

# 上海地区土壤的含锌量及锌肥效应\*

梅宁荣 金星耀

(上海市农科院土肥所)

陈 荣

(上海市农科院作物所)

## 摘 要

研究了上海地区土壤的含锌量及锌肥的效应。结果表明:上海地区土壤的全锌含量为20—102ppm,有效锌含量为0.19—11.89ppm,以黄泥头、沟干泥、青紫泥最高,夹沙泥次之,盐土最低。全市缺锌土壤约占耕地的30%,施用锌肥可使玉米、水稻、三麦、棉花等作物增产3.7—47.5%。

锌是植物生长必需的微量元素之一,是某些酶的组成成分,直接参与植物体内的碳水化合物转化过程,并影响蛋白质和生长素的合成。锌在提高作物的产量上有着重要的作用。

## 一、材料与方法

### (一)供试土壤

有青紫泥、沟干泥、黄泥头、夹沙泥和盐土等主要土壤的378个土样,其中有剖面土样44个,钻孔土样334个。

### (二)测试方法

1. 土壤全锌的测:定土样用王水—过氧酸消化后,以原子吸收分光光度计测定。
2. 土壤有效锌的测定:土样用pH7.3的DTPA(0.005M)+CaCl<sub>2</sub>(0.005M)+三乙醇胺(0.1M)溶液提取,用原子吸收分光光度计测定。
3. <sup>65</sup>Zn对玉米光合作用影响的测定:将喷施<sup>65</sup>Zn的玉米植株的叶片置于<sup>14</sup>C的光合室内,20分钟后,叶片用水洗净,烘干、磨碎,测定单位叶重的<sup>14</sup>C含量。

### (三)锌肥对作物的效应试验

在上海地区的60多个乡做了187个试验。供试作物包括玉米、水稻、大麦、小麦、元麦、油菜、棉花、蚕豆和蕃茄等作物;试验采用大田与盆栽相结合的方法;锌肥品种为硫酸锌(ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O);施肥方法分基施或喷施两种。

## 二、结果与讨论

### (一)上海地区土壤的含锌量

上海土壤全锌含量为20—102ppm,平均含量65.5ppm;有效锌含量为0.19—11.89ppm,平

\*参加本项研究工作的还有杨永清、姚乃华、姜素珍、黄亦明等同志

均含量1.51ppm。

上海地区土壤的成土母质基本上是长江冲积物，东部属于草甸型土壤和滨海盐渍土，西部主要是沼泽型土壤，经长期耕作熟化过程，形成了不同的农业土壤，自东向西依次分布着盐土、夹沙泥、黄泥头、沟干泥与青紫泥。各土壤间全锌含量虽有些差异，但变化不大。盐土和夹沙泥全锌平均含量为60ppm；黄泥头、沟干泥全锌含量平均为70ppm；青紫泥全锌平均含量为67ppm。

本地区的全锌含量和分布规律受成土母质的影响十分明显，这既反映了本地区成土母质在组成上的均一性；又反映了本地区的成土时间较短，不同沉积相(河相沉积、湖相沉积)的母质其含锌量的变化范围较小。河相沉积物全锌平均含量为60.2ppm；海相沉积全锌平均含量为59.5ppm。

上海地区土壤的全锌含量的分布范围因土而异。盐土、夹沙泥的全锌含量主要分布在40—60ppm和60—80ppm之间；黄泥头和沟干泥全锌含量半数以上分布在60—80ppm之间，有30%分布在80—100ppm；而青紫泥土壤大部分集中在60—80ppm范围内。

## (二)上海地区土壤有效锌含量

随土壤类型而不同，彼此可相差几倍至数十倍，含量在0.19—11.29ppm之间(表1)，平均为1.51ppm。有效锌的含量与全锌含量之间无相关性。上海地区土壤有效锌含量约占全锌含量的0.33%—14%。土壤有效锌的含量主要取决于土壤类型、质地、pH值和有机质等因素。各类土壤有效锌含量分布频率列于表2。

表 1 上海地区主要土壤的有效锌含量 (ppm, 0—15cm土层)

土壤类型	样本数	含量范围	平均值	S.D(±)	C.V%
沟干泥	81	0.58~10.62	4.20	2.85	67.8
青紫泥	79	0.19~11.29	1.71	1.24	72.4
黄泥头	53	0.24~9.70	2.00	1.74	86.9
夹沙泥	129	0.29~10.31	2.09	2.29	101.0
滨海盐土	36	0.31~2.84	0.81	0.46	57.4

表 2 上海地区主要土壤的有效锌含量分布频率 (ppm)

土壤类型	<0.5		0.5—1.0		1.0—1.5		1.5—2.0		>2.0	
	个数	%	个数	%	个数	%	个数	%	个数	%
沟干泥	0	0	5	6.17	12	14.81	5	6.17	59	72.84
青紫泥	4	5.06	22	27.85	19	24.05	14	17.72	20	25.32
黄泥头	2	3.77	10	18.87	12	22.64	6	11.32	17	32.08
夹沙泥	19	14.73	37	28.68	21	16.28	14	10.85	38	29.46
滨海盐土	8	22.22	20	55.56	5	13.89	2	5.56	1	2.78

在一般情况下，结构好的土壤其有效锌含量较高，如黄泥头；有效锌含量受土壤反应的影响极大，盐土因pH高以及强烈的石灰反应而使有效锌含量低；沟干泥的pH值为7.0—7.7左右，但由于此两类土壤中，有相当多的样点有石灰反应，因而导致这两类土壤中的一部分

土壤的有效锌含量偏低,分析结果表明, pH<7时,有效锌含量高,pH>7时有效锌含量低。因为随pH的升高而降低了锌的溶解度,所以pH>6.5的土壤植物常发生缺锌症状。

有机质含量高的土壤,有效锌的含量亦相对较高;反之则低,两者之间有着明显的正相关, r = 0.66—0.98。

从剖面分布来看,通常是表层有效锌含量高下层含量低。表层的富集现象是由于人们长期耕作施肥及作物根系吸收聚积的结果。

### (三) 锌在玉米体内的运转

我们借助同位素<sup>65</sup>Zn及<sup>14</sup>C对锌在玉米体内运转和积累等进行了研究。

#### 1. 玉米吸收锌肥的速率。

用<sup>65</sup>Zn喷施玉米后,锌即被玉米叶迅速吸收,吸收锌肥的速率与叶龄有关,叶龄越幼小吸收速度越快(表3),其回归方程如下:

$$(1) \text{上部叶: } y = 12.42 + 0.67x \quad r = 0.971^*(n = 4)$$

$$(2) \text{中部叶: } y = 10.50 + 0.638x \quad r = 0.965^*(n = 4)$$

$$(3) \text{下部叶: } y = 4.776 + 0.302x \quad r = 0.986^{**}(n = 4)$$

#### 2. 锌在玉米植株中的运转与分配。

在玉米营养生长阶段,锌由老叶运转到新叶,以满足幼嫩的新生叶生长需要;到了生殖

表 3 玉米在喷锌后的不同时间内对锌的吸收率(%)

时 间	下部叶片	中部叶片	上部叶片
3.5小时	7.2	8.3	11.9
24.0小时	9.9	29.6	29.4
48.0小时	19.8	46.2	51.4
72.0小时	27.0	52.0	56.4

表 4 玉米不同叶位的叶片中<sup>65</sup>Zn含量的变化

叶 位	四叶期喷 <sup>65</sup> Zn 八叶期测定 (cpm)	四叶期喷 <sup>65</sup> Zn 成熟期测定 (cpm)	输出率 (%)
1	18.717	10.202	45.5**
2	49.187	6.274	87.2*
3	89.015	3.151	96.5**
4	51.979	3.380	93.5**
5	15.581	3.074	80.3
6	8.384	2.864	65.8
7	6.584	2.423	63.2
8	7.663	3.440	55.1**

生长阶段,锌则由营养器官向生殖器官集中,以保证生殖生长的需要。

玉米在四叶期喷<sup>65</sup>Zn,其后所生长出的新生叶中都可测出放射性<sup>65</sup>Zn的存在(表4),

表 5 玉米植株各器官中<sup>65</sup>Zn的比较 (cpm/0.1g)

处 理*	1	2	3	4	5
第一片叶	3591	16193	35172	9133	22169
二	903	5385	27729	13709	10534
三	306	17954	29328	6317	10502
四	190	9847	30454	10310	13171
五	133	4535	18052	915	5879
六	89	1348	11860	1832	7005
七	83	440	8355	286	8640
八	76	270	7841	386	6401
九	75	232	7021	237	8640
十	71	224	5201	236	3654
十一	82	258	5082	365	8038
十二	80	331	3663	285	3887
十三	120	459	3671	1250	4589
十四	224	945	5209	528	3297
根	64	287	1221	1051	976
下部茎	62	150	744	108	426
上部茎	124	455	2594	177	730
穗轴	293	862	4531	819	3888
籽粒	144	552	1760	420	1575
苞叶	123	337	1607	420	1351
雄蕊	361	1185	4547	1152	3332

- \* 处理 1. 四叶期喷<sup>65</sup>Zn;  
2. 四叶期、八叶期两次喷<sup>65</sup>Zn;  
3. 四叶期、八叶期、抽雄期三次喷<sup>65</sup>Zn;  
4. 八叶期喷<sup>65</sup>Zn;  
5. 抽雄期喷<sup>65</sup>Zn.

甚至于在植株的各个器官如茎、根、穗轴、苞叶和籽粒都能测出放射性 $^{65}\text{Zn}$ ，这就使玉米植株在整个生育期内能得到充足的锌。

### 3. 锌在玉米植株各器官中的含量与分布。

玉米在整个生长过程中，各个器官都能积累锌，其分布情况呈顶端优势，即新生的幼嫩组织积累的锌高于成熟的老化组织，植株上部茎、叶的含锌量高于下部茎、叶，在同一器官中锌的分布也不均匀。例如：在果穗中则以穗轴>籽粒>苞叶，而在籽粒中，锌则主要积聚在胚中(表5)。

### 4. 喷施锌肥时期对玉米籽粒含锌量的影响。

玉米在不同生长期喷施锌肥将影响其籽粒的含锌量(表6)。

表 6 玉米喷锌后各器官含锌量占整株含量的百分比

部 位	四叶期喷 $^{65}\text{Zn}$	四叶、八叶期二次 喷 $^{65}\text{Zn}$	四叶、八叶、抽雄期 三次喷 $^{65}\text{Zn}$	八叶期喷 $^{65}\text{Zn}$	抽雄期喷 $^{65}\text{Zn}$
叶	23.0	50.3	60.0	39.7	57.0
茎	6.0	3.1	5.4	2.6	3.2
穗 轴	16.3	9.3	12.3	12.2	12.6
籽 粒	45.1	32.3	15.3	29.0	19.4
苞 片	4.7	1.8	3.3	3.2	3.3
雄 蕊	3.0	1.7	1.7	2.1	1.6
根	2.0	1.4	2.1	11.2	2.8

由表6可知，玉米在四叶期喷施 $^{65}\text{Zn}$ 肥，其籽粒中的含锌量占整株含锌量的45.1%；在八叶期喷 $^{65}\text{Zn}$ ，籽粒含锌量为29%；在抽雄期喷锌，籽粒含锌量为19.4%。

### 5. 锌对玉米光合作用的影响。

试验表明，喷施 $^{65}\text{Zn}$ 的玉米叶片置于 $^{14}\text{C}$ 光合室内一小时后，其叶片中的 $^{14}\text{C}$ 的计数为 $2988 \pm 40$ ，而对照仅为 $847 \pm 20$ ，二者竟相差3.5倍，表明锌有促进玉米进行光合作用的功能。

## (四) 锌肥对作物的效应

上海地区缺锌和可能缺锌的土壤占全市耕地面积的30%左右，合理施用锌肥是提高产量的主要措施之一。

试验也证明，适当施用锌肥可以使上海地区相当一部分土壤的生产力有所提高。就作物而言，施用锌肥(主要是喷施)可使玉米增产3.4—33.5%；水稻增产5.0—15.3%；三麦(大、小、元麦)增产5.5—29.5%；棉花增产5.2—19.4%；蚕豆增产5.7—16.9%；蕃茄增产7.9—47.5%。

锌肥不仅能增加作物的产量，而且还能提高作物的品质。试验表明，蕃茄、辣椒、黄瓜等蔬菜作物施用锌肥后，它们的维生素C的含量提高了18—54%；豌豆的蛋白质含量增加了9.0—22%。