

粵西地区三种不同土壤上的 热带綠肥牧草引种試驗*

华南亚热带作物科学研究所粵西試驗站

我国热带地区具有高温多雨、雨量分布不均匀且多暴雨的特点,容易引起水土流失,土壤有机质分解快,养分淋溶流失强烈,因此热带地区的红壤和砖红壤的有机质和速效养分含量都很低。热带经济林木和果园间种绿肥覆盖作物可以保持水土,增进地力,促使主作物速生高产^[1,2],而建立牧草基地以发展畜牧业和种植绿肥是增加优质有机肥料来源的有效途径。这样才有可能增施大量有机肥料,不断提高土壤肥力,保证农林作物稳产高产。目前华南地区的国营农场和人民公社正在热带作物和果园中普遍推行间种绿肥覆盖作物;在推广水田冬季绿肥的同时,大力提倡扩种多年生旱地绿肥作物,争取“以山养田”,并着手建立牧草基地以大力发展畜牧业,实行农林牧综合经营。由于各种绿肥牧草的生长习性不同,对不同土壤气候条件的适应性差异很大,在大规模发展绿肥牧草时,选择能适应本地区自然环境条件的绿肥牧草种类是一个首要问题。

1955—1964年期间,我站曾先后从国内外引进绿肥牧草作物72种,并于1963—1964年将其中的主要种类在不同地区试种比较,进行了生长习性观察、产量测定、化学成分分析和肥料试验,现将试验结果报道如下。

一、試驗地的基本情况

试种工作分别在粵西地区的湛江、化州和海康三地进行。其位置均在北纬 $20^{\circ}55'—21^{\circ}39'$,东经 $110^{\circ}4'—110^{\circ}38'$ 之间。三处的气候条件差异不大,1964年年平均温度 $22.9—23.3^{\circ}\text{C}$,绝对最低温度 5.3°C ;1964年雨量较少,年降雨量为1148—1225毫米,分布不均匀,冬季干旱并有春旱。湛江和海康为地势较平坦的缓坡台地,前者植被以茅草为主的中草,后者植被以知风草-蜈蚣草为主的旱生矮草。化州属低丘陵地区,相对高度20—40米,坡度 $7—20^{\circ}$,植被为生长稀疏细小的白花草-岗松群落。

三个地区的土壤属于三种不同的类型^[3,4]。湛江的土壤主要是由玄武岩发育而成的砖红壤(粘土),土层深厚,这类土壤主要分布在海南岛东北部,雷州半岛南部,云南中南部和福建沿海阶地。海康为浅海沉积物发育而成的砖红壤,土层也较深厚,质地为砂质壤土,分布在雷州半岛北部和广西东南部沿海一带。化州的土壤是片麻岩-片岩发育的富铝化丘陵红壤,土层较浅,质地为轻壤土,这类土壤在广东北部,广西东南部,江西南部和福建南部丘陵区都有较广泛的分布。这三类土壤的肥力都不高,具有有机质含量低、营养元素缺

* 参加这项工作的有吕燧生、邱绍先、梁福露(负责大部分分析工作)、刘唯行(参加1963年工作)、黄祖传(参加1964年工作)。部分分析工作是土壤所协助完成的,建设农场和奋勇华侨农场曾给我们很大的支持和帮助。

乏、速效磷含量极低、缺钾和酸性强等共同特点。但是比较起来,以玄武岩发育的砖红壤(粘土)肥力较高,其它两种土壤肥力较低,其中尤以浅海沉积物发育的砖红壤(砂质土)最为干旱和瘦瘠。现将三种土壤的化学分析结果列于表 1 中。

表 1 試驗地区中三种土壤的化学性质*

土 壤	有机质 (%)	全 N (%)	全 P ₂ O ₅ (%)	速效 磷** (ppm)	全 K ₂ O (%)	pH		代换量 (毫克当 量/100 克土)	代换性盐基组成 (毫克当量/100 克土)				
						水提	盐提		总量	Ca	Mg	K	Na
砖红壤,粘土(湛江)	1.91	0.084	0.068	0.7	0.27	5.5	3.9	10.71	2.37	1.42	0.54	0.17	0.24
富铝化丘陵红壤,轻 壤土(化州)	1.52	0.067	0.017	0.5	0.16	4.5	3.5	4.49	1.93	1.00	0.71	0.12	0.10
砖红壤性土,砂壤土 (海康)	0.81	0.044	0.019	0.7	0.06	4.8	3.8	3.57	0.68	0.18	0.17	0.07	0.26

* 均为 0—20 厘米表土层。 ** 速效磷采用 NaOH-HCl 法测定。

二、引进的綠肥牧草种类和試驗方法

1. 引进的綠肥牧草种类: 1955—1964 年,我站先后从国内外搜集了綠肥作物 45 种,覆盖作物 15 种,牧草 12 种。通过几年来的观察,我们初步认为比较优良的綠肥作物有白花灰叶豆 (*Tephrosia candida*)、三尖叶猪屎豆 (*Crotalaria anagyroides*)、大叶千斤跋 (*Flemingia congesta*)、田菁 (*Sesbania cannabina*)、黄花灰叶豆 (*Tephrosia vestita*)、太阳花 (*Tithonia diversifolia*)、木豆 (*Cajanus cajan*) 等七种。綠肥覆盖作物有毛蔓豆 (*Calopogonium mucunoides*)、蝴蝶豆 (*Centrosema pubescens*)、爪哇葛藤 (*Pueraria phaseoloides*)、山绿豆 (*Phaseolus minimus*)、卵叶山蚂蝗 (*Desmodium ovalifolium*)、无刺含羞草 (*Mimosa invisavar inermis*) 等六种;牧草有热带苜蓿 (*Stylosanthes gracilis*)、象草 (*Pennisotum purpureum*)、坚尼草 (*Panicum maximum*)、危地马拉草 (*Tripsacum laxum*)、潘哥拉草 (*Digitaria decumbens*) 等五种。1964 年我们又将上述优良种类在不同地区进行比较,借以选择适合不同地区环境条件的优良綠肥牧草。

2. 试验观察方法: 试验地均为新垦荒地,丘陵地区并筑成梯田。品种比较试验的小区面积在平原区为 160—250 平方米,丘陵区为 20—50 平方米,重复 3—4 次。耕翻深度 15 厘米,每亩施有机肥(含 N0.28%) 1000 斤,过磷酸钙 20 斤,磷矿粉 40 斤作基肥,追肥 2 次,每次追施硫酸铵 5 斤(禾本科牧草氮肥用量加倍),氯化钾 4 斤。4—5 月播种,苗期除草松土 2—3 次。收割时测定茎叶鲜重,并取样测定含水量和养分含量。化学分析采用湿法灰化,钼蓝比色法测磷,火焰光度比色法测钾,EDTA 法滴定钙和镁,按半微量克氏法定氮,重铬酸容量法测定碳。根量测定采用土柱冲洗法,土柱大小 50 × 25 × 50 厘米,重复 3 次。

三、試驗結果与討論

(一) 各种綠肥牧草作物的适应性观察和产量比较

1963 年我们在富铝化丘陵红壤上对 15 种綠肥牧草的适应性进行了观察和比较,

1964年又将13种绿肥牧草在三种不同类型的土壤上进行试种。现将产量测定结果列于表2。

表2 在三种不同土壤上各种绿肥牧草的产量测定结果(1964年,单位:斤/亩)

作物名称	富铝化丘陵红壤,轻壤土(化州)				砖红壤,粘土(湛江)				砖红壤,砂壤土(海康)			
	茎叶		干茎叶含氮量		茎叶		干茎叶含氮量		茎叶		干茎叶含氮量	
	鲜重	干重	N%	N斤/亩	鲜重	干重	N%	N斤/亩	鲜重	干重	N%	N斤/亩
毛蔓豆	1684	541	2.12	11.47	3110	783	1.80	14.09	1062	308	2.76	8.50
蝴蝶豆	929	276	2.08	5.74	1004	258	2.04	5.26	272	79	2.08	1.64
爪哇葛藤	1118	368	2.34	8.61	1211	303	1.91	5.79	600	160	2.45	3.92
无刺含羞草	1562	589	1.58	9.31	3641	931	2.21	20.57	529	200	1.33	2.66
白花灰叶豆	1520	553	2.39	13.22	3359	1139	2.06	23.46	958	328	2.37	7.77
三尖叶猪屎豆	2582	854	2.16	18.45	4608	1411	1.77	24.97	1002	268	2.75	7.37
黄花灰叶豆	1352	499	1.87	9.33					1310	424	2.21	9.37
田菁	1881	626	2.26	14.15					213	83	1.78	1.48
太阳花	497	121	2.34	2.83	5215	1119	1.76	19.69				
热带苜蓿	2862	990	1.53	15.15	4805	1201	1.81	21.74				
坚尼草	2659	811	0.93	7.54	6045	1294	0.76	9.83	949	211	0.65	1.37
象草	3026	729	1.18	8.60	9147	1765	0.85	15.00	923	163	0.75	1.22
危地马拉草	1533	415	1.16	4.81	5206	1265	0.92	11.64	668	140	0.94	1.32

注: 1964年4—5月播种,各种禾本科牧草、太阳花、田菁和部分豆科绿肥小区收割2次。

表2的结果表明,直生豆科绿肥作物的亩产干物质量和氮量一般都高于蔓生覆盖作物,作为全作绿肥种植时,直生绿肥作物就优于蔓生绿肥覆盖作物。如果在主作物行间间种,用作覆盖作物时,则蔓生绿肥又比直生绿肥为好,因为蔓生绿肥覆盖作物能浓密覆盖地面,水土保持效果好,且和主作物对光照、水分、养分等的竞争也较小。

湛江砖红壤(粘土)上的各种直生绿肥作物,每亩茎叶所含的氮量均在20—25斤之间,在化州丘陵红壤上,生长较好的绿肥作物每亩茎叶所含氮量也有15斤左右。在海康砂壤质土上,黄花灰叶豆每亩茎叶含氮9.33斤。如果扣除种植时施用的有机肥和硫酸铵所含的4.8斤氮,在湛江地区增加了氮约15—20斤,在化州地区增加约10斤,在海康地区增加4.5斤,相当于硫酸铵75—100斤,50斤和22.5斤。这还没有包括根系中的养分含量。

从表2看出,各种绿肥牧草对不同土壤的适应性有着很大差别。在直生绿肥中以白花灰叶豆和三尖叶猪屎豆的适应性最强,具有耐旱、耐瘠、耐割并较耐低温的优点,亩产干物质量和氮量也较高,根系发达,种植当年亩产干根即达500余斤,是两种比较优良的绿肥作物和土壤改良作物。但是三尖叶猪屎豆易患丛叶病,一旦发现应及时拔除,以免蔓延。太阳花在湛江砖红壤(粘土)上生长迅速,亩产鲜茎叶高达5215斤,但不耐瘠,在化州丘陵红壤上鲜茎叶产量每亩只有497斤。田菁则比较耐瘠,在贫瘠的丘陵红壤荒地上生长也很迅速,亩产干物质量和氮量都相当高,但不甚耐旱,在海康砂壤质土上生长就很差,这是一种一年生的豆科作物,结种量高,虫害少,繁殖却比较容易。黄花灰叶豆植株较矮小,分枝多而密,不甚耐割,每年只能割一次,在化州轻壤土上其产量比白花灰叶豆稍低,但极耐旱,在干旱的海康砂壤质土上其产量比其他各种绿肥牧草作物都要高。

玫瑰茄和日本草均为一年生非豆科作物,耐旱耐瘠能力都很强,在瘦瘠的化州丘陵红壤荒地上每亩鲜茎叶产量可达 3500 斤左右。而玫瑰茄的干物质和氮含量都很低,作为绿肥来种植并不理想。日本草的含氮量也不高,根系弱小,对改良土壤的作用要比豆科绿肥差,但其亩产干物质质量比较高,能把土壤中的矿质养分转变为有机物质,在土壤极瘦瘠,一般豆科绿肥不能良好生长的地区可作为先锋作物栽培。

在蔓生绿肥覆盖作物中,以毛蔓豆和爪哇葛藤的适应性较广,耐旱耐瘠,生长快,播后 3—4 个月即可覆盖地面,茎叶产量和含氮量也比较高。毛蔓豆原为多年生作物,在粤西地区的低温季节,地上部分要枯死,但其结种量多,繁殖容易。爪哇葛藤冬季呈半落叶状态,能安全越冬。两种作物的茎叶均可饲用。

无刺含羞草生长快,产量高,根系发达,其亩产干物质质量和氮量在蔓生绿肥覆盖作物中一般居首位,冬季干旱时地上部分枯死,翌春宿根仍能萌发新芽,结种量多,容易繁殖,耐瘠但不甚耐旱,在海康砂壤质土上生长不良。无刺含羞草含有皂素和含羞草碱等有毒成分,特别是在现蕾到果熟前食用会引起牲畜中毒,严重的会死亡。在饲料不足的地区种植无刺含羞草,在放牧时应特别注意防止牲畜食它。

在所引种的几种禾本科牧草中,以象草生长最快,产量最高,其次是坚尼草、危地马拉草和潘哥拉草。危地马拉草和象草在肥水充足的种苗繁殖区亩产可达 1—2 万斤。坚尼草的耐旱耐瘠能力较强,在三种肥力不同的土壤上种植,其产量变幅最小,在瘦瘠的富铝化丘陵红壤和浅海沉积物发育的砖红壤上,其干物质产量还超过了象草和危地马拉草。潘哥拉草也较耐瘠耐旱,第一年亩产 1500 斤,第二年为 2456 斤,其最大优点是可供放牧。

禾本科牧草对土壤的肥水条件要求较高,在极为贫瘠的浅海沉积物发育的砖红壤(砂壤质土)上,几种禾本科牧草都生长不良,每亩青草产量尚不足 1000 斤,因此,在利用这类土壤的荒坡地时,先种植几年豆科绿肥,待土壤得到一定程度改良时,再种植禾本科牧草是有利的,否则只有在施用大量肥料的条件下才能获得高产。

热带苜蓿耐旱耐瘠能力都很强,在湛江和化州两地种植都获得高产,亩产干物质质量高达 990—1201 斤,每亩茎叶的总氮量不仅高于所有禾本科牧草,就是在豆科绿肥作物中也仅次于三尖叶猪屎豆,和白花灰叶豆不相上下,是一种优良的绿肥作物,其茎叶还可以饲养牲畜^[5,6],并且是一种富含蛋白质的豆科牧草(其幼嫩茎叶含粗蛋白 12.2—16.8%)。热带苜蓿冬季不落叶,但当气温低于 10℃ 时,嫩叶尖会卷缩干枯。能否在比较寒冷的地区种植,尚需试种观察。

在所引进的绿肥牧草作物中,以爪哇葛藤、蝴蝶豆、卵叶山蚂蝗、无刺含羞草和日本草耐阴性较强,当郁闭度达 70—80% 时仍能正常生长。其次是太阳花、三尖叶猪屎豆和坚尼草也稍耐荫蔽,当郁闭度 30—40% 时生长良好。

蝴蝶豆在种植当年生长缓慢,一年后生长才较旺盛,适于在幼龄或成龄果园和经济林木行间与毛蔓豆、爪哇葛藤等混播以建立稳定的覆盖层。在初期,毛蔓豆生长快,迅即覆盖地面,随着林木郁闭度不断增加,毛蔓豆就逐渐衰退以至消失,这时蝴蝶豆和爪哇葛藤仍可维持良好覆盖。

(二) 不同土壤条件下各种绿肥牧草的化学成分

不同土壤条件下各种绿肥牧草的植株分析结果见表 3。从表 3 看出,不同绿肥牧草种

表 3 各种绿肥牧草作物的化学成分(单位: %,按干重计算)

作物名称	取样期*	富铝化丘陵红壤, 轻壤土					砖红壤, 粘土					砖红壤, 砂壤土				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
毛蔓豆	生长旺盛期	2.68	0.32		1.36	0.55	2.21	0.40		1.18	0.97					
	结果盛期	1.90	0.30	0.67	1.03	0.25	1.66	0.43	1.32	1.62	0.69	2.76	0.31	0.44	1.10	0.73
蝴蝶豆	生长旺盛期	2.82	0.42		1.42	0.60	2.00	0.34		1.85	0.60					
	开花盛期	2.08	0.37	1.07	0.96	0.47	2.04	0.47	1.59	1.48	0.58	2.08	0.34	0.63	1.40	0.95
爪哇葛藤	生长旺盛期	2.44	0.32		1.19	0.58	2.17	0.46		1.04	0.78					
	现蕾初期	2.21	0.29	0.79	0.98	0.39	1.82	0.33	1.32	2.06	0.72	2.45	0.33	0.43	1.26	0.78
无刺含羞草	生长旺盛期	1.68	0.21		0.95	0.23	2.37	0.44		0.99	0.51					
	结果初期	1.11	0.12	0.45	0.57	0.27	1.81	0.27	1.24	0.80	0.44	1.33	0.23	0.39	1.08	0.40
白花灰叶豆	生长旺盛期	2.69	0.27		1.08	0.48	2.36	0.42		1.20	0.75					
	结果盛期	2.05	0.19	0.47	0.81	0.26	1.88	0.25	0.75	1.11	0.57	2.37	0.21	0.41	1.36	0.50
三尖叶猪屎豆	生长旺盛期	2.73	0.33		0.83	0.41	2.27	0.34		1.11	0.84					
	果熟期	1.47	0.13	0.46	0.43	0.41	1.59	0.25	1.13	0.83	0.41	2.75	0.22	0.44	0.92	0.65
太阳花	生长旺盛期	2.68	0.37		1.28	0.64	1.13	0.39		1.12	0.53					
	开花初期	1.72	0.20	0.82	0.67	0.34	1.83	0.35	1.91	1.51	0.83					
黄花灰叶豆	生长旺盛期	2.63	0.39		1.00	0.31										
	结果盛期	1.64	0.17	0.45	0.63	0.52	1.66	0.27	1.22	1.05	0.40	2.21	0.20	0.41	0.95	0.32
田菁	生长旺盛期	2.18	0.22		1.23	0.33										
	果熟期	2.28	0.25		1.45	0.28						1.78	0.44	0.46	1.18	0.42
热带苜蓿	生长旺盛期	1.88	0.30		2.01	0.81	2.58	0.40		2.39	1.14					
	现蕾盛期	0.96	0.14	0.63	0.92	0.30	1.66	0.24	1.07	1.96	0.67					
坚尼草	第一次收割	1.12	0.16	0.67	0.47	0.27	0.91	0.29		1.11	0.90	0.69	0.22		0.68	0.56
	第二次收割	0.74	0.13		0.55	0.45	0.61	0.27	1.26	1.02	0.75	0.60				
象草	第一次收割	1.28	0.21	0.57	0.26	0.27	1.05	0.31		0.29	0.60	0.84	0.23		0.27	0.41
	第二次收割	1.08	0.21		0.20	0.28	0.64	0.20	2.60	0.23	0.32	0.63				
危地马拉草	第一次收割	1.21	0.14		0.39	0.41	1.11	0.22		0.34	0.56	1.16	0.23		0.29	0.51
	第二次收割	1.11	0.07	0.36	0.11	0.27	0.73	0.25	1.47	0.35	0.38	0.71				
潘哥拉草	第一次收割	0.47	0.08		0.21	0.19										
	第二次收割	0.77					0.46	0.17	1.31	0.29	0.27					

* 取样日期: 第一次在 1964 年 8 月, 第二次在 1964 年 10—11 月。

类, 因为吸收养分能力不同, 其植株化学成分也有很大差别。豆科绿肥的氮、磷、钙、镁含量都比较高, 禾本科牧草则显著较低。

禾本科牧草的养分含量低, 致使其营养价值不高, 特别是缺少蛋白质和钙、镁、磷等矿物质元素(禾本科牧草中以坚尼草的含钙量较高)。热带苜蓿富含钙质和粗蛋白, 如和禾本科牧草轮换饲用或混合饲用, 则可大大提高饲料的营养价值, 并减少精饲料用量。

土壤肥力性质对绿肥牧草的化学成分有很大影响, 尤其是钾含量的变化最大。玄武岩发育的砖红壤速效钾含量较高, 在这类土壤上种植的豆科绿肥, 其茎叶含钾量要比富铝

化丘陵红壤区高40%至一倍以上(禾本科牧草则要高1—3倍);比浅海沉积物发育的砖红壤区高80%至二倍。玄武岩发育的砖红壤也属缺钾土壤,在这类土壤上种植绿肥牧草含钾量比土壤含钾丰富的海南儋县地区也要低一半左右。

绿肥牧草的磷、钙含量一般也是湛江地区比较高,其他两个地区较低,这和土壤该种元素含量的多寡基本上是一致的,只是差异没有钾那样突出。

不同土壤对绿肥牧草的茎叶含氮量影响较不明显。看来,除了土壤的含氮量以外,植物的生长发育阶段、气候干旱以及氮和其他元素间的平衡关系均会影响植株的氮含量。例如湛江土壤较肥沃,氮含量也较高,绿肥牧草生长迅速,茎秆易木质化,茎/叶比值增大,从而使其茎叶含氮量反较另外两个地区低。又如无刺含羞草,在化州、海康等地因为干旱的缘故落叶较早,茎叶含氮量就显著地低于湛江地区。

(三) 各种绿肥牧草叶、茎及根的产量和养分含量

各种绿肥牧草作物不同营养器官的养分含量以叶片为最高,根和茎则较低。我们根据1963年在富铝化丘陵红壤上对各种绿肥牧草作物测得的茎叶和根干物质质量以及植株化学分析结果,分别计算各种绿肥牧草作物地上部分和地下部分的亩产养分量,所得结果载于表4。

表4 化州富铝化红壤上各种绿肥牧草的干物质产量和养分含量(1963年结果,单位:斤/亩)

作物种类	茎叶 干重	根干重	地上部分 地下部分	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
				地上部分	地下部分	地上部分	地下部分	地上部分	地下部分	地上部分	地下部分	地上部分	地下部分
				毛蔓豆	388	256	1.52	7.29	3.28	0.81	0.54	2.08	0.87
蝴蝶豆	248	173	1.43	6.25	1.66	0.82	0.21	1.74	0.67	2.78	0.61	2.85	0.71
爪哇葛藤	280	258	1.09	7.34	4.54	0.67	0.52	1.51	0.46	3.36	2.30	2.13	1.73
无刺含羞草	480	343	1.40	10.03	4.70	0.86	0.69	1.68	0.72	3.46	1.85	3.74	2.23
白花灰叶豆	779	504	1.55	14.72	7.11	1.48	1.06	4.99	1.81	6.00	3.23	4.99	4.18
三尖叶猪屎豆	524	565	0.93	9.85	6.67	1.00	1.02	2.23	1.36	4.51	2.60	4.82	3.33
黄花灰叶豆	413	145	2.85	9.75	1.89	1.49		1.76		3.96	0.25	3.80	0.39
紫花灰叶豆	414	266	1.56	9.11	4.04	1.28	0.56		0.43	4.43	1.20	3.97	0.85
玫瑰茄	629	328	1.92	8.30	2.69	1.07	0.56	2.33	1.02	7.86	1.71	6.16	2.00
日本草	885	140	6.32	11.33	1.47	3.01	0.34	8.14	0.43	18.94	0.49	9.20	0.57
坚尼草	844	400	2.11	6.50	2.72	1.01	0.48	5.45	0.40	5.91	1.36	9.45	2.92
象草	942	434	2.17	5.93	3.43	1.32	0.52	4.19	1.00	3.58	0.78	5.28	1.52

从表4可见,几种豆科绿肥作物中除黄花灰叶豆外,根系都比较发达,地上部分和地下部分的比值都在0.93—1.56之间,而且根部的各种营养元素含量也比较高。禾本科牧草和非豆科绿肥作物根部的养分含量则比较低。例如豆科绿肥作物的根系含氮量为1.18—1.76%,非豆科绿肥作物为0.82—1.05%,禾本科牧草为0.68—0.79%。禾本科牧草的茎叶含钾量比较高,根部则较低。

各种绿肥牧草作物有一定数量的养分集中在根系中,尤以豆科绿肥作物为最多,这对提高土壤肥力有相当大的作用。

豆科绿肥作物地下部分各种养分含量占植株该养分总量的百分比分别为: N 31—40%, P₂O₅ 30—50%, K₂O 23—38%, CaO 21—41%, MgO 35—46% (黄花灰叶豆和蝴蝶

豆因为根量少,根系养分量也显著较低)。

玫瑰茄和日本草等两种非豆科绿肥作物地下部分各种养分含量占植株该养分总量的百分比分别为: N 11—24%, P_2O_5 10—34%, K_2O 5—30%, CaO 3—18%, MgO 6—24%。

坚尼草和象草等两种禾本科牧草地下部分各种养分含量占植株该养分总量的百分数分别为: N 30—37%, P_2O_5 28—32%, K_2O 7—19%, CaO 18—19%, MgO 22—24%。

豆科绿肥作物不仅地下部分养分比例较高,且根系分布也比较深,一般根深可达 1 米以上,能将深层土壤中的矿质养分移至耕作层。禾本科牧草根分布较浅,一般根深 70 厘米左右,并且有 90% 左右集中在表面 20 厘米以内的土层中。

四、結 語

几年来的试种观察结果说明,比较耐旱耐瘠,能在本区不同环境条件下生长良好并能获得高产的旱地绿肥作物有白花灰叶豆和三尖叶猪屎豆两种。太阳花生长快,产量高,但不甚耐瘠,适宜在较肥沃的土壤上种植。黄花灰叶豆的耐瘠耐旱力特强,能在贫瘠的砂壤质土上良好生长。田菁生长迅速,耐瘠薄土壤,是一种比较好的短期绿肥作物,但不耐旱,不宜在干旱的砂质土上种植。

耐旱耐瘠、适应性较广的覆盖作物有爪哇葛藤和毛蔓豆两种。耐阴性较强的覆盖作物有爪哇葛藤、蝴蝶豆、卵叶山蚂蝗、无刺含羞草和日本草等五种。无刺含羞草粗生耐瘠,但不甚耐旱,适宜在粘土或壤土上种植。蝴蝶豆初期生长缓慢,应与爪哇葛藤、毛蔓豆等前期生长快的覆盖作物混种。茜草科的本草则可用作先锋作物。

能适应本区环境条件、生长较好的牧草作物有热带苜蓿、象草、潘哥拉草、坚尼草和危地马拉草等五种,其中尤以热带苜蓿最有发展前途。

禾本科牧草对土壤的肥、水条件要求较高,在利用瘦瘠土壤的荒坡地时,先种植几年豆科绿肥作物,待土壤得到一定程度的改良后,再用来种植禾本科牧草是较为有利的。

所引种的热带豆科绿肥(除黄花灰叶豆外),根系中氮、磷、钾、钙、镁等养分,大约占全植株的 1/3 上下到 1/2 之间,根系伸展通常可达 1 米以上。非豆科绿肥牧草的根系大部集中在表土 20 厘米以内,钾、钙、镁的含量一般只占全株的 1/10 到 1/5 之间,氮、磷含量也只占全株的 1/3 以下。

附录 几种主要绿肥牧草的特性和栽培方法简介

1. 白花灰叶豆 (*Tephrosia candida*): 又名山毛豆,豆科,多年生灌木,适应性强,耐旱,耐瘠,耐割,并较耐寒,根系发达,为优良的旱地绿肥作物和土壤改良作物。10—11 月开花,11—12 月结荚,12—1 月种子成熟,亩产种子 30—50 斤,每斤种子约 2 万粒。

株行距 50×80 厘米(耨地 40×60 厘米), 60℃ 温水浸种,每穴播 3—4 粒,亩播种量 0.5—1 斤,最适播种期 3—5 月,夏秋季也可播种,每年割 2—3 次,第一次割,留茬高度 25 厘米,保留少量分枝和叶片,有利割后萌抽新芽,果荚有豇豆蚜虫和豆荚蚜虫为害,可用 666 粉或敌敌畏防治。

2. 三尖叶猪屎豆 (*Crotalaria anagyroides*): 又名美洲野百合,豆科,多年生灌木,为猪屎豆中最高大的一种,耐旱,耐瘠,耐割并稍耐荫蔽,分枝性强,根系发达,根瘤多,但易患丛叶病,为旱地优良绿肥作物和土壤改良优良作物。9—11 月开花,10—12 月结荚,11—1 月果熟,每斤种子约 2 万粒。

株行距 50×80 厘米或 40×60 厘米, 70℃ 温水浸种,每穴播种 3—5 粒,亩播 0.5—1 斤,最适播种期 3—5 月,夏秋季也可播种。每年割 2—3 次,第一次割留茬高度 25 厘米,以后逐次提高一些。发现丛叶病株应及时拔去。

3. 田菁 (*Sesbania cannabina*): 豆科, 一年生灌木状草本, 生长迅速, 耐瘠, 耐涝, 抗盐性强, 但不耐旱, 是一种比较好的短期绿肥作物。7—8月开花, 8—9月结荚, 9—10月果熟, 每斤种子34000粒。结种量大, 每亩可采种子60—100斤。

株行距30×50厘米, 每穴播4—6粒, 亩播1斤, 覆土厚度2—3厘米, 3—5月播种, 全年可割2—3次。

4. 太阳花 (*Tithonia diversifolia*): 多年生灌木状菊科绿肥, 分枝多, 嫩茎多汁, 耐旱, 耐割, 不甚耐瘠。11月开花, 12月结荚, 12—1月果熟, 开花后老叶脱落, 茎叶含水量多, 易分解腐烂。

以插条繁殖(也可用种子播种), 苗长20厘米左右, 斜插深10厘米, 株行距50×80厘米或40×60厘米, 宜雨季插植, 每年可割2—3次, 留茬高度20厘米左右。

5. 黄花灰叶豆 (*Tephrosia vestita*): 豆科, 多年生灌木, 分枝多而密, 粗生耐瘠, 极为耐旱, 适于砂质土上栽培, 不耐荫蔽, 10月开花结荚, 11月种子成熟, 亩产种子40—50斤, 每斤种子约35,000粒。

株行距50×80厘米或40×60厘米, 每穴播3—4粒, 每亩播种量0.5斤, 最适播期3—5月, 夏秋季也可播种, 每年割一次。

6. 热带苜蓿 (*Stylosanthes gracilis*): 又名巴西苜蓿, 豆科, 多年生丛生性, 绿肥牧草作物耐旱, 耐瘠, 适于酸性土壤生长, 冬季不落叶, 茎叶产量高, 是一种富含蛋白质的优良牧草作物。不耐荫蔽, 忌渍水。12—2月开花结果, 2—4月种子成熟, 成熟期不一致, 成熟时易脱落, 每亩可产种子20斤左右, 每斤种子16万粒。可用种子繁殖或插条繁殖。

种子用浓硫酸浸20分钟, 洗净后播种或擦破种皮后播种。插条宜在雨季进行, 采用顶梢青绿色部分, 插条长25—30厘米, 直播2/3埋入土中, 每穴2—3株苗, 株行距50×60厘米或40×80厘米, 播种如用育苗移栽方法, 每斤种子可种20亩。

7. 毛蔓豆 (*Calopogonium mucunoides*): 一年生或多年生蔓生豆科作物, 初期生长快, 宿根性, 耐旱耐瘠, 有缠绕性, 不耐寒冷, 不耐荫蔽, 产量高, 是一种优良的覆盖作物和荒地改良作物, 茎叶种子可饲用。10—11月开花结荚, 12—1月种子成熟, 结种量大, 每亩可产种子50—100斤, 每斤种子约46,000粒。

穴播或条播, 株行距30×40厘米或50×50厘米, 70℃温水浸种, 每穴播4—6粒, 覆土1厘米左右, 每亩播种量0.5—1斤, 播期3—5月, 最好和蝴蝶豆、爪哇葛藤混播, 比例为5:4:1。

8. 爪哇葛藤 (*Pueraria phaseoloides*): 多年生蔓生豆科作物, 生势强, 耐旱耐瘠, 耐荫蔽, 耐割, 冬季呈半落叶状态。有缠绕性, 能节节生根, 是一种优良的覆盖作物和水土保持作物。茎叶可饲用, 11—12月开花结荚, 1—2月种子成熟, 结种量少, 每斤种子约40,000粒, 可用插条繁殖。

穴播或条播, 株行距50×100厘米, 60℃温水浸种

或用浓硫酸处理15分钟, 洗净后播种, 每穴播4—5粒, 每亩播种量0.5—1斤, 播期3—5月, 或与蝴蝶豆、毛蔓豆等混播。插条宜在雨季进行, 插条选1—2年生主蔓, 长40—50厘米, 带4—5节, 一个芽节露出地面, 淋水盖草。

9. 蝴蝶豆 (*Centrosema pubescens*): 多年生蔓生豆科作物, 比较耐旱耐瘠, 冬季不落叶, 耐荫性强, 前期生长较慢, 可作为多年生作物园的覆盖作物, 茎叶可饲用, 10—11月开花结荚。1—2月果熟, 在露阳地方种植, 结种量多, 每斤种子20,000粒。

穴播或条播, 株行距30×40厘米, 70℃温水浸种, 每亩播种量1—2斤或与毛蔓豆、爪哇葛藤等混播, 播期3—5月。

10. 无刺含羞草 (*Mimosainvisava inermis*): 一年生或多年生匍匐性豆科作物, 无攀缘性, 分枝性强, 生长快, 产量高, 耐瘠, 耐荫蔽, 根系发达, 能抑制杂草生长, 病虫害少, 较不耐旱, 可作为覆盖作物或荒地改良作物, 10—12月开花结荚, 1—2月种子成熟, 结种量大, 每亩可产种子60—100斤, 每斤种子75,000粒, 茎叶种子含有含羞草碱和皂素, 食后会中毒。

穴播或条播, 株行距30×60厘米, 70℃温水浸种, 覆土1厘米左右, 每亩播种量0.5—0.8斤, 播期3—5月。

11. 象草 (*Pennisetum purpureum*): 多年生禾本科牧草, 生长快, 产量高, 比较耐旱, 耐瘠, 在土层深厚、水肥条件良好的地方可获高产, 供青刈, 青贮料, 制干草, 不宜放牧, 9月抽穗, 10月结果。

插条或分株繁殖, 株行距50×60厘米, 斜插每穴2—3株苗, 宜在雨季插植, 每年可割3—6次, 收割高度距地面5厘米左右, 割后应中耕追肥。

12. 坚尼草 (*Panicum maximum*): 多年生禾本科牧草, 丛生性, 耐旱耐瘠, 稍耐荫蔽, 宜放牧, 制干草, 作青贮料, 青割, 6月抽穗结果。

分株种植, 株行距50×60厘米, 每穴3—4株, 直插深10厘米, 宜在春雨季种植, 每年可割3—4次, 收割高度距地面约5厘米左右, 割后中耕追肥。

13. 危地马拉草 (*Tripsacum laxum*): 多年生禾本科牧草, 在旱季生长较慢, 在肥沃湿润地区甚为高产。主要作青刈和青贮料, 不适于放牧, 也可作死覆盖材料。11月抽穗。

以分株或插条繁殖, 植前应假植催根, 株行距50×80厘米, 每穴1—2株, 宜在雨季种植, 每年可割2—3次, 收割高度距地面10厘米, 割后中耕追肥。

14. 潘哥拉草 (*Digitaria decumbens*): 匍匐性多年生禾本科牧草, 适应性强, 能耐旱, 耐瘠, 主要供放牧, 也可制干草。

以走茎或分株繁殖, 苗长20—30厘米, 株行距40×60厘米, 每穴2—3株走茎, 宜平插, 每年可割4—5次。

参 考 文 献

- [1] 李来荣等: 红壤丘陵地幼年果园间作覆盖对土壤性状的影响。中国农业科学, 10 期, 49—50 页, 1964 年。
- [2] 瓦特孙(李良政译): 胶园的覆盖植物。热带作物译报, 1 期, 1—11 页, 1958 年。
- [3] 李庆远: 土壤磷素组成及磷肥品种对于作物生长的影响。中国农业科学, 10 期, 23—26 页, 1964 年。
- [4] 李庆远等: 我国红壤区某些主要土类、钾的含量、状态以及含钾矿物的转化规律。土壤学报, 9 卷 1—2 期, 22—36 页, 1961 年。
- [5] 维维恩(许成文译): 豆科饲料作物巴西苜蓿。热带作物译丛, 3 期, 51—57 页, 1965 年。
- [6] 卡雷(何国良译): 巴西苜蓿——热带的饲料作物和土壤改良作物(文献综述)。热带作物译丛, 1 期, 54—61 页, 1965 年。

INTRODUCTION OF TROPICAL GREEN MANURING PLANTS AND PASTURES ON THREE RED SOILS OF DIFFERENT FERTILITY IN WESTERN KWANGTUNG

LÜ SUEI-SHEN ET AL.

Summary

Experiments on the plantation of tropical green manuring plants and pastures on three red soils of western Kwangtung Province during 1963—1964 give the following remarks:

Tephrosia candida and *Crotalaria anagyroides* could be planted in poor soils under a rather dry soil condition. *Tithonia diversifolia* gave high yield within a short growing period but successive plantation of this plant was confined only to the fertile soils. *Tephrosia vestita* has been found very resistant against dry and infertile soil condition. It was the only plant which should grow on acid sandy soil of the hill land. Under good soil moisture condition *Sesbania cannabina* could stand on infertile soils with rapid growth.

Pueraria phaseoloides and *Calapogonium mucunoides* showed wide adoptability in this region. They served as good cover plants under bad soil conditions. *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens*, *Desmodium ovalifolium*, *Mimosa invisavar inermis* and *Oldenlandia auriculaviva* grew better under a shady condition than any other plants introduced in the experiments. *Mimosa invisavar inermis* could stand on idle land but was not enduring under drought condition. It grew better on soils of clay and loamy types.

Stylosanthes gracilis, *Pennisotum purpureum*, *Digitaria decumbens*, *Panicum maximum* and *Tripsacum laxum* have been proved as good pastures of wide adoptability under the soil conditions of this region. Among these five plants, *Stylosanthes gracilis* seemed to be most hopeful.

Gramiceous pastures had a more high demand of soil fertility and moisture than leguminosae. It was found better to introduce gramiceous plants after the idle soils had been tamed by the plantation of leguminosae.