

# 黑龙江省土壤锌的含量分布 和肥效以及有效施用条件的研究

杨荣厚

王修源

(黑龙江省农科院土肥所) (黑龙江省农业厅土肥站)

锌是植物、动物和人类必需的营养元素。土壤供锌不足,都会引起生理功能失调,诱发出各种病害。玉米缺锌“白苗花叶症”,高粱缺锌“白叶病”。因此,查明土壤锌的含量、分布和消长规律,和锌肥肥效,作为合理施用锌肥的科学依据。

锌素有效值分析的样本共 933 个耕层土壤,由北京市农林科学院土肥所化验,按第二次全国土壤普查微量元素含量分析统一标准进行分析化验。

锌素全量共45个土壤耕层样本,由黑龙江省地质局中心试验室,用化学方法(硝酸、高氯酸、氢氧酸消化)进行分析测定。

将分析的锌素数据,分别按土壤类型作了分析计算,归纳统计,并调查总结了近几年在不同土壤上,锌对各种作物的增产效果,以及参考国内外有关锌素丰缺指标等资料叙述如下:

## 一、土壤全锌含量分布

我省土壤全锌的储量不够丰富,潜在供应水平也不高。土壤全锌量平均值为73.3ppm,比全国土壤全锌平均值低 26.7ppm。土壤样品全锌分布频率:从分级来看,以60~80

ppm级比例最大为53.3%,80~100ppm级最小为 17.8%,40~60ppm级居中,为 28.9%。土壤类型间比较,以水稻土、层状草甸土全锌量高,为98.92ppm,黑土、白浆土、暗棕壤都在 65.9~73.5ppm 居中间。而碳酸盐黑钙土、风砂土最低在58.0~59.5ppm。

## 二、土壤有效锌的含量分布

锌在土壤中的有效性主要受土壤pH值、碳酸盐、有机质、磷酸盐和湿度的影响。土壤pH值越高,有效锌含量越低,缺锌多发生在pH值大于 6.5 的土壤上,主要以氢氧化锌形态存在,是一种难溶性的锌化物。在钙质土壤中,碳酸钙与锌形成锌酸钙沉淀,变成难溶性的锌,碳酸钙含量越高,有效锌含量越低。土壤含有多量可溶性磷时,也常发生缺锌现象,施用大量磷肥也诱发缺锌。气温越低,作物苗期严重表现出缺锌症状,1983年春暖化地区绝大部分县(如肇州县玉米苗期95%以上的面积表现缺锌“白苗花叶症”比较严重),松花江地区及嫩江地区部分县普遍出现低温,我省西部和西北部地区的钙质土壤严重缺锌,中部绥化、望奎、阿城、呼兰、双城等市县的黑土上,玉米苗期也有80%的面积表现出缺锌“白苗花叶病”症状。

西部地区的碳酸盐黑钙土、草甸黑钙土、

注:本文承蒙李庆荣研究员审阅,特此致谢。

黑钙土、碳酸盐草甸土等,pH值基本上都在8.0以上,并且碳酸钙含量也较高,因此,土壤有效锌含量低,绝大部分土壤的有效锌含量都在缺锌临界值(0.5ppm)以下,属于缺锌地区。中部黑土,一般呈中性反应,有效锌含量平均值在1.0ppm左右,在低温年份(1983年)也明显的表现出缺锌现象。暗棕壤、白浆土和白浆黑土,属于微酸性土壤,有效锌含量较高,平均含量为1.23~1.96ppm,作物苗期不表现出缺锌症状,施用锌肥效果不明显。

有效锌含量低于缺锌临界值(0.5ppm)以下的土壤出现频率:碳酸盐黑钙土占57.2%,风砂土占52.4%,盐碱化草甸土占50%,碳酸盐草甸土占47.7%,草甸黑钙土(包括碳酸盐草甸黑钙土)占44.8%,黑钙土占44.5%,草甸土占28.8%,水稻土占28.0%、黑土占27.3%。

有效锌含量低于缺锌边缘值(1.0ppm)以下的土壤出现的频率:碳酸盐草甸土占95.3%,碳酸盐黑钙土占92.9%,淋溶黑钙土占80%,草甸黑钙土占75.8%,盐碱化草甸土

占73.3%,黑钙土占72.3%,泛滥地草甸土占72.0%,黑土占67.6%,水稻土占68%,风砂土占66.7%,其它土壤一般均在60%以下。

根据933个土壤耕层样品分析统计,全省土壤有效锌含量范围为0.08~8.982ppm,平均值1.30ppm。各种土壤的平均值变化较大,其有效锌的平均含量顺序是:风砂土0.32ppm,碳酸盐黑钙土0.48ppm,碳酸盐草甸土0.54ppm,黑钙土0.59ppm,草甸黑钙土0.63ppm,黑土0.95ppm,草甸土1.23ppm,白浆土1.53ppm,暗棕壤1.60ppm。根据上述各种土壤有效锌的平均含量看出:我省有效锌含量低的土壤主要在绥化地区的安达、兰西、青冈、肇州、肇东、明水等市县的碳酸盐黑钙土、草甸黑钙土、碳酸盐草甸土;望奎、海伦等县西部碳酸盐草甸土和部分黑土以及嫩江地区的林甸、富裕、齐齐哈尔、杜蒙、泰来、依安、讷河等市县碳酸盐黑钙土、碳酸盐草甸土、风砂土;松花江地区双城等县的黑钙土部分乡均属于不同程度的缺锌土壤,在这些土壤上,施用硫酸锌肥均有明显的增产效果(见表1)。

黑龙江省各类土壤有效锌的含量分布频率

表1

单位ppm

编号	土壤类型	样品个数	变幅	合计	平均	分 级 %					缺锌临界值	边缘值
						<0.3	0.3—0.5	0.5—1	1—3	>3	<0.5	0.5—1
1	暗棕壤	27	0.24—7.233	53.291	1.974	3.7	3.7	22.2	48.1	22.3	7.4	22.2
2	草甸暗棕壤	23	0.133—6.04	35.265	1.533	4.3		39.7	39.1	16.9	4.3	39.7
3	白浆化暗棕壤	18	0.18—5.053	29.578	1.64	11.1	11.1	50.0	16.7	11.1	22.2	50.0
4	黑 土	77	0.31—8.966	55.128	0.707		27.3	40.3	20.1	12.3	27.3	40.3
5	草甸黑土	42	0.18—5.439	56.138	1.33	2.4	7.1	42.9	35.7	11.9	9.5	42.9
6	白浆化黑土	15	0.10—4.00	23.83	1.58	6.7	6.7	26.7	37.5	22.4	13.4	26.7
7	黑钙土	18	0.27—9.498	19.772	1.098	5.6	38.9	27.8		27.7	44.5	27.7
8	淋溶黑钙土	5	0.40—1.467	3.827	0.76		20	60	20		20	60
9	草甸黑钙土	29	0.27—6.48	24.406	0.84	13.8	31.0	31.0	10.3	13.9	44.8	31.0
10	碳酸盐黑钙土	28	0.22—2.287	26.76	0.96	14.3	42.9	35.7	7.1		57.2	35.7
11	白浆土	23	0.36—4.692	39.78	1.72		13.0	43.5	34.8	8.7	13.0	43.5
12	草甸白浆土	14	0.12—3.60	20.247	1.45	7.1		35.7	42.9	14.3	7.1	35.7

续表

编号	土壤类型	样品个数	变幅	合计	平均	分 级 %					缺锌临界值	边缘值
						<0.3	0.3—0.5	0.5—1	1—3	>3	<0.5	0.5—1
13	草甸土	59	0.16—7.173	143.063	2.424	16.9	11.9	30.5	35.6	5.1	28.8	30.5
14	白浆化草甸土	15	0.80—4.062	23.126	1.54			33.3	53.3	13.4		33.3
15	潜育化草甸土	32	0.12—8.0	42.57	1.33	12.5	9.4	32.0	57.5	8.6	21.9	32.0
16	层状草甸土	35	0.093—6.898	64.071	1.83	3.7	7.2	26.0	55.9	7.2	10.9	26.0
17	碳酸盐草甸土	21	0.18—2.233	16.316	0.78	4.8	42.9	47.6	4.7		47.7	47.6
18	盐碱化草甸土	30	0.13—3.984	22.70	0.76	20	30	23.3	26.7		50	23.3
19	草甸沼泽土	19	0.12—2.767	23.455	1.23	5.3	15.8	31.6	47.3		21.1	31.6
20	泥炭沼泽土	16	0.16—5.44	23.487	1.467	12.5	6.3	18.75	56.3	6.15	18.8	18.88
21	风砂土	42	0.18—4.399	20.412	0.49	28.6	23.8	11.3	14.3	19.0	52.4	14.3
22	草甸水稻土	23	0.22—11.727	54.952	1.96	7.1	10.7	35.7	32.1	14.4	17.8	35.7
23	水稻土	50	0.267—6.408	22.03	0.44	6.0	22.0	40.0	28.0	4.0	28.0	40.0

※ 为了与全国土壤普查统一，分级标准暂采用全国第二次土壤普查微量元素分级标准。

### 三、各种作物施用硫酸锌肥增产效果

#### 1. 玉米施用锌肥

##### (1) 玉米缺锌症状

植物缺锌会引起各种生理失调，表现出特殊的症状。我省西部地区的碳酸盐类土壤上，玉米缺锌症一般出现在3~5叶期开始，特征表现为植株矮化，节间缩短，叶片丛生，心叶生长缓慢，叶片出现黄绿相间的条斑，条斑内失绿，而变成白色，并有紫红色，特别是在叶边缘更为明显。初发生期玉米幼苗远望一片花白，故有“花白苗”之称。由于锌在植物体内可以移动，幼嫩叶表现出缺锌时，老叶中的锌可移到幼叶，所以一般进入中后期，玉米下部叶片的病斑逐渐表现出来条斑在叶片上扩展，最后干枯而死。患病的玉米植株根系不发达，新根极少，植株萎缩，果穗小，严重的不结穗，颗粒不收。据我们在肇州、兰西等地调查，玉米地的植株缺锌症状一般可达到30~50%，

特别是在甜菜茬、老麦茬地种植的玉米，缺锌症状更为严重，缺锌的植株可达80%以上，整个田间呈现出黄白绿花花的景象。

施用锌肥后，能排除缺锌的生理障碍，花叶症基本消失，心叶迅速恢复生长，植株发育正常，增产效果明显。不施锌肥的玉米，在7月中旬后，由于气温升高，土壤中有效锌的释放，花叶症状也逐渐消失。但因玉米苗期延误了生长，多数植株贪青晚熟，产量极低。

##### (2) 玉米施用锌肥增产效果

1978~1982年五年间，全省121项次锌肥肥效试验示范，省农业科学院土肥28项次盆栽试验，肯定了玉米施用锌肥增产效果显著。在碳酸盐黑钙土、碳酸盐草甸土、碳酸盐草甸黑钙土、黑钙土和部分黑土上，玉米施用锌肥平均增产9.1%。玉米施用锌肥肥效与全省主要土壤有效锌含量呈负相关关系（见表2）。

玉米施用锌肥的技术，有拌种肥、种肥和叶面喷施三种方法。

据52个点次98个处理的试验示范结果统

**表 2 全省主要土壤有效锌含量与玉米锌肥肥效的关系**

土壤类型	有效锌含量(ppm)	施锌肥增产(%)	平均增产玉米(公斤/亩)
碳酸盐黑钙土	0.48	20.7	70.9
碳酸盐草甸黑钙土	0.60	18.4	48.3
碳酸盐草甸土	0.54	15.3	29.4
风砂土	0.32	17.5	34.4
黑土	0.95	10.4	26.2
白浆土	1.53	5.0	8.5

计,增产机率为79.6%,平均增产率为17.7%。种肥的29个处理,增产机率86.2%,平均增产率为19.4%(增产幅度6.4~55.1%);拌种的45个处理,增产机率80%,平均增产率为17.6%(增产幅度5~39.7%);叶面喷施24个处理,增产机率70.8%,平均增产率15.5%(增产幅度5.4~49.9)。从三种施用方法来看,种肥的增产效果最高,拌种和叶面喷施的效果基本相等。由于种肥的亩用锌肥量1~2公斤,用肥量大,成本较高,叶面喷施的用0.2~0.3%浓度的硫酸锌溶液苗期亩喷施溶液30~40公斤,挑水配制溶液,费工费事,群众不愿意干,只在苗期发现玉米花叶病时,用叶面喷施法来补救,拌种的亩用锌肥量0.125公斤,播前拌均匀即可播种,省工省事,方法简便,群众易于使用。因此,目前大部分市县多采用拌种方法施用。

三种方法不同剂量与增产效果关系中看出,以每亩施用硫酸锌1~1.5公斤作种肥增产效果高,平均增产22.4%;拌种肥以每公斤玉米种子用硫酸锌40克拌种,增产效果为好,增产率为11.6%。从1982年开始大部分市县普遍推广这个拌种剂量,都表现出明显的增产效果。叶喷以0.1~0.2%浓度增产效果为好。因此,肇州、肇东、肇源、安达、兰西、青冈、明水、海伦、望奎、富裕、泰来、林甸等市县,在种植玉米上,已把施用锌肥作为农业增产一项重要措施。1983~1986年间全省推广锌肥累计面积近1,600万亩。

### (3) 玉米施锌对生育期的影响

施锌防治玉米苗期花叶病效果显著。在缺锌的土壤上施用锌肥后,玉米苗期花叶病显著减少。肇州县双龙山乡甜菜茬玉米,0.5公斤玉米种子用锌肥20克拌种的,发病率只有7%,对照区发病率为85%,降低发病率76.7%;肇州县农科所亩施锌肥2公斤作种肥,比对照区发病率降低81.1%;肇州县双发乡用0.2%锌溶液叶面喷施,喷前发病率为82%,严重的叶片已变白,喷后7天调查,植株叶片基本复绿,达到正常生长。

促进幼苗的生长发育,增加玉米的生物产量。凡是施锌肥的玉米,能促进壮苗作用,叶片肥大,植株健壮。据肇州县于1984年6月18日调查,用锌肥拌种的,单株叶面积增加0.13平方米,幼苗10株鲜重增加2.5克。锌肥不仅促进植株健壮,又能对果穗的生育有明显的作用,穗长一般增加2.5厘米,百粒重增加2.6克。

促进玉米早熟、延长叶片和茎秆的衰老。玉米在施氮磷肥的基础上,施用锌肥后,从出苗到成熟,叶色始终深绿,光合作用强,新陈代谢旺盛,生长繁茂,秋天子实活秆成熟,子粒饱满,无瞎尖,一般早熟3~5天。

能改善玉米品质,增加子实中的氨基酸、粗蛋白质的含量。锌能促进植物体内20多种酶活性,加强植物体内氮的代谢作用。因此,锌对蛋白质及氨基酸的形成上表现出良好的效果。据中国科学院黑龙江农业现代化所测定,玉米施锌的子实中粗蛋白质为13.2%,比对照增加6.49%;人体必须氨基酸含量也高于对照区;含糖量为9.34%,比对照增加0.13%。对改善玉米品质有很大作用,能提高玉米出楂率和出饭率,适口性好。

### 2. 高粱施用锌肥

(1) 高粱白叶病的症状。据大庆市农科所、沈阳林土所调查,当土壤有效锌含量为0.24ppm时,高粱白叶病就会发生。主要症状表现在,叶绿素缺乏,光合作用能力减弱,叶白化,故称白叶病。此病有加重炭疽

病发生的趋势,并交织危害,使整个植株叶片以白色为主并有绿红色相间的条斑,最后叶片下垂,逐渐干枯死亡。地上部节间短,植株矮小,生育延迟,穗小产量降低;地下

部新根少,呈暗褐色,根系不发达。

(2) 锌拌种增产效果。应用硫酸锌拌种,防止高粱白叶病,效果较为明显(见表3)。

表 3 不同剂量拌种对高粱白叶病的影响

调查 时间 拌种 剂量 克/公斤	7月23日		7月28日		8月1日	
	病株率	效果 %	病株率	效果 %	病株率	效果 %
10	83.8	15.0	64.9	31.2	18.1	64.6
20	81.6	17.2	72.4	26	26.6	48.0
30	87.2	11.5	67.4	28.6	15.6	69.5
40	69.2	29.8	57.8	38.7	16.4	67.9
50	85.5	12.2	59.7	36.7	15.0	70.9
60	85.7	13.0	70.5	25.3	17.8	65.2
OK	98.5	—	94.4	—	51.2	—
平 均	82.2	16.5	69.6	31.1	18.2	64.4

不同剂量拌种的白叶病发生率都较对照少,不同时期调查防治效果分别达到16.6%、31.1%、64.4%,从三次调查看,拌种的高粱虽然也有白叶病的发生,但病菌恢复较快,而对照则较缓慢。由于白叶病得到一定的防治,为植株正常生育创造了条件,因而有利于植株健壮生长。凡是应用硫酸锌拌种的高粱抽穗率均比对照高。8月25日调查,拌种的各处理抽穗率基本都达到95%以上,比对照74.9%,提高抽穗率20.1%,这为高粱提早成熟奠定了基础。

应用硫酸锌拌种不仅具有防止高粱白叶病,促进生长发育的作用,同时还有较明显

的增产效果。应用不同剂量的硫酸锌拌种,以每公斤高粱拌20克商品硫酸锌产量最高,经变量分析 $F=4.595$ ,大于 $P=0.05$ , $F=30$ 超过极显著标准。其次为50克,增产62.7%。10~30克,增产为46.5~49.5%。

另外,大庆新建管理站2570亩生产示范田,实产高粱平均每亩多产46.35公斤,增产43.3%,成本不足1角钱,可能增加收入2~5万元左右。实践证明,这是一项成本低,见效快,增产效果好,简便易行,便于推广的增产措施,颇受生产单位和群众的欢迎。

(上接20页)

评判法来确定春麦杂种优势是可行的,特别是杂交组合成百上千时,田间观察及室内考种不可能太细致,那采用此法并借助电子计算机分析,可以得到较好效果。但这种方法,应在结合田间观察淘汰抗病性,抗逆性,株型的选择等基础上才能利用它,否则淘汰率太低。另外,千粒重、主穗粒数和每穗小穗数等三个性状都是育种者所注重的性状之一。这

些性状,经变量分析,差异显著。将这些性状作为杂种优势的选择指标是有一定代表性的,是基本合理的。

## 参 考 文 献

- [1] 杜比宁:植物育种的遗传学原理,科学出版社,1974
- [2] 贺仲雄:模糊数学及其应用,天津科学出版社,1983