

# 赤霉素及芸苔素内酯对茶树光合特性和茶果产量的影响

江 丽,袁名安,李朵姣,胡新荣,赵东绪,陈 斌,翁晓星,郑寨生

(金华市农业科学研究院,浙江 金华 321017)

**摘要:**研究不同质量浓度的赤霉素(GA)及芸苔素内酯(BR)及二者交互作用对籽叶两用茶树光合特性及茶果产量的影响。以5年生的金茶1号为试验对象,采用不同质量浓度的GA(0、0.8、1.0、1.2、1.5 mg/L)、BR(0、0.3、0.5、0.8、1.0 mg/L)及二者交互处理(GA + BR 0 mg/L + 0 mg/L、1.0 mg/L + 0.5 mg/L、1.0 mg/L + 0.8 mg/L、1.2 mg/L + 0.5 mg/L、1.2 mg/L + 0.8 mg/L)在茶果油脂转化期对茶树进行喷施,测定各处理茶树成熟期果实含水率,茶叶籽含油率,叶片含氮量、叶绿素含量、光合作用,以及成熟茶果的生物学特性和单株产量。结果表明:随着果实的成熟,茶果含水率逐渐降低,茶叶籽含油率先升高后降低(除对照),且同一时期喷施GA、BR及二者交互处理的茶果含水率均低于未喷施外源激素的茶果,茶叶籽含油率均高于未喷施外源激素的茶果;GA(1.2 mg/L)、BR(0.8 mg/L)及二者交互处理(GA 1.0 mg/L + BR 0.8 mg/L)的茶果成熟时含水率最低,分别为21.17%、25.75%、20.13%,茶叶籽含油率最高,成熟期的最高值分别为35.97%、33.52%、36.17%,单株产量最高,分别为1.91、1.91、1.95 kg;含氮量、叶绿素含量及光合作用随着果实的成熟呈现先升高后降低的趋势;成熟茶果的单株产量与成熟期的叶绿素含量、净光合速率、一籽质量、二籽质量及三籽质量呈极显著正相关( $p < 0.01$ )。因此,在生长期对茶树喷施外源激素可促进茶树的光合作用,提高茶果的产量及含油率。

**关键词:**赤霉素;芸苔素内酯;茶树;光合特性;含油率;单株产量

中图分类号:TS222+.1;S565.9 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2022)07-0038-07

## Effects of gibberellin and brassinolide on photosynthetic characteristic and tea fruit yield of tea plants

JIANG Li, YUAN Ming'an, LI Duoqiao, HU Xinrong, ZHAO Dongxu, CHEN Bin, WENG Xiaoxing, ZHENG Zhaisheng

(Jinhua Academy of Agricultural Sciences, Jinhua 321017, Zhejiang, China)

**Abstract:** The effects of different mass concentrations of gibberellin (GA) and brassinolide (BR) and their interaction on photosynthetic characteristic and tea fruit yield of seed and leaf dual-use tea plants were explored. With five-year-old Jinchai 1 as the test subject, a GA spray in mass concentrations of 0, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5 mg/L, BR spray in mass concentrations of 0, 0.3, 0.5, 0.8, 1.0 mg/L, and interaction of GA with BR in mass concentrations of 0 mg/L + 0 mg/L, 1.0 mg/L + 0.5 mg/L, 1.0 mg/L + 0.8 mg/L, 1.2 mg/L + 0.5 mg/L, 1.2 mg/L + 0.8 mg/L, were applied to tea plants during the oil transformation period of tea fruit, the fruit water content and seed oil content, leaf nitrogen content, chlorophyll content and photosynthetic characteristic, and biological characteristics and matured fruit

收稿日期:2021-06-03;修回日期:2022-03-16

基金项目:金华市重大科技项目(2018-2-001, LGN19C170001)

作者简介:江 丽(1989),女,农艺师,硕士,主要从事油料作物的栽培与育种工作(E-mail)992858598@qq.com。

通信作者:郑寨生,研究员(E-mail)156891852@qq.com。

yield of single plant during mature period were measured. The results showed that as the fruits matured, the water content of tea fruit gradually decreased, and the oil content of tea seed first increased and then decreased (except for the

control), and the water content of tea fruit sprayed with GA, BR and their interaction treatments in same period was lower than that without exogenous hormone spraying, and the oil content of tea seed was higher than that without exogenous hormone spraying. When the plants were treated by GA (1.2 mg/L), BR (0.8 mg/L), or both (GA 1.0 mg/L + BR 0.8 mg/L) in mature period, the water contents of tea fruit were the lowest (21.17%, 25.75%, 20.13%), the oil contents of tea seed were the highest (35.97%, 33.52%, 36.17%), the yields of single plant were the highest (1.91, 1.91, 1.95 kg). The chlorophyll content, nitrogen content and photosynthetic characteristic increased and then decreased as the fruit maturing. The mature tea fruit yield of single plant was significantly positive correlation with net photosynthetic rate, chlorophyll content, and mass of one seed, double seeds, triple seeds ( $p < 0.01$ ). Therefore, spraying exogenous hormones to tea plants during the growth period can promote photosynthetic characteristic, increase the yield and oil content of tea fruit.

**Key words:** gibberellin; brassinolides; tea plants; photosynthetic characteristic; oil content; yield of single plant

茶树[*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]属于山茶科山茶属多年生常绿木本植物,是我国重要的农业经济作物,也是一种典型的C3植物<sup>[1-2]</sup>。传统的茶树是叶用经济作物,以采摘幼嫩新梢为主,而籽叶两用茶树是在一定栽培模式下经过人工选育的具有籽叶双收的茶树,即春夏季收茶,冬季收籽<sup>[3]</sup>。从茶叶籽提取的油脂中不饱和脂肪酸含量超过80%,还含有丰富的茶多酚、维生素E、甾醇等多种微量活性成分<sup>[4]</sup>。但各种原因导致茶树果实产量及茶叶籽含油率较低。有研究报道果树中各种内源性激素的相互作用影响果树的产量及质量<sup>[5]</sup>,但外源激素对茶树果实品质的影响鲜有报道。赤霉素是一种二萜酸类植物激素,能够防止植株花期落花,提高坐果率<sup>[6]</sup>。芸苔素内酯被称为“第六大植物生长激素”,少量芸苔素内酯能促进植物根系增长,提高光合作用,促进光合产物运输转化的功效。为了探明赤霉素和芸苔素内酯对茶树果实的影响,以金茶1号为试验材料,分别对油脂转化高峰期施用不同质量浓度的赤霉素、芸苔素内酯以及二者交互处理,在成熟期测定相关的指标并进行统计学分析,探讨成熟期籽叶双收茶树叶片含氮量、叶绿素含量,光合特性对果实含水率、茶叶籽含油率及单株产量等的影响,以期为实现茶树丰产高效和科学管理提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地与材料

试验地位于浙江省金华市婺城区石门农场金华市农业科学研究院茶树基地,属亚热带季风气候,温暖湿润,四季分明,年平均气温17.0℃,地势平缓,土壤为红黄壤,土层厚度大于40 cm,土壤pH 4.01~5.70。金茶1号由金华市农业科学研究院选育,为籽叶双收茶树品种,树龄为5年生,株行距

1.5 m×2.0 m。赤霉素(GA),美商华仑生物科学公司;芸苔素内酯(BR),山东京蓬生物药业股份有限公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 样品处理

选择生长较为一致的5年生健康无病虫害的茶树金茶1号,共13个处理,每个处理5株,重复3次,处理间设置保护行。以水为溶剂,配制赤霉素质量浓度分别为0、0.8、1.0、1.2、1.5 mg/L,芸苔素内酯质量浓度分别为0、0.3、0.5、0.8、1.0 mg/L的溶液。于7—10月即油脂转化高峰期无雨少风天气16:00后叶面喷施不同质量浓度的赤霉素、芸苔素内酯,以及赤霉素(1.0 mg/L)加芸苔素内酯(0.5 mg/L)、赤霉素(1.0 mg/L)加芸苔素内酯(0.8 mg/L)、赤霉素(1.2 mg/L)加芸苔素内酯(0.5 mg/L)及赤霉素(1.2 mg/L)加芸苔素内酯(0.8 mg/L),每月喷施一次。

#### 1.2.2 茶果成熟期含水率及茶叶籽含油率测定

自9月1日起每隔15 d至果实成熟落果(11月15日),采集赤霉素及芸苔素内酯喷施处理的茶果,测定其鲜质量,放烘箱烘干至恒重,计算茶果的含水率。茶叶籽样品去除内外果皮,烘干至恒重,以精炼茶叶籽油为标准品,用HCY-20核磁共振测定仪测定茶叶籽含油率。

#### 1.2.3 茶树叶片叶绿素含量、含氮量及光合特性测定

自9月1日起每隔15 d至果实成熟落果测定叶片叶绿素含量、含氮量及光合特性。每个处理随机取3株茶树,每株测量枝条上完全成熟的新叶。采用TYS-4N叶绿素测定仪,测定叶片叶绿素及氮的相对含量。天气晴朗无云日上午9:30,用LI-6400光合

作用仪测定新叶净光合速率( $P_n$ )、气孔导度( $G_s$ )、细胞间  $CO_2$  浓度( $C_i$ )和蒸腾速率( $T_r$ )。测定过程中空气温度、空气中  $CO_2$  浓度和  $O_2$  浓度与自然条件相符。

#### 1.2.4 成熟茶果的生物学特性及产量测定

采集 11 月 15 日成熟的茶树果实用游标卡尺测量其一籽果、二籽果及三籽果的横径、纵径及质量,同时收集单株茶树果实烘干至恒重,测量单株产量。

#### 1.2.5 数据处理

采用 SPSS 25 软件对试验相关数据进行显著性分析和相关性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 茶果成熟期含水率及茶叶籽含油率的变化(见图 1、图 2)

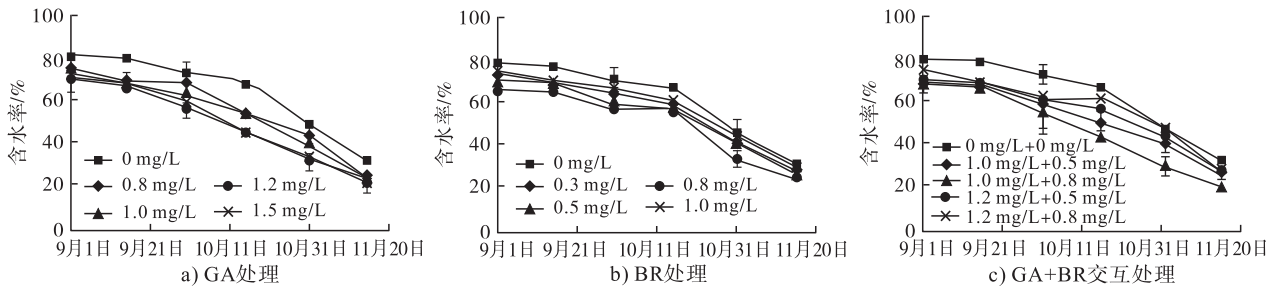


图 1 不同质量浓度激素处理对茶树果实成熟期含水率的影响

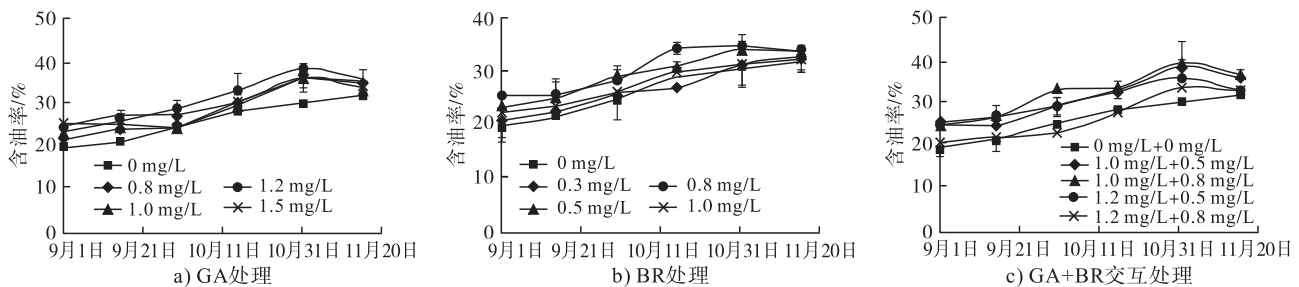


图 2 不同质量浓度激素处理对茶树果实成熟期茶叶籽含油率的影响

由图 1 可看出,不同激素处理的茶树果实成熟过程中含水率呈下降趋势且均低于对照组的。其中:以不同质量浓度赤霉素处理的茶果中,以质量浓度为 1.2 mg/L 赤霉素处理的茶果含水率最低,成熟落果时含水率为 21.17%;以不同质量浓度芸苔素内酯处理的茶果中,以质量浓度为 0.8 mg/L 芸苔素内酯处理的茶果成熟时含水率最低,为 25.75%;以赤霉素与芸苔素内酯交互处理的茶果中,以赤霉素(1.0 mg/L)加芸苔素内酯(0.8 mg/L)交互处理的茶果含水率最低,成熟时含水率为 20.13%。

由图 2 可看出,对照处理的茶果在 9 月 1 日、9 月 15 日、9 月 30 日、10 月 15 日、10 月 31 日、11 月 15 日茶叶籽含油率分别为 19.46%、21.37%、24.73%、28.32%、30.22%、31.57%,表明成熟期含油率逐步升高。不同质量浓度激素处理的茶果成熟期茶叶籽含油率均高于对照,且整体呈先升高后降低趋势。以质量浓度为 1.2 mg/L 赤霉素处理的茶果在 10 月 31 日茶叶籽含油率最高(35.97%)(见图 2a);以质量浓度为 0.8 mg/L 芸苔素内酯处理的茶果在 10 月 15 日茶叶籽含油率最高,达到 33.52%(见图 2b);以赤霉素(1.0 mg/L)加芸苔素内酯(0.8 mg/L)交互处理的茶果在 10 月 31 日茶叶籽含油率最高,为 36.17%(见图 2c)。

### 2.2 茶果成熟期茶树叶片叶绿素含量及含氮量的变化(见图 3、图 4)

由图 3、图 4 可看出,在茶果成熟期不同激素处理的茶树叶片叶绿素含量和含氮量均呈现先上升后下降的变化趋势,均在 10 月 15 日达到最高。其中:不同质量浓度赤霉素处理的茶树叶片叶绿素含量在 9 月 15 日—11 月 15 日表现为 1.2 mg/L > 1.5 mg/L > 1.0 mg/L > 0.8 mg/L > 0 mg/L,与对照相比,成熟落果时,质量浓度 1.2 mg/L 赤霉素处理的茶树叶片叶绿素含量提高了 51.32%;不同质量浓度的芸苔素内酯处理的茶树,叶片叶绿素含量在 9 月 1 日—11 月 15 日表现为 0.8 mg/L > 0.5 mg/L > 1.0 mg/L > 0.3 mg/L > 0 mg/L,相比对照,成熟时质量浓度 0.8 mg/L 的芸苔素内酯处理的叶片叶绿素含量提高 48.97%;不同质量浓度配比的赤霉素与芸苔素内酯交互处理的茶果成熟期叶片叶绿素含量表现为 GA + BR (1.0 mg/L + 0.8 mg/L) > GA + BR (1.2 mg/L + 0.5 mg/L) > GA + BR (1.2 mg/L + 0.8 mg/L) > GA + BR (1.0 mg/L + 0.5 mg/L) > GA + BR (0 mg/L + 0 mg/L)。质量浓度 1.0 mg/L 的赤霉素与质量浓度 0.8 mg/L 的芸苔素内酯交互处理的茶树,在 10 月 15 日叶片叶绿素含量达到最

高,为 66.54 mg/L。交互处理的茶树叶片含氮量与 叶绿素含量呈现同样的变化趋势。

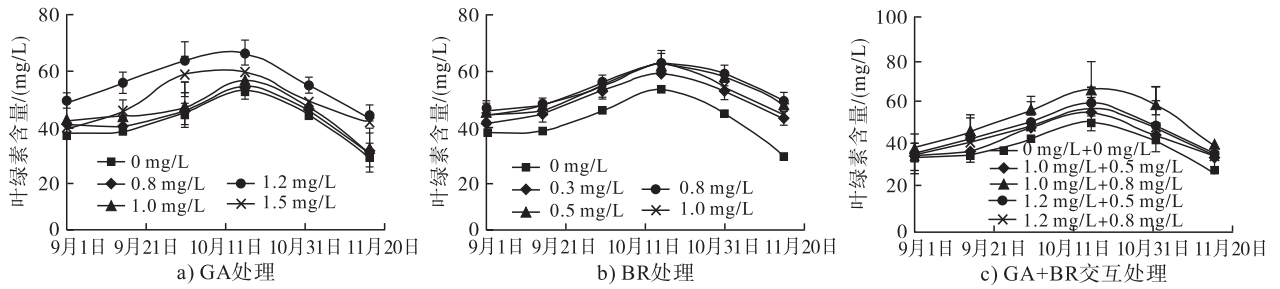


图3 不同质量浓度激素处理对茶树叶片叶绿素含量的影响

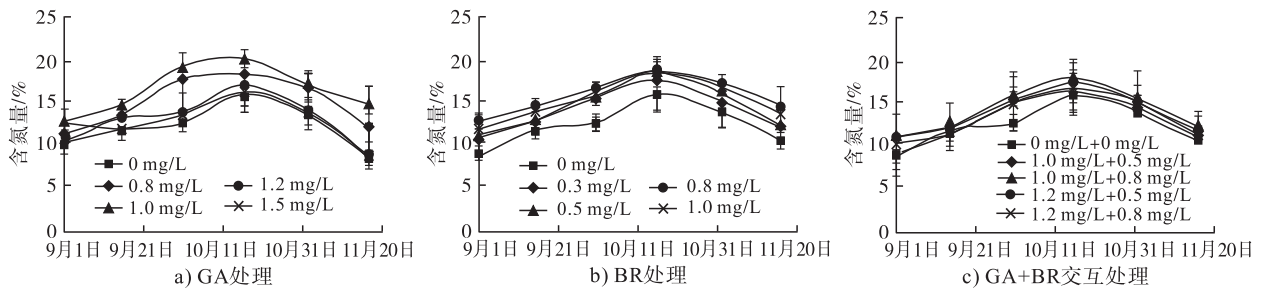


图4 不同质量浓度激素处理对茶树叶片含氮量的影响

### 2.3 茶树果实成熟期叶片的光合特性

赤霉素、芸苔素内酯及其交互处理的茶树果实成熟期叶片的净光合速率变化如图5所示。由图5a可看出,赤霉素处理的茶树叶片净光合速率在赤霉素质量浓度为1.2 mg/L时达到最大,该质量浓度处理的茶树叶片在10月15日净光合速率最大,为 $8.27 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,成熟时的净光合速率为 $7.78 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,相比对照提高了46.52%。由图5b可看出,芸苔素内酯处理的茶树叶片净光合速率在芸苔素内酯质量浓度为0.8 mg/L时最大,该质

量浓度处理的茶树叶片在10月15日净光合速率达到最大,为 $9.02 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,成熟时达到 $6.93 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,相比对照提高了23.23%。由图5c可看出,不同质量浓度赤霉素和芸苔素内酯交互处理的茶树叶片中,赤霉素(1.0 mg/L)加芸苔素内酯(0.8 mg/L)交互处理的茶树叶片在10月15日净光合速率最大,为 $10.30 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,成熟时为 $8.73 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,相比对照提高了39.29%。综上所述,茶树果实成熟期,叶片净光合速率呈先上升后下降的趋势,均在10月15日达到最大值。

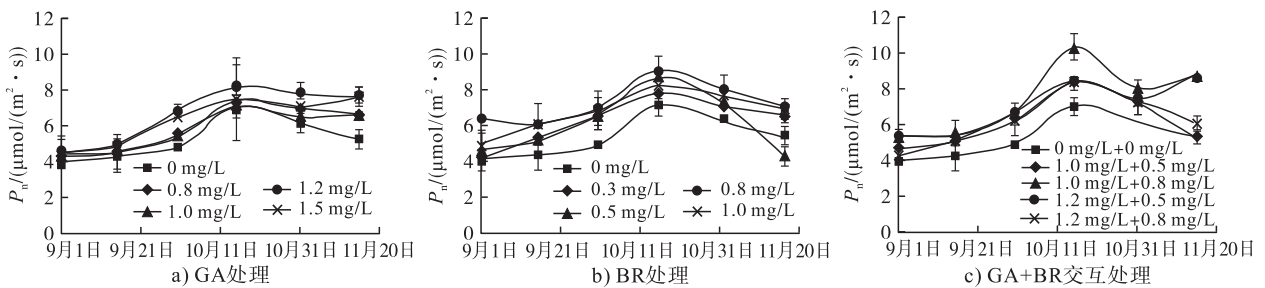


图5 不同质量浓度激素处理对茶树果实成熟期叶片净光合速率的影响

不同激素处理的茶树果实成熟期叶片气孔导度变化如图6所示。由图6a可看出,同一时期赤霉素质量浓度为1.0 mg/L与赤霉素质量浓度为1.2 mg/L处理的茶树叶片气孔导度没有显著差异,均大于其他质量浓度赤霉素处理及对照的。由图6b可以看出,芸苔素内酯质量浓度为0.5 mg/L及0.8 mg/L处理的茶树叶片气孔导度在10月31日之前没有显著差异,成熟时0.5 mg/L芸苔素内酯处理的叶片气孔导度高于其他质量浓度芸苔素内酯处理的,且均高于对照的。由图6c可看出,赤霉素质量浓度为1.0 mg/L分

别与质量浓度为0.5 mg/L及0.8 mg/L芸苔素内酯交互处理的叶片气孔导度在10月31日以后不存在显著差异,均高于其他交互处理的。

茶果整个成熟期,不同激素处理的茶树叶片细胞间 $\text{CO}_2$ 浓度变化如图7所示。由图7可看出,不同质量浓度激素处理的茶树叶片细胞间 $\text{CO}_2$ 浓度均呈现先上升后下降趋势,这与净光合速率变化相一致。叶片蒸腾速率整体呈现下降的趋势(见图8),可能因为天气渐渐转凉,光照强度变小,蒸腾速率减弱。

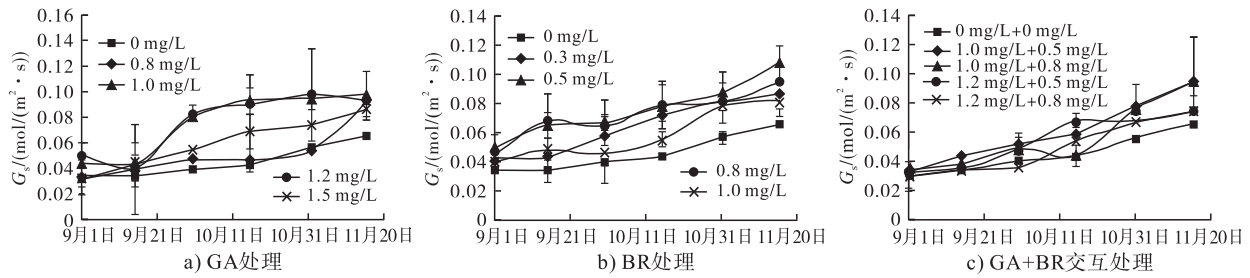


图6 不同质量浓度激素处理对茶树果实成熟期叶片气孔导度的影响

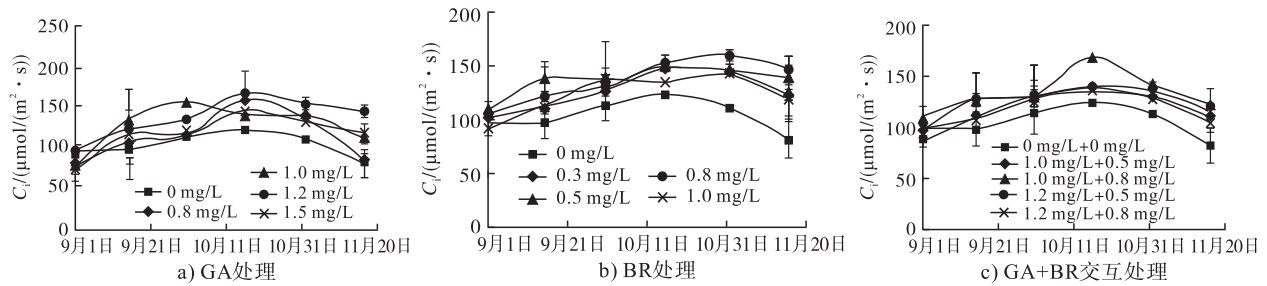
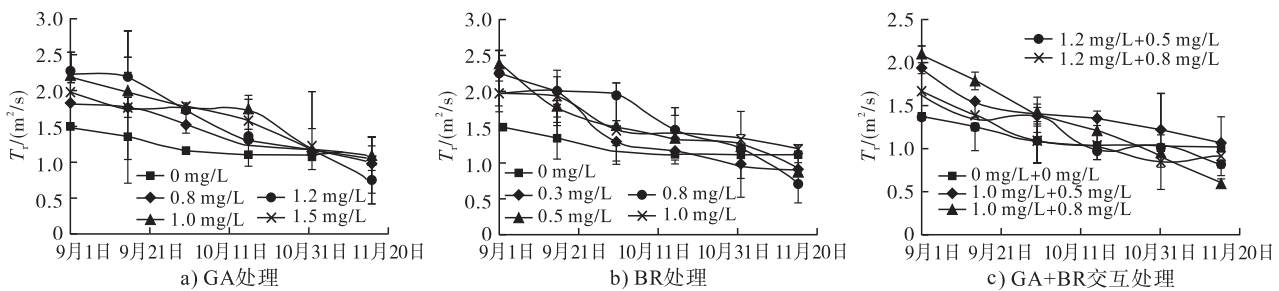
图7 不同质量浓度激素处理对茶树果实成熟期叶片细胞间CO<sub>2</sub>浓度的影响

图8 不同质量浓度激素处理对茶树果实成熟期叶片蒸腾速率的影响

#### 2.4 不同激素处理对成熟茶果生物学特性及产量的影响(见图9~图12)

由图9可看出,不同质量浓度赤霉素处理的茶树,其成熟茶果横径、纵径及质量均高于对照,其中以赤霉素质量浓度为1.2 mg/L的最佳(除三籽果实的横径)。赤霉素质量浓度为1.2 mg/L处理的茶树,其成熟茶果一籽的横径、纵径及质量分别为1.94、1.82 cm及3.97 g,二籽的横径、纵径及质量分别为2.94、2.02 cm及6.30 g,三籽的横径、纵径及质量分别为2.77、1.95 cm及9.28 g。由图10可看出,芸苔素内酯质量浓度为0.8 mg/L处理的茶

树,其成熟茶果一籽、二籽、三籽单果的质量分别为4.26、7.02、8.74 g,整体高于其他质量浓度芸苔素内酯处理的茶果。由图11可看出,赤霉素及芸苔素内酯交互处理的成熟茶果的最大横径、纵径及质量均高于单一激素处理的。从图12可看出,赤霉素质量浓度为1.0 mg/L和芸苔素内酯质量浓度为0.8 mg/L交互处理得到的单株产量最高,为1.95 kg,其次是赤霉素质量浓度为1.2 mg/L和芸苔素内酯质量浓度为0.5 mg/L交互处理的茶树,其单株产量为1.92 kg。单独喷施1.2 mg/L赤霉素、0.8 mg/L芸苔素内酯时,单株产量最高,均为1.91 kg。

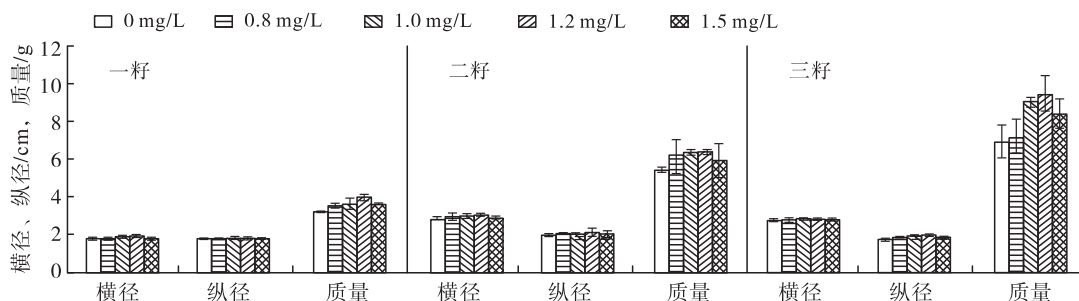


图9 不同质量浓度赤霉素处理对成熟茶果生物学特性的影响

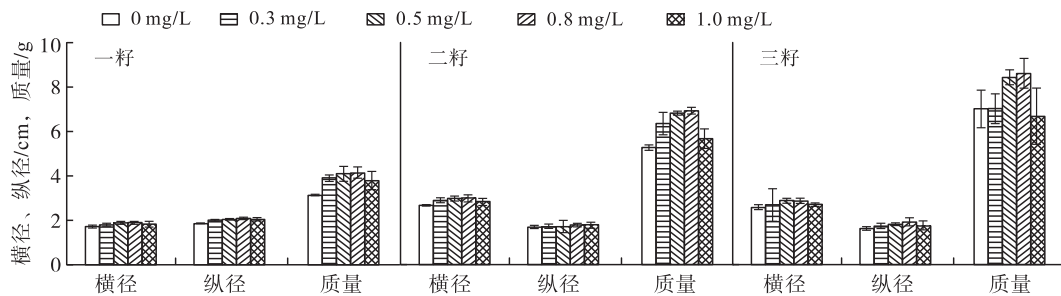


图10 不同质量浓度芸苔素内酯处理对成熟茶果生物学特性的影响

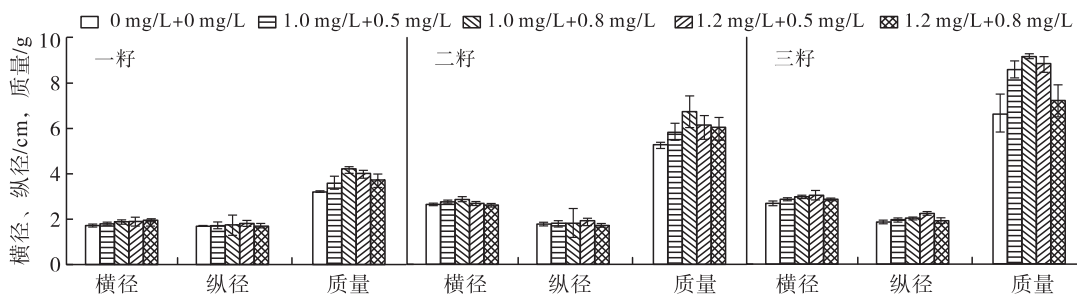
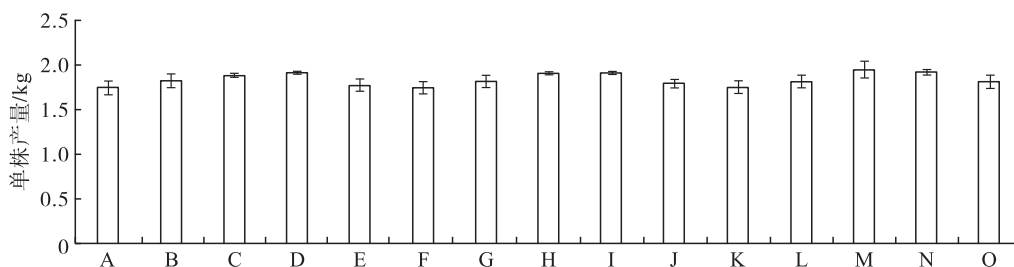


图11 不同质量浓度赤霉素与芸苔素内酯交互处理对成熟茶果生物学特性的影响



注: A.GA(0 mg/L); B.GA(0.8 mg/L); C.GA(1.0 mg/L); D.GA(1.2 mg/L); E.GA(1.5 mg/L); F.BR(0 mg/L); G.BR(0.3 mg/L); H.BR(0.5 mg/L); I.BR(0.8 mg/L); J.BR(1.0 mg/L); K.GB+BR(0 mg/L+0 mg/L); L.GA+BR(1.0 mg/L+0.5 mg/L); M.GA+BR(1.0 mg/L+0.8 mg/L); N.GA+BR(1.2 mg/L+0.5 mg/L); O.GA+BR(1.2 mg/L+0.8 mg/L)

图12 不同质量浓度激素处理对茶树单株产量的影响

2.5 茶果成熟期光合特性与产量性状的相关性 (见表1)

由表1可看出,茶果含水率与茶叶籽含油率呈极显著负相关( $p < 0.01$ ),与叶片叶绿素含量呈显著负相关( $p < 0.05$ ),与净光合速率及三籽质量呈极显著正相关( $p < 0.01$ ),与二籽质量及单株产量呈显著正相关( $p < 0.05$ )。茶叶籽含油率与净光合速率、三籽质量呈极显著正相关( $p < 0.01$ ),与单株产量呈显著正相关

( $p < 0.05$ )。叶片叶绿素含量与叶片含氮量、一籽质量、二籽质量及单株产量呈极显著正相关( $p < 0.01$ ),与净光合速率、三籽质量呈显著正相关( $p < 0.05$ )。净光合速率与一籽质量、二籽质量呈显著正相关( $p < 0.05$ ),与三籽质量及单株产量呈极显著正相关( $p < 0.01$ )。此研究表明不同激素处理的茶树,影响其叶片的叶绿素含量及光合作用,从而影响茶果的生物学特性、单株产量及茶叶籽含油率等。

表1 茶果成熟期的光合特性与产量的相关性

项目	茶果含水率	茶叶籽含油率	叶片叶绿素含量	叶片含氮量	$P_n$	一籽质量	二籽质量	三籽质量
茶叶籽含油率	-0.883**							
叶片叶绿素含量	-0.523*	0.320						
叶片含氮量	-0.389	0.126	0.831**					
$P_n$	0.728**	0.650**	0.571*	0.385				
一籽质量	0.501	0.397	0.722**	0.538*	0.558*			
二籽质量	0.586*	0.488	0.764**	0.656**	0.638*	0.921**		
三籽质量	0.755**	0.813**	0.546*	0.332	0.824**	0.615*	0.656**	
单株产量	0.635*	0.577*	0.796**	0.619*	0.838**	0.832**	0.875**	0.842**

注: \*\*极显著相关 ( $p < 0.01$ ); \*显著相关 ( $p < 0.05$ )

## 2.6 讨论

茶树果实进入成熟期即油脂转化期,果实大小增长缓慢,含水率快速下降,籽含油率快速增长,此时期是果实干物质糖类、蛋白质和脂类等积累和转化的关键时期,也是调控油脂转化与适应的时期<sup>[7]</sup>。本研究结果表明,不同类型激素的喷施,均导致果实含水率降低,促进了油脂的转化,提高了茶叶籽的含油率,二者呈极显著负相关。相关文献报道<sup>[8-9]</sup>,油脂转化高峰期,降雨量增大,空气湿度过高,会降低含油率。因此,在油脂转化高峰期如雨水增多,对于茶树适当喷施赤霉素及芸苔素内酯可促使果实含水率降低,增加籽含油率。

本研究应用不同质量浓度的外源激素处理金茶1号茶树,茶树叶片的叶绿素含量较对照组提高,与文献<sup>[10-12]</sup>研究结果一致。光合作用是植物生长发育的基础,在植物的整个生长发育过程中起着重要的作用,直接关系到植株的产量和品质<sup>[11]</sup>。本试验证明喷施赤霉素及芸苔素内酯可以提高光合速率,从而使光合产物增加,在油脂转化高峰期使光合产物更多地分配给油脂,从而提高茶树产量与茶叶籽含油率。相比于油脂转化期,果实成熟时对同化物的需求逐渐下降,叶片的源强下降,导致叶绿素含量下降,叶绿素含量表现为先上升再下降的趋势<sup>[13]</sup>。因此,要实现茶树的丰产,必须以良种和施肥为基础,以植物生长调节剂为辅助手段,同时茶树是“抱子怀胎”植物,其在秋冬季开花结果,因此在考察产量时需要经多年的连续试验,持续研究对春茶及次年果实等的影响。

## 3 结论

不同质量浓度的赤霉素、芸苔素内酯及二者交互喷施,均可使茶树果实的含水率降低,且一定范围内增大叶片叶绿素含量,使叶片光合作用增强,提高了单株产量及茶叶籽含油率。本试验证明赤霉素质

量浓度为 1.0 mg/L 及芸苔素内酯质量浓度为 0.8 mg/L 的交互处理最佳,单株产量达到 1.95 kg,含油率为 36.17%。

## 参考文献:

- [1] 马跃青. 籽叶两用茶园管理技术的研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2012.
- [2] 郑知临. 不同发育时期茶籽转录组及其脂肪酸代谢相关基因分析[D]. 福州:福建农林大学,2020.
- [3] 常亚丽,黄双杰,刘威,等. 茶叶籽油研究进展[J]. 中国粮油学报,2019,34(12):138-146.
- [4] 刘国艳. 茶叶籽油生理活性成分分析及极性伴随物研究[D]. 江苏 无锡:江南大学,2017.
- [5] SANTNER A, CALDERONVILLALOBOS L I, ESTELLE M. Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth[J]. Nature Chem Biol,2009,5(5):301-307.
- [6] 葛晓宁,钟秋平,罗帅,等. 外源 GA<sub>3</sub> 对油茶花器官内源激素与坐果率的影响[J]. 林业科学研究,2020,33(1):162-170.
- [7] 刘强. 白檀果实发育与油脂积累规律研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2013.
- [8] 贺亚琴. 气候变化对中国油菜生产的影响研究[D]. 武汉:华中农业大学,2016.
- [9] 曾宪海. 广东不同地区油棕产量相关性状比较及影响因素分析[D]. 海口:海南大学,2017.
- [10] 温玥. 外施赤霉素和多效唑对油茶花芽形成和果实品质的影响[D]. 北京:北京林业大学,2019.
- [11] 左冰云,解君,韩清芳,等. 赤霉素 GA<sub>(4+7)</sub> 种子引发处理对玉米光合作用及产量的影响[J]. 农药学报,2017,19(3):331-340.
- [12] 周裕新,胡玉玲,甘青,等. 施肥与芸苔素内酯对赣无油茶叶片养分和生长的影响[J]. 西南林业大学学报,2012,32(2):1-6.
- [13] 张金浩. 裸花紫珠扦插繁殖技术及生根机理研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2014.

·公益广告·

适度加工, 营养更丰富!

《中国油脂》宣

