

施肥配比与芸苔素内酯对油茶生长的影响研究

胡冬南¹, 胡玉玲¹, 牛德奎¹, 涂淑萍¹, 张文元¹, 郭晓敏^{1,2*}

(1. 江西农业大学园林与艺术学院, 江西 南昌 330045; 2. 江西农业大学林业生态工程研究中心, 江西 南昌 330045)

摘要:采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,分别对长林系列3个优良油茶无性系进行施肥配比和叶面喷施芸苔素内酯(BR)试验研究,结果表明:(1)油茶品种是影响油茶各项生长指标的最根本的因素;(2)各因子对地径、冠幅、产量和净光合作用影响权重依次是品种、因子间互作、施肥和芸苔素内酯,施肥对叶绿度影响比因子间互作影响大,而对高生长影响刚好相反;对出籽率影响依次是品种、施肥、芸苔素内酯及因子间互作;(3)18号品系、 $N_2P_2K_2$ 和 $0.067\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 芸苔素内酯浓度组合时,树高、冠幅和出籽率表现最好;4号品系、 $N_1P_1K_1$ 和 $0.067\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 芸苔素内酯组合时,地径增长、叶绿度和产量最大;4号品系、 $N_2P_2K_2$ 和 $0.033\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 芸苔素内酯组合时,日均净光合速率最大。

关键词:油茶品系;施肥量;芸苔素内酯;交互作用;光合作用

中图分类号:S794.4

文献标识码:A

Effects of Fertilizer Formula and Brassinolide on Growth of *Camellia oleifera*

HU Dong-nan¹, HU Yu-ling¹, NIU De-kui¹, TU Shu-ping¹, ZHANG Wen-yuan¹, GUO Xiao-min²

(1. School of Landscape and Art, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, Jiangxi, China;

2. Forest Ecological Engineering Research Center, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, Jiangxi, China)

Abstract: In order to study the best dosage of fertilizer and brassinolide (BR) for the growth of Chang-Lin 4, Chang-Lin 166 and Chang-Lin 18 camellia clones, $L_9(3^4)$ orthogonal experiment design was adopted to test the fertilizer formula and foliar spraying BRs for the three clones. The results are as follows: (1) Varieties is the critical factor affecting the growth index of camellia. (2) The weights of various factors affecting ground diameter, crown diameter, yield and net photosynthesis are in the order of variety, interaction among factors, fertilizing and BRs. Fertilizing has stronger effect on leaf SPAD value than the interaction among factors, while the latter has stronger effect on height growth than the former. The factors affecting the seeding rate are variety, fertilizing, BRs and interaction among factors. (3) With the treatment composition of Chang-Lin 18, $N_2P_2K_2$ and $0.067\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ BRs, the indexes of tree height, crown diameter and seeding rate are the highest. With the treatment composition of Chang-Lin 4, $N_1P_1K_1$ and $0.067\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ BRs, the ground diameter, leaf SPAD value and the yield are the highest. With the treatment composition of Chang-Lin 4, $N_2P_2K_2$ and $0.033\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ BRs, the daily average net photosynthesis rate is the highest.

Key words: camellia variety; fertilizing; BR; interaction; photosynthesis

收稿日期: 2010-12-06

基金项目: 国家十一五科技支撑项目(2009BADB1B0202); 江西省自然科学基金项目(2007GZN0242) 上海威敌生物公司产学研合作项目; 江西省科技厅重大招标项目(20041A0500200); 国际植物营养研究所(IPNI)项目(Jiangxi-29)

作者简介: 胡冬南(1971—),女,博士,副教授,主要从事林木营养与养分管理研究,E-mail: dnhu98@163.com

* 通讯作者: 教授,博士生导师,从事经济林栽培与研究。E-mail: gxmjxau@163.com

油茶(*Camellia oleifera* Abel)是我国南方特有的木本食用油料树种,茶籽油对人体具有良好保健作用^[1-5]。油茶具有2000多年的栽培历史,但目前大多数还处于粗放经营状态,特别是在养分管理上仍然采用传统施肥方法,因此,开展油茶养分管理研究对促进油茶高产具有重要的意义^[6-7]。芸苔素内酯又叫油菜素,英文通用名BRs,广泛存在植物体内,被学术界称为“第六类”植物激素^[8]。芸苔素内酯(BRs)功能广泛,只要极少量就能明显促进植物根系增长,提高光合作用,促进光合产物的运输转化,特别是它还能调节植物器官的弱势部位,在低温干旱等逆境下,能够增强植株根系吸水性能,调节细胞的生理环境,促进正常的生理生化代谢,增强作物的抗逆性^[9-11]。江西为典型的红壤地区,普遍缺乏N、P、K素。本课题组对长林品系的光合特点、施肥对长林品系光合和生理影响以及芸苔素内酯在油茶光合和生长影响已经有初步的研究^[12-14],但是三者的共同作用效应还未作研究,因此本试验研究不同的N、P、K配比及不同浓度芸苔素内酯对不同油茶品种生长的影响,为油茶实现高效丰产和林地有效养分科学管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于江西省吉安市永丰县藤田镇绿海油脂有限公司油茶基地,地处中亚热带(典型亚热带)季风性湿润气候区,温暖湿润,雨量充沛,日照充足,四季分明,年平均气温18℃,1月平均气温8~9℃,7月平均气温28~29℃,年平均降水量1577.4mm,年平均无霜期279d,平均有效积温5723.4℃,平均相对湿度81%。林地地势平缓,为花岗岩母质发育而成的红壤,土层厚度大于40cm,土壤pH值4.4~5.7。土壤中铵态N为5.4mg·L⁻¹,硝态N为2.3mg·L⁻¹,有效P为4.3mg·L⁻¹,有效K为40.5mg·L⁻¹。

1.2 试验材料

试验油茶材料是由中国林科院亚林中心提供的长林系列166号、4号和18号,油茶林龄为5年,栽植密度为1.5m×2.0m。芸苔素内酯(BRs)由上海威敌生物南昌公司提供;碳酸氢铵(含N170g·kg⁻¹)、氯化钾(含K₂O600g·kg⁻¹)、过磷酸钙(含P₂O₅160g·kg⁻¹)从市场直接购得。

表1 各处理主要指标的本底调查

处理	地径/cm	树高/m	冠幅积/m ²	叶绿素 SPAD 值(老叶)	叶绿素 SPAD 值(新叶)
处理1	4.08	1.75	3.38	68.37	31.32
处理2	3.54	1.64	2.66	70.72	30.59
处理3	4.02	1.82	3.21	87.91	30.03
处理4	3.16	1.45	2.14	70.52	40.56
处理5	3.74	1.65	2.94	67.88	39.79
处理6	3.61	1.67	2.90	67.89	39.76
处理7	4.49	1.57	2.90	73.34	33.18
处理8	4.98	1.51	2.50	64.45	34.29
处理9	4.24	1.64	2.49	71.25	34.32

注:叶绿素 SPAD 值是一个相对比值,没有单位的无量纲,下面如有出现统一用“叶绿度”表示

1.3 试验设计

选择生长较为一致5年生的长林4号、166号和18号3个优良油茶无性系,采用L₉(3⁴)正交设计,共9个处理,每5株1个处理,重复2次,处理间设置保护行(表2)。施肥在4月进行,采用沟施。芸苔素内酯喷施时间分别为4月、5月、8月和10月,于16:00后无雨少风天气进行,采用叶面喷施。

1.4 观测项目与方法

测量树高、冠幅、地径、叶绿度、产量、光合速率等。光合指标测定采用美国产LI-6400便携式光合作用测定系统,于2009年8月,选择晴好无风天气,分别对长林4号、长林166号和长林18号3个油茶

品系光合特性进行野外测定,从8:00—18:00,每2h对每个处理标准株选择向阳当年生3片健康叶片进行测定取平均值;高和冠幅用标有刻度的标杆测定;地径用游标卡尺测定;叶绿度值用日本MINOLTA公司生产的SPAD-501叶绿素仪测量,分别在植株4个方向各取5片叶片进行测量取平均值;油茶产量用电子称测定;土壤养分测定采取ASI法^[15],由北京中加土壤实验室测定。

1.5 数据处理

利用DPS 12.01^[16]、Microsoft Office Excel 2003等统计工具对数据进行统计分析。

表2 试验方案和处理安排

处理	因素			
	A(品系)	B/(kg·株 ⁻¹)	C(芸苔素内酯)/(mg·L ⁻¹)	因子间互作
处理1	1水平(长林4号)	1水平(N ₁ P ₁ K ₁)	1水平(0.067)	1水平
处理2	1水平(长林4号)	2水平(N ₂ P ₂ K ₂)	2水平(0.033)	2水平
处理3	1水平(长林4号)	3水平(N ₃ P ₃ K ₃)	3水平(0.020)	3水平
处理4	2水平(长林166号)	1水平(N ₁ P ₁ K ₁)	2水平(0.033)	3水平
处理5	2水平(长林166号)	2水平(N ₂ P ₂ K ₂)	3水平(0.020)	1水平
处理6	2水平(长林166号)	3水平(N ₃ P ₃ K ₃)	1水平(0.067)	2水平
处理7	3水平(长林18号)	1水平(N ₁ P ₁ K ₁)	3水平(0.020)	2水平
处理8	3水平(长林18号)	2水平(N ₂ P ₂ K ₂)	1水平(0.067)	3水平
处理9	3水平(长林18号)	3水平(N ₃ P ₃ K ₃)	2水平(0.033)	1水平

注:配方肥由碳酸氢铵、氯化钾、过磷酸钙混合而成,它们有效成分分别如下:N₁P₁K₁为N 0.136 kg, P₂O₅0.096 kg, K₂O 0.54 kg; N₂P₂K₂为N 0.102 kg, P₂O₅0.064 kg, K₂O 0.36 kg; N₃P₃K₃为N 0.068 kg, P₂O₅0.048 kg, K₂O 0.18 kg.

2 结果与分析

2.1 不同处理对高生长影响

从表3极差比较可以看出,油茶品种对高生长

影响最大,其次是芸苔素内酯浓度,再次是因子间交互作用,影响最小的是施肥配比。方差分析表明(表3),品种对油茶高生长有极显著影响,其他因子及因子间的互作对高生长影响差异不显著。通过LSD法

表3 方差分析(随机区组模型)

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	p值	极差	各因子各水平均值		
							1水平	2水平	3水平
高增加/m	区组	0.006 6	1	0.006 6			1水平	2水平	3水平
	品系	0.247 1	2	0.123 5	25.298 6	0.000 4**	0.241 2	0.123 3	0.346 7
	施肥	0.003 7	2	0.001 9	0.383 6	0.693 3	0.030 1	0.300 4	0.267 0
	BRs	0.033 2	2	0.016 6	3.404 0	0.085 2	0.094 5	0.337 0	0.292 0
	互作	0.012 2	2	0.006 1	1.244 0	0.338 5	0.051 0	0.250 3	0.303 8
	误差	0.039 1	8	0.004 9					
	(总和)	0.341 9							
地径增加/cm	区组	2.740 4	1	2.740 4			1水平	2水平	3水平
	品系	4.514 5	2	2.257 3	15.887 9	0.001 6**	1.090 3	2.042 1	1.609 0
	施肥	0.173 9	2	0.087 0	0.612 0	0.565 8	0.195 2	1.572 3	1.355 6
	BRs	0.178 6	2	0.089 3	0.628 5	0.557 8	0.194 2	1.353 4	1.560 1
	互作	0.316 6	2	0.158 3	1.114 3	0.374 2	0.280 5	1.676 6	1.365 1
	误差	1.136 6	8	0.142 1					
	(总和)	9.060 6							
叶绿度增加	区组	1.017 7	1	1.017 7			1水平	2水平	3水平
	品系	543.073 6	2	271.536 8	47.716 5	0.000 0**	10.979 1	42.760 0	30.570 0
	施肥	3.147 9	2	1.574 0	0.276 6	0.764 0	0.894 7	38.453 3	38.733 3
	BRs	3.698 7	2	1.849 4	0.325 0	0.729 9	0.972 7	38.923 3	38.160 0
	互作	0.621 1	2	0.310 6			0.405 3	38.27	38.553 3
	误差	56.906 2	11	5.265 8					
	(总和)	608.465 3							
出籽率/%	区组	308.707 8	1	308.707 8			1水平	2水平	3水平
	品系	364.452	2	182.226 0	4.785 7	0.043 0	9.905 5	57.890 0	51.760 9
	施肥	121.705 0	2	60.852 5	1.598 1	0.260 7	5.736 4	54.270 2	57.500 1
	BRs	84.277 9	2	42.138 9	1.106 7	0.376 4	4.590 5	60.438 2	56.630 2
	互作	28.756 0	2	14.378 0	0.377 6	0.697 1	2.782 9	57.356 8	55.981 6
	误差	304.615 7	8	38.077 0					
	(总和)	1 212.514 4							

注:*表示5%水平显著性差异,**表示1%水平极显著差异

法对各因子和处理均值进行多重比较(表4),各处理间高增长依次是处理8 > 处理6 > 处理4 > 处理7 > 处理9 > 处理5 > 处理1 > 处理2 > 处理3。结合表5 进行处理组合选优,各因子间互作均值比较最大的依次是 A3B2、A3C1 和 B2C1,综合比较最好组合是 A3B2C1(处理8),即长林 18 品系、 $N_2P_2K_2$ 和芸苔素内酯浓度 $0.067 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。处理 8 和处理 6

高生长较为接近,前者是长林 18 品系,后者是长林 166,两种品种树体结构接近,两者芸苔素内酯用量是一样的,N、P、K 用量不同,处理 6 比处理 8 少一个水平,因此单纯从高生长角度来看,处理 6 更经济,另外在考察高生长指标,出现徒长枝时,不能以此作为测定的树高。

表 4 各个处理间 LSD 法多重比较

高增加				地径增加			
处理	均值	5% 显著水平	1% 极显著水平	处理	均值	5% 显著水平	1% 极显著水平
处理 8	0.441 0	a	A	处理 1	2.161 8	a	A
处理 6	0.420 0	a	A	处理 3	2.124 1	a	A
处理 4	0.385 0	ab	A	处理 2	1.840 3	ab	AB
处理 7	0.366 3	ab	AB	处理 5	1.727 5	ab	ABC
处理 9	0.366 0	ab	AB	处理 4	1.699 7	abc	ABC
处理 5	0.235 0	bc	ABC	处理 6	1.399 6	abc	ABC
处理 1	0.150 0	c	BC	处理 9	1.140 4	bed	ABC
处理 2	0.125 0	c	C	处理 7	0.855 4	cd	BC
处理 3	0.095 0	c	C	处理 8	0.498 9	d	C

叶绿度				出籽率			
处理	均值	5% 显著水平	1% 极显著水平	处理	均值	5% 显著水平	1% 极显著水平
处理 1	43.480 0	a	A	处理 8	67.358 7	a	A
处理 2	43.280 0	a	A	处理 9	64.975 4	a	A
处理 8	42.430 0	a	A	处理 3	60.532 4	ab	A
处理 3	41.520 0	a	A	处理 1	57.545 5	ab	A
处理 7	41.520 0	a	A	处理 6	56.410 3	ab	A
处理 9	40.840 0	a	A	处理 7	55.942 3	ab	A
处理 6	30.860 0	b	B	处理 2	55.592 2	ab	A
处理 5	30.490 0	b	B	处理 5	49.549 4	b	A
处理 4	30.360 0	b	B	处理 4	49.323 0	b	A

注:字母标记表示结果

表 5 各因子互作对各指标影响

水平	A × B 互作均值			A × C 互作均值			B × C 互作均值			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
高增加/m	1	0.150 0	0.125 0	0.095 0	0.150 0	0.125 0	0.095 0	0.150 0	0.385 0	0.366 3
	2	0.385 0	0.235 0	0.420 0	0.420 0	0.385 0	0.235 0	0.441 0	0.125 0	0.235 0
	3	0.366 3	0.441 0	0.366 0	0.441 0	0.366 0	0.366 3	0.420 0	0.366 0	0.095 0
地径增加/cm	1	2.161 8	1.840 3	2.124 1	2.161 8	1.840 3	2.124 1	2.161 8	1.699 7	0.855 4
	2	1.699 7	1.727 5	1.399 6	1.399 6	1.699 7	1.727 5	0.498 9	1.840 3	1.727 5
	3	0.855 4	0.498 9	1.140 4	0.498 9	1.140 4	0.855 4	1.399 6	1.140 4	2.124 1
叶绿度	1	43.480 0	43.280 0	41.520 0	43.480 0	43.280 0	41.520 0	43.480 0	30.360 0	41.520 0
	2	30.360 0	30.490 0	30.860 0	30.860 0	30.360 0	30.490 0	42.430 0	43.280 0	30.490 0
	3	41.520 0	42.430 0	40.840 0	42.430 0	40.840 0	41.520 0	30.860 0	40.840 0	41.520 0
出籽率/%	1	57.545 5	55.592 2	60.532 4	57.545 5	55.592 2	60.532 4	57.545 5	49.323 0	55.942 3
	2	49.323 0	49.549 4	56.410 3	56.410 3	49.323 0	49.549 4	67.358 7	55.592 2	49.549 4
	3	55.942 3	67.358 7	64.975 4	67.358 7	64.975 4	55.942 3	56.410 3	64.975 4	60.532 4

表6 各因子互作及极差

水平	A × B 互作均值			A × C 互作均值			B × C 互作均值			极差
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
冠幅积/m ²										
1	0.421 2	0.186 6	0.897 0	0.421 2	0.186 6	0.897 0	0.421 2	0.907 4	1.033 9	0.192 3
2	0.907 4	0.532 6	0.511 6	0.511 6	0.907 4	0.532 6	1.388 7	0.186 6	0.532 6	0.042 6
3	1.033 9	1.388 7	1.339 8	1.388 7	1.339 8	1.033 9	0.511 6	1.339 8	0.897 0	0.438 6
产量/kg										
1	1.244 0	0.759 0	1.154 0	1.244 0	0.759 0	1.154 0	1.244 0	0.652 0	0.507 0	0.307 7
2	0.652 0	0.617 5	0.476 0	0.476 0	0.652 0	0.617 5	0.243 5	0.759 0	0.617 5	0.138 9
3	0.507 0	0.243 5	1.015 0	0.243 5	1.015 0	0.507 0	0.476 0	1.015 0	1.154 0	0.340 6
光合/(μmol · m ⁻² · s ⁻¹)										
1	8.740 6	9.677 9	9.318 6	8.740 6	9.677 9	9.318 6	8.740 6	8.443 7	9.202 8	0.255 6
2	8.443 7	7.950 3	8.651 1	8.651 1	8.443 7	7.950 3	9.610 1	9.677 9	7.950 3	0.159 1
3	9.202 8	9.610 1	8.510 6	9.610 1	8.510 6	9.202 8	8.651 1	8.510 6	9.318 6	0.699 6

2.2 不同处理对地径生长影响

从表3极差比较可以看出,油茶品种对地径增长影响最大,其次是因子间交互作用,再次是施肥配比,影响最小的是芸苔素内酯。方差分析表明(表3),品种对油茶地径增长有极显著影响,其他因子及因子间互作对地径增加影响差异不显著,通过LSD法对各因子和处理均值进行多重比较(表4),各处理间高增长依次是处理1 > 处理3 > 处理2 > 处理5 > 处理4 > 处理6 > 处理9 > 处理7 > 处理8。结合表5进行处理组合选优,各因子间互作均值最大依次是A1B1、A1C1和B1C1,综合比较最好组合是A1B1C1(处理1),即长林4品系、N₁P₁K₁和芸苔素内酯浓度0.067 mg · L⁻¹。从表5可以看出处理1和处理3地径增加接近,并且在1%的情况下差异不显著,两个处理都属于长林4品系,处理3施肥量和芸苔素内酯用量都比处理1少两个水平,因此在实践中应该按处理3的施肥水平每年进行2~3次施肥。

2.3 不同处理对冠幅积生长影响

对原始数据通过DPS方差分析可知,各因子和因子间互作对冠幅积增加影响差异不显著,各处理的冠幅积增加差异也不显著,从极差(表6)可以知道,对冠幅影响最大的是油茶品种,其次是各因子的互作,再是施肥,而芸苔素内酯对冠幅影响最小。从表6可知,各因子间互作均值比较大小依次是A3B2、A3C1和B2C1,综合比较对高增长最好组合是A3B2C1,即处理8,对比9个处理冠幅积均值最大增幅达到1.388 7 m²,通过互作均值寻优和实践测得最大冠幅积的处理一致,即冠幅积增长最大的组合是A3B2C1即长林18、N₂P₂K₂和芸苔素内酯浓度0.067 mg · L⁻¹。

2.4 不同处理对叶绿度影响

品种对油茶叶绿度增加有极显著影响,其他因子及因子间互作对叶绿度影响不显著(表3),从极差可以看出品种对叶绿度影响最大,其次是芸苔素内酯,再是施肥,而因子间的互作影响最小。通过LSD法对各因子和处理均值进行多重比较(表4),各处理间高增长依次是处理1 > 处理2 > 处理8 > 处理3 > 处理7 > 处理9 > 处理6 > 处理5 > 处理4。结合表5进行处理组合选优,各因子间互作均值最大依次是A1B1、A1C1和B1C1,综合比较最好组合是A1B1C1(处理1),即长林4品系、N₁P₁K₁和芸苔素内酯浓度0.067 mg · L⁻¹。

2.5 不同处理对油茶产量影响

对原始数据通过DPS分析可知,各因子和因子间互作对油茶产量影响差异不显著,从极差(表6)可以看出,对产量影响最大的是油茶品种,其次是各因子的互作,再是施肥,而芸苔素内酯对产量影响最小。从表6可知,各因子间互作产量均值最大依次是A1B1、A1C1和B1C1,综合比较来看产量最高组合是A1B1C1(处理1),对比9个处理产量发现,互作均值寻优和实践处理一致,说明试验结果可靠,即产量最优组合是A1B1C1,即长林4号品系、N₁P₁K₁和芸苔素内酯浓度0.067 mg · L⁻¹。

2.6 不同处理对出籽率影响

从表3极差比较可以看出,油茶品种对出籽率影响最大,其次是施肥配比,再次是芸苔素内酯,因子间交互作用影响最小。方差分析表明(表3),品种对油茶出籽率有显著影响,其他因子及因子间的交互作用对油茶出籽率没有显著影响。通过LSD法对各因子和处理均值进行多重比较(表4),各处理间高增长依次是处理8 > 处理9 > 处理3 > 处理1

>处理6>处理7>处理2>处理5>处理4。结合表5进行处理组合选优,各因子间互作均值比较最大出籽率依次是A3B2、A3C1和B2C1,综合比较出籽率最高组合是A3B2C1,即长林18号品系、 $N_2P_2K_2$ 和芸苔素内酯浓 $0.067\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,是9个处理中最好一组(处理8),说明了试验结果可信。从表4还可以知道,处理8和处理9两者出籽率差异不显著,并都是长林18品系,只有施肥和芸苔素内酯用量不同,因此 $N_2P_2K_2$ 一年应分两次施入,第二次在8月底进行,春季喷芸苔素内酯浓度为 $0.033\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,在8月底喷 $0.067\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

2.7 不同处理对日均净光合速率影响

对原始数据通过DPS方差分析可知,各处理间日均净光合速率和各因子及因子间互作对日均净光合速率影响差异都不显著,从表6可以看出,对日均净光合速率影响最大的是油茶品种,其次是各因子的互作,再是施肥,芸苔素内酯影响最小。结合表6进行组合选优,各因子间互作净光合速率均值最优组合依次是A1B2、A1C2和B2C2,综合比较对高增长最好组合是A1B2C2,最大净光合速率组合是处理2,即长林4、 $N_2P_2K_2$ 和 $0.033\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。净光合速率大小是植物“源”强的重要体现,从前面各项生长指标可以看出最佳处理与处理2不一致,这是因为叶片生长的不同时期净光合速率不同,新叶是从“库”到“源”的动态变化过程,因此对相同的叶片总物质的输出量需要进行一个完整的生命周期的净光合速率测定,考虑到试验的可行性,以后可用盆栽和生物量模型进行完成。

3 小结与讨论

试验所有因子中,对油茶各项生长指标影响最大的因子是油茶品种。各因子对地径、冠幅、产量和净光合作用影响权重依次是品种、因子间互作、施肥和芸苔素内酯;施肥对叶绿度影响比因子间互作对叶绿度影响大,而两者对高生长影响却刚好相反;对出籽率影响依次是品种、施肥、芸苔素内酯及因子间互作。

18号品系、 $N_2P_2K_2$ 和 $0.067\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 芸苔素内酯浓度组合时,树高、冠幅积和出籽率表现最好,同一品种树高和冠幅与油茶出籽率正相关;4号品系、 $N_1P_1K_1$ 和 $0.067\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 芸苔素内酯组合时,地径增长、叶绿度和产量都达到最大,同一品种地径和叶绿度对产量影响最大;4号品系、

$N_2P_2K_2$ 和 $0.033\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 芸苔素内酯组合时,日均净光合速率最大。

选择的长林4号、166号和18号是在试验地各种表现都比较好的优良无性系,不同油茶品种,具有不同的基因型,从结果和分析来看品种是所有影响生长指标因子中权重最大的因子,体现了遗传是生物生长的基础^[17]。不同试验因子对油茶生长指标影响是不一致的,从单因子来看,在相同品种情况下施肥是油茶各项指标生长的基础,因此保住植物生长足够养分是实现油茶丰产的前提,而叶片喷施芸苔素内酯也是油茶快速生长不可或缺的重要手段,喷施芸苔素内酯可以改变内源激素的相应变化,在立地养分供给充足时,能促进油茶对养分最大水平吸收,以促进自身生长,挖掘生长潜能。

本次试验从生物量、产量、叶绿度和光合作用等指标来考察三因素最佳组合,在油茶生产中具有较大的实践推广和运用价值,生物量的增加是实现高产的基础,产量又是对生物量增长的检验和评价,叶绿度值是叶片营养诊断的重要方法,它不仅与叶片叶绿素含量密切正相关,更是油茶对养分吸收水平和立地养分丰缺的重要标志,叶绿度SPAD值高低与光合作用强弱也存在明显的正相关^[18-21],因此研究叶绿度SPAD值动态变化,是了解油茶不同时期的生理活动和养分吸收特点的重要手段,而净光合速率高低直接决定了油茶生物量总量。

但是林木在生长的过程中,总是存在着各种各样的相关性,其中有正向相关,也有相互消长关系^[22-23];油茶在生长过程中,土壤能够提供的养分是较为稳定的,从养分平衡角度来看,对植物生长表现出了相互促进或者相互消长的关系,只有在外部养分供给合理和良好激素水平环境下,才可以减缓这种消长,达到相互促进目的,让植物朝着人们期望的方向生长;不同品系具有不同基因型,表型总是基因型和环境互作的结果,因此不同的油茶品种对N、P、K配比和对芸苔素内酯的响应是不一致的,在不同的生长时期对N、P、K需求也是不同,芸苔素内酯在油茶的不同部位和不同生理生长期响应差异也比较大。因此在面对不同的油茶良种,为实现油茶经济生物量的定向培育和实现油茶树体养分及激素平衡,在生产中需要因树因时施肥和喷施芸苔素内酯以及相应的用量,以达到油茶优质高产和高效的目的。

参考文献:

- [1] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 2版,北京:中国林业出版社,2008:1-15
- [2] 杜天真. 油茶产业的几个关系[J]. 江西林业科技,2009(4):26-27
- [3] 中南林学院. 经济林栽培[M]. 北京:中国林业出版社,1983:127-135
- [4] 韩宁林,赵学民. 油茶高产品种栽培[M]. 北京:中国农业出版社,2009:1-13
- [5] 彭阳生,奚如春. 油茶栽培及茶籽油制取[M]. 北京:金盾出版社,2006:1-15
- [6] 汪洪丽,郭晓敏,赵中华,等. 油茶生长量、产量与平衡施肥的研究[J]. 江西林业科技,2007(6):73-75
- [7] 钟剑飞,郭晓敏,刘苑秋,等. 油茶平衡施肥经济效益研究[J]. 林业实用技术,2009(9):3-6
- [8] Moore T C. Biochemistry and Physiology of Plant Hormone [M]. 2nd, Springer-verlag. New York,Heideberg, Berlin, 1989
- [9] Clouse S D, Sasse J M. Brassinosteroids:essential regulators of plant growth and development[J]. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol, 1998 49:427-451
- [10] Avsian-Kretschmer O, Chen J C, Chen L, et al. IAA distribution coincides with vascular differentiation pattern during Arabidopsis leaf ontogeny[J]. Plant Physiol,2002,130:199-209
- [11] Nelson T, Dengler N. Leaf vascular pattern formation [J]. Plant Cell,1997,9:1121-1135
- [12] 黄义松,牛德奎,郭晓敏,等. 3个油茶优良无性系光合作用及生理特性研究[J]. 江西农业大学学报,2007,29(2):209-214
- [13] 赵中华,郭晓敏,李发凯,等. 不同施肥处理对油茶光合生理特性的影响[J]. 江西农业大学学报,2007,29(4):577-581
- [14] 胡玉玲,胡冬南,郭晓敏,等. “园丰素”对油茶生物量及光合影响的初步研究[J]. 江西农业大学学报,2010,32(4):768-772
- [15] 加拿大钾磷研究所北京办事处. 土壤养分状况系统研究法[M]. 北京:中国农业科技出版社,1992
- [16] 唐启义. DPS数据处理系统—实验设计、统计分析及数据挖掘[M]. 北京:科学出版社,2010:238-245
- [17] 王明麻. 林木遗传育种[M]. 北京:中国林业出版社,2001:8-87
- [18] 谢华,沈荣开,徐成剑,等. 水、氮效应与叶绿素关系研究[J]. 中国农村水利水电,2003(8):40-43
- [19] 朱新开,盛海君,顾晶,等. 应用 SPAD 值预测小麦叶片叶绿素和氮含量的初步研究[J]. 麦类作物学报,2005,25(2):46-50
- [20] 胡昊,白由路,杨俐苹,等. 基于 SPAD-502 与 GreenSeeker 的冬小麦氮营养诊断研究[J]. 中国生态农业学报,2010,18(4):748-752
- [21] Gaborcik N. Relationship between contents of chlorophyll (a + b) (SPAD values) and nitrogen of some temperate grasses[J]. Photosynthetica, 2003, 41: 285-287
- [22] 席瑞卿,赵晓进,张考学,等. 不同施肥水平对苹果产量、品质及养分平衡的影响[J]. 西北农业学报,2010,19(2):141-145
- [23] 王忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社,2000:121-185