

木豆的含氮量及根瘤的固氮 改土效益

张隆芬 张启明 陈民锋

(中国科学院华南植物研究所)

木豆 (*Cajanus cajan* Millsp.) 广布于热带^[5], 马来西亚、印度、印度尼西亚等国都有种植, 以后逐步移植到我国广东、福建、云南等地。木豆是重要热带经济木本豆科植物之一, 能适应丘陵荒坡等较干旱贫瘠的生境。木豆的经济价值较高, 其种子可供食用, 枝叶可做饲料和燃料, 也可回田提高土壤肥力, 根做药用^[2]。我们测定了不同品种木豆种子及植株不同部位的氮素含量, 研究了不同酸度, 不同生育期根瘤的固氮活性和改土效果, 为结合热带人工林的多层配置, 为利用木豆改造丘陵荒坡提供科学依据。

1. 生物学特性

木豆为多年生木本豆科植物, 能适应热带亚热带较干旱、贫瘠的土壤。在广东地区3月播种, 6月植株高过一米时开始分枝, 9月、10月开始开花、结荚, 并延续到第二年元月, 但荚多在11月份成熟, 因此集中11月收种。成熟时株高约2—3米, 每株分枝在9—18枝, 茎粗平均3厘米, 株型较紧凑, 种子单株产量平均150克左右, 平均每株地上部分干重1230克。

2. 氮素含量

以马来西亚木豆 (*Cajanus cajan* Millsp.) 为材料测定其根、茎、叶和种子的含氮量。3月26日播种于大田, 10月中旬采集样品, 风干、粉碎, 经40—60目筛过滤备用。用凯氏定氮法进行测定^[4], 测定结果见表1。从测定结果看出, 植物各部位的氮素含量依次是根<茎<叶<种子。种子蛋白质含量较高, 为22.11%, 可做精饲料。叶与种子含氮量相近, 可做牲畜的青饲料和干饲料。

我们还自各地引种了不同品种的木豆, 其种子蛋白质的含量如表2。

从表2可以看出, 除印度木豆蛋白质含量只有16.26%以外, 其他木豆蛋白质含量均在21%以上, 与较佳精饲料豌豆(蛋白质含量22.5%)相近, 因此木豆种子可作精饲料。

表1 木豆各部位含氮量比较

Table 1 The nitrogen contents of the different parts of the plants

植物部位	含氮量%	蛋白质含量%
根	0.70	4.36
茎	0.80	4.98
叶	3.50	21.85
种子	3.54	22.11

表2 各品种木豆的含氮量

Table 2 The protein contents of the different *Cajanus cajan* Millsp seeds

品种名称	种皮颜色	含氮量%	蛋白质含量%
马来西亚木豆	紫黑色	3.48	21.77
马来西亚木豆	黑色	3.54	22.11
马来西亚木豆	白色	3.36	21.03
四川木豆	白色	3.49	21.82
四川木豆	黑色	3.49	21.79
四川木豆	棕红块斑色	3.53	22.05
褐皮木豆		3.47	21.70
印尼木豆		3.56	22.22
印尼木豆	白色	3.50	21.85
印度木豆		2.60	16.26

3. 根瘤的固氮能力

选性状较好的马来西亚木豆为材料测定根瘤的固氮活性。3月26日播于大田，分4个时期，即苗期（5月30日）、营养期（7月26日）、花期（10月6日）、结荚期（11月25日）采集根瘤。将采集的样品冲洗干净，吸干水份，装入100毫升三角瓶中，用反口胶塞塞紧，然后注入1毫升乙炔，在室温下反应2小时左右，抽取反应气体样品于20毫升血清瓶中。在SP2305气相色谱仪、氧化铝柱、柱温130℃进行分析⁽¹⁾。

苗期也是根瘤形成时期，结瘤多但较小，最多一株有27个直径约1.5—5.5毫米的根

瘤，每株平均重量是0.13克，此时根瘤固氮活性较强，但因根瘤小而轻，所以固氮量不高。当植株生长到1.5米以上时（营养期），枝叶茂盛，采集到的根瘤大而整齐。每株根瘤平均重2.65克。花期部份植株根瘤已空瘪或木质化，经测定基本无固氮活性，生长良好的根瘤还原活性也有所下降。结荚期根瘤还原活性更差。结果见表3。

表3 木豆不同生育期的固氮活性

Table 3 The nitrogen fixing activity in root nodules bacteria of *Cajanus cajan* Millsp in the different growing period

生育期	采样日期	株高 (厘米)	株数	结瘤 总数	平均每 株结瘤 数	根瘤生长状况				C ₂ H ₄ n mol/ 克·分
						重量/每株 (克)	大小 (毫米)	颜色	形态	
苗期	5月30日	35.8	23	298	13	0.13	1.5—5.5	白色	球形 椭球	3.142
营养期	7月26日	164.4	5	210	42	2.65	2—13	外白 里绿	球形	2.110
花期	10月8日	242	6	153	25.5	2.54	4—22	外白 里绿	掌形	1.047
结荚期	11月25日	243	10	97	9.7	0.6	1.1—1.5	小白 大绿	椭球形 掌形	0.223

4. 土壤酸度对固氮作用的影响

根据广东沿海荒山草坡多属砖红壤，因此，我们测定了不同酸度条件下木豆苗期植株的生长状况及根瘤的固氮活性，采用盆栽，用大田原木豆样地表层土装盆，用醋酸缓冲液及生石灰调节酸度，即pH=5.55, pH=5.72, pH=5.98(对照), pH=6.17, pH=7.52, 5月30日当幼苗生长至30厘米左右时，采样测定根瘤的固氮活性。见表4。

表4 不同酸度对固氮作用的影响

Table 4 The effect of the soil pH on nitrogen fixing activity

pH	株高(厘米)	地上部分鲜重(克)	根瘤重(克)	C ₂ H ₄ n mol/克·分
5.55	12.95	0.43	0.03	0
5.72	/	/	/	2.6
5.98	28.89	2.26	0.055	3.1
6.17	26.35	2.37	0.05	6.9
7.52	36.92	4.47	0.156	5.3

注：盆内在酸度调节同时，配加旁氏液因此根瘤的还原活性高于大田。

从表4可以看出pH=6.17, pH=7.52时根瘤的固氮活性较高。试验表明，从植株生长状况及根瘤固氮活性来看，木豆适宜生长在中性条件下，忍耐酸性不能小于pH=5.5，在这一酸度条件下，幼苗死亡较多。

5. 种植木豆对提高土壤肥力的效果

为了搞清木豆对荒山草坡土壤的改良作用, 我们对本实验组的试验地进行了调查。本试验地为1979年开垦的生荒地, 种植过红薯、蔬菜1年, 1980年改为木豆试验地, 至今种植木豆3年。我们在种植木豆1年、2年、3年的样地下采样, 分三层0-10厘米、10-20厘米、20-30厘米取土, 并取对照及一母质土样, 分析土壤含氮量。

将采来土样风干, 去掉大的根系、石块, 粉碎, 经40-60目过筛, 用凯氏定氮法测定土壤含氮量。测定结果见表5。

表5 木豆不同种植年限的土壤含氮量比较
Table 5 The nitrogen content in the soil of the different planted years of *Cajanus cajan* Millsp

土壤深度(厘米)	含 氮 量 %				母质土N %
	一年	二年	三年	对照	
0-10	0.0920	0.1159	0.1230	/	0.0168
10-20	0.0825	0.1089	0.1219	0.0410	
20-30	0.0810	0.1065	0.1137	0.0447	

从实验结果可以看出, 种植木豆的土壤含氮量逐年自上至下增加。以一年生马来西亚木豆为例, 试验地播种密度为每亩500株, 每株平均能提供根220克(干重)、茎干825克、叶185克, 如500株木豆全部砍伐腐烂回田, 根含氮量0.7%, 每年每亩提供770克氮素; 茎含氮量0.87%, 每年则可提供3589克氮素; 叶含氮量3.5%, 每年可提供3238克氮素, 每亩植株提供氮素7.6公斤。至于根瘤提供的氮素, 若以乙炔还原量和氮的还原量的比值为3:1计, 也就是理论上每还原3克分子乙炔相当于还原1克分子氮^[3], 全年共计提供3691克氮素。各生育期提供的氮素见表6。植株及根瘤每亩一年内共计可提供11.3公斤氮素, 相当于53公斤硫酸铵。可见木豆具有良好的改土效益。

表6 木豆生长阶段根瘤固定的氮量
Table 6 The nitrogen fixing content in root nodules bacteria of *Cajanus cajan* Millsp in growing term

生育期	生长时间	每亩株数	平均每株根瘤重(克)	C ₂ H ₄ nmol/克·分	固氮量(克)
苗 期	3月26日 ^{94天} 5月30日	500	0.13克	3.142	258
营养期	5月30日 ^{56天} 7月26日	500	2.65	2.110	2104.2
花 期	7月26日 ^{72天} 10月8日	500	2.54	1.047	1286.7
结荚期	10月8日 ^{47天} 11月25日	500	0.6	0.223	42.26

小 结

从上述研究可以看出，木豆种子蛋白质含量较高(21—22%)，是良好的牲畜精饲料。木豆各部位的含氮量依次是根<茎<叶<种子，叶的含氮量较高，亦可作牲畜饲料。木豆根瘤的固氮能力平均在 $1.6\text{C}_2\text{H}_4\text{nmol/克}\cdot\text{分}$ ，每年可提供氮素 3.7 公斤。若加根、茎、叶回田，每亩全年共计可提供11.3公斤，相当于53公斤硫酸铵化肥。据我们测定种植过不同年份木豆的土壤含氮量，逐年从上至下有所增加，因此，种植木豆有明显的改土效果。我们认为木豆适宜广东沿海及其他荒山草坡地区推广种植，对解决畜牧业的饲料，恢复植被改良荒山，促进生态平衡均有重要作用。

参 考 文 献

- 〔1〕上海植物生理研究所固氮室，1974：固氮研究中乙炔还原定量测定方法的简易化。植物学报，16卷，4期，382—384页
- 〔2〕云南植物研究所，1972：云南经济植物。云南人民出版社，19页。
- 〔3〕李季伦，1979：生物固氮。
- 〔4〕南京土壤研究所，1978：土壤理化分析。上海科学技术出版社出版，67页。
- 〔5〕胡先骕，1957：经济植物手册(下册)。科学出版社，782页。

NITROGEN FIXING ACTIVITY OF CAJANUS CAJAN MILLSP AND ITS RESPONSE OF SOIL IMPROVEMENT

Zhang Long-fen Zhang Qi-ming

Chen Min-feng

(*South China Institute of Botany, Academia Sinica*)

Abstract

We studied the nitrogen fixing activity of *Cajanus cajan* Millsp and its response of soil improvement proceeded in our laboratory. Nitrogen fixing rate was measured by the acetylene reduction technique. The results were summarized as follows:

1. The protein contents of the different parts of plants were: seed 21—22%, leaf 21%, stem 4.98%, and root 4.36%. So the leaf was also a fine fodder and fertilizer as the seed.

2. The nitrogen fixing activity in root nodules of *Cajanus cajan* Millsp was varied in the different growing period, seedling 3.142 C_2H_4 n mol/g. min, growth period 2.110 C_2H_4 n mol/g. min, flowering period 1.047 C_2H_4 n mol/g. min, bear fruit period 0.223 C_2H_4 n mol/g. min.

3. The effect of the soil pH on the nitrogen fixing activity of root nodules was very remarkable, the nitrogen fixing activity decreased at pH 6.

4. The nitrogen content in soil showed that pigeon pea had a significant role of soil improvement, nitrogen content increased about 11.3 kg per year.