	棕榈酸	硬脂酸	总饱和脂肪酸
9 月 5 日	对照	61.11±0.03	23.32±0.01	1.54±0.00	0.46±0.03	86.43±0.02	12.07±0.01	1.50±0.01	13.57±0.02
(处理后 7 d)	处理	60.65±0.01*	23.30±0.00	1.16±0.00*	0.53±0.01*	85.64±0.01*	13.05±0.01*	1.32±0.01*	14.36±0.00*
9 月 29 日	对照	79.42±0.05	8.62±0.01	0.49±0.00	0.38±0.04	88.90±0.01	9.34±0.01	1.76±0.01	11.10±0.01
(处理后 30 d)	处理	77.95±0.01*	9.58±0.00*	0.48±0.00	0.49±0.01*	88.49±0.00*	9.97±0.00*	1.53±0.00*	11.51±0.00*
10 月 30 日	对照	81.74±0.02	6.88±0.02	0.26±0.00	0.58±0.01	89.46±0.02	8.49±0.02	1.93±0.01	10.42±0.00
(成熟期)	处理	81.06±0.03	7.70±0.01*	0.29±0.00*	0.50±0.01*	89.56±0.03	8.79±0.00*	1.65±0.02*	10.44±0.03

注：\* 表示处理与对照间在  $P<0.05$  水平差异显著。下同。

### 2.3 乙烯利处理对果实发育过程中果实性状指标的影响

由表2可知,在9月29日至10月30日果实质量增加幅度明显,虽然同时期乙烯利处理组油茶果实鲜果质量和鲜籽质量略低于对照组,但差

异不显著。果实成熟期乙烯利处理组和对照组平均鲜果质量分别为43.45和43.34 g,平均鲜籽质量分别为20.59和18.13 g,平均鲜出籽率分别为47.15%和41.55%,虽然乙烯利处理组均高于对照组,但差异不显著。

表2 乙烯利处理对‘湘林210’油茶果实发育过程中果实性状指标的影响

采样日期	组别	鲜果质量/g	鲜籽质量/g	籽粒数/粒	横径/mm	纵径/mm	果皮厚度/mm	鲜出籽率/%
9月5日	对照	39.72±1.57	17.48±1.21	9.13±2.03	42.91±0.55	38.25±1.50	3.83±0.38	44.02±2.87
(处理后7 d)	处理	39.49±3.03	18.15±1.99	8.78±1.87	42.50±1.19	38.44±1.76	3.67±0.49	45.92±2.87
9月29日	对照	40.42±3.18	19.02±3.17	7.14±1.81	43.44±1.94	38.44±1.15	3.63±0.49	46.83±5.11
(处理后30 d)	处理	39.03±2.86	17.61±1.25	8.00±2.16	42.99±1.02	36.86±0.92	3.78±0.54	45.13±0.34
10月30日	对照	43.34±4.08	18.13±3.95	9.29±0.70	44.44±1.32	39.48±2.03	4.63±0.16	41.55±7.12
(成熟期)	处理	43.45±4.84	20.59±3.41	8.14±2.29	43.11±1.81	38.40±1.80	3.61±0.51*	47.15±2.97

乙烯利处理组与对照组果实大小和籽粒数在果实发育过程中均无显著差异。在果实成熟期处理组与对照组平均横径分别为43.11和44.44 mm,平均纵径分别为38.40和39.48 mm,平均籽粒数分别为8.14和9.29粒,均未出现显著性差异。而在果皮厚度方面,处理组果皮厚度(3.61 mm)比对照组(4.63 mm)显著降低了22.03%。

由图2可知,处理组的种仁含水率(63.77%)相比对照组(68.84%)显著降低了7.36%。总的来看,在油茶油脂合成初期喷施乙烯利后能够显著降低果实成熟期果皮厚度和种仁含水率,但对鲜果质量、鲜籽质量、鲜出籽率、果实的横径和纵径影响不显著。

0.30 mg·g<sup>-1</sup>。乙烯利处理后果实成熟期油茶树叶片叶绿素含量和类胡萝卜素含量虽然略低于对照组,但叶绿素含量和类胡萝卜素含量均未出现显著性差异,说明1.5 g·L<sup>-1</sup>乙烯利处理对油茶树体的光合生长并未产生显著性影响。

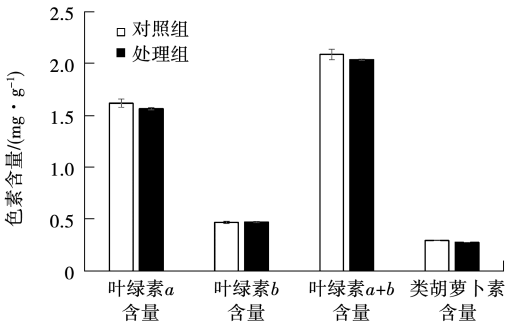


图3 乙烯利处理对‘湘林210’油茶果实成熟期叶片色素含量的影响

### 3 讨论

乙烯利作为一种常见的植物生长调节剂,可经由细胞液作用释放植物体内源乙烯,也能够诱导植物体产出乙烯,具有促使雌花分化、植株矮化和果实成熟等功能<sup>[17-20]</sup>。根据乙烯利施用时间的不同,其产生的效果有较大差异,在油菜成熟前进行乙烯利处理,可以在保证产量和菜籽品质不受明显影响的情况下,使油菜熟期提前<sup>[21]</sup>。而在油菜开花后进行乙烯利处理则可以提高种子产量与粗脂肪含量,同时还可以降低饱和/不饱和脂肪酸比率<sup>[22]</sup>。这种现象在油棕中也有报道,对成熟期前的油棕果实施用乙烯利可以显著加速果实成

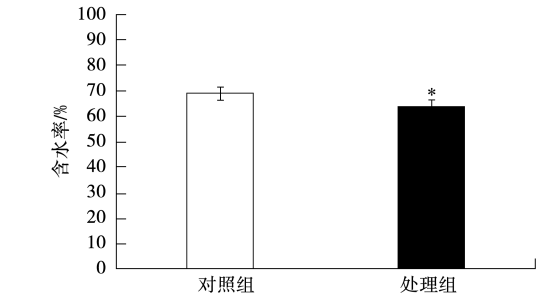


图2 乙烯利处理对‘湘林210’油茶果实成熟期种仁含水率的影响

### 2.4 乙烯利处理对果实成熟期叶片色素含量的影响

由图3可知,乙烯利处理后油茶树叶片叶绿素a、叶绿素b和类胡萝卜素含量分别为1.56,0.47和0.28 mg·g<sup>-1</sup>。而对照组分别为1.62,0.47和



熟转色,且高浓度的乙烯利处理还能提高其果实含油率<sup>[23]</sup>。目前油茶上施用的植物生长调节物质主要有 6-BA、赤霉素、萘乙酸、吲哚丁酸等<sup>[24]</sup>,主要用于促扦插育苗生根<sup>[25]</sup>、调节花芽性别分化<sup>[26]</sup>、提高嫁接成活率<sup>[27]</sup>,促进油茶坐果<sup>[28]</sup>等。而乙烯利的使用则在油茶中较为少见,同时在油茶中利用外源激素处理提高油茶种仁中亚油酸和亚麻酸含量的研究鲜有报道,本研究发现在‘湘林 210’油茶油脂合成高峰期前进行乙烯利处理后,成熟期油茶种仁中亚油酸、亚麻酸含量分别比对照提高了 11.92%和 11.54%,这为油料树种中开展品质改良提供了新思路、新方法。

在乙烯利对果实成熟的促进作用方面,有研究表明在油橄榄坐果时期与转色时期进行特定浓度的乙烯利处理,均可提高成熟时橄榄中的脂肪积累,且会显著降低成熟果实的含水率,缩短成熟时间<sup>[29]</sup>。在本研究的结果中也出现了油茶种仁含水率显著降低的现象,这也从另一方面证明了乙烯利能够加速果实衰老的效应。并且在大豆中也有这类报道,特定浓度的乙烯利处理提高了大豆叶片中叶绿素和氮磷钾元素含量,提高了成熟大豆种子含油率与产量<sup>[30]</sup>。本研究中乙烯利处理 7 d 后种仁的含油率相对于对照组提高了 36.53%,并且之后始终保持高于对照组。虽然最后成熟期时差异不显著,但乙烯利促进果实成熟的效应十分明显,最后两组间出油率差异不显著可能是乙烯利的效果因时间过长而减弱。针对此方面可以将乙烯利处理时间进一步延后,在 9 月初进行乙烯利处理或者增加乙烯利处理次数,以此来提高最终成熟期油茶含油率。本研究结果说明选择合适的时间(油脂合成高峰期)对油茶进行乙烯利处理可以一定程度提高种仁含油率,显著提高总不饱和脂肪酸含量(亚油酸和亚麻酸),为油茶品质改良、栽培管理提供理论参考。

## 4 结论

研究发现乙烯利处理‘湘林 210’油茶可使处理后 7 和 30 d 的种仁含油率,分别显著提高 36.53%和 3.37%,而对果实成熟期种仁含油率无显著影响;在脂肪酸组分方面,虽然乙烯利处理对总饱和脂肪酸和总饱和脂肪酸相对含量无显著影响,但能显著提高果实成熟期亚油酸和亚麻酸含量,分别提高 11.92%和 11.54%,从而改良油茶品

质;乙烯利处理对果实发育过程中果皮厚度和含水率都有显著影响,使果皮厚度和种仁含水率分别降低 22.03%和 7.36%,而对果实成熟期油茶叶片的叶绿素和类胡萝卜素含量无显著影响。

## 参考文献:

- [1] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 2 版. 北京:中国林业出版社,2008.
- [2] 叶敏倩,吴峰华,芮鸿飞,等. 不同产地油茶籽油主要特征组分分析[J]. 食品科学,2020,41(20):222-226.
- [3] 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.
- [4] 李志晓,金青哲,叶小飞,等. 精炼过程中油茶籽油活性成分和抗氧化性的变化[J]. 中国油脂,2015,40(8):1-5.
- [5] 陈梅芳,顾景范,孙明堂,等. 茶油延缓动脉粥样硬化形成及其机理的探讨[J]. 营养学报,1996,18(1):13-19.
- [6] 许俊道. 茶油保健功能与开发前景[J]. 中国果菜,2018,38(10):41-43.
- [7] 任传义,张延平,汤富彬,等. 油茶籽油、橄榄油、核桃油、香榧油中主要化学成分分析[J]. 食品安全质量检测学报,2015,6(12):5011-5016.
- [8] 邱春莲,齐国辉. 植物生长调节剂在果树生产中的应用[J]. 河北果树,2004(4):1-3,35.
- [9] 傅华龙,何天久,吴巧玉. 植物生长调节剂的研究与应用[J]. 生物加工过程,2008,6(4):7-12.
- [10] 庞观胜,袁晓丽,杜丽清. 乙烯利处理对菠萝果实生长发育和品质的影响[J]. 安徽农业科学,2013,41(14):6196,6212.
- [11] 陈燕,张倩,董玉忠,等. 乙烯利对‘库尔勒香梨’和‘新梨 7 号’脱萼率及果实品质的影响[J]. 河南农业大学学报,2020,54(6):949-955.
- [12] LI H B, MA X L, WANG W Q, et al. Enhancing the accumulation of linoleic acid and  $\alpha$ -linolenic acid through the pre-harvest ethylene treatment in *Camellia oleifera* [J]. Frontiers in Plant Science, 2023, 14:1080946.
- [13] 王静,张盟雨,张应中,等. 索氏法提取和测定油茶籽油的条件优化[J]. 食品工业科技,2017,38(21):42-46,51.
- [14] 刘华翔,黄传庆,周春卡,等. 茶油脂肪酸甲酯的制备工艺研究[J]. 粮食与油脂,2021,34(1):66-69.
- [15] 刘星星,肖萍,罗火林,等. 油茶种子发育过程中脂肪酸的变化研究[J]. 现代食品科技,2015,31(6):322-328.
- [16] 程贵文,龚洪恩,颜送宝,等. 油茶叶绿素提取方法的比较研究[J]. 湖北林业科技,2017,46(6):11-13,58.
- [17] 陈香玲,卢美英. 乙烯利在植物成花方面的应用及研究进展[J]. 广西农业科学,2005,36(2):110-112.
- [18] 王桂青. 高梁喷施乙稀利的矮化增产效应研究[J]. 山西农业科学,2000,28(3):32-34.
- [19] 任杰,冷平. ABA 和乙烯与甜樱桃果实成熟的关系[J]. 园艺学报,2010,37(2):199-206.
- [20] 张凤银,陈禅友,张萍. 乙烯利和赤霉素对苦瓜种子发芽力及幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(5):2304-2305,2369.

[21]

郑伟,肖国滨,肖小军,等. 乙烯利催熟对谷林套播油菜成熟进程、产量和品质的影响[J]. 核农学报, 2017, 31(1): 156-162.

[22]

DARGINAVIČIENĖ J, NOVICKIENĖ L, GAVELIENĖ V, et al. Ethephon and Aventrol as tools to enhance spring rape productivity[J]. Central European Journal of Biology, 2011, 6(4): 606-615.

[23]

NUALWIJIT N, LERSLERWONG L. Post harvest ripening of oil palm fruit is accelerated by application of exogenous ethylene[J]. Songklanakarin Journal of Science and Technology (SJST), 2014, 36(3): 255-259.

[24]

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.

[25]

仲兆清,潘春香. 不同基质、外源激素与扦插时间对油茶扦插育苗的影响[J]. 南方农业学报, 2014, 45(4): 623-627.

[26]

温玥,苏淑钗,马履一,等. 赤霉素处理对油茶花芽形成和果实品质的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2015, 32(6): 861-867.

[27]

李甜江,黄钰,赵琳,等. 外源激素浸穗处理对云油茶扦插育苗效果的影响[J]. 西部林业科学, 2012, 41(5): 26-30.

[28]

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.

[29]

MOUSTAKIME Y, HAZZOUMI Z, AMRANI JOUTEI K. Effect of ethephon application on the cellular maturity of *Olea europaea* L. and on the extractability of phenolic compounds in virgin olive oil[J]. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 2018, 5(1): 2.

[30]

SAHANE A N, DEOTALE R D, MAHALE S A, et al. Influence of ethrel on quality parameters and yield of soybean[J]. Journal of Food Legumes, 2015, 28(1): 50-53.

# Effects of Ethephon Spray on the Fatty Acid Composition and Fruit Growth and Development of *Camellia oleifera*

ZHANG Jiaxi, WANG Weiqi, LI Hongbo, BAI Rui, MA Xiaoling  
(Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

**Abstract:** In order to promote the plant hormone ethephon to regulate the fatty acid content of *Camellia oleifera* fruit and the active application of fruit growth and development, 'Xianglin 210' was used as the experimental material, and used GC-MS analysis techniques, field experimental observation, and other research methods to investigate the effects of spraying 1.5 g·L<sup>-1</sup> ethephon during the early stage of oil synthesis on the oil content, fatty acid content, and fruit traits *Camellia oleifera* during fruit development. The results showed that, although the application of ethephon had no significant effect on the oil content of kernels during fruit ripening, it could significantly increased the oil content of kernels at 7 days and 30 days after treatment, increased by 36.53% and 3.37%, respectively. Spraying ethephon can significantly increased the content of linoleic acid, linolenic acid, and palmitic acid during fruit ripening by 11.92%, 11.54% and 3.53%, respectively, but significantly reduced the content of arachidonic acid and stearic acid by 13.79% and 14.51%, respectively. Spraying ethephon significantly reduced the peel thickness during the development of *Camellia oleifera* fruit and seeds moisture content by 22.03% and 7.36% respectively, but the affect on the fresh fruit weight, fresh seed weight, lateral and vertical diameter of the fruit, the chlorophyll and carotene content in the leaves was not significant

**Keywords:** *Camellia oleifera* Abel.; ethephon; unsaturated fatty acid composition; saturated fatty acids; fruit development

欢迎关注本刊微信公众号

