

表 8

种稻和不种稻情况下氮素损失量

(盆栽试验, 施用 ^{15}N -尿素, 0.8克N/盆)

土 壤	处 理	植物吸收量 (^{15}N 毫克/盆)	土壤残留量 (^{15}N 毫克/盆)	^{15}N 损 失 量		
				^{15}N 毫克/盆	相差毫克/盆	占施入 $^{15}\text{N}\%$
黄 泥 土	种 稻	60.2±0.59	18.7±1.09	14.1±1.00	14.2**	14.2
	不 种 稻	—	64.6±3.87	28.3±3.87		30.5
白 土	种 稻	56.1±2.81	20.1±1.08	16.7±1.87	8.3**	18.0
	不 种 稻	—	68.0±1.91	25.0±1.90		26.7

肥料, 水稻根系易于吸收, 正如表 3 所示, 在根际出现了 $\text{NH}_4\text{-N}$ 微域贫乏。根据陈华癸等(1961)的资料(9), 种稻和不种稻条件下, 硝化微生物的消长趋势基本上是一致的。因此, 经水稻吸收后的土壤中和不种稻土壤中, 在 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量上基数不一样, 在这种情况下, 由于硝化作用形成的反硝化作用所需要的基质 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量亦不同, 应是种稻土壤远低于不种稻者。又根据在宜于反硝化作用的条件(即碳源充足和缺乏氧气)下, 基质($\text{NO}_3\text{-N}$) 浓度高的氮素损失量应大。因此, 在施用铵态氮肥时, 由于 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的基数不同, 出现了不种稻土壤的氮素损失率大于种稻者的情况, 并不排斥水稻根系对根际反硝化作用有刺激效应的结果, 而是说明水稻土中氮素损失原因除了土壤表面氧化层还原层的分异和根系的影响外, 尚有其他原因。

三、结 语

综上所述, 水稻根面附有大量反硝化细菌, 条件适宜, 反硝化总活性旺盛; 根际土壤含有为数众多的反硝化微生物, 以致于根际土中加入 $\text{NO}_3\text{-N}$ 时, 在淹水培育下, 形成氮素大量损失。综合说明水稻根系对根际反硝化作用有刺激效应, 是造成氮素损失的原因之一。至于不种稻条件下氮素损失量大于种稻者的其它原因, 值得深入探讨。

参 考 文 献

- [1]. Rovira, A. D., *Ann. Rev. Microbiol.*, 19:241-266, 1965.
- [2]. Papavizas, G. C. et al., *Plant and Soil*, 14:215-236 1961.
- [3]. Starkey, R. L., *Bacteriol. Rev.*, 22:154-172, 1958.
- [4]. Vamas, R., *Plant and Soil*, 11:65-77, 1959.
- [5]. 于天仁、李松华, 水稻土中氧化还原过程的研究(II) 土壤与植物的相互影响。土壤学报, 5: 166-172, 1957.
- [6]. Tomio Yoshida, *Microbial metabolism of nitrogen in Paddy soils*, In "Proceeding of Symposium on Paddy Soil (Abstracts)", 1980.
- [7]. Dennis & Focht, *The methods for analysis of denitrification in soil*, Vol. 2, Edited by Donald, R. Nielsen & J. G. Macdonald, Academic Press, New York, San Francisco, London, 1978.
- [8]. 刘芷宇, 土壤—根系微区养分环境的研究概况。土壤学进展, 3:1-10, 1980.
- [9]. 陈华癸、周启, 水稻田土壤中硝化作用和硝化微生物的研究 (I) 水稻田土壤中的硝化作用。土壤学报, 9:56-63, 1961.

云南省潞江县土壤中微量元素含量及其与作物生长的关系*

姚天全 张世玉 赵恒康

(中国科学院昆明分院生态研究室)

在农业生产中应用微量元素肥料, 在一定条件下是提高农作物产量和质量的简便而经济的途径。本文以云南高产坝区的潞江县为例, 搜集受人为影响较大的几种耕作土, 测定其微量元素含量, 并对微量元素

的供给情况和可能需要微量元素肥料的土壤作出估价, 同时布置田间试验进行验证。

田间试验以锌、硼为主, 供试作物包括水稻、油菜、蚕豆等。由小区试验到大田对比、示范和大规模

* 参加田间试验工作的还有傅国民、陈文、李桂芬等同志。

推广。通过上述工作证实了微量元素肥料的增产作用与土壤分析结果一致。

一、样品来源与测定方法

(一)样品的采集与制备

采样点的选择主要考虑三个因素：(1)当地的主要土类。(2)当地的主要成土母质。(3)当地农业的主要利用形式。

土壤采样系用不锈钢铲挖取耕作层(0—20厘米)，取土1—2斤，用布袋盛装。土壤经室内风干，挑去植物根及大于1毫米石砾后，用玛瑙研钵磨细过20和100目的尼龙筛，混合均匀。

激江县位于滇中，是一个三面环山一面临湖的高产坝子县，主要的成土母质有石灰岩、激江紫红色砂页岩和第四纪红土。沿江河两岸和湖泊四周为现代冲积和湖积物发育的水稻土，坝子边缘和丘陵坡脚为第四纪老冲积和红土坡积物发育的红壤性水稻土，丘陵和低山主要是山地红壤。

(二)样品的测定^[1,2]

全锌、铜、锰、钼、硼用王水、过氯酸消化土样，原

子吸收法测定，钼用石墨炉原子吸收法测定，全硼用等离子光谱法测定。酸性土壤中的有效态锌和铜用0.1N盐酸萃取，石灰性土壤中的有效态锌和铜用0.005M二乙三胺五醋酸(DTPA)提取，原子吸收法测定。有效态硼用沸水萃取，姜黄法比色测定。有效态钼用草酸—草酸铵溶液(pH3.3)萃取，石墨炉原子吸收法测定。代换态锰用1N中性醋酸铵溶液萃取。易还原态锰用含有0.2%对苯二酸的上述溶液萃取，原子吸收法测定。

二、土壤中微量元素的含量

各元素的含量范围和平均含量见表1及表2。

(一) 锌

土壤中锌的含量范围是10—300ppm，平均含量是50ppm^[3]。在酸性和中性土壤上对植物有效态锌用0.1N盐酸萃取，缺锌的临界值约为1—1.5ppm。土壤中锌的供给情况主要受酸度的影响。激江县发红田多属石灰性水稻土，碳酸钙含量较高，在有过剩二氧化碳存在的情况下，也可能使锌呈重碳酸盐态存在，而影响水稻对低浓度有效态锌的吸收^[4]。

表1 激江县土壤中微量元素全量结果 (ppm)

土 类	土 种	成 土 母 质	锌	硼	钼	铜	锰
潞育型水稻土	鸡 粪 土	沉 积 物	94.2 (51.9—14.1)	41.2 (29.4—52.9)	3.04 (0.8—5.5)	74 (27.6—165)	637 (224—1435)
潞育型水稻土	胶 泥 田	沉 积 物 冲 积 物	102 (36.0—181)	46.4 (46—46.8)	4.2 (0.9—7.7)	98.3 (30.1—224)	800 (309—1894)
施育型水稻土	红 泥 田	坡 积 物	95 (89.6—100)	未 测 定	4.7 (3.5—5.9)	105 (43.9—161)	1319 (1305—1332)
潞育型水稻土	黄 泥 田	坡 积 物	69.8 (58.2—814)	未 测 定	4.1 (2.1—6.2)	58.9 (33.9—83.9)	341 (267—414)
施育型水稻土	紫 泥 田	坡 积 物	80.3 (69.2—90.8)	27.7 27.7	4.0 (2.5—5.0)	69 (41—85.7)	524 (269—715)
潞育型水稻土	发 红 田	湖 积 物	83.5 (44.8—139)	37.4 (24.7—57.4)	5.0 (3.9—6.7)	42.6 (20.7—64.9)	746 (372—1646)
潞育型水稻土	沙 泥 田	冲 积 物	82.1 (48.9—70.2)	未 测 定	4.16 (0.9—7.2)	36 (27.6—49.7)	620 (467—739)
潞育型水稻土	砂 田	洪 积 物	61.7 (30.2—81.4)	未 测 定	3.4 (0.5—7.2)	40.9 (27.6—83.9)	599 (267—1188)
红 壤	红 土	第 四 纪 红 色 粘 土	96.8 (18—216)	未 测 定	4.7 (1.3—10.1)	148 (28.2—245)	1153 (253—2075)
红 壤	黑 油 砂 土	多 种 母 质	87.5 (46—129)	未 测 定	1.7 (0.5—2.9)	74 (32.9—115)	852 (237—1467)
红 壤	涩 红 土	第 四 纪 红 色 粘 土	82.8 (40.1—125)	未 测 定	6.0 (3.4—8.6)	150 (77.5—222)	981 (455—1508)
红 壤	禾 香 土	砂 页 岩	109 (57.2—157)	未 测 定	2.6 (1.2—4.0)	114 (40—248)	901 (361—1958)
紫色土	砂 土	紫 砂 岩	30.2 (17.8—42.1)	未 测 定	1.5 (1.2—1.9)	24.1 (12.8—36.4)	209 (84.9—361)
各 种 土 壤 平 均 含 量			81.2	38.2	3.8	79.6	745

注：表内数据为平均含量，括号内数据为含量范围。

表2

激江土壤中微量元素有效态含量

(ppm)

土种	有效态锌	水溶态硼	有效态铜	有效态钼	水溶态锰	代换态锰	易还原态锰	活性锰
鸡粪土	4.0 (0.4—10.5)	0.3 (0.2—0.5)	0.09 (0.03—0.16)	9.4 (0.1—21.8)	0.5 (0.1—1.1)	4.5 (1.5—11.3)	91 (36—168)	96 (32—179)
胶泥田	1.8 (0.2—4.3)	0.2 (0.1—0.3)	0.08 (0.03—0.12)	3.3 (0.1—8.9)	0.7 (0.1—3.3)	9.6 (1.5—36.7)	88 (33—165)	98 (35—205)
红泥田	3.5 (3—3.9)	0.2 (0.1—0.3)	0.07 (0.06—0.08)	6.5 (3.7—9.3)	0.5 (0.4—0.7)	1.7 (0.9—2.1)	161 (158—164)	163 (159—169)
黄泥田	2.9 (0.2—2.8)	0.2 (0.1—0.3)	0.13 (0.07—0.18)	2.2 (0.1—4.2)	0.1 (0.1—0.12)	2.4 (2.1—2.7)	51 (37—64)	54 (39—67)
紫泥田	3.5 (3.4—3.5)	0.4 (0.3—0.4)	0.09 (0.04—0.14)	7.7 (7.1—8.2)	0.6 (0.4—0.9)	6.3 (4.6—8.1)	130 (116—144)	137 (121—153)
发红田	0.5 (0.1—1.6)	0.1 (0.05—0.2)	0.08 (0.06—0.1)	0.3 (0.1—0.7)	0.5 (0.2—0.8)	5.6 (3—12.5)	52 (23—101)	58 (26—114)
沙泥田	0.4 (0.4—0.5)	0.2 (0.2—0.3)	0.08 (0.05—0.11)	0.4 (0.1—1.1)	0.3 (0.1—0.7)	15.7 (11.5—20.5)	115 (93—136)	131 (105—157)
沙田	1.1 (0.2—2.8)	0.2 (0.1—0.3)	0.09 (0.03—0.18)	0.9 (0.1—4.2)	0.6 (0.1—1.2)	9.2 (2.1—21.1)	98 (37—159)	108 (39—181)
红土	3.6 (0.8—6.0)	0.2 (0.1—0.3)	0.11 (0.05—0.16)	4.9 (0.8—11.6)	1.2 (0.1—3.1)	10.2 (0.4—56.6)	134 (75—176)	145 (76—236)
黑油沙土	4.2 (1.5—6.9)	0.3 (0.2—0.4)	0.04 (0.04)	3.2 (0.4—6.0)	0.2 (0.2)	3.4 (3.4)	43 (43)	47 (46.6)
湿红土	2.7 (2.2—3.2)	0.4 (0.3—0.4)	0.09 (0.06—0.12)	8.0 (7.9—8.0)	1.3 (0.5—2.0)	6.5 (1.3—11.7)	131 (86—176)	139 (88—190)
末香土	1.5 (1.0—1.9)	0.2 (0.2—0.3)	0.07 (0.02—0.12)	3 (0.6—6.3)	1.4 (0.3—2.2)	22.2 (2.9—47.9)	108 (47—172)	132 (50—222)
砂土	1.1 (0.7—1.24)	0.3 (0.2—0.4)	0.02 (0—0.03)	2.0 (0.8—3.7)	0.4 (0.2—0.5)	8.2 (1.5—18.4)	31 (12—65)	40 (14—84)
各种土壤平均含量	2.4	0.3	0.08	4.0	0.6	8.1	95	104

注：表内数据为平均含量，括号内数据为含量范围。

据激江县土壤的67个土样的分析结果，全锌平均含量为81.2ppm，较上述的平均含量高。0.1N盐酸萃取的有效态锌平均含量为2.4ppm，略高于缺锌的临界值1.5ppm。但不同土壤的含量可相差10倍左右。其中以冲积、沉积物形成的质地较粘重的泥田、鸡粪土田以及由第四纪红色粘土形成的红土、湿红土等含量最高。而以冲积物形成的质地较轻的沙泥田、沙田、发红田以及由激江砂岩形成的羊肝土等含量最低，仅有0.4—1.1ppm。

(二) 钼

土壤中全钼含量范围为0.5—5.0ppm，平均含量为2ppm(3)。土壤中有效态钼的临界值约为0.15—0.2ppm。土壤中有效态钼的含量与土壤酸度有关。根据土壤pH值与有效态钼含量而求得的“钼值”，可作为判断钼的供给情况的指标。

$$\text{钼值} = \text{pH值} + (\text{有效态钼含量} \times 10)$$

钼值<6.2时，表示土壤的钼的供应不足。钼值为6.2—8.2时，钼的供应中等。钼肥是否有效视土壤情况和作物种类而异。钼值>8.2时，钼的供应充足，作物不需要钼肥。

据所分析的67个土壤样品的全钼平均含量为3.8ppm，高于一般土壤的平均含量。有效态钼平均含量为0.08ppm，低于上述的临界值。按钼值计算，除石灰性的水稻土大于3.2外，其余的土壤介于6.2—8.2之间，说明钼的供应不十分充足。估计在豆科作物上施用钼肥有较好的效果。

(三) 硼

土壤中全硼含量范围是2—100ppm，平均含量是10ppm(3)。对一般作物来说，水溶态硼低于0.5ppm时，土壤中的硼供给不足，作物对硼肥可能有反应，在轻质土上临界值可下降到0.3ppm。不同的作物对硼的需要量差异很大，十字花科的作物比禾本科作物需硼量大得多(5)。

本工作所分析的土壤样品，全硼平均含量是38.2ppm。水溶态硼的平均含量是0.3ppm，低于缺硼临界值。除部分鸡粪土田、酸性红壤、紫泥田外，激江县的绝大部分石灰性冲积土、沙土、发红田、胶泥田和沙泥田等都是含硼低的土壤。

(四) 铜

土壤中全铜含量为2—100ppm，平均含量为20ppm

[3]。对植物有效态的铜,酸性土壤和中性土壤用0.1 N 盐酸提取,临界值约为1.9ppm,强度缺铜为0—1.0ppm,轻度缺铜为1.1—1.9ppm,1.9ppm以上不缺铜。对于石灰性土壤和有机质较多的土壤常用络合剂萃取。

本工作所分析的土壤全铜平均含量为79.6ppm高于一般土壤的平均含量。有效态铜平均含量为4.0ppm高于缺铜临界值。激江县土壤中的铜是比较充足的,在作物上也未观察到缺铜症状。

(五) 锰

土壤中锰的含量范围为200—3000 ppm,平均含量为850ppm[3]。土壤中锰的有效性受酸度和氧化还原电位和质地的影响。土壤中对植物有效态的锰常用水溶态锰、代换态锰、易还原态锰以及它们的总和即活性锰来表示。一般认为在石灰性土壤上2—3ppm的代换态锰和100ppm的易还原锰是保证作物正常生长所必需的[6]。

据67个土壤样品的分析结果,全锰平均含量745 ppm,高于我国各种土壤的平均含量710ppm[6]。代换态锰的平均含量为8.1ppm,易还原态锰为95ppm,活性锰的平均含量为104 ppm,可以认为锰的供给是十分充足的。但因含量变幅较大,个别的土壤仍有可能缺锰。如发红田(石灰性)、沙田、沙土、黄泥田等土壤中各种形态的锰含量均低,作物可能需要锰肥。其它的土壤中锰的供应是比较充足的,在作物上未观察到缺锰的症状。

综上所述结果将激江的几种土壤中的微量元素丰缺情况概括如表3。

表3 激江县土壤中微量元素丰缺表

土 种			锌	硼	钼	铜	锰
鸡 粪	土		+	+	+	+	+
胶 泥	田		+	-	-	+	+
红 泥	田		+	-	-	+	+
黄 泥	田		+	-	-	+	-
紫 泥	田		+	+	-	+	+
发 红	田		-	-	+	-	-
沙 泥	田		-	-	-	-	-
沙	田		-	-	+	-	+
红	土		+	-	-	+	+
黑 油	沙 土		+	-	+	+	-
泥 红	土		+	+	-	+	+
末 香	土		-	-	-	+	+
沙	土		-	-	-	+	-

注: +号表示微量元素含量丰富;
-号表示微量元素含量不足。

三、微量元素肥料的效果

(一) 锌肥试验

1974—1977年先后曾在江川、易门、邱北、华宁、峨山等县进行锌肥的田间试验[7],证实了锌肥对玉米的增产作用。从1978年开始与激江县农科所合作进行了水稻、油菜、蚕豆施用微量元素肥料的研究。

小区试验证实了锌肥对水稻的增产作用。据32个试验点的统计,除一个减产外,其余全部都增产。其中增产率为5—10%的10个点,11—20%的7个点,21—30%的10个点,31—40%的三个点,100%以上的一个点。增产幅度为4.4—192%,每亩净增44.4—580斤。现以其中几个有代表性的试验结果列于表4。从表4所列的结果可看出:1. 激江县几种含有效态锌低的土壤,不论以何种方式施锌,增产效果都很显著。冲积性沙土田、沙泥土在等氮磷基础上施锌每亩净增252—

表4 锌肥对水稻的增产作用

试验地点	土 壤	处 理	小区面积(亩)	折合亩产(斤)	增 产	
					斤/亩	%
高西三队	沙土田	腐 P K	0.05	297	—	—
		腐 P K Zn	0.05	866	569	192*
		N P K	0.05	333	—	—
		N P K Zn	0.05	913	580	174**
许家村	沙泥田	N P	0.05	815	—	—
		N P Zn	0.05	1145	330	40.5**
		腐 P	0.05	862	—	—
		腐 P Zn	0.05	1114	252	29.2**
矣旧六队	胶泥田	N	0.05	428	—	—
		N Zn	0.05	576	148	34.6*
		N P	0.05	1035	—	—
		N P Zn	0.05	1099	64	6.2*
大白祥	沙泥田	N	0.05	822	—	—
		N Zn	0.05	950	128	15.6*
		N ZnO	0.05	970	148	18.0*
龙街三队	发红田	不施锌	0.1	1089	—	—
		秧田施锌	0.1	1220	131	12.0
		大田施锌	0.1	1264	175	16.1*
		秧田大田施锌	0.1	1317	228	20.9

注: 1. *显著,**极显著。

2. 处理中的肥料用量按亩计。腐: 腐饼400斤, N: 尿素40斤, P: 普钙100斤, K: 氯化钾20斤, Zn: 硫酸锌6斤, ZnO: 2%的氧化锌泥浆悬浊液沾秧根。
3. 各处理重复三次。

表5

施锌对水稻经济性状的影响

处 理	株 高 (厘米)	穗 长 (厘米)	有效穗 (个/丛)	总粒数 (粒/穗)	实粒数 (粒/穗)	千粒重 (克)
N P (对照)	104.8	15.2	4.4	71.2	38.5	21.1
N P 石膏	104.8	16.0	4.6	69.3	35.5	22.1
N P 硫酸	105.3	15.3	5.3	74.7	26.7	21.1
N P 硫酸锌	114.3	18.5	6.0	95.8	52.3	21.0
N P 氧化锌沾秧根	103.6	17.7	4.2	75.6	36.4	21.1
N P K (对照)	70.7	13.3	3.7	41.3	33.7	26.2
N P K Zn	80.3	16.5	5.1	73.5	67.5	26.3
腐 P (对照)	79.7	17.0	4.8	55.2	37.5	25.0
腐 P Zn	86.3	18.0	5.5	68.1	48.7	25.1

580斤。增产率为29.2—192%，而胶泥田施锌比对照每亩净增148斤，增产率为34.6%，在等氮磷基础上施锌比对照每亩净增64斤，增产率为6.2%。2. 秧田施锌比不施锌的每亩净增131斤，增产率为12.0%，大田施锌的锌肥用作水皮肥(面施)施，比对照增产175斤，增产率为16.1%；而秧田大田都施锌的比对照每亩增228斤，增产率为20.9%。用氧化锌沾秧根也可获得比对照每亩增产148斤的效果，但花工多，不宜推广。

从表5所列的结果和实地观察表明，1. 发红田和其它缺锌的稻田施用锌肥能防治水稻发红，促进稻苗的营养生长，大量新根形成，增加有效分蘖，植株增高6.6—9.6厘米，提早成熟5—12天(图1)。2. 提高了产量构成因素(有效穗、穗长、穗粒、千粒重)的数量。施用锌肥后，水稻前期生长发育正常，为后期生殖生长创造了物质条件，从而使有效穗增加0.7—1.6个/丛，穗长增加1.0—3.3厘米，每穗实粒数增加11—33粒，空秕率减少0.5—10.2%。

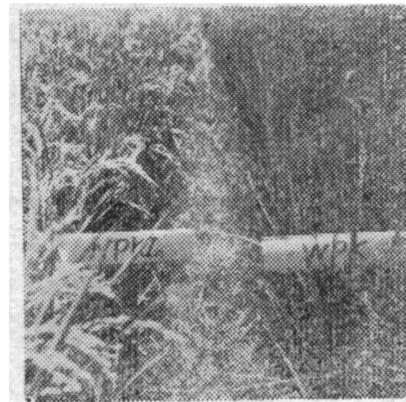


图1 施锌的后期效果
(左: 施锌, 右: 对照)

为了验证小区试验结果，1979年进行多点的大田对比试验，试验结果，一般每亩可增产200斤左右。1980年全县四千五百多亩水稻，推广施用锌肥，每亩

表6

硼肥对油菜经济性状的影响

试 验 地 点	处 理	每 株 荚 数			实 粒 (粒/荚)	每 株 粒 重 (克)	产 量 (斤/亩)	增 产	
		总 荚 数	阴 荚	实 荚				斤/亩	%
龙 街 六 队 (1979)	对 照	255.8	97.6	158.2	16.9	5.3	285	—	—
	二斤硼砂作盖塘肥	212.9	37.5	175.4	23.9	7.5	389	104	36.5
	抽苔、初花期各喷 0.3%硼砂水溶液一次	234.8	47.9	186.9	22.6	7.2	408	123	43.2
龙街六队 (1980)	对 照	227.8	63.2	164.4	21.6	—	331	—	—
	二斤硼砂作盖塘肥	208.2	37.0	171.2	23.2	—	386	55	16.6
大白榨 (1979)	对 照	—	—	—	—	—	136	—	—
	初花期喷0.3%硼砂 水溶液一次	—	—	—	—	—	168	32	23.5
	二斤硼砂作盖塘肥	—	—	—	—	—	280	144	106

施用4—6斤硫酸锌，增产稻谷68.4万多斤。

(二) 硼肥试验

1. 油菜：涪江县种植油菜历史悠久，但单产不高，其原因之一是花而不实、阴荚多、实荚少。1979年在龙街公社的龙街六队和大白祥生产队的沙泥田（冲积水稻土）上进行施硼对比试验证明，油菜的花而不实和阴荚多是由于缺硼引起的。在施氮、磷肥的基础上，用2斤硼砂作盖塘肥，亩产389斤，比对照增产104斤，增产率为36.5%。抽苔、初花期喷0.3%的硼砂水溶液各一次，亩产408斤，比对照增产123斤，增产率为43.2%。在大白祥队喷一次的亩产168斤，比对照增产32斤，增产率为23.5%，盖塘的亩产280斤，比对照增

产144斤，增产率为106%（表6）。

1980年在龙街、吉花、城关三个坝区公社大面积推广使用硼肥四千多亩，并在鸡粪土田、沙泥田、沙田、胶泥田、发红田上安排了六个点的小区对比试验，都获得了增产，与土壤分析的结果基本一致。一般每亩可增产油菜籽11.5—104斤。全县油菜籽总产、单产都创最高水平。全县种油菜6千多亩，平均亩产233.6斤，比不施硼的1979年每亩增产90.6斤，增长率为63.4%。

2. 蚕豆：蚕豆在开花期用0.3%硼砂水溶液喷施1—2次，获得了增加荚粒数，千粒重和产量的效果，每亩增产43—95斤，增产幅度为12.4—33.3%（表7）。

表7 硼肥对蚕豆经济性状的影响

试验地点	处 理	株荚数	荚粒数	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)	增 产	
						斤/亩	%
龙街六队	对 照	4.1	1.6	1090	328	—	—
	开花期喷0.3%硼砂水溶液二次	4.3	1.8	1117	402	74	22.6
高西二队	对 照	6.4	2.1	1110	346	—	—
	开花期喷0.3%硼砂水溶液二次	6.4	2.6	1116	389	43	12.4
龙街三队	对 照	—	—	—	285	—	—
	开花期喷0.3%硼砂水溶液二次	—	—	—	380	95	33.3

参 考 文 献

- [1] 中国科学院土壤研究所微量元素组，土壤和植物中微量元素分析方法，科学出版社，1980。
 [2] 中国科学院土壤背景值协作组，北京、南京地区土壤中若干元素的自然背景值。土壤学报，16卷，321页，1979。
 [3] Swaine, D. J., Tech, Commun, 48, Commonwealth Bur. Soil Sci., Harpenden, England, 1962.
 [4] Franisco, T. Parao, The International Rice

Research Institute Annual Report For 1970.

- [5] 刘铮、徐俊祥、邢光熹、孙秀庭、朱其清，江苏土壤中微量元素供给情况以及与作物生长的关系 1. 苏南地区。土壤，第1期，28页，1974。
 [6] 刘铮、唐丽华、朱其清、韩玉勤、欧阳洗，我国主要土壤中微量元素的含量与分布的初步总结。土壤学报，第15卷，138页，1978。
 [7] 昆明植物研究所土壤组，新开梯地玉米缺锌的试验研究报告。土壤，第4期，203页，1976。

四川盆地水稻土供锌状况的初步研究*

杨定国 成延鳌 温琰茂 金爱珍

(中国科学院成都地理研究所)

近年来，我们发现四川盆地有较大面积的缺锌土壤存在[1,2]。继后，有关农业科研部门据此选择一些对锌敏感的作物(如水稻、玉米等)，在当地进行了大规模的田间多点施锌试验。连续几年重复试验的结果，

不仅印证了上述关于土壤缺锌的研究，而且表明四川盆地早有发生的水稻“坐兜”现象，近若干年来随化肥(氮、磷)施用量增大而逐年有所扩展，其主要是土壤缺锌所致。

* 本文土样的分析由殷义高、吕瑞康、吴桂春、贺振东、邓瑞莲、何昌慧、陈孔明、严丽媛、高岚、冯维敏等同志分别承担。仇伟同志参加一段野外工作。谨此一并致谢！