

胡玉玲,刘明艳,李万春,等.不同施肥方法对油茶生长与经济性状的影响[J].江苏农业科学,2022,50(1):108-116.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.01.020

不同施肥方法对油茶生长与经济性状的影响

胡玉玲,刘明艳,李万春,杨晓羽,杨红

(铜仁学院农林工程与规划学院/贵州省梵净山地区生物多样性保护与利用重点实验室,贵州铜仁 554300)

摘要:油茶大小年现象十分普遍,这是造成油茶低产的重要原因之一,长期以来普遍认为养分因素是影响大小年的重要原因之一,为探明和确定施肥对油茶产量大小年及油茶生长相关指标的影响,选择 8 年生生长势接近的油茶,采用混水平正交试验设计,在油茶不同生长阶段施用有机肥、氮磷钾及其他营养元素,在油茶不同生长周期测定叶片相关指标,在果实收获期测定产量及茶籽相关指标,并比较和分析产量及其他指标变化。结果表明,尿素、硝酸铵对叶片叶绿素 SPAD 值和氮含量影响极显著,施肥时间对叶片 SPAD 值影响极显著,硫酸镁对叶片 SPAD 值影响显著,施用过磷酸钙、钼酸铵和磷酸二氢钾对油茶叶片氮含量影响显著,尿素、硝酸铵、施肥时间对叶片相关指标影响权重最大。施肥时间对产量影响极显著,施硫酸钾和氨基酸对产量影响显著,施硫酸钾对 2 年平均产量影响极显著,施用氨基酸对 2 年平均产量影响显著,施硫酸钾对单果质量影响极显著,施过磷酸钙对鲜果出籽率影响显著,硫酸钾、氨基酸、尿素、施肥时间、有机肥对各指标影响权重最大。氨基酸对茶籽含水量和种仁出油率影响显著,硫酸亚铁、氯化钾、硝酸铵、氨基酸、尿素等因素对茶籽相关指标权重最大。施肥时间对油茶开花数量影响极显著,施肥时间对开花影响最大,其次是有机肥、硝酸铵和氨基酸。在 11 月根施 4 kg 有机肥,尿素、硫酸钾和过磷酸钙各 0.4 kg,以及叶面喷施氨基酸、钼酸、硝酸铵、硫酸亚铁、硼砂和硫酸镁为最佳处理。

关键词:油茶;大小年;养分管理;产量;经济性状;多重比较

中图分类号:S147.2;S794.404

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2022)01-0108-08

油茶一般指山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia oleifera*)中含油率较高具有栽培价值植物的总称,油茶是我国特有木本油料树种,我国现有油茶面积近 4 666 万 hm^2 ^[1]。普通油茶(*Camellia oleifera* Abel.)是我国主要油茶栽培物种,普通油茶栽培总面积为 4 500 万 hm^2 ,但是其中低产林面积超过 60%^[2]。普通油茶低产主要原因是由于油茶自花可育性低和油茶大小年问题严重造成的,前者是由普通油茶特有生物学特性造成,一般通过改良品种来解决自花可育性低的问题,后者问题较复杂,尚无具体而系统的有效方法^[3-4]。多年生植物产量大小年现象十分普遍,油茶产量大小年可表现出大小年轮替出现或者间隔出现,即 1 年大年、1 年小年,连续 2 年

大年、1 年小年,或者连续 2 年小年、1 年大年^[5]。影响植物大小年因素一般有自身遗传、环境、养分、激素、碳水化合物、氨基酸及其他自身生理生化因素等,上述因素会影响雌雄花数量、坐果率、生理落果等,最终影响植物产量^[6-8]。从目前文献来看,主流观点认为油茶库源失调是油茶大小年主要原因,库源调控中以植物养分供给不足或者不平衡为重要原因^[9]。油茶大年会造成养分大量流失从而影响油茶营养生长,尤其导致春梢数量减少、变短和细弱,进而影响花芽分化和花芽分化数量等,也有研究表明,植物过量施肥,尤其氮素过量施用会导致植物营养生长过旺,则会抑制植物生殖生长,导致花芽分化减少,进而影响产量^[10]。油茶施肥一般认为有几个重要阶段,即秋冬季、春梢萌芽期、花芽分化期以及果实和花芽快速生长期,不同时期施肥类型及施肥量差异明显,为此探讨施肥时间、多种营养元素对油茶生长和产量等指标的影响,然后比较分析生长与产量关系来指导油茶施肥^[11-12]。目前,不同时间进行足量施肥对油茶负面影响方面的研究鲜有报道,在探讨各营养元素对油茶大小年影响方面亦少有报道。为此,探讨施肥量、营养元素类型及配比和施肥时间对油茶大小年影响具有重要

收稿日期:2021-04-07

基金项目:贵州省科技支撑计划(编号:黔科合支撑[2019]2312号、黔科合支撑[2020]1Y059号);贵州省林业厅林业科研课题(编号:黔林科合[2020]06号);国家级大学生创新创业训练计划(编号:202010665001);贵州省教育厅项目(编号:黔教合KY字[2019]028、黔教合KY字[2019]052);贵州省科技厅平台项目(编号:黔科合平台人才[2020]2003)。

作者简介:胡玉玲(1977—),男,浙江文成人,博士,副教授,从事经济林栽培与育种方面研究。E-mail:huyulin@126.com。

实践意义,以期通过本研究探明油茶大小年原因,以及从养分角度消除大小年现象,为油茶高效施肥实践提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验区位于贵州省铜仁市松桃县盘信镇万亩油茶基地(27°59′50.47″N,109°17′18.78″E),属丘陵地貌,平均海拔690 m,年均气温14℃,全年降水量为1 100~2 000 mm,无霜期约270 d,土壤类型为酸性红黄壤,林地土层深厚,土壤通透性良好,土壤有机质含量为3.2~4.8 g/kg,全氮(N)、全磷(P)、全钾(K)含量分别为0.7~0.9、0.2~0.4、0.1~0.2 g/kg。

1.2 试验材料与试验设计

在立地条件均一、8年生油茶林内选择树体、冠幅和树高大致相近的油茶树为试验材料,油茶树行间距为2 m×3 m,采用DPS 12.1软件^[12]按照表1进行L₁₆(1⁴×12²)混水平正交试验,试验共16个处

理,每个处理10株油茶单株,处理间设置1行保护行。试验用有机肥(有机质含量>30%,氮磷钾养分含量>5%)和氨基酸肥均由本地有机肥厂提供,氮肥(46%尿素)、磷肥(12%过磷酸钙)、钾肥(62%氯化钾)均购自市场农资店,四水合钼酸铵、硝酸铵、磷酸二氢钾、七水硫酸亚铁、硼酸、硫酸镁和硫酸钾均为分析纯,购自试剂店。参考植物营养液配方^[13-14],将四水合钼酸铵、硝酸铵、磷酸二氢钾、七水硫酸亚铁、硼酸、硫酸镁和硫酸钾配成母液备用(具体方法:分别称取四水合钼酸铵2.5 g、硝酸铵80 g、磷酸二氢钾174 g、七水硫酸亚铁2.8 g、硼酸6.2 g、硫酸镁493 g和硫酸钾136 g,分别溶解后定容至10 L)。施用时按照L₁₆(1⁴×12²)正交试验设计表,每株油茶树用量筒量取1 L。试验施肥开始时间为2019年11月1日(11-01),2020年3月15日(3-15)、5月1日(5-01)和6月15日(6-15)时间段进行施肥,有机肥和氮磷钾肥施肥方法为穴施,施肥后立即用土覆盖,其他肥料直接浇灌于树基部。

表1 L₁₆(1⁴+12²)正交试验因素组合

处理	施肥时间 (月-日)	肥料施用量											
		有机肥 (kg/株)	氮肥 (kg/株)	磷肥 (kg/株)	钾肥 (kg/株)	钼酸铵 (g/株)	硝酸铵 (g/株)	磷酸二氢钾 (g/株)	硫酸亚铁 (g/株)	硼酸 (g/株)	硫酸镁 (g/株)	硫酸钾 (g/株)	氨基酸 (L/株)
1	11-01	2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	11-01	2	0.2	0.2	0.2	0.25	0.8	17.4	0.28	0.62	49.3	13.6	1
3	11-01	4	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	0.62	49.3	13.6	1
4	11-01	4	0.4	0.4	0.4	0.25	0.8	17.4	0.28	0	0	0	0
5	3-15	2	0.2	0.4	0.4	0	0	17.4	0.28	0	0	13.6	1
6	3-15	2	0.2	0.4	0.4	0.25	0.8	0	0	0.62	49.3	0	0
7	3-15	4	0.4	0.2	0.2	0	0	17.4	0.28	0.62	49.3	0	0
8	3-15	4	0.4	0.2	0.2	0.25	0.8	0	0	0	0	13.6	1
9	5-01	2	0.4	0.2	0.4	0	0.8	0	0.28	0	49.3	0	1
10	5-01	2	0.4	0.2	0.4	0.25	0	17.4	0	0.62	0	13.6	0
11	5-01	4	0.2	0.4	0.2	0	0.8	0	0.28	0.62	0	13.6	0
12	5-01	4	0.2	0.4	0.2	0.25	0	17.4	0	0	49.3	0	1
13	6-15	2	0.4	0.4	0.2	0	0.8	17.4	0	0	49.3	13.6	0
14	6-15	2	0.4	0.4	0.2	0.25	0	0	0.28	0.62	0	0	1
15	6-15	4	0.2	0.2	0.4	0	0.8	17.4	0	0.62	0	0	1
16	6-15	4	0.2	0.2	0.4	0.25	0	0	0.28	0	49.3	13.6	0

1.3 指标测定

试验实施前(2019年10月20日)记录当年茶果产量和数量等相关数据,同时测定树体生长本底数据,2020年10月5日使用叶绿素测定仪对叶片指标进行测定,具体方法为在每株油茶4个不同方

向,上中下春梢第3张叶片(顶向下),每株共选12张叶片,最后取平均值。2020年10月20日采集试验区油茶果实,按照处理编号每株分别进行分装,采完果后立即用电子秤对每株油茶产量进行测定并数出总果数,同时随机选取30个茶果称质量,然

后带回实验室取出茶籽称质量,称质量后立即放置烘箱中烘至恒质量,烘干茶籽取出种仁并称质量,随后采用索氏抽提法测定种仁含油率。采果后第 10 天(2020 年 10 月 30 日)通过计数方法数出每株油茶开花数量。茶果单果质量、鲜果出籽率、鲜籽含水量、籽出仁率和种仁含油率计算公式如下:

茶果单果质量 = 果实总质量/果实数量;

鲜果出籽率 = 鲜籽质量/鲜果质量 × 100% ;

鲜籽含水量 = (鲜籽质量 - 干籽质量)/鲜籽质量 × 100% ;

茶籽出仁率 = 种仁质量/茶籽质量 × 100% ;

种仁出油率 = 种仁出油量/种仁质量 × 100% 。

1.4 数据处理与分析

使用 Microsoft Excel 2016 软件对数据进行统计,采用 DPS 软件进行方差分析和 LSD 法多重比较, $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 不同施肥方法对油茶叶片相关指标的影响

2.1.1 不同施肥方法对油茶叶片叶绿素 SPAD 值的影响 从表 2 方差分析结果可以看出,施肥时间、尿素和硝酸铵的施用对油茶叶片叶绿素 SPAD 值影响极显著($P < 0.01$),施用硫酸镁对油茶叶片叶绿素 SPAD 值影响显著($P < 0.05$),其他各因素对油茶叶片叶绿素 SPAD 值影响都不显著,从表 2 中的

极差(R)可以看出,各因素对油茶叶片叶绿素 SPAD 值权重大小表现为尿素 > 硝酸铵 > 施肥时间 > 硫酸镁 > 钼酸铵 > 硼酸 > 磷酸二氢钾 > 硫酸钾 > 过磷酸钙 > 氨基酸 > 硫酸亚铁 > 有机肥 > 氯化钾。从表 3 多重比较结果可以看出,处理 1 油茶叶片叶绿素 SPAD 值最大,达到了 31.52,处理 10 油茶叶片叶绿素 SPAD 值最小,仅为 21.8。

2.1.2 不同施肥方法对油茶叶片氮含量的影响 从表 2 方差分析结果可以看出,尿素和硝酸铵的施用对油茶叶片含氮量影响极显著($P < 0.01$),施用过磷酸钙、钼酸铵和磷酸二氢钾对油茶叶片氮含量影响显著($P < 0.05$),其他各因素对油茶叶片氮含量影响都不显著,从表 2 中的极差可以看出,各因素对油茶叶片氮含量影响权重大小表现为尿素 > 硝酸铵 > 磷酸二氢钾 > 钼酸铵 > 过磷酸钙 > 硫酸镁 > 施肥时间 > 有机肥 > 硫酸钾 > 氯化钾 > 硫酸亚铁 > 硼酸 > 氨基酸。从表 3 多重比较结果可以看出,处理 1 油茶叶片含氮量最高,达到了 12.16 mg/g,处理 4 油茶叶片含氮量最低,仅为 9.16 mg/g。

2.1.3 不同施肥方法对油茶叶片叶面相对湿度的影响 从表 2 方差分析结果可以看出,施肥时间、尿素和硝酸铵的施用对油茶叶面相对湿度影响极显著($P < 0.01$),施用钼酸铵对油茶叶面相对湿度影响显著($P < 0.05$),其他各因素对油茶叶面相对湿度影响都不显著,从表 2 中的极差可以看出,各因素对油茶叶面相对湿度影响权重大小表现为尿素 > 硝

表 2 叶片相关指标方差和极差分析结果

变异来源	自由度	叶片 SPAD 值		叶片含氮量(mg/g)		叶面湿度(%)		叶面温度(℃)	
		<i>P</i> 值	<i>R</i>	<i>P</i> 值	<i>R</i>	<i>P</i> 值	<i>R</i>	<i>P</i> 值	<i>R</i>
第 1 列	3	0.002 4	2.66	0.131 8	0.65	0.008 8	3.43	0.000 0	2.37
第 2 列	1	0.701 6	0.44	0.402 6	0.39	0.854 1	0.28	0.016 3	0.59
第 3 列	1	0.000 0	5.97	0.000 0	2.23	0.000 0	8.16	0.000 0	2.15
第 4 列	1	0.196 5	1.48	0.048 7	0.93	0.091 0	2.62	0.666 5	0.10
第 5 列	1	0.801 7	0.29	0.730 7	0.16	0.855 1	0.28	0.059 7	0.46
第 6 列	1	0.063 4	2.14	0.046 4	0.94	0.038 3	3.23	0.011 3	0.62
第 7 列	1	0.005 5	3.26	0.004 3	1.38	0.006 4	4.31	0.000 0	1.36
第 8 列	1	0.157 9	1.62	0.034 5	1.00	0.057 0	2.96	0.248 6	0.28
第 9 列	1	0.588 2	0.62	0.779 7	0.13	0.432 8	1.21	0.000 0	1.06
第 10 列	1	0.082 3	2.00	0.796 3	0.12	0.090 0	2.63	0.042 7	0.49
第 11 列	1	0.045 5	2.31	0.152 7	0.67	0.106 8	2.50	0.080 1	0.42
第 12 列	1	0.173 6	1.56	0.605 9	0.24	0.392 8	1.31	0.001 9	0.77
第 13 列	1	0.259 8	1.29	0.948 5	0.03	0.262 8	1.73	0.678 7	0.10

注: $P < 0.05$ 表示影响显著, $P < 0.01$ 表示影响极显著, R 为极差表示因素影响权重大小。表 4、表 6 同。第 1 列指表 1 中的施肥时间,以此类推,第 13 列指表 1 中的氨基酸施用量。表 6 同。

表 3 叶片相关指标多重比较结果

叶片 SPAD 值			叶片含氮量(mg/g)			叶面湿度(%)			叶面温度(℃)		
处理	均值	1% 极显著水平	处理	均值	1% 极显著水平	处理	均值	1% 极显著水平	处理	均值	1% 极显著水平
1	31.52	A	1	12.16	A	1	50.40	A	8	33.734	A
16	27.70	AB	16	11.38	AB	16	45.60	AB	13	33.604	A
5	26.74	BC	5	11.16	ABC	5	44.64	BC	9	33.558	A
15	26.32	BCD	15	10.98	ABCD	15	42.72	BCD	10	33.284	AB
2	24.76	BCDE	2	10.48	BCDE	2	41.70	BCD	14	33.218	AB
14	24.64	BCDE	14	10.46	BCDE	11	41.64	BCD	15	33.02	AB
11	24.52	BCDE	11	10.42	BCDE	3	40.96	BCD	12	32.984	AB
4	24.26	BCDE	3	10.22	BCDE	6	40.72	BCD	6	32.982	AB
12	23.94	BCDE	6	10.18	BCDE	7	40.56	BCD	7	32.972	AB
3	23.88	BCDE	7	10.14	BCDE	4	40.40	BCD	11	32.656	BC
6	23.82	BCDE	12	9.90	BCDE	12	39.96	BCD	16	31.894	CD
7	23.70	BCDE	9	9.72	BCDE	14	39.96	BCD	4	31.172	DE
13	22.68	CDE	8	9.68	BCDE	9	39.02	CD	3	30.878	EF
9	22.34	DE	10	9.54	CDE	8	38.72	D	5	30.436	EFG
8	22.24	DE	13	9.30	DE	10	37.62	D	2	30.110	FG
10	21.80	E	4	9.16	E	13	37.62	D	1	29.770	G

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,不同大写字母表示在 0.01 水平上差异极显著。表 5、表 7 同。

酸铵>施肥时间>钼酸铵>磷酸二氢钾>硼酸>过磷酸钙>硫酸镁>氨基酸>硫酸钾>硫酸亚铁>有机肥、氯化钾。从表 3 多重比较结果可以看出,处理 1 油茶叶面相对湿度最大,达到了 50.4%,处理 13 油茶叶面相对湿度最低,仅为 37.62%。

2.1.4 不同施肥方法对油茶叶片叶面温度的影响

从表 2 方差分析结果可以看出,施肥时间、尿素、硝酸铵和硫酸钾的施用对油茶叶面温度影响极显著($P<0.01$),施用有机肥、钼酸铵和硼酸对油茶叶面温度影响显著($P<0.05$),其他各因素对油茶叶面温度影响都不显著,从表 2 中的极差可以看出,各因素对油茶叶片温度影响权重大小表现为施肥时间>尿素>硝酸铵>硫酸亚铁>硫酸钾>钼酸铵>有机肥>硼酸>氯化钾>硫酸镁>磷酸二氢钾>氨基酸、过磷酸钙。从表 3 多重比较结果可以看出,处理 8 油茶叶面温度最高,达到了 33.73℃,处理 13 和处理 9 次之,处理 1 油茶叶面温度最低,仅为 29.77℃。

2.2 不同施肥方法对油茶产量经济指标的影响

2.2.1 不同施肥方法对油茶产量的影响 从表 4 可以看出,施肥时间对产量影响极显著($P<0.01$),施用硫酸钾和氨基酸对产量影响显著($P<0.05$),其他各因素对产量影响都不显著,从表 4 中的极差

可以看出,各因素对产量影响权重大小表现为硫酸钾>氨基酸>施肥时间>有机肥>尿素>硼酸>氯化钾>磷酸二氢钾>硝酸铵>钼酸铵>硫酸镁>过磷酸钙>硫酸亚铁。从表 5 多重比较结果可以看出,处理 2 产量最高,达到了 6.50 kg,处理 5 和处理 6 次之,都为 5.82 kg,处理 13 产量最低,仅为 1.53 kg,处理 4 和处理 7 次之。

2.2.2 不同施肥方法对 2 年平均产量的影响 从表 4 可以看出,施硫酸钾对 2 年平均产量影响极显著($P<0.01$),氨基酸对 2 年平均产量影响显著($P<0.05$),其他各因素对产量影响都不显著,从表 4 中的极差可以看出,各因素对 2 年平均产量影响权重大小表现为硫酸钾>氨基酸>有机肥>尿素>施肥时间>硝酸铵>硼酸>氯化钾>钼酸铵>磷酸二氢钾>硫酸镁>硫酸亚铁>过磷酸钙。从表 5 多重比较结果可以看出,处理 2、处理 5 和处理 6 产量最高,处理 7 产量最低,仅为 1.17 kg,处理 4 和处理 13 次之。

2.2.3 不同施肥方法对油茶单果质量的影响 从表 4 可以看出,施硫酸钾对单果质量影响极显著($P<0.01$),其他各因素对单果质量影响都不显著,从极差可以看出,各因素对产量影响权重大小表现为硫酸钾>氨基酸>尿素>施肥时间>有机肥>

表 4 产量相关指标方差和极差分析结果

变异来源	自由度	施肥后产量(kg)		2 年平均产量(kg)		平均单果质量(g)		鲜果出籽率(%)	
		P 值	R	P 值	R	P 值	R	P 值	R
第 1 列	3	0.004 7	2.21	0.097 8	0.92	0.374 8	2.71	0.961 9	0.78
第 2 列	1	0.075 8	1.74	0.067 8	1.13	0.328 4	2.63	0.184 9	3.30
第 3 列	1	0.091 6	1.65	0.102 9	1.01	0.135 1	4.04	0.154 5	3.55
第 4 列	1	0.843 3	0.19	0.949 4	0.04	0.366 1	2.43	0.026 7	5.59
第 5 列	1	0.265 0	1.09	0.453 6	0.46	0.345 8	2.53	0.264 1	2.78
第 6 列	1	0.378 1	0.86	0.469 4	0.44	0.482 6	1.88	0.237 3	2.94
第 7 列	1	0.344 1	0.92	0.271 0	0.68	0.520 5	1.72	0.281 5	2.68
第 8 列	1	0.326 5	0.95	0.485 9	0.43	0.678 0	1.11	0.459 2	1.84
第 9 列	1	0.932 1	0.08	0.937 3	0.05	0.511 6	1.76	0.427 7	1.97
第 10 列	1	0.103 0	1.60	0.282 7	0.66	0.388 9	2.31	0.692 0	0.98
第 11 列	1	0.675 6	0.41	0.619 5	0.31	0.453 5	2.01	0.812 2	0.59
第 12 列	1	0.013 5	2.45	0.003 6	1.84	0.009 1	7.18	0.325 5	2.44
第 13 列	1	0.017 1	2.36	0.014 0	1.54	0.080 4	4.74	0.275 3	2.71

表 5 产量相关指标多重比较结果

施肥后产量(kg)			2 年平均产量(kg)			平均单果质量(g)			鲜果出籽率(%)		
处理	均值	1% 极显著水平	处理	均值	1% 极显著水平	处理	均值	1% 极显著水平	处理	均值	5% 极显著水平
2	6.50	A	2	4.21	A	5	34.48	A	12	43.30	a
5	5.82	AB	5	3.66	AB	2	34.31	A	15	42.83	a
6	5.82	AB	6	3.20	ABC	8	33.88	A	6	42.74	a
3	5.07	ABC	8	3.13	ABC	11	33.82	A	5	42.24	ab
8	4.89	ABC	3	2.98	ABC	10	32.70	A	11	41.92	ab
10	4.09	ABC	11	2.78	ABC	15	32.57	A	3	41.65	abc
11	4.06	ABC	9	2.76	ABC	13	30.98	AB	4	41.62	abc
9	3.92	ABC	10	2.74	ABC	12	30.09	AB	8	40.82	abc
12	2.96	ABC	12	2.10	ABC	9	29.70	AB	2	40.34	abc
1	2.73	BC	16	1.90	BC	6	28.94	AB	16	40.15	abc
14	2.48	BC	15	1.81	BC	3	28.92	AB	13	39.90	abc
15	2.48	BC	14	1.74	BC	14	28.69	AB	10	39.13	abc
16	2.33	BC	1	1.67	BC	1	28.63	AB	14	39.06	abc
7	2.09	C	13	1.59	BC	16	28.40	AB	9	36.46	abc
4	2.05	C	4	1.18	C	7	27.85	AB	7	35.58	bc
13	1.53	C	7	1.17	C	4	22.44	B	1	34.85	c

氯化钾>过磷酸钙>硼酸>硫酸镁>钼酸铵>硫酸亚铁>硝酸铵>磷酸二氢钾。从表 5 多重比较结果可以看出,处理 5、处理 2 单果质量最大,都接近 34.5 g,处理 4 单果质量最小,仅为 22.44 g,处理 7 次之。

2.2.4 不同施肥方法对鲜果出籽率的影响 从表 4 可以看出,施过磷酸钙对鲜果出籽率影响显著 ($P<0.05$),其他各因素对单果质量影响都不显著,从极差可以看出,各因素对鲜果出籽率影响权重大

小表现为过磷酸钙>尿素>有机肥>钼酸铵>氯化钾>氨基酸>硝酸铵>硫酸钾>硫酸亚铁>磷酸二氢钾>硼酸>施肥时间>硫酸镁。从表 5 多重比较结果可以看出,处理 12 鲜果出籽率最高,达到了 43.30%,处理 1 鲜果出籽率最低,仅为 34.85%。

3.3 不同施肥方法对茶籽经济性状的影响

2.3.1 不同施肥方法对茶籽含水量影响 从表 6 可以看出,除氨基酸对鲜籽含水量影响显著 ($P<0.05$)外,其他各因素对鲜籽含水量影响都不显著,

从极差可以看出,各因素对鲜籽含水量影响权重大小表现为氨基酸>硫酸镁>施肥时间>硝酸铵>硫酸亚铁>硼酸>钼酸铵>硫酸钾>过磷酸钙>

磷酸二氢钾>氯化钾>尿素>有机肥。从表 7 多重比较结果可以看出,处理 8 鲜籽含水量最高,达到了 62.28%,处理 11 鲜籽含水量最低,为 54.49%。

表 6 茶籽相关指标及开花数量方差和极差分析结果

变异来源	自由度	鲜籽含水量(%)		茶籽出仁率(%)		种仁出油率(%)		开花数量(朵)	
		P 值	R	P 值	R	P 值	R	P 值	R
第 1 列	3	0.101 4	3.814 3	0.904 5	0.922 0	0.556 7	1.702 1	0.000 0	39
第 2 列	1	0.974 6	0.076 3	0.614 2	1.288 9	0.075 3	3.789 7	0.054 3	14
第 3 列	1	0.829 6	0.514 6	0.385 8	2.221 7	0.889 3	0.293 1	0.282 8	8
第 4 列	1	0.663 8	1.040 2	0.819 0	0.584 5	0.167 9	2.923 6	0.215 8	9
第 5 列	1	0.827 5	0.521 1	0.250 7	2.949 2	0.364 3	1.915 4	0.191 6	10
第 6 列	1	0.489 0	1.657 5	0.653 7	1.146 8	0.672 7	0.889 6	0.126 1	11
第 7 列	1	0.409 3	1.978 3	0.303 0	2.641 7	0.912 8	0.230 4	0.098 8	12
第 8 列	1	0.740 8	0.791 4	0.545 4	1.546 5	0.968 4	0.083 3	0.122 8	11
第 9 列	1	0.618 9	1.190 7	0.188 0	3.385 9	0.243 8	2.465 9	0.396 7	6
第 10 列	1	0.455 9	1.786 9	0.696 2	0.997 9	0.473 7	1.510 7	0.220 9	9
第 11 列	1	0.089 8	4.102 2	0.632 9	1.220 9	0.063 8	3.954 6	0.465 1	5
第 12 列	1	0.525 8	1.519 3	0.837 4	0.524 1	0.548 7	1.263 8	0.169 5	10
第 13 列	1	0.019 4	5.711	0.328 7	2.504 2	0.009 7	5.590 4	0.100 2	12

表 7 茶籽相关指标和开花数量多重比较结果

鲜籽含水量(%)			茶籽出仁率(%)			种仁出油率(%)			开花数量(朵)		
处理	均值	5% 显著水平	处理	均值	5% 显著水平	处理	均值	1% 极显著水平	处理	均值	1% 极显著水平
8	62.28	a	3	56.81	a	13	41.55	A	1	56	A
2	61.23	ab	8	55.64	ab	7	41.14	A	3	54	A
5	61.17	abc	16	55.00	ab	6	40.32	AB	2	54	A
3	61.10	abc	12	54.64	ab	12	39.82	AB	4	16	B
1	60.91	abc	15	54.43	ab	16	39.37	AB	5	14	B
14	60.29	abc	10	54.25	ab	11	38.39	AB	8	9	B
4	60.08	abc	6	54.20	ab	4	37.97	AB	7	8	B
15	59.51	abc	14	54.11	ab	3	37.60	AB	6	7	B
12	58.22	abc	9	54.06	ab	1	37.27	AB	14	7	B
10	57.76	abc	5	53.36	ab	8	37.22	AB	9	6	B
16	57.09	abc	7	53.06	ab	15	36.00	AB	10	5	B
13	56.23	abc	1	52.79	ab	14	35.16	AB	11	4	B
9	55.90	abc	13	52.74	ab	10	35.10	AB	12	1	B
7	55.71	abc	4	52.52	ab	5	34.98	AB	13	1	B
6	54.68	bc	2	50.69	ab	9	34.81	AB	16	0	B
11	54.49	c	11	49.23	b	2	33.24	B	15	0	B

2.3.2 不同施肥方法对茶籽出仁率的影响 从表 6 可以看出,各因素对茶籽出仁率影响都不显著,从极差可以看出,各因素对茶籽出仁率影响权重大小表现为硫酸亚铁>氯化钾>硝酸铵>氨基酸>尿素>磷酸二氢钾>有机肥>硫酸镁>钼酸铵>硼酸>施肥时间>过磷酸钙>硫酸钾。从表 7 多重比

较结果可以看出,处理 3 茶籽出仁率最高,达到了 56.81%,处理 11 茶籽出仁率最低,为 49.23%。

2.3.3 不同施肥方法对种仁出油率的影响 从表 6 可以看出,氨基酸对种仁出油率影响极显著($P < 0.01$),其他各因素对种仁出油率率影响都不显著,从极差可以看出,各因素对种仁出油率影响权重重大

小表现为氨基酸 > 硫酸镁 > 有机肥 > 过磷酸钙 > 硫酸亚铁 > 氯化钾 > 施肥时间 > 硼酸 > 硫酸钾 > 钼酸铵 > 尿素 > 硝酸铵 > 磷酸二氢钾。从表 7 多重比较结果可以看出,处理 13 和处理 7 种仁出油率最高,都超过 41%,处理 2 种仁出油率最低,为 33.24%。

2.4 不同施肥方法对油茶开花数量的影响

从表 6 可以看出,施肥时间对油茶开花数量影响极显著($P < 0.01$),其他因素对油茶开花数量影响不显著,从极差可以看出各因素对油茶开花数量影响权重大小表现为施肥时间 > 有机肥 > 硝酸铵、氨基酸 > 钼酸铵、磷酸二氢钾 > 氯化钾、硫酸钾 > 过磷酸钙、硼酸 > 尿素 > 硫酸亚铁 > 硫酸钾。从表 7 多重比较结果可知,处理 1、处理 2、处理 3 开花数量最多,处理 15 和处理 16 开花数量最少,调查时还没有开花。

3 讨论与结论

3.1 不同施肥方法对油茶叶片相关指标的影响

叶片是植物重要能量供给来源,叶片中叶绿素含量是衡量植物获得能量高低的重要指标,叶绿素含量一般与植物含氮量呈正相关^[13]。施肥效果好坏可以通过诊断植物叶片相关指标来评价,因此叶片营养诊断是植物养分诊断的重要方法和途径,其精确性已经被广泛接受,叶片营养诊断一方面可以了解施肥效果,另一方面可以指导施肥^[14]。叶面相对湿度与温度一般与叶片光合作用效率及强度有一定关系,叶片蒸腾作用越强,叶面相对湿度就较大,叶面温度与光合作用效率也有直接关系,适合的温度有利于叶片光合作用^[15]。本研究表明,尿素、硝酸铵及施肥时间对叶片 SPAD 值影响极显著,硫酸镁对叶片 SPAD 值影响显著;尿素和硝酸铵的施用对油茶叶片含氮量影响极显著,施用过磷酸钙、钼酸铵和磷酸二氢钾对油茶叶片氮含量影响显著;施肥时间、尿素和硝酸铵的施用对油茶叶面相对湿度影响极显著,施用钼酸铵对油茶叶面相对湿度影响显著;施肥时间、尿素、硝酸铵和硫酸钾的施用对油茶叶面温度影响极显著,施用有机肥、钼酸铵和硼酸对油茶叶面温度影响显著,尿素、硝酸铵、施肥时间对叶片相关指标影响权重最大。本研究结果与相关教材中植物营养与施肥部分论述一致,也有相关研究^[16-18]支持了上述观点,本研究表明处理 1 叶片 SPAD 值及含氮量最高,为最佳施肥处理。

3.2 不同施肥方法对油茶产量的影响

植物产量是农业生产的重要指标,多年生木本植物处理常常出现大小年,油茶自花可育性低,而且大小年非常明显。提高油茶产量和改变大小年目前主要方法有选择良好品种、施肥、整形修剪等,选择高产稳产良种是解决油茶高产和连续稳产的根本方法,而养分管理是解决油茶高产稳产最有效和实用的方法,整形修剪、保花保果及水分管理是重要辅助措施^[19]。实现连年稳产和丰产是植物施肥及养分管理的重要目的,油茶施肥技术被广泛运用油茶丰产稳产栽培,虽然取得了一定效果,但还是不能从根本上或者有效解决油茶产量问题,在投入和产出方面没有可控和可预见作用,因此油茶施肥成为很多种植者最为困惑的农业措施,研究施肥量、施肥方法、肥料配比与产量的关系是解决种植者施肥投入的重要基础。本研究表明,施肥时间对产量影响极显著,施用硫酸钾和氨基酸对产量影响显著,施用硫酸钾对 2 年平均产量影响极显著,施用氨基酸对 2 年平均产量影响显著,氨基酸、硫酸钾、施肥时间、有机肥、尿素为产量权重最大的 5 个因素,处理 2 产量都最高。从试验结果可以看出,适时施肥对植物生长、产量提高具有重要作用,尿素是植物氮素重要补充肥料,硫酸钾较氯化钾更有利于油茶产量提高,有机肥是油茶产量提高的重要因素,氨基酸肥料对产量影响最为重要与现在植物养分管理主流观点^[20-21]是一致的。氨基酸肥在油茶上的应用鲜有报道,本次研究体现出氨基酸肥在油茶高产稳产中具有重要的作用。

产量虽然是油茶高产的重要指标,但是油茶经济获得部分为茶籽,油茶果壳没有经济效益,因此提高出籽率是衡量茶果优质的重要指标,高产量、高出籽率是油茶栽培的重要目标,出籽率一般与茶籽质量、茶壳厚薄及茶果大小分布比例等有关^[22],本研究表明,施用硫酸钾对单果质量影响极显著,施用过磷酸钙对鲜果出籽率有显著影响,硫酸钾、氨基酸、尿素、施肥时间、有机肥对单果质量影响权重较大,过磷酸钙、尿素、有机肥、钼酸铵、氯化钾对鲜果出籽率影响权重较大,处理 2 和处理 5 单果质量最大,处理 12 鲜果出籽率最高。

3.3 不同施肥方法对茶籽经济性状的影响

茶籽是油茶制油的原料,茶籽决定了茶油产量和品质,一般来讲,经适度处理茶籽出油率、脂肪酸组成都会发生一定改变^[23]。本试验为客观评价不

同处理茶籽相关指标,采后立即脱籽,茶籽晾晒 3 d 立即将茶籽烘干,并记录各环节质量变化。从本研究可以看出,氨基酸对鲜籽含水量和种仁出油率影响显著,氨基酸、硫酸镁、施肥时间、硝酸铵、硫酸亚铁等因素对鲜籽含水量影响显著,处理 11 鲜籽含水率最低;各施肥因素对茶籽出仁率都没有显著影响,硫酸亚铁、氯化钾、硝酸铵、氨基酸、尿素等因素对茶籽出仁率影响权重较大,处理 3 茶籽出仁率最高;氨基酸、硫酸镁、有机肥、过磷酸钙、硫酸亚铁对种仁出油率影响权重较大,处理 13 和处理 7 种仁出油率较高。茶籽鲜籽含水率与茶籽干质量和茶籽出仁率一般呈负相关关系,茶籽含水率影响因素一般有茶果成熟度及茶籽发育程度、茶果成熟过程中环境水分含量以及采后处理等,籽含水率主要是由种仁含水率体现,茶籽种壳含水率影响较小,因此认为经充分成熟及良好水肥管理条件下,茶籽发育程度良好,干物质积累完全,籽和种仁含水量就低,茶籽产量就高,平均茶籽出仁率影响主要是受品种差异,其次是茶籽大小及分布均匀程度。种仁出油率影响因素最关键的是品种,优良品种决定了种仁出油率及品质,其次是以良好水肥管理为主的农业栽培措施,再次是茶籽成熟程度及采后处理过程油脂转化率。因此,为了最大限度提高产油量,必须选择高含油率品种,进行科学栽培管理及病虫害防治,充分成熟后进行采摘,严禁提早采摘,采摘后需进行科学储藏和堆沤处理^[24]。

3.4 不同施肥方法对油茶开花数量的影响

油茶产量的形成是基于油茶开花数量、开花时间、花发育情况、开花授粉时天气以及是否有授粉媒介等,油茶低产原因除自花可育性差,还存在花期遇见低温阴雨天气而导致授粉失败或者授粉后败育,因此花期提前和花期避开低温阴雨天气可以提高授粉成功以及授粉后坐果率^[25-26]。本研究主要考察不同施肥处理对油茶开花时间的影响,提早开花就可以避免低温天气,通过采果后第 10 天计算开花总数量来间接推断开花时间早晚。从研究结果可以看出,施肥时间对油茶开花数量影响极显著,可见施肥时间决定了开花时间的早晚,其次施用有机肥对开花时间也有明显影响,试验结果表明,处理 1、处理 2、处理 3 开花时间较早,这与实际观察现象是一致的,可见秋冬季对油茶足量施肥可以促进下一年开花时间。

综上分析,处理 2 为最佳处理,显示足量施肥可

以获得油茶高产和稳产,在年前施肥时间最佳,在施肥时用硫酸钾代替氯化钾,尿素与硝酸铵可以接替使用,在进行叶面喷施氨基酸肥时同时添加磷酸二氢钾,其他微量元素可以依据养分诊断结果添加到氨基酸肥中进行叶面喷施。也有研究表明,冬季以施有机肥为主,不施速效化学肥料,主要原因是秋冬季节油茶树进入了低温休眠状态,对养分吸收与利用较少,这时候施用养分含量高的化学肥料容易造成浪费,基于此可以进一步研究冬季施肥技术,并探讨和明确施肥投入与产出比和肥料减施问题,为油茶林地高产高效施肥提供依据。

参考文献:

- [1] 陈永忠,邓绍宏,陈隆升,等. 油茶产业发展新论[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2020,44(1):1-10.
- [2] 王金凤,谭新建,吴喜昌,等. 我国油茶产业发展现状与对策建议[J]. 世界林业研究,2020,12(16):1-12.
- [3] 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.
- [4] 陈隆升,陈永忠,许彦明,等. 油茶花、果及春梢生长相关性研究[J]. 中南林业科技大学学报,2018,38(1):1-5.
- [5] 李 军,万君祥. 果树大小年结果原因与调整措施[J]. 西北园艺(果树),2018(5):19-20.
- [6] 张松文. 富士响应外源 GA_3 和“大小年结果信号”花芽孕育的生理分子机制[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2016.
- [7] 漆小雪,韦 霄,蒋运生,等. 银杏大小年结果植株叶片的营养元素比较研究[J]. 广西植物,2006(3):325-329.
- [8] 马 玲,张 鑫,孟 莹,等. 喷施 GA_3 和 6-BA 对“富士”苹果顶芽内源激素及成花成枝的影响[J]. 西北植物学报,2018,38(5):873-884.
- [9] 胡恩旗. 海南油茶克服大小年的保花保果与施肥技术研究[D]. 海口:海南大学,2017.
- [10] 王文和,关雪莲. 植物学[M]. 北京:中国林业出版社,2015:230-268.
- [11] 李安亮,陈永忠,王 瑞. 油茶施肥技术研究进展[J]. 中国农学通报,2015,31(31):36-40.
- [12] 许鹏波,薛 立. 油茶施肥研究进展[J]. 中国农学通报,2011,27(8):1-6.
- [13] 朱丽丽,李井会,宋述尧. 大白菜叶片 SPAD 值与叶绿素含量及含氮量的关系[J]. 北方园艺,2010(23):15-17.
- [14] 莫宝盈,易立飒,奚如春,等. 油茶叶片营养诊断分析样品适宜采集期研究[J]. 经济林研究,2013,31(1):13-19.
- [15] 苏文华,张光飞. 土壤温度与气温对紫花雪山报春光合作用和蒸腾作用的影响[J]. 西北植物学报,2002,22(4):824-830.
- [16] 胡霭堂. 植物营养学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2003.
- [17] 杨亦扬. 氮素对茶叶叶片品质成分影响机理研究[D]. 南京:南京农业大学,2011.
- [18] 曹永庆,姚小华,滕建华,等. 施肥对油茶春梢生长及叶片矿质元素含量的影响[J]. 经济林研究,2017,35(2):166-170.

姜宗庆,李 豪,曾 理. 氮素指数施肥对紫楠幼苗生长及氮积累的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(1):116-120.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.01.021

氮素指数施肥对紫楠幼苗生长及氮积累的影响

姜宗庆,李 豪,曾 理

(江苏农牧科技职业学院,江苏泰州 225300)

摘要:为探讨氮素指数施肥对紫楠幼苗生长及氮积累的影响,以二年生紫楠实生苗为试验材料,采用盆栽方法,设定对照(CK)、常规施肥(CF)和指数施肥(EF1、EF2、EF3)共 5 个处理,施纯氮总量分别为 0、600、600、1 200、1 800 mg/株,分别测定紫楠幼苗的苗高、地径、生物量、氮质量分数等指标。结果显示,紫楠幼苗的苗高、地径、全株生物量对氮素指数施肥的响应显著,3 个指标最大值均为 EF2 处理,分别为 68.77 cm、6.38 mm、61.77 g/株;施肥处理根生物量与对照无显著差异,而各指数施肥处理的茎、叶和全株生物量均显著高于对照($P < 0.05$);EF2 处理茎、叶最高,显著高于 CF 处理。各处理根冠比表现为 CK > EF1 > CF > EF3 > EF2,其中对照显著高于施肥处理。EF 处理叶、根和总氮质量分数和积累量均显著高于对照,EF 处理总氮质量分数和积累量高于或显著高于 CF 处理。相比于对照,施肥处理根和茎的氮积累量占比有所下降,而叶部氮积累量占比上升。相同施氮量下,EF1 处理氮素收获指数显著高于 CF。EF2 处理仍保持较适宜的氮素收获指数。指数施肥对紫楠幼苗高径生长、生物量、氮质量分数和氮积累量促进作用显著。综合各项指标,指数施肥施氮量为 1 200 mg/株是紫楠幼苗培育的最佳处理。

关键词:紫楠;指数施肥;幼苗生长;氮积累;氮质量分数

中图分类号:S792.240.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)01-0116-05

苗木质量优劣影响造林效果,提高造林成活率的前提是培育高质量的苗木^[1]。影响植物生长和发育的首要因素之一是氮含量,生产上施氮可以改善苗木质量,但在实践中,氮肥的利用率往往较低,如何提高氮肥利用率成为亟需解决的问题^[2]。常规施肥往往采用等量施用方式,不符合苗木各生育阶段的不同养分需求,常导致养分利用率低或施肥过量问题。指数施肥以苗木生长规律为依据,采用指数递增方式,可以最大程度满足植物不同生育阶段的养分需求^[3-4]。指数施肥诱导苗木对养分进行

奢侈吸收,从而提升植株内部养分载荷,苗木竞争力增强^[5-6]。和传统施肥相比,指数施肥培育的苗木产量与质量更高^[7],同时可有效减少肥料施用,达到保护环境的目的。

前人利用稳态养分理论对落羽杉^[8]、夏蜡梅^[9]、楸树^[10]、白桦^[11]等树种开展了指数施肥的研究,取得了一定的研究成果。紫楠[*Phoebe sheareri* (Hemsl.) Gamble]为樟科楠属常绿乔木,不仅以材质优良而著称,而且也是优良的园林绿化树种。目前,关于紫楠苗木培育的研究较少,指数施肥对紫楠育苗的研究鲜见报道。本研究以二年生紫楠幼苗为材料,设置不同施氮处理,比较指数施肥对紫楠幼苗生长及氮素积累的影响,以期获得最佳施氮方式,为生产上紫楠育苗提供理论依据。

收稿日期:2021-03-18

基金项目:江苏省大学生创新创业项目(编号:202012806027Y);江苏农牧科技职业学院项目(编号:NSF201709)。

作者简介:姜宗庆(1976—),男,江苏兴化人,博士,副教授,主要从事园林植物教学与科研工作。E-mail:1029130885@qq.com。

[19]贾婷婷. 利用库源关系调控油茶大小年技术研究[D]. 北京:北京林业大学,2018.

[20]李安亮,陈永忠,王 瑞,等. 氨基酸态氮对油茶嫁接苗生长的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2016,36(7):25-30.

[21]刘春生. 土壤肥科学[M]. 北京:中国农业出版社,2006:186-223.

[22]杜洋文,邓先珍,徐春永,等. 主成分分析法在油茶无性系综合评价中的应用[J]. 江西农业大学学报,2012,34(6):1193-1198.

[23]马 力,钟海雁,陈永忠,等. 油茶果采后处理对油茶籽内在品质的影响研究[J]. 中国粮油学报,2014,29(12):73-76.

[24]黄光文,张祖姣,沈玉平,等. 油茶自然落籽特性的研究[J]. 湖南科技学院学报,2019,40(10):38-40.

[25]黎章矩,曾燕如,戴文圣. 油茶低产低效的内外影响因子调查[J]. 林业工程学报,2009,23(5):26-31.

[26]陈隆升,陈永忠,彭邵锋,等. 湖南省油茶林产量调查研究[J]. 湖南林业科技,2016,43(5):67-70.