

云南红壤上蓖麻栽培的施肥技术研究

李文昌¹, 江惠琼², 郭顺堂³, 苏德纯⁴

- (1. 云南省农业科学院经济作物研究所, 云南 昆明 650205;
2. 云南省农业科学院农业经济与信息研究所, 云南 昆明 650205;
3. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083;
4. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094)

摘要: 以云南北亚热带气候下的红壤旱地为试验条件, 选用蓖麻品种 TCO-202 为试验材料, 依据蓖麻的营养特性和吸肥规律, 结合云南红壤氮、磷、钾的含量与利用效率, 制定适合云南红壤上蓖麻栽培的施肥技术研究方案。运用普通过磷酸钙(750 kg/hm²)和腐熟农家肥(15 000 kg/hm²)做基肥, 以不施任何基肥为对照, 并以尿素的3种施肥水平(300 kg/hm², 450 kg/hm², 600 kg/hm²)做追肥处理, 对当年生和第2年宿生蓖麻的产量作综合分析。试验结果表明: TCO-202 在云南红壤上栽培, 以15 000 kg/hm²有机肥作底肥, 450 kg/hm²尿素作追肥的产量最好, 当年生和宿生都获得最高的种子产量, 当年生蓖麻产量为2 403.35 kg/hm², 第2年宿生蓖麻产量为4 550.02 kg/hm²。

关键词: 栽培; 施肥技术; 蓖麻; 红壤

中图分类号: S 565.6.062 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X(2006)01-0114-05

A Fertilizing Technology Research on the Red Soil Cultivation of Castor (*Ricinus communis*) of Yunnan Province

LI Wen-chang¹, JIANG Hui-qiong², GUO Shun-tang³, SU De-chun⁴

- (1. Cash Crop Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China;
2. Institute of Agricultural Economy and Information, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China;
3. College of Food and Nutrition Sciences, China Agricultural University, Beijing 100083, China;
4. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: This text regards the dry land with red soil under the northern subtropics climate as experimental term of Yunnan, and chooses the variety TCO-202 of Castor (*Ricinus communis*) as test material. Then, according to the nutrition characteristics and fertilizer absorption rule of Castor (*Ricinus communis*), to establish a research program of fertilizing technology under the condition of red soil cultivation of Castor (*Ricinus communis*) with considering the content and utilization efficiency of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) in the red soil of Yunnan province. It takes ordinary superphosphate and decayed farm manure as basal manures respectively without fertilizing any basic manure before as contrast, and treat urea as complementary fertilizer in three fertilizing quotas (300 kg/hm², 450 kg/hm², 600 kg/hm²), to analyze the annual yields and perennial yields in the second year of Castor (*Ricinus communis*) comprehensively. Eventually, the results indicate that TCO-202 will hit its best yields and the highest seedling yields both in annual and perennial under the condition of red soil cultivation with taking 15 000 kg/hm² organic manure as basic manure and 450 kg/hm² urea as comple-

收稿日期: 2005-06-09

作者简介: 李文昌(1968-), 男, 云南大理人, 硕士, 副研究员, 主要从事特种油料作物育种及栽培技术研究工作。

mentary fertilizer, the annual yields of Castor (*Ricinus communis*) will hit 2 403.35 kg/hm² while the perennial yields in the second year hitting 4 550.02 kg/hm².

Key words: cultivation; fertilizing technology; Castor (*Ricinus communis*); red soil

云南红壤旱地有机质含量比较低,有效氮和有效磷含量极其缺乏。试验地块有机质含量为 1.18%,全氮含量为 0.11%,土壤有效氮含量低,属瘦瘠的低产红壤旱地,加之蓖麻在云南属宿生作物,使蓖麻长期处于连作的田间环境条件,土壤氮素供应远远不能满足作物生长的要求。云南红壤耕地磷素储量并不低,全磷含量接近全国平均水平,土壤全磷含量为 0.05%。但由于云南红壤酸性强,pH 一般为 4.5~6.5 之间,土壤中的铁、铝多,它易同磷酸化合生成溶解度较低,难以利用的磷酸铁、铝盐类,降低磷素对作物的有效性。红壤对磷的吸收固定表现为红壤肥力愈高,吸收固定的磷较少,释放较多;肥力愈低,吸收固定多而释放少,施用的磷肥大部分被土壤吸收固定,肥料利用率很低。据云南红壤利用试验资料记载,低肥红壤追施磷肥后,90%以上被土壤吸收,时隔 30 d,吸收的磷仅有 15.4% 可以释放出来。相对来说,云南红壤的全钾含量缺乏不太严重,全钾含量为 1.20%,在目前蓖麻种植产量下,缺钾问题还不很突出^[1]。因此,增加土壤有机质含量,合理增施氮、磷肥料,解决云南红壤缺乏有效氮和有效磷对蓖麻生长发育的制约,是获得蓖麻丰产丰收的关键。

蓖麻干物质积累和养分吸收规律,在云南低肥力的红壤上栽培蓖麻,氮、磷、钾的吸收比例为 1:0.16:0.57,每形成 100 kg 蓖麻籽吸收的氮、磷、钾量分别为 7.71 kg,1.26 kg,4.42 kg。产量为 1 836.76 kg/hm² 的蓖麻,每公顷需尿素 307.95 kg,普钙 332.04 kg,氯化钾 195.71 kg^[2]。依据蓖麻干物质积累和吸肥规律的试验分析结果,并结合云南红壤土壤氮、磷、钾的含量与利用效率,研究制定适合云南红壤条件下蓖麻栽培的施肥技术研究方案。试验以普通过磷酸钙和腐熟农家肥做基肥两个处理(其中普钙 750 kg/hm²,农家肥 15 000 kg/hm²),以不施任何底肥为对照,并以尿素做追肥,分 3 种施肥水平(300,450,600 kg/hm²)。通过对当年生和宿生 2 年生蓖麻的产量作方差分析,得出在云南红壤条件下蓖麻栽培的高产施肥技术方案。

1 材料方法

1.1 供试条件

试验在云南省农业科学院试验场的红壤上进行,该地区年平均气温在 12.2~16.3℃ 间,年平均相对湿度为 74%,年平均降水量约 1 006.5 mm,年日照时数 2 200~2 700 h^[3]。试验地土壤情况均匀,经土壤养分含量测定(0~20 cm 土层),有机质含量为 1.18%,全氮(N)含量 0.11%,全磷(P)含量 0.05%,全钾(K)含量 1.20%。

1.2 供试蓖麻品种

以云南的主栽品种 TCO-202 为试验材料。TCO-202:1995 年由云南省农业科学院油料所从泰国蓖麻油脂公司引入,原选育地在曼谷近郊,该品种是由美国和以色列 2 个材料的杂交后代选育而成,在云南栽培属多年生品种。

1.3 供试肥料

有机肥(腐熟的猪粪):含全氮 0.55%,全磷 0.24%,全钾 0.29%。

普通过磷酸钙:含 P₂O₅16%

尿素:含氮率 46%

1.4 试验方法

1.4.1 试验设计

试验采用随机区组设计,共有 9 种不同的处理,每个处理 3 次重复,共设 27 个小区(见表 1)。小区面积 30 m²,每个小区种植 60 株。

表 1 肥料试验的处理

底肥处理	数量/ (kg·hm ⁻²)	代码	追肥处理/ (kg·hm ⁻²)	代码	处理 代号
空白 (CK)	0	A ₁	300	B ₁	1
			450	B ₂	2
			600	B ₃	3
普通过 磷酸钙	750	A ₂	300	B ₁	4
			450	B ₂	5
			600	B ₃	6
有机肥	15 000	A ₃	300	B ₁	7
			450	B ₂	8
			600	B ₃	9

1.4.2 种植方法

按株距 × 行距 = 0.5 m × 1 m 种植, 种植密度为 19 995 株/hm²。

1.4.3 施肥方法

根据有机肥和普通磷酸钙肥效释放缓慢, 以及南方蓖麻生育后期植株高大难施肥, 播种前将普通磷酸钙和农家肥做基肥, 按试验计量要求 1 次施用。根据蓖麻吸肥速率从苗期到现蕾期、从开花期到灌浆期吸收速率最快, 这两个时期的吸氮(N)速率分别为: 0.043 g/日 · 株和 0.072 g/日 · 株^[2], 因此, 作为氮肥的尿素分别用做苗肥和穗肥, 分 2 次施入(其中苗肥占施用量的 1/3, 穗肥 2/3), 苗肥在 6~7 片真叶追施, 穗肥在主穗开花时追肥。第 2 年不施任何肥料, 只做冬春管理, 进行砍伐和整枝。

1.4.4 田间管理

按大田管理, 播种浇灌 1 次, 当年生蓖麻生育期不进行整枝、打顶, 冬天进行相同的冬春管理, 在 1 月 30 日左右, 距地面 40 cm 处对蓖麻进行砍伐。第 2 年宿生蓖麻在 3 月中旬蓖麻分枝为 20 cm 左右时进行整枝, 每株留生长健壮的 3~4 个分枝^[4]。

1.4.5 测定方法

以实际收获的种子为小区产量。通过对两年产量进行综合分析, 确定最佳的施肥方案。

1.4.6 分析方法

分析方法采用唐启义, 冯明光编著的《实用统计分析及其 DPS 数据处理系统》中的二因素完全随机区组设计方差分析法。

2 结果与分析

2.1 不同施肥条件下对当年生蓖麻产量的影响

表 2 当年生蓖麻小区产量

Tab.2 The yield of annual Castor (*Ricinus communis* L.) plot kg

底肥	处理	追肥/ (kg · hm ⁻²)	处理	重复 I	重复 II	重复 III
1	无	A ₁	300	B ₁	4.11	4.35 4.19
2	无	A ₁	450	B ₂	4.76	4.93 4.83
3	无	A ₁	600	B ₃	4.06	4.08 3.80
4	磷肥	A ₂	300	B ₁	4.14	3.15 5.41
5	磷肥	A ₂	450	B ₂	4.78	5.50 5.86
6	磷肥	A ₂	600	B ₃	4.92	4.56 2.13
7	有机肥	A ₃	300	B ₁	5.38	5.56 5.45
8	有机肥	A ₃	450	B ₂	6.82	7.32 7.49
9	有机肥	A ₃	600	B ₃	3.42	5.33 5.08

表 3 当年生蓖麻不同基肥 A 因素 Duncan 多重比较结果

Tab.3 The Duncan results of multiple comparisons on the different basal manure of A - factor of annual Castor (*Ricinus communis* L.)

处理	平均	5% 显著水平	1% 极显著水平
A ₃	5.761 1	a	A
A ₂	4.494 4	b	B
A ₁	4.345 6	b	B

从表 3 看出, 不同底肥的处理(A 因素)间, A₃ 与处理 A₂, A₁ 间存在极显著差异, 说明以有机肥做底肥的处理产量与普钙为底肥和不施底肥的处理都存在极显著差异。

表 4 当年生蓖麻不同追肥 B 因素 Duncan 多重比较结果

Tab.4 The Duncan results of multiple comparisons on the different complementary fertilizer of B-factor of annual Castor (*Ricinus communis* L.)

处理	平均	5% 显著水平	1% 极显著水平
B ₂	5.81	a	A
B ₁	4.637 8	b	B
B ₃	4.153 3	b	B

从表 4 看出, B₂ 与 B₁、B₃ 存在极显著差异, 说明以 450 kg/hm² 做追肥的处理产量最高, 与 300 kg/hm² 的处理和 600 kg/hm² 的处理存在极显著差异。追肥最高的处理产量最低。

表 5 当年生蓖麻不同基肥和追肥 AB 组合 Duncan 多重比较结果

Tab.5 The Duncan results of multiple comparisons on the different basal manure and complementary fertilizer AB-combination of annual Castor (*Ricinus communis* L.)

处理	平均	5% 显著水平	1% 极显著水平
8	7.21	a	A
7	5.463 3	b	AB
5	5.38	bc	AB
2	4.84	bc	B
9	4.61	bc	B
4	4.233 3	bc	B
1	4.216 7	bc	B
3	3.98	bc	B
6	3.87	c	B

从表 5 看出, 处理 8 与其它处理存在显著差异, 同一底肥条件下, 追肥为 450 kg/hm² 的处理产量最高, 3 和 6 两个追肥最多的处理产量最低, 过多追肥使产量下降。表明处理 8 为本试验当年生

蓖麻的最佳方案。即:以有机肥 15 000 kg/hm² 做底肥,450 kg/hm² 尿素做追肥的处理丰产性最好。

处理 7 与处理 6 有显著差异。在 1% 水平下,处理 8 与处理 2,9,4,1,3,6 存在极显著差异,而处理 8,7,5 三处理间无显著差异,说明以磷肥为底肥,450 kg/hm² 尿素为追肥的处理也有增产的效果。

2.2 不同施肥条件下对第 2 年宿生蓖麻产量的影响

表 6 宿生蓖麻的小区产量

Tab.6 The yield of perennial Castor (*Ricinus communis* L.) plot kg

底肥	处理	追肥/ (kg·hm ⁻²)	处理	重复 I	重复 II	重复 III	
1	无	A ₁	300	B ₁	5.93	4.96	7.12
2	无	A ₁	450	B ₂	14.31	11.19	10.18
3	无	A ₁	600	B ₃	6.53	8.75	9.40
4	磷肥	A ₂	300	B ₁	6.02	5.99	6.19
5	磷肥	A ₂	450	B ₂	6.86	11.11	11.09
6	磷肥	A ₂	600	B ₃	8.77	11.18	9.09
7	有机肥	A ₃	300	B ₁	11.26	7.17	9.23
8	有机肥	A ₃	450	B ₂	12.06	19.43	9.47
9	有机肥	A ₃	600	B ₃	7.87	19.04	9.74

注:由于蓖麻越冬后各小区死株差异明显,造成各小区产量之间差异较大。

表 7 宿生蓖麻不同基肥 A 因素 Duncan 多重比较结果

Tab.7 The Duncan results of multiple comparisons on the different basal manure of A-factor of perennial Castor (*Ricinus communis* L.)

处理	平均	5% 显著水平	1% 极显著水平
A3	11.696 7	a	A
A1	8.707 8	b	A
A2	8.477 8	b	A

试验结果综合分析,在 A 因素下,施有机肥为底肥的处理(A₃)与处理 A₁、A₂ 产量在 5% 水平上存在显著差异,而 A₁ 与 A₂ 产量无显著差异,说明在此类土壤上种植宿生蓖麻,以有机肥为底肥效果最好,增产效果显著。

表 8 宿生蓖麻不同追肥 B 因素 Duncan 多重比较结果

Tab.8 The Duncan results of multiple comparisons on the different complementary fertilizer of B-factor of perennial Castor (*Ricinus communis* L.)

处理	平均	5% 显著水平	1% 极显著水平
B2	11.744 4	a	A
B3	10.041 1	ab	AB
B1	7.096 7	b	B

在 B 处理间,B₂ 与 B₁ 在 1% 水平下,存在极显著差异,而 B₂ (450 kg/hm²) 与 B₃ (600 kg/hm²) 无显著差异,说明 B₃ 和 B₂ 处理在蓖麻宿生后都能获得高产,而最佳施肥方案为 450 kg/hm² 为追肥的处理。

表 9 宿生蓖麻不同基肥和追肥 AB 组合 Duncan 多重比较结果

Tab.9 The Duncan results of multiple comparisons on the different basal manure and complementary fertilizer AB-combination of perennial Castor (*Ricinus communis* L.)

处理	平均	5% 显著水平	1% 极显著水平
8	13.653 3	a	A
9	12.216 7	a	A
2	11.893 3	a	A
5	9.686 7	ab	A
6	9.68	ab	A
7	9.22	ab	A
3	8.226 7	ab	A
4	6.066 7	b	A
1	6.003 3	b	A

AB 各个组合作 SSR 检验,分析结果表明,处理 8 以有机肥 15 000 kg/hm² 作底肥,450 kg/hm² 尿素作追肥的处理产量最高,与处理 1 和处理 4 在 5% 水平上存在显著差异。处理 8,9,2 差异不显著,在宿生后,蓖麻产量排名前 4 位的除处理 9 外,其它 3 个处理(处理 8,2,5)都为当年生追肥为 450 kg/hm² 尿素的处理。说明宿生后 AB 因素共同作用,仍以施有机肥作底肥,以 450 kg/hm² 尿素做基肥为最佳栽培技术方案。

3 讨论

(1) 栽培试验结果表明:TCO-202 在云南红壤栽培技术条件下,以有机肥 15 000 kg/hm² 作底肥,450 kg/hm² 尿素作追肥的处理产量最好,当年生和宿生都获得最高的种子产量,当年生蓖麻产量为 2 403.35 kg/hm²,第 2 年宿生蓖麻产量为 4 550.02 kg/hm²。说明以施有机肥 15 000 kg/hm² 作底肥,450 kg/hm² 尿素作追肥为最佳处理方案。栽培试验的当年生产量为 2 403.35 kg/hm²,需吸收纯氮 185.35 kg,折算为尿素需 402.94 kg,结合追肥、有机肥和土壤供氮量,与蓖麻吸收规律相一致。

(2) 2 年综合试验结果表明:600 kg/hm² 尿素做追肥的处理,当年生产量最低,与高产处理存在

显著差异。宿生后产量与 450 kg/hm² 的处理在同一水平,说明 600 kg/hm² 尿素做追肥对该生物产量已过剩。分析其原因主要是以尿素 600 kg 的处理在栽培当年由于氮肥施用量过多,造成蓖麻疯长,营养生长过旺,使蓖麻开花后授粉受精受阻,从而影响生殖生长,产量低于其它处理。因此,对于南方宿生蓖麻而言,最合理的高产施肥方案应该是以有机肥做底肥 15 000 kg/hm²,追施 450 kg/hm² 尿素作追肥,这样既经济又保护了农田环境。

(3) 在云南蓖麻主产区,种植蓖麻一般在无灌溉条件的山坡地上种植,因此,保证当年植株的营养生长相当重要,一方面抗寒性增强,另一方面宿生后植株健壮,挂果数多。种植当年的蓖麻产量一般为 1 500 ~ 2 250 kg/hm²,依照吸肥规律和干物质积累特点,在此生物产量下,每生产 100 kg 籽粒需尿素 16.77 kg,普钙 18.08 kg,氯化钾 10.66 kg。且宿生蓖麻处于连作的田间环境下,为顺利越冬和保持持续有效的肥料供应,实施当年养树,来年养果,栽培特点应结合各地实际重施有机肥作底肥,并适当配施磷肥和钾肥也是增产的有效措施。

(4) 从蓖麻的吸肥特点看,单靠有机肥来供应蓖麻的钾素是不够的,但由于蓖麻产值不高,从投入产出比分析,农民在种植蓖麻时没有施钾肥的习惯,因此本试验紧密结合实际,没有把施用钾肥做为试验的处理。这也是本试验的不足之处。

(5) 肥料的施用量还与土壤和气候条件有关,如降雨量较多,土壤保水、保肥性差,土壤中的养分流失大,应适量多施肥料;如降雨量较少,土壤保水、保肥性好,则应减少肥料的施用量。

[参考文献]

[1] 樊永言,叶惠民. 红壤的改良利用[M]. 昆明:云南人民出版社,1982.
 [2] 江惠琼. 云南红壤上蓖麻的氮、磷、钾吸收与施肥技术研究[D]. 北京:中国农业大学,2005.
 [3] 昆明市地方志编纂委员会. 昆明市志(第1分册)[M]. 北京:人民出版社,2003.
 [4] 江惠琼,李文昌. 宿生蓖麻的栽培技术措施[J]. 西南农业学报,2004,17(增刊):88~91.

云南农业大学教育部重点实验室被评估为“优秀”

云南农业大学“农业生物多样性与病虫害控制”教育部重点实验室在 2005 年全国参评的 48 个实验室中排名第二,获得“优秀”。获得优秀类的教育部重点实验室,可按照《高等学校科技创新工程重大项目培育资金项目管理办法》,在 2006 年度重大项目计划中组织申请一个项目,教育部在专家评审基础上,优先给予资助。根据教育部《高等学校重点实验室建设与管理暂行办法》,按照优胜劣汰的规则,对被评估为优秀的教育部或地方重点实验室,符合重点实验室总体规划的,可申请升级为国家重点实验室。

云南农业大学“农业生物多样性与病虫害控制”教育部重点实验室在这次评估中获得优秀,为争取获得国家级重点实验室奠定了基础,标志着云南农业大学教学科研水平和实力的进一步提升,为扩大云南农业大学知名度和影响力搭建了平台,对于提升办学层次和办学水平,激励广大师生奋发有为,不断推进学校的发展具有十分重要的意义。