

格拉姆柱花草在南亚热带典型土壤上 对施肥的反应

朱芳华 骆世明
(农学系)

摘要 试验结果表明:施用磷肥对格拉姆柱花草 (*Stylosanthes grahamensis* cv. Graham) 性状表现普遍较好;钾肥对前期生长不表现作用,而后期表现为一种积累效应。施磷肥在土壤有效磷 >5 ppm 时对柱花草促进作用不明显;在有效磷 3~5 ppm, pH >7 的土壤上施磷也无显著作用;施石灰和土壤 pH >7 均降低磷的有效性。在土壤缺磷纠正后,施钾肥效果明显;施钾肥容易导致植株钾的奢侈吸收和品质下降,施磷则能降低植株钾含量,提高柱花草品质。石灰的施用在 pH <5 的第 4 纪红土母质与花岗岩母质土壤上有显著促进作用,而在 pH >5 的微酸性及碱性土壤上施石灰的效果不显著或产生负效应。

关键词 柱花草;营养;肥料

格拉姆柱花草在华南地区推广种植有着广阔的发展前景。但关于其营养需求特性的研究国内极少,仅见海南东方^[8],广东惠来^[3],广西畜牧所^[1,2]等有过一些试验和观察报道;国外的研究也不多。各地研究比较多的集中于石灰和磷肥效应方面^[5~7,9,10]。但由于各地的生态条件差别,结果不尽一致。因此,本试验选取广东 10 个主要类型土壤,探索柱花草的营养需求特性。

1 材料与方法

采土情况及各类土壤理化性状见表 1、表 2,盆栽格拉姆柱花草试验考察因素包括:土壤类型(10 个),施磷、施钾、施石灰,每个营养元素各两水平(有与无),考察各土壤、肥料的各级互作。采用随机区组设计,三重复(表 3),盆栽用陶盆,直径 20 cm 高 20 cm,采 0~10 cm 表土风干过 0.5 cm 筛,每盆装 4 kg,试验在本校生态综合场进行,于 1988 年 4 月 8 日播种,10 月 8 日大部分始盛花期收获。每盆播 25 粒接种根瘤菌种子,定苗 4 株。试验期间观察记载柱花草生长情况与天气状况。

2 结果与讨论

2.1 施肥对柱花草性状影响

2.1.1 施用磷肥对地上地下部生物量、根瘤数、蛋白质含量、苗期叶龄、株高、后期分枝与株高比率均有显著促进作用,对开花数无显著效应。见表 4,表 5。

1990 年 7 月 14 日收稿

表1 采样供试土壤情况

代号	采土地点	地形	土属	植被组成	植被盖度%	附近土地利用方式	质地
A	广州市郊石牌	低丘	花岗岩赤红壤	芒箕、茅草、桃金娘等	50	各类牧草	中壤土
B	乐昌县廊田镇牛岗坪	缓坡	第四纪红土红壤	杂草	10	茶叶、马尾松、牧草	重壤土
C	乐昌县九峰镇三联村	低丘	花岗岩红壤	茅草、杂灌	90	林地、稻田	中壤土
D	乐昌县两江乡水楼下	丘陵	砂页岩红壤	灌丛、茅草、松、杉	50	杉、松	轻壤土
E	乐昌县庆云乡水文站	丘陵缓坡	红色石灰土	茅草	60	杉林、菜地	轻壤土
F	乐昌县坪石镇金鸡岭	丘陵	碱性紫色土	茅草、零星杂灌	50	杉林、菜地	中壤土
G	徐闻县下桥坑仔	台地	玄武岩砖红壤	飞机草、杂灌	30	菠萝、蔗等	重壤土
H	徐闻县迈城新地	滨海低丘	浅海沉积物砖红壤	绊根草	10	木麻黄林、水田	紫砂土
I	廉江县良垌赤岭	低丘	花岗岩砖红壤	杂草	5	柑桔等	砂壤土
J	南海县沙涌	丘陵	砂页岩赤红壤	茅草、桃金娘、杂灌	85	竹林、马尾松、菜地等	砂壤土

表2 各类土壤主要理化性质

土壤类型	代号	pH (1:5水)	全氮 %	有效磷 ppm	缓效磷 ppm	有机质 %	阳离子 代换量 me/100g土	盐基 饱和度 %	物理性 粘粒 <0.01mm%
花岗岩赤红壤	A	5.01	0.098	1.22	64	2.51	11.01	28.9	40.0
第四纪红土红壤	B	4.73	0.141	4.88	105	3.24	12.28	25.7	47.4
花岗岩红壤	C	5.43	0.174	1.42	672	3.88	14.99	36.3	34.6
砂页岩红壤	D	5.12	0.166	3.00	3177	2.83	13.22	23.2	26.5
红色石灰土	E	7.33	0.120	3.00	182	2.19	12.47	98.6	20.9
碱性紫色土	F	8.33	0.136	5.82	1052	2.24	19.62	100.0	34.6
玄武岩砖红壤	G	5.19	0.218	2.60	42	3.38	15.18	42.6	57.9
浅海沉积物砖红壤	H	6.28	0.063	0.95	138	1.07	3.82	96.1	8.8
花岗岩砖红壤	I	5.19	0.084	2.72	36	1.74	5.38	49.8	12.9
砂页岩赤红壤	J	5.65	0.176	8.50	250	2.92	10.02	74.4	17.7

2.1.2 施钾肥促进地上地下部生物量增长,降低植株蛋白质含量,增加开花数,促进早开花,但对苗期生长无明显效应,对分枝/株高比,根瘤数量无显著效应。见表4,表5。

表3 施肥处理情况

处理代号	1	2	3	4	5	6	7	8
		P			P	P		P
			K		K		K	K
				Ca		Ca	Ca	Ca

* 每处理苗期分两期施尿纱 160 g/盆相当于 90 kg/ha; P: 过磷酸钙 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 1.056 g/盆, 相当于 600 kg/ha, 作基肥; K: 氯化钾 KCl , 0.532 g/盆相当于 300 kg/ha, 苗期施肥; Ca 熟石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 5.34 g/盆相当于 3000 kg/ha, 作基肥。

表4 各土壤类型施肥对格拉姆柱花草性状方差分析结果(F值)

差异来源	地上部 生物量	地下部 生物量	根瘤数	粗蛋白 含量	苗期 叶龄	苗期 株高	分枝/ 株高	开花数	F _{0.05}	F _{0.01}
土壤类型	68.82**	46.01**	45.19**	52.38**	88.50**	155.05**	8.69**	103.23**	1.94	2.52
磷	173.20**	178.38**	32.48**	10.14**	229.60**	348.76**	7.67**	0.41	3.91	6.80
钾	40.65**	48.34**	2.88	152.13**	0.18	2.79	0.82	64.80**	3.91	6.80
石灰	0.68	3.81	1.24	3.03	93.38**	147.34**	2.49	30.66**	3.91	6.80
土壤×磷	12.14**	20.34**	8.67**	33.08**	13.48**	23.41**	0.96	13.11**	1.94	2.52
土壤×钾	3.93**	3.65**	0.63	12.11**	0.81	0.87	0.27	6.21**	1.94	2.52
土壤×石灰	14.06**	7.42*	5.33**	7.46**	11.27**	14.06**	1.66	7.85**	1.94	2.52
磷×钾	4.80*	3.64	0.34	6.81**	0.00	3.44	0.04	0.24	3.91	6.80
磷×石灰	1.38	0.53	1.79	26.94**	10.26**	22.79**	0.90	4.09*	3.91	6.80
钾×石灰	0.58	0.69	1.39	5.08*	2.08	0.00	0.75	3.12	3.91	6.80
土壤×磷×钾	1.11	1.20	3.22**	1.75	1.21	1.58	0.77	3.79**	1.94	2.52
土壤×磷×石灰	1.57	2.10*	1.44	9.86**	3.80**	6.89**	0.80	4.79**	1.94	2.52
土壤×磷×石灰	0.71	1.02	1.58	2.86**	1.15	0.81	0.51	8.29**	1.94	2.52
磷×钾×石灰	0.00	0.31	0.96	1.52	0.13	5.59*	0.04	3.05	3.91	6.80
土壤×磷×钾×石灰	0.33	0.16	0.87	1.32	1.50	2.10*	0.05	7.75**	1.94	2.52

注:总自由度 239, 其中误差自由度 158

表5 施磷钾石灰对格拉姆柱花草性状影响(所有供试土壤上平均数)

处 性 状 理	地上部 生物量 (g)	地下部 生物量 (g)	根瘤 数量	粗蛋白 含量 (%)	苗期 叶龄	苗期 株高 (cm)	分枝/ 株高	开花 数量	植株* 含钾量 (%)
不施磷	12.80	3.81	431.1	11.79	3.55	3.59	24.52	9.1	0.74
施磷	22.14	6.55	629.8	12.09	4.12	4.58	56.49	8.6	0.46
不施钾	15.21	4.46	500.9	12.54	3.82	4.04	35.28	5.7	0.52
施钾	19.73	5.89	560.0	11.34	3.84	4.13	45.73	12.0	0.69
不施石灰	17.76	4.98	511.1	11.86	4.01	4.40	49.61	11.0	0.59
施石灰	17.18	5.38	549.9	12.03	3.65	3.77	31.40	6.7	0.61

*为砂页岩红壤上植株含钾量

2.1.3 施用石灰对苗期叶龄、株高作用为显著负效应,同时也显著减少开花数,对生物量增长、粗蛋白含量无显著影响。见表4,表5。

2.1.4 磷钾同施对地上部生物量有促进作用,蛋白质含量受钾影响较大,比对照为低;磷与石灰同施对蛋白质含量有提高作用,对开花数有减少作用,对苗期株高叶龄增长作用部分抵消;钾与石灰同施显著降低蛋白质含量。见表4,表6。

由此可见,磷肥的施用对柱花草固氮、生长及产量品质均有良好的促进作用,磷一方面对植物体生命代谢以及共生固氮活性提高有促进作用,另一方面也与土壤普遍缺磷有关,钾的本身在于促进植株代谢方面,许多土壤并不缺钾,施用钾肥对苗期叶

龄株高等并无显著促进作用,对分枝/株高比也无明显促进或抑制作用,对根瘤数量也无效应,可见钾肥对前期生长及固氮作用影响不大,钾肥的效应在于后期的积累效应,促进地上地下部的增长,促进开花及生育的转变。施用钾肥使植株含钾量升高,导致一些植株的奢侈吸收。石灰的作用一般表现为负效应,表现的前期效应明显,后期的效应减轻、消失,但显著减少开花数,延长营养期。

2.2 各土壤类型上施肥对柱花草性状表现的差异 (见表 7)

表 6 磷钾石灰对格拉姆柱花草两两交互效应的多重比较 (SSR 测验)

施 肥	地生 上物 部量 (g/pot)	差 异 1%5%	施 肥	开 花 数	差 异 1%5%	施 肥	粗含 蛋 白量 (%)	差 异 1%5%	施 肥	粗含 蛋 白量 (%)	差 异 1%5%	施 肥	粗含 蛋 白量 (%)	差 异 1%5%
磷、钾	25.19	A a	磷	11.6	A a	磷	12.82	A a	磷、石灰	12.43	A a	石灰	12.73	A a
磷	19.09	B b	无	10.5	A a	无	12.26	B b	无	11.95	B b	无	12.34	B b
钾	14.27	C c	石灰	7.7	B b	磷、钾	11.37	C c	磷	11.76	B bc	钾	11.37	C c
无	11.32	D d	磷、石灰	5.6	B b	钾	11.32	D d	石灰	11.62	B c	石灰、钾	11.32	C c

施磷肥在含磷供磷能力较低的花岗岩红壤、赤红壤、砖红壤,砂页岩红壤,玄武岩砖红壤,浅海沉积物砖红壤(C、A、I、D、G、H)上对地上地下部生长、固氮、产量与品质均具促进作用。碱性紫色土与砂页岩赤红壤(F、J)这2类土壤有效磷含量最高,施磷对柱花草生物量,根瘤等均无显著增长。砂页岩红壤(D)与红色石灰土(E)有效磷都为3 ppm,而E的施磷效果不显著,这与E土壤pH值高对磷的固定从而降低施磷效果有关^[4],由此可推断,土壤有效磷>5 ppm,或尽管有效磷3~5 ppm,但pH>7,施磷对柱花草生长作用不大。

在施磷效应较小或无显著效应,表明磷不是限制因子的第4纪红土红壤,红色石灰土,碱性紫色土,花岗岩砖红壤,砂页岩赤红壤(B、E、F、I、J)上施钾肥表现对地上地下部生物量起显著促进作用,而对蛋白质含量多起降低作用;施钾对花岗岩红壤、赤红壤(C、A)开花的促进作用不明显;这些可能与碱性土壤上硼的有效性低,而花岗岩母质土壤上一般含硼量很低有关。在其它土壤上施钾能促进硼的吸收,施石灰抑制硼的有效性,从而影响开花数、影响生育的转变。

表7 各土壤类型施磷、钾、石灰对柱花草性状效应比较 (SSR 测验)

性状	土壤类型	无磷	施磷	差异	无钾	施钾	差异	无石灰	施石灰	差异
地上部生物量 (g/pot)	A	1.35	12.57	✓	5.47	8.47		4.90	9.03	
	B	9.15	10.96		7.24	12.86	✓	7.51	12.60	✓
	C	6.42	22.82	✓	14.56	14.69		13.60	15.65	
	D	11.83	33.41	✓	23.23	22.31		21.44	23.91	
	E	17.82	19.92		13.55	24.18	✓	29.72	8.02	✓*
	F	19.47	18.46		13.48	24.46	✓	23.31	14.63	✓*
	G	11.16	26.39	✓	18.68	18.86		17.00	20.55	
	H	5.24	22.87	✓	13.72	15.38	✓	12.72	18.38	
	I	6.75	12.21	✓	6.29	12.57	✓	7.66	11.29	
	J	37.79	41.79		35.87	43.72		39.75	39.84	
地下部生物量 (g/pot)	A	0.69	4.26	✓	1.90	3.04		2.08	2.86	
	B	3.35	3.53		2.27	4.61	✓	2.43	4.44	✓
	C	3.14	10.26	✓	6.81	6.59		6.38	7.02	
	D	5.09	11.73	✓	9.40	8.42		7.81	9.01	
	E	3.98	4.21		3.13	5.06	✓	6.05	2.14	✓*
	F	3.59	3.10		2.18	4.51	✓	3.96	2.71	✓*
	G	4.49	7.94	✓	5.95	6.47		5.71	6.71	
	H	3.04	8.64	✓	5.68	6.00		5.10	6.57	✓
	I	2.52	3.48		1.72	4.28	✓	2.13	3.87	✓
	J	8.21	8.24		6.63	9.92	✓	9.11	8.44	
根瘤数	A	22.0	242.0	✓	104.0	150.1		93.0	171.0	
	B	288.4	433.2		319.4	402.2		219.0	502.6	✓
	C	71.4	244.1		165.2	150.3		77.6	237.1	
	D	393.7	806.0	✓	563.2	636.5		572.5	627.1	
	E	554.2	546.0		459.8	640.4		828.5	271.6	✓*
	F	356.7	382.2		292.5	448.4		477.3	261.6	✓*
	G	347.6	882.0	✓	486.0	523.6		462.0	547.5	
	H	667.1	1581.3	✓	1184.5	1074.0		1022.5	1233.0	
	I	236.5	345.7		222.5	359.7		150.7	425.5	✓
	J	1373.9	1045.1		1211.0	1208.0		1200.1	1247.1	
蛋白质含量 (%)	A	14.31	11.31	✓*	13.44	12.17	✓*	13.57	12.04	✓*
	B	11.64	13.18	✓	13.86	10.97	✓*	11.90	12.93	✓
	C	11.22	8.26	✓*	10.01	9.47		9.35	10.13	✓
	D	10.72	12.01	✓	11.72	11.00	✓*	11.85	10.88	✓*
	E	10.81	11.63	✓	11.84	10.60	✓*	10.87	11.57	✓
	F	10.81	11.89	✓	11.46	11.25		11.06	11.64	
	G	12.23	13.14	✓	13.02	12.36	✓*	12.53	12.84	
	H	11.11	11.74	✓	11.41	11.44		11.35	11.51	
	I	12.54	13.78	✓	14.734	11.57	✓*	12.78	13.54	✓
	J	12.48	13.99	✓	13.85	12.62	✓*	13.31	13.16	

注: ✓表差异显著, *表负效应。土壤类型参见表1。

施石灰在第4纪红土红壤(B)上对柱花草地上地下部生物量及根瘤数、蛋白质含

量的提高有促进作用,而在红色石灰土,碱性紫色土(E, F)上对柱花草生长表现不良影响,对于浅海沉积物砖红壤(I)能促进地下部生物量,根瘤数量,蛋白质含量提高,对照表2,可知土壤B、I酸性很强,土壤E, F偏碱性。施石灰在酸性强土壤上作用正效应明显,在中性及偏碱性土壤上负效应大,土壤PH值介于两者之间的花岗岩红壤、赤红壤、砂页岩红壤、赤红壤、玄武岩砖红壤(C、A、D、J、G)等施石灰对柱花草性状表现有微弱负效应或差异不明显。

另外,测定砂页岩红壤上植株含钾量表明,施肥显著增加植株含钾量,施磷则相反,见表5。

总而言之,磷素是格拉姆柱花草的主要营养需要。钾肥宜于和磷肥配合施用。石灰的施用宜根据不同PH值的土壤而区别对待。在种植格拉姆柱花草的同时,应注意到在花岗岩等母质土壤上柱花草对硼、铜等微量元素的需要。

致谢 本文是作者硕士论文一部分,曾得到导师吴灼年教授,土化系刘树基教授,刘腾辉副教授,畜牧系陈德新副教授,广东农科院畜牧所黄苗养工程师的指导,谨此致谢。

参 考 文 献

- 1 宋光谟等. 格拉姆柱花草引种观察. 广西农业科学, 1986 (4): 43~45
- 2 周明军. 优良饲草——格拉姆柱花草. 中国草原与牧草, 1986, 3 (2): 5~7
- 3 惠来县牧草综合示范中心. 引种牧草生长情况简报. 广东农业科学, 1987 (4): 39~40
- 4 Gruntry, M. J., L. C. Bell, C. J. Asher and J. P. Evenson. Mineral nutrient requirements for pasture establishment on bauxite mineral land at Weipa, north Queensland. Tropical grasslands: 1981: 15 (3): 163~176
- 5 Humphreys, L. R.. Tropical Pastures and Fodder Crops. London: Longman group limited, 1978: 82
- 6 Kitamura, Y. and S. Ogata. Performance of tropical pasture legumes grown in south-western islands of Japan. X. Effects of liming and phosphorous application on the growth of tropical pasture legumes in Red—Yellow acid soil and Reddish Brown alkali soil. Journal of Japanese Society of Grassland Science, 1985, 31 (1): 59~66. only abstract found.
- 7 Margarida M. de Carralho, C. S. Andrew, D. G. Edwards and C. J. Asher. Australian Journal of agricultural Research, 1980, 31 (1): 61~76
- 8 Michalk, D. L., F. Nan—ping, P. T. Mears, H. Zhenzheng. Improvement of wasteland in tropical South China. In Rangelands, a resource under siege. Proceedings of 2nd International rangeland Congress, Adelaide, Australia, 13~18, M. 1984. Australian academy of science (1986) 313~314
- 9 Robert, M. E.. Growth response to various calcium sources in a yellow earth soil with low calcium status. Australian Journal of Experimental Agriculture and animal husbandry, 1980, 20 (103): 240~246
- 10 Skerman, P. J.. Tropical Forage Legumes. FAO, 1977: 72~75

RESEARCH ON FERTILIZER RESPONSE OF GRAHAM STYLO GROWN ON DIFFERENT SOILS

Zhu Fanghua Luo Shiming

(Department of Agronomy)

Abstract Ten types of soil were collected from Guangdong Province in South China and planted to Graham stylo (*Stylosanthes grahamensis* cv. Graham) in pots so that nutrient requirements could be assessed. The main results of the experiment are as follows: The response of the stylo to P fertilizer in many soils was good, but P fertilizer had no significant effect on stylo in the soil where available P was higher than 5 ppm, or available P was ranging from 3 to 5 ppm and the soil pH was greater than 7. Liming on high pH (>7) soil would decrease the availability of P. After soil P deficiency was corrected, K fertilizer was good for stylo growth and achieved significant effect on dry matter production, but it usually reduced crude protein content and caused luxury absorption of K. P fertilizer could reverse the situation. The stylo in early growth stage showed no response to K fertilizer. K fertilizer had an accumulative effect on the late stage of the stylo. Liming in soil with the pH lower than 5 such as Quaternary red soil and granite soil had highly positive effect on the growth of the stylo and liming in soil with the pH greater than 7 such as limestone soil or purple sandy shale soil had highly negative effect on stylo growth. Liming in soils with the pH ranging from 5 to 7 had no significant effect. Liming, P, K fertilizing might affect the availability of trace elements such as B, Mo etc. .

Key words *Stylosanthes grahamensis*; Nutrients: Fertilizer