

黑龙江省土壤中微量元素 供给水平和微肥增产效果[※]

杨荣厚

(黑龙江省农业科学院土肥所)

微量营养元素是植物正常生育不可缺少的养分,它的生理作用是氮磷钾不可代替的。土壤中微量元素供给不足时,农作物会出现缺素病害,引起体内生理功能失调,导致作物产量,质量也显著降低。

为了摸清我省土壤中有效微量元素含量丰缺情况,按黑土、碳酸盐草甸黑钙土、草甸土、砂土等主要土壤亚类采样。采耕层土壤(0~20厘米)的样本共476个,采用DTPA、pH7.3的浸提液提取,用原子吸收光谱仪分析测定,作为微肥区划和合理使用微肥配方施肥的科学依据。

一、黑龙江省土壤中微量元素的全量含量和有效态含量

土壤中微量元素的全量铜平均含量为34.9ppm,比全国和世界土壤中铜含量22.0ppm、20ppm的高12.9ppm和14.9ppm;锰平均含量为675.3ppm,比全国和世界土壤中锰含量710ppm、850ppm的低34.7ppm和174.7ppm;锌平均含量为73.3ppm,比全国土壤中含锌量100ppm的低26.7ppm。但全量只能反映出土壤中微量元素的潜在供给能力。唯有土壤中微量元素有效含量才与植物的微量营养水平和农业生产有密切的相关关系。也是判断作物养分丰缺的重要指标。

(一) 黑龙江省不同地区、不同土壤有

效硼、锌、锰的平均含量。低于0.5ppm的缺硼临界值(水溶性)的样点占72.8%, <1.0ppm的样点占25.5%, >1.0ppm的样点占0.8%。有效锌含量(DTPA提取)低于缺锌临界值0.5ppm和临界边缘值0.5~1.0ppm的样点占72.4%。有效锰含量(DTPA提取)低于缺锰临界值和临界边缘值7~10ppm的样点占43.4%。其中,碳酸盐草甸黑钙土、砂土中硼、锌、锰的有效供给量都低;碳酸盐草甸土中硼、锌、锰的供给量也低;白浆土中锌的供给量较高。其它微量元素介于上述的两类土壤之中。

1. 碳酸盐草甸黑钙土:有效硼、锌、锰低于临界值及边缘临界值的分别占87.4%、85.3%(临界值57.3%)、33.6%。2. 碳酸盐草甸土:有效硼、锌、锰低于临界值及边缘临界值的分别占61.1%、97.4%、39.8%。3. 黑土:有效硼、锌、锰低于临界值及边缘临界值的分别占60.6%(边缘值占51.2%)、79.7%(边缘值48.7%)、5.9%。4. 砂土:有效硼、锌、锰低于临界值及边缘值的分别占56%(边缘值40%)、73%、40%。5. 草甸土:有效硼、锌、锰低于临界值及边缘值的分别占63.5%(边缘值40.5%)、59.5%、10.8%(见表1)。

(二) 有效量/全量的比值低,施用微肥

※ 参加这项工作的有解惠光、王玉生等同志,还有全省化肥试验网57个单位。并呈蒙李庆荣副研究员审阅,深表谢意。

效果显著。锰、锌有效量与全量的比值分别为3.0%、1.6%。其中，碳酸盐草甸黑钙土的比值分别为2.0%、0.9%；白浆土为3.4%、2.8%；黑土为3.3%、1.7%；暗棕壤为4.3%、2.5%；砂土为2.0%、0.08%。

试验结果表明：凡是有效锌、锰含量低的和有效锌/全锌(<2%)、有效锰/全锰(<2~3%)的比值最低的碳酸盐草甸黑钙土、碳酸盐草甸土上，施用锌、锰肥增产效果都比较显著。

表1 全省各土类有效态平均值、临界值及边缘值占百分比

土 类 (采样点数)	有 效 硼			有 效 锰			有 效 锌		
	平均值 ppm	<0.25 ppm 占%	0.25~ 0.50ppm 占%	平均值 ppm	<0.25 ppm 占%	0.25~ 0.50ppm 占%	平均值 ppm	<0.25 ppm 占%	0.25~ 0.50ppm 占%
黑 土 117	0.43	9.4	51.2	24.1	3.4	2.5	1.10	29.0	48.7
草甸土 74	0.35	31.1	40.5	24.1	5.4	5.4	1.20	20.3	39.2
砂 土 57	0.25	16.0	40.0	9.7	14.0	26.0	2.50	44.0	30.0
碳酸盐黑钙土 89	0.37	26.9	50.6	12.1	5.6	28.0	0.53	57.3	28.0
暗棕壤 8	0.48	12.5	25.0	33.9	—	—	1.51	50.0	50.0
盐碱土 18	0.55	16.6	33.3	10.3	50.0	50.0	0.42	61.0	33.3
沼泽土 12	0.45	16.6	58.3	24.4	8.3	—	1.06	75.0	25.0
水稻土 17	0.38	—	88.2	48.2	—	—	0.91	88.2	11.8
白浆土 4	0.31	25.0	75.0	25.1	—	25.0	1.29	—	—
碳酸盐草甸土 77	0.42	11.7	49.4	13.1	10.4	29.9	0.70	64.9	32.5

省农业科学院土肥所1978~1982年组织全省进行了854项次锌、铝、锰、硼、铜和铁六种微量元素肥料效果鉴定及施用技术，肯定了碳酸盐草甸黑钙土、碳酸盐草甸土、黑土(黑钙土)是缺锌土壤，玉米是施用锌肥有效作物，1984年已推广近500万亩。

产玉米54.6斤。其中，拌种平均增产率9.8%，叶喷增产率9.9%。在碳酸盐草甸黑钙土上，玉米施用锌肥平均每亩增产53.2斤。黑钙土上，玉米施用锌肥平均每亩增产55.9斤，小麦和大豆施用锌肥也有一定的增产作用。白浆土上施用锌肥平均每亩只增产2.9斤。

二、锌肥的增产效果及施用技术

(一) 锌肥的增产效果

1978~1982年，121项次硫酸锌肥效试验，明确了在碳酸盐草甸黑钙土、黑土(黑钙土)上，玉米施用锌肥增产率9.1%，每亩增

省农业科学院土肥所1980~1981年采用院试验地的黑土，在大豆、小麦、玉米三种作物上施用锌肥效果盆栽鉴定试验，对小麦、玉米增产达到显著水准($t_{9.2} = 0.05t$ 、 $t_{4.2} > 0.05t$) (见表2)。并查出碳酸盐草甸黑钙土施用锌肥效果与土壤中有效锌含量之间有一定的显著负相关性($r = -0.81$)。

(二) 防止玉米缺锌症“花叶病”效果显著

表2 微肥对三种作物增产效果盆栽试验结果

(1980~1981年)院土肥所

作物	处 理 产 量	对 照	微 肥					
			Fe	Cu	Zn	Mo	B	Mn
大 豆	盆 产 (克)	92.4	99.4	94.9	95.0	104.1	99.4	90.5
	增 产 %		7.5	2.7	2.3	12.3	7.5	-2.0

L.S.D = $4.6 \times \sqrt{2.42}$ 0.05t = 11.1
3.47 0.01t = 15.8 Mo:t = 10.7** = 0.05t

玉米	盆产(克)	143.1	162.3	158.6	152.3	152.9	138.4	151.3
	增产%		13.4	10.8	6.4	6.8	-8.0	5.7

L.S.D = 3.8 × $\frac{2.41}{3.47}$ 0.05t = 9.2 Cu:t = 15.5^{**} = 0.01t
 0.01t = 13.2 Mo:t = 9.8^{**} = 0.05t

小麦	盆产(克)	33.3	37.7	37.8	38.3	39.3	37.3	39.4
	增产%		12.5	12.8	14.3	17.3	11.3	17.6

L.S.D = 1.6 × $\frac{2.41}{3.47}$ 0.05t = 3.87
 0.01t = 5.55

Mn:t = 5.9^{**} = 0.01t Cu:t = 4.3^{*} = 0.05t

Mo:t = 5.8^{**} = 0.01t Fe:t = 4.2^{*} = 0.05t

玉米缺锌症(花叶病)主要是由于土壤缺锌所引起的,据测定,玉米缺锌地块的土壤中有有效锌含量平均为0.4~0.5ppm;正常苗的地块土壤中有有效锌平均值为1.0ppm;缺锌地块的植株体内有效锌含量为34.6ppm,低于正常地块的玉米植株体内有效锌含量70~150ppm的1.5~3.0倍。

锌是植株内20多种酶的组成成分,其中碳酸酐酶活性降低,严重影响叶绿素的

形成。叶黄素占主要地位,在叶面上成片状失绿,“黄白苗”或黄绿相间的条纹(花叶症),阻碍光合作用的进行。

现将田间缺素花叶症划分为五个等级(见表3),并测定其叶绿素含量,土壤中有有效锌愈低叶绿素含量就愈低。发现缺锌后一定要采用0.2%硫酸锌溶液进行叶喷,对缺锌症状能显著减轻或全部消失。用硫酸锌20克拌种,降低发病率76.7%。

表3 不同等级花叶症、叶片中叶绿素含量及症状描述

内 容 等 级	0	一	二	三	四
叶绿素含量毫克/分米 ²	1.88	1.11	0.95	0.65	0.37
以正常叶片为100%	100%	59.04%	50.33%	34.57%	19.68%
症状描述	正常植株	花叶病株叶上有均匀的黄绿色相间条纹	叶边缘绿色叶间浅绿黄色,中脉呈绿色	叶黄绿色间有片状黄色组织有破损	黄白苗、叶片组织破损
土壤中有有效锌含量 ppm	14.8	6.2	1.6	0.5	0.4

(三)玉米锌肥大面积示范的增产效果及经济效益

五年生产示范证明,玉米施用锌肥的增产效果和经济效益都十分显著。1982年在169个点示范结果,玉米用锌肥做拌种或叶喷施用,平均每亩增产玉米73.8斤(见表4)。1983年在绥化地区推广玉米施用锌肥158.0

万亩,每亩增产玉米按70斤计算,共增产玉米10,710万斤。从经济效益上看,每斤玉米按0.08元计算,全区仅玉米施用锌肥可增加收入8,568,000元(全区共使用锌肥206.3吨,每吨按800元,计165,040元,每亩用工费按0.1元计算,计153,000元),去掉支出318,040元,纯收益8,249,960元。总之,玉

表 4 玉米锌肥大面积示范结果

试 验 地 点	试 用 次 数	增 产 斤/亩		增 产 率 %	
		幅 度	平 均	幅 度	平 均
肇 州 县	79	27~191	64.4	4.5~45	18.4
兰 西 县	30	12~166	62.2	2.2~26.4	11.2
海 伦 县	25	21~238	107.2	3.6~68.5	28.7
其 它 县	35	5.3~277.8	61.5	2~44.1	13.5
平 均	169	15.4~218	73.8	2.9~34.8	18.0

注：肇州县叶喷平均增产 24.1%；兰西县叶喷平均增产 11%，拌种增产 12.5%；海伦县叶喷平均增产 17.1%。

米施用锌肥用量少，成本低，收益大，使用方法简便的一项增产技术措施。

(四) 施用锌肥的有效条件

1. 在缺锌的土壤上施用锌肥增产效果显著。作物缺锌主要是由于土壤中全锌和有效锌量都低的缘故。我省西部地区土壤含全锌量低，只有 20~60ppm，哈尔滨地区、绥化地区东部、嫩江地区北部、黑河地区以及佳木斯、桦川、富锦、同江等市县，土壤含全锌量中等，一般为 60~90ppm；牡丹江地区、松花江地区、合江地区东南部土壤含全锌量都高，一般在 90ppm 以上。而全锌量只能反映锌潜在供给能力。土壤中有效锌是可能被作物吸收利用，它的含量多少与作物产量有直接关系。有效锌含量多少，与土壤酸碱度的影响很大。在酸性土壤中锌溶解度大，在中性或碱性土壤中锌溶解度小。试验表明，土壤的 pH 在 5~7 时，作物容易从土壤中吸收利用锌，当 pH 达到 7.4~8.5 时，作物吸收利用锌显著减少。因此，在中性、石灰性土壤上长期大量施用磷肥的土壤施用锌肥效果都很好。

分析测定结果看，我省碳酸盐黑钙土、碳酸盐草甸土、盐渍化草甸土等土壤有效锌含量分别为 0.50ppm、0.70ppm 在这些土壤上施用锌肥效果显著。肇州县农科所在碳酸盐草甸黑钙土上，每斤玉米种子用硫酸锌 20 克拌种，增产率为 11.6%，平均每亩增产玉米

76.5 斤。

2. 在大量施用磷肥的土壤上施用锌肥增产效果显著。大量施用磷肥使土壤中锌与磷酸形成难溶性磷酸锌沉淀，引起磷锌比例失调；另一种可能是多量磷存在，作物生长繁茂引起体内锌浓度下降。因此，施用锌肥必须要考虑土壤中的磷素营养状态。

在缺锌和有效磷低的土壤上，施锌肥的效果是随施磷量的增加而提高，当施磷量达到每亩施用 (P₂O₅) 22 斤和 28 斤时，要注意用撒施磷的方法。在石灰性土壤上，对有效锌含量接近 0.5ppm 临界值的土壤上，一定要注意磷锌配合施用，才能有效地预防玉米缺锌症“花叶病”发生。

三、锰肥的增产效果及施用技术

(一) 锰肥的增产效果

1980~1982 年在白浆土上，大豆用硫酸锰增产率为 6.8%；在黑钙土上，玉米施用锰肥增产率为 14.6%；在碳酸盐草甸黑钙土上，增产率为 33.6%。

1980~1981 年，省农科院土肥所用本院试验地黑土在大豆、玉米、小麦三种作物上做盆栽试验结果，硫酸锰对玉米增产达到显著水准 (t_{9.2} 0.05t = 9.2)，大豆增产不显著，在大豆、玉米施用锰肥以拌种和叶喷方法

最好。绥化农场管理局科研所 1981~1983 年每斤大豆种子拌硫酸锰 1.5 克, 三年平均增产 11.7%, 亩盈利 10.38 元。单株荚数提高 12.9%, 单株粒数提高 4.8%。单株秕荚数降低 28.9%, 百粒重提高 4.8%。每亩用硫酸锰 48 克, 加大量元素有效量 1.5 斤 (N:P:K:S = 6:1.5:6:1), 即硫酸锰 48 克、尿素 1.29 斤、三料过石 0.32 斤、硫酸钾 1.29 斤, 加水 96 斤, 配制浓度 1.5% 混喷于大豆初花期或结荚期比单喷有明显相互作用, 单株粒数提高 18.6~30.9%, 秕荚率降低 11.2~14.9%, 百粒重提高 0.1~0.4 克, 亩增产幅度 5.3~8.6%, 亩纯盈利提高 3.57~5.84 元。

(二) 施用锰肥的有效条件

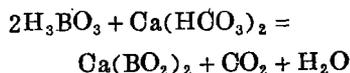
在土壤有效性锰 (DTPA 提取) 低于 10ppm 施用锰肥效果显著。根据用 DTPA 溶液提取, 原子吸收光谱仪分析测定结果: 肇州、富裕、兰西、青冈、林甸、明水、安达、海伦等县的碳酸盐草甸黑钙土、碳酸盐草甸土的有效锰含量一般都低于 10ppm。在这些土壤上施用锰肥增产效果显著。如兰西县兰河爱民 5 队, 每斤大豆种子拌硫酸锰 2 克, 增产率为 19.0%, 平均每亩增产 39.0 斤。

四、硼肥的增产效果及施用条件

作物施用硼肥应该施在含硼 (B_2O_3) 量低于 0.5ppm 的土壤上, 增产效果显著。我省耕地土壤全硼含量很丰富, 有效硼含量很少, 这是作物在生育期缺硼的主要原因。白

浆土、草甸土及黑土中硼含量在 60~80ppm, 其它土类在 20~40ppm。哈尔滨地区、牡丹江地区、佳木斯、双鸭山、伊春地区等市县, 土壤含硼量一般为 20~40ppm; 嫩江地区及虎林等市县, 土壤含硼量一般为 40~60ppm; 三江平原等县, 土壤含硼量一般为 60~80ppm。全硼含量都相当多, 但只能反映土壤潜在供应能力。

土壤中有效硼可被作物吸收利用, 因此, 有效硼的含量多少也与作物产量有直接关系。硼的有效性随着土壤酸度而变化, 在土壤 pH 值为 5~7 时, 硼有效性最高, pH 值大于 7 时, 有效性降低。强石灰性土壤上硼和钙结合, 生成偏硼酸钙沉淀, 硼的有效性降低。



根据用原子吸收光谱仪分析测定, 我省碳酸盐草甸土、盐渍化草甸土、砂土等有效硼含量都在 0.25~0.37ppm 之间。在这些土壤上施用硼肥效果显著, 如九三农场管理局所属农场大部分是腐殖质较多的碳酸盐黑土, 全硼含量高达 24ppm, 但有效硼含量却低至痕迹~0.14ppm, 发生小麦不孕症, 亩产不足 100 斤。1975 年在 10,000 多亩小麦地上用硼 1.5~2.5 斤, 不孕穗率由 98.7~88.0%, 降低到 9.4~0.5%, 小麦亩产由 50 斤提高到 220 斤。庆安县属于富含有机质的缺硼土壤, 硼对甜菜都有明显的增产效果, 用 0.05%、0.03% 硼酸溶液叶喷, 甜菜分别增产 15.3%、18.2%。