

钾肥水平对油茶果实性状及产量的影响

胡冬南¹, 牛德奎², 张文元¹, 郭晓敏^{1*}

(1. 江西农业大学园林与艺术学院, 江西 南昌 330045; 2. 江西农业大学国土资源与环境学院, 江西 南昌 330045)

摘要:为了研究钾素水平对油茶果实性状和产量的影响及它们之间的关系,设置了6个不同钾肥用量处理,以8年生的长林53号和长林27号两个油茶无性系为试材在江西永丰开展了施肥试验,连续两年测定了油茶果径、单果质量、干出籽率、干出仁率、种仁含油率、鲜果含油率、单株结果数、单株果实产量和产油量等指标,比较和分析了不同无性系的不同处理之间的差异。结果表明,两个无性系的果实性状和产量对钾肥水平差异的响应均存在大小年差异;结实大年时,钾肥水平对两个无性系果实的果径、单果质量和干出仁率影响不大,对其他性状的影响均达到显著水平;结实小年时,钾肥水平仅对53号无性系单株结实数量和产量造成影响且无明显梯度规律,而27号无性系随着钾肥水平的提高,其干出籽率和鲜果含油率呈先上升后下降趋势,单株果实数量、产量和产油量则呈下降趋势;无论大年还是小年,单株产量均与结实数量关系最密切,大年的产量在油茶生产中占据主导地位。就大小年平均产量而言,两品系均以中等钾肥水平的K2和K3处理最优。适量增施钾肥可有效改善油茶结实大年果实性状,提高单株结实数量,实现增产增效。

关键词:油茶;钾肥水平;果实性状;产量;相关分析

中图分类号:S794.4;S725.5

文献标识码:A

Effects of Potassium Levels on Fruit Characters and Yields of *Camellia oleifera*

HU Dong-nan¹, NIU De-kui², ZHANG Wen-yuan¹, GUO Xiao-min¹

(1. College of Landscape and Art, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, Jiangxi, China; 2. College of Land Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, Jiangxi, China)

Abstract: In order to study the effects of potassium levels on fruit characters and yields of *Camellia oleifera*, six different potash level treatments were designed and tested in mature Changlin53 and Changlin27 clone strain of *C. oleifera*. Based on these measuring such as fruit diameter, fruit weight, dry seed rate, dry kernel rate, the oil rate of kernel and fruit, fruit number, fruit and oil yield per plant in two consecutive years, the differences of treatments and clone strains were compared and analyzed. The results showed that the responses of fruit characters and yields of the two clone strains to potassium levels were different between 'on' and 'off' year. In 'on' year, in addition to fruit diameter, the fruit weight and dry kernel rate, the effects of potassium levels on fruit characters and yields of two clone strains were significant. In 'off' year, only fruit amount, yield and oil yield per plant of the strain Changlin53 changed with different potassium levels, and no significant gradient law was found. But for the strain Changlin27, with the increasing potassium levels, the dry seed rate, oil rate of fruit increased at first and then decreased, and the fruit amount, fruit yield and oil yield declined. Whether in 'on' or 'off' year, the relationship between fruit yield and fruit amount per plant was the closest, and the yield of 'on' year was dominant in the pro-

收稿日期:2014-08-10

基金项目:国家科技支撑项目(2012BAD14B14)、国家自然科学基金项目(31260194)、国际植物营养研究所(IPNI)项目(Jiangxi-29)

作者简介:胡冬南(1971—),女,江西余干人,教授,主要从事林地养分管理方面的研究。E-mail:dnhu98@163.com。

* 通讯作者:教授,主要从事经济林方面的研究。E-mail:gxmjxau@163.com。

duction of *C. oleifera*. For the average yield of 'on' and 'off' year, the moderate potassium level treatment was better. With appropriate potassium, the fruit character of *C. oleifera* can be effectively improved and its fruit amount and yield per plant will be more in 'on' year.

Key word: *Camellia oleifera*; potassium levels; fruit character; yield; correlation analysis

油茶(*Camellia oleifera* Abel)属山茶科山茶属,为常绿小乔木或灌木,是我国南方主要的经济林木,为世界四大木本食用油料树种之一^[1]。近些年油茶发展势头较猛,高产无性系种植面积剧增,为了实现高产,施肥成为必须措施。众多研究表明,通过合理施肥可有效改善油茶林地土壤养分^[2]、促进油茶良好生长、结实并获得高产^[3-6]。人们在研究中也发现,不同区域油茶林地土壤养分状态存在一定的差异^[7-9],其所需的适宜施肥用量及比例不同,即使在同一区域,品系不同,其需肥规律也不尽相同^[10]。因此,在油茶林的养分管理中,根据土壤养分状况,分品系配肥是获得高产的非常重要的措施。

钾素是公认的植物品质元素,适宜的钾素营养可促进植物较好利用氮,增加蛋白质含量使果实增大和形态变好^[11-15],提高核仁和种子含油量^[16],降低裂果率^[17]。而油茶主产区的南方各省属典型的亚热带高温多湿气候,长期的脱硅富铝化成土作用已使钾素流失殆尽,油茶林地钾素普遍极度缺乏。据此,本研究以两个形态差异明显的高产无性系油茶为试材,在测土的基础上,以钾素用量为试验因素,结合一定的氮、磷肥,开展单一养分因素试验。通过测定果实各种性状及单株产量,探讨钾素水平差异对油茶结实和产量方面产生的影响,并对果实性状与产量之间的关系进行分析。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于江西吉安永丰县藤田镇,属亚热带东部季风性湿润气候区。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40 cm。土壤养分含量采用ASI法^[18]测定,土壤pH值平均为4.53,有机质含量为1.02%,含铵态氮16.94 mg·L⁻¹,硝态氮10.31 mg·L⁻¹,有效磷4.54 mg·L⁻¹,有效钾39.20 mg·L⁻¹。

1.2 试验材料

供试油茶为长林53号和长林27号优良高产无性系,2004年种植,栽植密度2.0 m×2.0 m,2010年6月测得53号无性系的株高157 cm,冠幅165 cm,

27号无性系的株高153 cm,冠幅141 cm。试验过程中各处理株高冠幅均有不同程度增加,2012年6月测定时,53号无性系的冠幅介于180~210 cm之间,27号无性系的冠幅介于135~200 cm之间。试验中所用的肥料为尿素(含氮量为46%)、钙镁磷(P₂O₅含量为15%)、氯化钾(K₂O含量为60%)。

1.3 试验设计

试验采用单因素随机区组试验设计,在测土试验的基础上,设定氮、磷肥的理论最佳用量(每年每株施N 180 g, P₂O₅ 80 g),并针对K₂O的单株年施入量设置了0、60、120、180、240、300 g共6个梯度,分别用CK0、CK1、CK2、CK3、CK4、CK5表示。每处理10株,处理间设1株保护株,在3个不同区组实施。采用沟施法施肥,施肥时间为2010年—2012年每年4月和11月上旬。

1.4 试验测定内容及方法

考虑到肥效的延时性和油茶结实的大小年特性,2011年(结实大年)和2012年(结实小年)连续两年于10月下旬分单株采摘全株果实并测产,统计单株果实数量,计算每株单果质量平均值。同一区组同一处理的10个单株分别随机取样(充分混匀)20个果实,200个果实充分混匀后再随机取样约2.5 kg带回室内测定果径、干出籽率、干出仁率、种仁含油率、鲜果含油率等指标。果实含油率采用索氏萃取提油法^[19]测得。其中涉及计算公式如下:

$$\text{鲜果含水率} = (\text{果实鲜质量} - \text{果实干质量}) / \text{果实鲜质量} \times 100\%$$

$$\text{干出籽率} = \text{籽干质量} / \text{鲜果质量} \times 100\%$$

$$\text{干出仁率} = \text{种仁干质量} / \text{籽干质量} \times 100\%$$

$$\text{种仁含油率} = \text{种仁出油量} / \text{种仁干质量} \times 100\%$$

$$\text{鲜果含油率} = \text{干出籽率} \times \text{干出仁率} \times \text{种仁含油率} \times 100\%$$

$$\text{单株产油量} = \text{单株鲜果产量} \times \text{鲜果含油率}$$

2 结果与分析

2.1 钾肥水平对果径和单果质量的影响

为了解不同品系油茶果实大小和单果质量对钾素养分的响应规律,对两年所得数据进行了方差分

析和多重比较,结果见表1。从表1中可以看出,无论是53号还是27号,钾肥水平对果径和单果质量的影响均没有达到显著水平,但年度差异和品系间的差异均较大,2011年的果径和单果质量明显大于2012年,53号明显比27号大。这一方面说明油茶

果径和单果质量是较为稳定的遗传因素,同时果实的大小还与结实的大小年养分分配特性密切相关;另外,油茶果实个体间差异较大,内部方差可能导致处理间差异不显著。

表1 果径及单果质量

处理	果径/mm				单果质量/g			
	2011年		2012年		2011年		2012年	
	53号	27号	53号	27号	53号	27号	53号	27号
K0	46.5±2.6	39.8±1.1	38.0±1.2	34.2±0.9	52.7±2.2	34.0±1.8	32.2±1.3	21.3±1.2
K1	46.2±2.0	39.9±2.0	37.3±1.5	34.5±1.9	53.0±3.0	33.8±1.0	30.5±1.5	22.7±1.8
K2	45.2±1.0	38.9±1.2	38.0±0.9	35.5±1.3	52.0±1.6	33.5±1.8	32.0±2.0	23.8±1.3
K3	45.5±2.3	39.1±0.8	37.6±1.2	34.7±1.7	52.5±1.1	33.2±1.2	31.3±0.9	23.8±2.1
K4	45.6±0.9	40.8±1.2	37.7±1.0	36.4±1.0	52.3±1.8	34.3±2.0	31.8±1.5	23.2±1.6
K5	45.9±1.8	39.3±1.8	39.7±1.3	35.2±1.7	51.0±2.2	32.5±1.7	35.7±1.8	24.8±1.8

2.2 钾肥水平对鲜果含水率的影响

表2是各处理鲜果含水率的分析结果。从表2中可以看出,2011年,钾肥水平对两个无性系的鲜果含水率均有显著影响,53号无性系中,缺钾处理(CK0)明显最高,各施钾处理间差异不明显;27号无性系鲜果含水率同样是K0处理最高,明显高于K2处理,但与其他处理间差异不明显。含水率是构成果实质量的一个非常重要的因素,含水率高意味着其他物质含量低,反之亦然。油茶经营的目标主要是获得果实中的油,榨油后的茶粕再用于提取加工茶皂素、蛋白质饲料等产物,因此,同样质量的果实,含水率越低越好。说明适量施钾可在结实大年降低鲜果含水率,增加油和其他干物质的比例。2012年时,油茶鲜果含水率均有不同程度的上升,

各处理间的差异缩小,没有达到显著水平。

表2 鲜果含水率 %

处理	2011年		2012年	
	53号	27号	53号	27号
K0	56.38a	52.02a	57.09	53.31
K1	48.26b	51.57a	58.74	54.75
K2	51.50b	46.50b	56.57	56.16
K3	50.52b	51.72a	55.10	53.97
K4	48.48b	50.35ab	58.11	53.72
K5	51.63b	50.44ab	56.86	53.58

2.3 钾肥水平对干出籽率和干出仁率的影响

干出籽率和干出仁率是影响产油量的两个非常重要的因素,为了解钾肥水平对这两个指标的影响,对各处理所得数据进行了方差分析和多重比较,结果见表3。

表3 干出籽率和干出仁率 %

处理	干出籽率				干出仁率			
	2011年		2012年		2011年		2012年	
	53号	27号	53号	27号	53号	27号	53号	27号
K0	28.87Bc	33.85b	40.36	34.76b	62.76	63.20	49.24	49.73b
K1	34.08ABb	33.18bc	41.27	39.07a	62.81	62.10	43.41	47.63b
K2	34.77ABb	37.67a	39.25	40.51a	62.47	66.17	47.50	48.61b
K3	37.60Aa	34.14b	39.29	39.16a	62.99	66.11	45.44	55.82a
K4	38.74Aa	33.55bc	41.99	35.71b	62.79	63.98	43.97	57.29a
K5	35.49ABb	32.06c	40.22	37.80ab	62.18	63.12	49.27	51.71b

从表3可以看出,钾素水平对油茶干出籽的影响在结实大年(2011年)时非常明显,53号无性系中,K0的干出籽率最低,K3、K4两处理的较高,明显高于K1、K2、K5处理,极显著高于K0处理;27号无性系中干出籽率最大的为K2,该处理与其他

处理间存在显著差异,K3处理其次,但与K0之间差别不大,两者均明显大于K5处理。2012年,两品系的干出籽率均有不同程度提高,53号无性系各处理间差异不明显,27号无性系的K1、K2、K3处理明显大于K0和K4,这3个处理间的差异不明

显。由此可见,合理施钾可有效提高干出籽率,结实大年比小年明显,且不同无性系对钾肥水平的响应不一样,53号无性系获得较高干出籽率需要的钾肥水平更高。

表3中干出仁率的分析结果显示,2011年两品系的干出仁率均比2012年高,且钾肥水平对其影响均不明显。2012年时,两品系的处理间差异都有所增加,53号无性系以K0、K5相对更高,但与其他处

理间的差异并没有达到显著水平;27号无性系则以K3、K4两处理明显更高,其他处理间差异不明显。说明钾素水平对干出仁率的影响主要体现在油茶结实的小年,且不同无性系的规律不同。

2.4 钾肥水平对果实含油率的影响

油茶的含油率有种仁含油率、鲜果含油率等说法,为了解钾肥水平对果实含油率的影响,对这两个指标进行了分析,结果见表4。

表4 种仁含油率和鲜果含油率

%

处理	种仁含油率				鲜果含油率			
	2011年		2012年		2011年		2012年	
	53号	27号	53号	27号	53号	27号	53号	27号
K0	38.96b	28.26d	53.16	49.38	7.06b	6.05c	10.56	8.54c
K1	36.46b	36.92c	51.09	49.25	7.80b	7.61b	9.15	9.16bc
K2	41.04ab	36.21c	53.96	50.03	8.91ab	9.03a	10.06	9.85ab
K3	41.77ab	39.71b	51.67	51.90	9.89a	8.96a	9.22	11.34a
K4	42.18a	43.40a	52.07	53.35	10.26a	9.32a	9.61	10.91a
K5	43.67a	35.65c	54.67	51.69	9.64a	7.21b	10.83	10.10ab

从表4可以看出,钾肥水平对种仁含油率和鲜果含油率的影响存在一定差异。不同钾肥水平下,种仁含油率只在结实大年表现出明显差异,结实小年的差异不明显。结实大年时,53号无性系的K4、K5处理种仁含油率更高,明显大于K1、K0处理;27号无性系中K4处理最大,明显大于其他各处理,K3处理其次,与其他处理间差异明显,K0处理的最小,明显小于其他各处理。53号无性系鲜果含油率对钾肥水平的响应与种仁含油率有些不同,表现为结实大年时中高钾肥水平处理(K3、K4、K5)明显大于K1和K0,结实小年时各处理差异也不明显。27号无性系的鲜果含油率则不仅在结实大年受钾肥水平的影响,结实小年时,处理间的差异也达到显著水平;只不过大年时以K2、K3、K4明显较高,而小年时只是K3、K4明显较高。这进一步说明,种仁含油率与鲜果含油率是两个性质不同的指标,环境的变化对它们的影响存在差异,不能等同视之。

2.5 钾肥水平对单株果实数量的影响

单株果实数量的统计与分析结果表明(表5),无论是结实大年还是小年,两个无性系不同处理间的差异均达到显著水平,但不同无性系及不同年度表现的规律不同。结实大年中,53号无性系的K3处理单株果实数量最多,明显多于低钾水平的K0、K1处理和高钾水平的K4、K5处理,K2处理次之,与K3的差异不明显;27号无性系的以中高钾肥水平的K2、K3、K4处理最多,与另外3个处理间存在显

著差异,K0处理最少,明显小于所有施钾处理。结实小年中,53号无性系不同处理的单株果实数量差异明显,但这种差异与钾肥水平梯度关系不密切;27号无性系表现为随钾肥水平增加单株果实数量呈下降趋势,K0、K1的果实数量明显多于K4、K5处理。可见,在结实大年中等钾肥水平有利于座果结实,而在小年时的效果则不明显。

表5 单株果实数量

个

处理	2011年		2012年	
	53号	27号	53号	27号
K0	58 ± 3c	42 ± 4c	96 ± 3ab	133 ± 8a
K1	70 ± 4b	74 ± 2b	62 ± 3b	109 ± 6a
K2	84 ± 5ab	108 ± 6a	105 ± 2a	90 ± 2ab
K3	100 ± 4a	108 ± 3a	80 ± 5ab	92 ± 5ab
K4	50 ± 6d	103 ± 5a	102 ± 5a	71 ± 3bc
K5	54 ± 1c	64 ± 3b	90 ± 4ab	55 ± 5c

2.6 钾肥水平对单株鲜果产量和产油量的影响

表6是两个无性系单株鲜果产量和产油量的分析结果。从表6中可以看出,在不同钾肥水平的影响下,单株鲜果产量和产油量的大小年平均均值均与结实大年的变化规律相近,而受结实小年的影响较小,说明结实大年是油茶鲜果产量和产油量的关键年。在结实大年,53号无性系的K3处理单株鲜果产量和产油量均最高,明显高于其他各处理,K2处理其次,缺钾处理(K0)鲜果产量与K1、K4、K5处理差异不明显,但其产油量最低,与所有施钾处理均存在显著差异。27号无性系的鲜果产量和产油量均

以中等钾肥水平的 K2、K3、K4 处理明显较高,三者之间差别不大;K0 处理的产量最低,明显低于各施钾处理。说明合理增施钾肥对该两无性系提高结实大年时的鲜果产量特别是产油量具有非常重要的作用。结实小年时,两个无性系各处理间的鲜果产量及产油量的差异也达到显著水平,但在 53 号无性系中,这种差异与钾素水平梯度关系不密切;27 号无性系中,缺钾处理鲜果产量更高,明显高于 K1 以外的其他施钾处理,但其产油量除明显高于 K5 处理外,与其他施钾处理差异不明显。对比结实小年和

大年的产量发现,大年产量高的处理,小年时产量减幅更大,大年产量低的处理,到小年时其产量下降较少或比大年更高,说明鲜果产量和产油量的大小年规律不是固定的,生产实践中可通过养分管理进行调控。

表 6 还表明,两个无性系的单株鲜果产量和产油量两年平均值都是 K2 和 K3 处理较高,缺钾(K0)和高钾(K5)处理明显较低,说明合理增施钾肥是油茶获得高产非常重要的措施,钾素营养缺乏和过量均不利于油茶结实。

表 6 单株鲜果产量和产油量

g

无性系	处理	鲜果产量			产油量		
		2011 年	2012 年	两年平均	2011 年	2012 年	两年平均
53 号	K0	3 071 ± 16c	3 099 ± 21a	3 085b	217d	327a	272bc
	K1	3 687 ± 20bc	1 889 ± 20b	2 788b	288c	173c	230c
	K2	4 384 ± 11b	3 373 ± 14a	3 879a	391b	339a	365a
	K3	5 241 ± 15a	2 494 ± 18ab	3 868a	519a	230b	374a
	K4	2 625 ± 21c	3 247 ± 10a	2 936b	269c	312a	291b
	K5	2 748 ± 15c	3 193 ± 22a	2 970b	265c	346a	305b
27 号	K0	1 439 ± 19c	2 847 ± 15a	2 143bc	87c	243a	165c
	K1	2 505 ± 22b	2 479 ± 12ab	2 492ab	191b	227a	209bc
	K2	3 631 ± 18a	2 150 ± 15b	2 890a	328a	212a	270a
	K3	3 598 ± 15a	2 185 ± 20b	2 891a	322a	248a	285a
	K4	3 545 ± 16a	1 634 ± 16c	2 590ab	330a	178ab	254ab
	K5	2 095 ± 20b	1 361 ± 15c	1 728c	151b	137b	144c

2.7 钾肥水平条件下油茶单株产量与各性状相关性分析

为了探明果实产量在其结实特性上对钾肥的响应机制,对单株鲜果产量和产油量与果实各性状之间的相关性进行了分析,结果见表 7。

从表 7 可知,在钾肥水平差异的影响下,两个无性系的油茶单株鲜果产量与单株果实数量均极显著正相关,而与果径、鲜果含水率、干出籽率、干出仁率等性状关系不大。53 号无性系的单株鲜果产量与单果质量、含油率的关系也不明显;而 27 号无性系单株鲜果产量还在结实大年(2011 年)时与种仁含

油率显著相关,与鲜果含油率极显著相关,在小年时则与单果质量呈显著负相关关系,即单株鲜果产量高时单个果实的质量小。两个无性系的单株产油量均与结果数量、鲜果产量显著或极显著相关,除此之外,53 号无性系的产油量还在结实小年时与含油率显著相关,27 号无性系的产油量则在结实大年时与含油率显著相关;产油量与果径、单果质量、鲜果含水率、干出籽率、干出仁率等性状相关不明显。说明钾肥对油茶产量的促进作用主要是通过增加单株果实数量这一途径实现。

表 7 单株产量与各性状相关分析结果

性状	年度	无性系	果径	单果质量	单株果数	鲜果含水率	干出籽率	干出仁率	种仁含油率	鲜果含油率	鲜果产量
鲜果产量	2011	53	0.019	0.292	0.999**	-0.105	0.180	0.429	-0.107	0.086	1.000
		27	-0.072	0.092	0.998**	-0.505	0.524	0.735	0.819*	0.991**	1.000
	2012	53	0.516	0.559	0.967**	-0.226	-0.156	0.608	0.773	0.705	1.000
		27	-0.721	-0.831*	0.993**	0.105	-0.095	-0.506	-0.775	-0.632	1.000
产油量	2011	53	-0.265	0.076	0.936**	-0.266	0.494	0.357	0.218	0.445	0.929**
		27	-0.032	0.131	0.993**	-0.505	0.528	0.740	0.818*	0.991**	0.997**
	2012	53	0.649	0.683	0.900*	-0.202	-0.180	0.746	0.871*	0.843**	0.975**
		27	-0.590	-0.633	0.849	0.161	0.097	-0.191	-0.507	-0.216	0.891

注: $R_{0.05}(4) = 0.8114$; $R_{0.01}(4) = 0.9172$

3 结论与讨论

油茶是以收获果实获得茶油为经营目标的经济林木,其果实产量与产油量的形成不仅受遗传因素的影响^[20-21],同时还受制于矿质营养元素的供给,因此,油茶不同无性系或同一无性系在不同年度对养分的响应不尽相同。

在结实大年时,钾肥水平对参试的长林53号无性系和27号无性系的鲜果含水率、干出籽率、种仁含油率、鲜果含油率、单株果实数量、产量和产油量等诸多结实性状均产生了显著影响,对果径、单果质量和干出仁率的影响不大。总体表现为中等钾肥水平(K3)处理最好,缺钾明显影响结实,而过多施钾(K5)也对结实不利;这可能与高量钾肥施用导致其他营养元素的不平衡有关,类似现象在苹果树^[22]和脐橙^[23]中也得到证实。两个无性系结实特性对钾肥水平的敏感度不同,53号无性系在单株果实数量和产量上比27号无性系敏感,而27号无性系则在果实含水率、出籽率、含油率等结构特性上更为敏感。结实小年时,两个无性系对钾肥水平的响应差别较大。53号无性系的果实性状与产量和钾肥水平梯度关系不密切。而27号无性系在干出籽率、干出仁率、鲜果含油率、单株果实数量、单株鲜果产量和产油量等更多性状上表现规律变化。可见,不同油茶无性系对养分的需求规律不同,钾肥水平对53号无性系结实特性的影响主要体现在大年,而27号无性系则大小年均受影响。吴建军研究表明,油茶干出仁率受环境影响较小^[4],本研究中的53号无性系表现了此规律,但27号无性系在结实小年时的干出仁率明显与钾肥水平有关。这进一步说明,在探讨管理措施对油茶生长发育的影响时,分品系进行很有必要。

油茶果实的产量和产油量由果实大小、质量、含水率、出籽率、含油率等果实本身性状及果实数量等众多因子共同决定,外界环境可能通过改变其中一个或多个因子而影响产量。在钾肥水平的影响下,参试的两个无性系单株鲜果产量和产油量主要与结果数量有关,说明钾肥在促进开花结实和座果方面起了积极的作用,合理增施钾肥提高挂果数量是获得油茶高产的有效措施。

参考文献:

[1] 胡芳名,谭晓风,刘惠民. 中国主要经济树种栽培与利用[M]. 北

京:中国林业出版社,2005.

- [2] 刘学锋,郭晓敏,李小梅,等. 平衡施肥对油茶林地土壤主要养分含量的影响[J]. 经济林研究,2013,31(2):44-59.
- [3] 申巍,杨水平,姚小华,等. 施肥对油茶生长和结实特性的影响[J]. 林业科学研究,2008,21(2):239-242.
- [4] 吴建军,鲁北南. 施肥和灌溉对油茶主要经济性性状的影响[J]. 经济林研究,1997,15(2):27-29.
- [5] 胡玉玲,胡冬南,袁生贵,等. 施肥和芸苔素内酯对油茶无性系生长指标及产量的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2010,30(12):16-22.
- [6] 陈永忠,彭邵锋,王湘南,等. 油茶高产栽培系列技术研究——配方施肥试验[J]. 林业科学研究,2007,20(5):650-655.
- [7] 胡冬南,刘亮英,张文元,等. 江西油茶林地土壤养分限制因子分析[J]. 经济林研究,2013,31(1):1-6.
- [8] 胡冬南,胡玉玲,牛德奎,等. 施肥配比与芸苔素内酯对油茶生长的影响研究[J]. 林业科学研究,2011,24(4):505-511.
- [9] 奚如春,丁锐,邓小梅,等. 江西省油茶林地不同母岩土壤养分限制因子研究[J]. 江西农业大学学报,2013,35(1):124-130.
- [10] 施晓云,张文元,张慧,等. 几种不同品种油茶林钾素的分配规律[J]. 经济林研究,2013,31(2):109-112.
- [11] 黄显淦,王勤,赵天才. 钾在我国果树优质增产中的作用[J]. 果树科学,2000,18(4):309-313.
- [12] 何忠俊,同延安,张国武,等. 钾对黄土区场山酥梨产量及品质的影响[J]. 果树学报,2002,19(1):8-11.
- [13] Kaith N S, Mehta D K, Sharma Usha. Effect of different levels of potassium on growth, yield and fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh) [J]. Journal of Hill Agriculture, 2010, 1(2):160-163.
- [14] Gill P P S, Ganaie M Y, Dhillon W S, et al. Effect of foliar sprays of potassium on fruit size and quality of 'Patharnakh' pear [J]. Indian Journal of Horticulture, 2012, 69(4):512-516.
- [15] 李小梅,郭晓敏,胡冬南,等. 钾素水平对油茶果形生长的影响[J]. 经济林研究,2013,31(4):93-97.
- [16] 高同雨,李天红,张永,等. 施钾对核桃钾素营养及粗脂肪含量的影响[J]. 北方园艺,2007(11):4-6.
- [17] 李国怀. 钾素营养与柑桔果实发育和品质[J]. 西南园艺,2001,29(1):6-7.
- [18] 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.
- [19] GB/T14488.1-1993. 油料种籽含油量测定法[S]. 1993.
- [20] 黎章矩,华家其,曾燕如. 油茶果实含油率影响因素研究[J]. 浙江林学院学报,2010,27(6):935-940.
- [21] 章承林,章建斌,周席华,等. 油茶干籽含油率与主要经济性性状的相关性[J]. 经济林研究,2010,28(2):82-85.
- [22] 王勤,何为华,郭景南,等. 增施钾肥对苹果品质和产量的影响[J]. 果树学报,2002,19(60):424-426.
- [23] 鲁剑巍,陈防,万运帆,等. 钾肥施用量对脐橙产量和品质的影响[J]. 果树学报,2001,18(5):272-275.