

土壤中钛的有效性与其施钛效应的关系

解惠光 郑铁军 刘述斌

(黑龙江省农科院土肥所)

摘要 本项研究是以黑龙江省农区土壤为代表,以春小麦为指示作物进行的,研究了不同土壤上小麦植株钛含量和对钛肥的反应,以及土壤中不同形态钛的含量与施钛效果的关系。表明厚层黑土及草甸黑土区小麦施钛有增产作用,白浆土、暗棕壤和风砂土上施钛基本无效。小麦植株中的钛自然含量在 7.0~57.0ppm 间,暗棕壤白浆土区的小麦含量较高,风砂土的偏低,施钛对植株含钛量的影响不大,而且与施钛增产与否无关,初步认为植株诊断不能反应土壤有效钛丰缺,0.005M DTPA (pH 7.3)、0.1M HCl 和 1M NaOAc (pH6.5) 提取钛与施钛效果间有一定关系,认为可以作为土壤可给性钛的提取剂之一进行深入研究。

二十年代,人们就发现了钛是一种对植物生长具有积极影响的有益元素,它不仅能促进碳水化合物化合物的积累,增进光合作用,而且还参与固氮过程,提高固氮酶活性。还有研究证明,钛能提高玉米、小麦、水果等的产量,并有改善产品品质的作用。二十年代匈牙利学者研制了钛螯合物饲料添加剂,而后苏联也有类似产品登录。

我国钛资源丰富,约占世界贮量的 2/5。积极发挥这一资源优势,为农牧业生产提供一项新的增产措施具有现实意义。八十年代以来,我国开始了钛在农牧业上应用技术与效果研究,取得了可喜进展。

钛的自然分布极广,存在量很高,岩石圈平均 4400ppm 左右,土壤背景值在 3000~9000ppm,表土中易溶部分的存在形态与数量是必会影响农作物施用钛的效果,因而查

明土壤中钛的有效性是因地制宜地在农业生产中施用钛的重要依据。目前国内外尚无这类研究报道。本项研究是以黑龙江省农区土壤为代表,以春小麦为指示作物进行的。研究了不同土壤上小麦植株的钛含量和对钛肥的反应,以及土壤中不同形态钛的含量与施钛效应的关系。

一、试验材料与方法

供试钛螯合物为钛维生素 C (Ti-Vc),由北京有色金属研究总院 307 研究室研制提供。

生物试验为微盆钵试验法。土壤取自黑龙江省 53 个市县,包括 4 种母质上形成的 5 个土壤类型。供试小麦品种为克丰 2 号。处理组播前以 10ppm Ti-Vc 浸种催芽,出苗后

10天再以10ppm Ti-Vc叶面喷施一次,对照组以水浸种,同期叶面喷水一次。八次重复。于人工气候室中培养30天,测定生物学产量。

小麦植株地上部分经525℃灰化处理,2N HCl分解,二安替比林甲烷显色,吸光光度法测定钛含量。

土壤易溶性钛的提取剂及提取条件如下:

EDTA 0.05M pH7.0 振荡30分钟
EDTA 0.05M pH4.2 振荡30分钟
EDTA 0.05M pH9.1 振荡30分钟
EDTA 0.02% + NH₄Cl 0.5% pH5.5 振荡30分钟
DTPA 0.005M pH7.3 振荡120分钟

表1

钛在各点土壤上的效果(生物学产量)

| 取土地点 | 增产 % | 取土地点 | 增产 % | 取土地点 | 增产 % |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 海伦建成村 | 94.6 | 桦南龙胜 | 96.1 | 肇州托古 | 95.3 |
| 甘南农科所 | 96.8 | 东宁道河 | 107.4 | 富锦县农科所 | 93.2 |
| 呼兰康金井 | 83.6 | 海林镇 | 91.7 | 龙江农科所 | 98.1 |
| 方正 | 108.1 | 绥棱果树所 | 102.1 | 宁安东京城 | 96.9 |
| 木兰 | 103.7 | 肇东五站 | 106.5 | 虎林 | 89.7 |
| 嫩江新高峰 | 110.0 | 勃利水光 | 103.8 | 巴彦丰裕 | 81.2 |
| 穆棱西山 | 97.0 | 佳木斯市郊 | 98.7 | 五常东关 | 107.5 |
| 肇源四方山 | 102.6 | 泰来水发 | 103.5 | 牡丹江温春 | 98.3 |
| 阿城市郊 | 104.9 | 同江东方红 | 106.3 | 德都县郊 | 94.1 |
| 北安长青 | 104.9 | 饶河县郊 | 89.5 | 罗北县郊 | 113.4 |
| 安达团结 | 101.7 | 哈市南郊 | 94.8 | 省农科院 | 97.1 |
| 依安创业 | 98.8 | 大庆龙凤 | 35.0 | 肇东昌五 | 116.5 |
| 富裕大榆树 | 95.6 | 密山八一农大 | 88.6 | 铁力满江红 | 123.5 |
| 泰康万丈 | 102.2 | 花园农场 | 106.2 | 双城团结 | 102.7 |
| 汤原新发 | 106.5 | 林口县郊 | 101.2 | 庆安富强 | 88.3 |
| 鸡东镇 | 96.4 | 通河县郊 | 105.3 | 绥化南郊 | 109.7 |
| 克东农业中心 | 104.8 | 肇奎农科所 | 108.9 | 拜泉 | 102.7 |
| 讷河红丰 | 88.8 | 齐市富区 | 82.6 | | |

数>102%为增产,102%~102%为平产,
>102%为减产,则增产点占取土点数的

钟

HCl 0.1M 振荡30分钟
NaOAc 1M pH6.5 振荡60分钟
MgCl₂ 1M 振荡60分钟
HOAc 2.5% pH3.0 振荡30分钟
水土比1:5,提取时室温17~20℃。二
安替比林甲烷显色,吸光光度法测定。

二、试验结果

(一)春小麦对钛的反应

微盆钵试验的结果列于表1。在不同点的土壤上小麦对钛肥的反应不同,以各自的对照组平均产量为100%,处理组平均产量为81.2%至123.5%。如以处理组产量百分

47.2%,平产点占11.3%,减产点占41.5%。
从地域和土壤来看,增产点相对集中在中部,

北部地区及松花江流域的厚层黑土及草甸土区,平产点和减产点相对集中在东南部地区的白浆土、暗棕壤和西部地区的碳酸盐土壤

和黑钙土型风砂土区。从表 2 可以看出,钛对小麦生物学产量的影响因素,主要是地上部干物质积累量,而对根部生长的影响不大。

表 2 钛肥对小麦生长的影响

| 地点 | 项 处 理 | 株高 (cm) | 根长 (cm) | 鲜重(g) | | 全株干重 (g) |
|--------|-------------|------------|------------|-------|------|-------------|
| | | | | 地上部 | 根 | |
| 密 山 | 施 Ti | 18.4 | 21.8 | 2.88 | 2.36 | 1.005 |
| | CK | 21.3 | 24.8 | 4.07 | 2.53 | 1.133 |
| | 为 CK 的 % | 86.4 | 87.9 | 70.8 | 93.3 | 88.7 |
| 望 奎 | 施 Ti | 29.1 | 18.4 | 3.19 | 1.47 | 0.671 |
| | CK | 26.1 | 20.2 | 2.62 | 1.49 | 0.616 |
| | 为 CK 的 % | 114.9 | 91.1 | 121.8 | 98.7 | 108.9 |

表 3 小麦植株 Ti 含量 单位 ug/克干重

| 盆栽取土点 | 对照植株 | 施钛植株 | 盆栽取样点 | 对照植株 | 施钛植株 |
|-------|-------|--------|---------|-------|--------|
| 哈 市 | 38.48 | 36.98- | 甘 南 | 28.94 | 23.61- |
| 阿、城 | 41.68 | 48.02+ | 海 伦 | 49.15 | 52.87+ |
| 呼 兰 | 46.89 | 46.28- | 龙 江 | 29.23 | 25.33- |
| 林 口 | 75.09 | 58.62- | 虎 林 | 44.73 | 43.76- |
| 望 奎 | 52.28 | 44.33- | 宁 安 | 34.94 | 43.76+ |
| 饶 河 | 19.21 | 18.77- | 巴 彥 | 45.30 | 40.16- |
| 佳 木 斯 | 34.74 | 40.24+ | 五 常 | 41.21 | 26.55- |
| 勃 力 | 19.98 | 14.39- | 讷 河 | 42.65 | 81.41+ |
| 肇东五站 | 22.34 | 20.30- | 穆 棱 | 25.34 | 27.44+ |
| 绥 化 | 12.60 | 11.20- | 齐 齐 哈 尔 | 72.02 | 52.23- |
| 海 林 | 6.12 | 5.30- | 拜 泉 | 81.14 | 75.99- |
| 东 宁 | 26.04 | 28.40+ | 庆 安 | 66.79 | 75.43+ |
| 牡 丹 江 | 21.66 | 21.62 | 铁 力 | 46.59 | 40.67- |
| 罗 北 | 44.93 | 53.77+ | 双 城 | 64.38 | 41.26- |
| 汤 原 | 18.33 | 16.47- | 桦 南 | 33.27 | 33.49+ |
| 克 东 | 22.39 | 20.44- | 泰 来 | 10.59 | 17.85+ |
| 富 裕 | 16.12 | 17.93+ | 泰 康 | 15.08 | 18.85+ |
| 依 安 | 19.23 | 14.01- | 同 江 | 34.16 | 30.35- |
| 安 达 | 6.59 | 9.06+ | 嫩 江 | 30.21 | 33.44+ |
| 北 安 | 36.86 | 37.04+ | | | |
| 木 兰 | 53.25 | 43.48- | | | |
| 方 正 | 65.12 | 43.98- | | | |

(二)小麦植株中钛含量与施钛对其影响

不同土壤上生长的小麦植株中钛的自然含量(对照组)范围在 7.003~57.24ppm 之间。表 3 含量分布的规律性不太强,但暗棕壤、白浆土上生长的小麦植株中含钛量相对较高,碳酸盐土壤、风砂土的相对偏低,黑土居中。施用钛肥对植株的钛含量影响不大,不同土壤上小麦施肥后植株体内含钛量和对照组相比,仅略有升降,其中因施钛而含量提高的占 42.5%,基本持平或降低的占 57.5%。施用钛肥增产与否,与植株钛含量变化的关系也不大,在增产点中,施钛提高了植株含钛量者占 45.4%,似乎是吸收了钛

肥,但是在减产点中也有 1/3(36.8%)的植株含钛量较对照升高,而且这种升降变化与本底(对照组植株钛含量)高低关系不大。

(三)土壤中易溶性钛含量

根据微盆钵试验结果,选取对钛肥反应不同的 4 种土壤进行分析,其中有增产区的深厚黑土,平产区的薄层黑土,和减产区的白浆土及黑钙土型砂土。以各种提取剂浸提后测定了钛含量,结果列于表 4。从表 4 看出,4 种土壤的易溶性钛含量多在 10ppm 以内,其中酸溶性和代换性的含量较低,可被 EDTA 络合的偏高。在不同土壤中,黑土类土壤含量

表 4 土壤中易溶性钛含量 ppm

| 提取剂 | 增产区 (深厚黑土) | 平产区 (薄层黑土) | 减产区 (白浆土) | 减产区 (黑钙土型砂土) |
|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|
| DTPA(pH7.3) | 1.35 | 1.46 | 2.92 | 2.83 |
| HCl | 1.54 | 1.59 | 3.58 | 2.54 |
| NaOAc(pH6.5) | 0.87 | 0.92 | 1.25 | 2.19 |
| EDTA(pH4.2) | 7.87 | 6.78 | 13.16 | 5.80 |
| EDTA+NH ₄ Cl(pH5.5) | 8.67 | 8.37 | 24.22 | 6.16 |
| MgCl ₂ | 1.80 | 1.19 | 1.03 | 4.59 |
| HoAc(pH3) | 0.31 | 0.27 | 0.34 | 1.59 |
| EDTA(pH7.0) | 1.49 | 7.49 | 16.71 | — |
| EDTA(pH9.1) | 8.29 | 7.23 | 9.17 | 15.66 |

偏低,白浆土偏高。比较各种提取剂浸出钛的含量与钛肥效果之间的关系,初步看出,0.005M DTPA pH7.3、0.1M HCl 和 1M NaOAc pH6.5 三种提取剂的提取量与小麦施钛生物效应之间关系比较密切,即存在着土壤含量高,施钛效果低的关系。

三、讨 论

从生物试验结果看出,小麦施用钛增产的点仅占试验点数的 47.2%,半数以上不增产或者减产,这个趋势说明,钛对小麦虽然有

效,但有一定条件,盲目使用不但达不到增产目的,甚至相反。因而确定施钛的有效条件,划定施钛的有效区域是指导钛肥使用的先决条件。

判定土壤中钛丰缺的植物诊断法和土壤分析法两者当中,土壤分析结果与施钛效果间关系比较密切。小麦植株中(地上部分)钛含量与施用钛增产与否关系不大,而且施钛引起的植株含钛量变化也无规律。初步认为,小麦植株诊断不能反映土壤中有效态钛的丰缺。在初步筛选的 9 种可溶性钛提取剂和提取条件当中,0.005M DTPA (pH7.3)、0.1M

HCl 和 1M NaOAc(pH6.5)三种方法,与小麦施钽效果之间有一定关系,认为可以作为可给态钽提取剂的种类供进一步研究。

成土母质含钽量决定了表土钽背景值(表5),在黑龙江省呈酸性土壤偏高,碱性土壤偏低,中性土壤居中的分布,小麦植株钽本底值也有类似的规律。但小麦施钽后的产量

变化并不反映这种规律,而与 DTPA 提取钽、HCl 提取钽、NaOAc 提取钽含量有一定关系。我省土壤钽背景值高于世界土壤平均值(0.46%),我国关内土壤(0.27~0.38%)和东北中南部土壤(0.65~0.90%),这是否是这里施钽增产机率不高的原因,有待研究。

土壤和植物间钽元素的供求关系是个十

表 5

土壤和植株钽含量与施钽效果

| 土壤类型 | 成土母质钽 全量% | 土壤背景 值 ppm | 土壤 pH | DTPA 提 取钽 ppm | HCl 提 取钽 ppm | NaOAc 提 取钽 ppm | 小麦植株钽 本底值 ppm | 小麦施钽 产量% |
|--------|--------------|---------------|----------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------|
| 暗棕壤 | 0.95~0.75 | 9000 | 5.6~6.0 | | | | 65~25 | 91~96 |
| 白浆土 | 0.95~0.75 | 8900 | 5.5~6.6 | 2.90 | 3.60 | 1.30 | 50~20 | 96~101 |
| 黑土 | 0.85~0.55 | 6500 | 6.8~7.3 | 1.40~1.50 | 1.50~1.60 | 0.90 | 40~12 | 105~110 |
| 碳酸盐草甸土 | 0.48 | 5700 | 8.2 | | | | 20~7 | 101 |
| 黑钙土型砂土 | 0.08 | 5700 | 7.4~8.2 | 2.80 | 2.54 | 2.19 | 15~10 | 95~102 |

分复杂的问题,限于水平、时间和条件,上述报告仅是初步结果,关于土壤中可给态钽的存在形态与肥效间的相互关系,以及临界值等问题,均需深入探讨。

参 考 文 献

- [1] M. YA, Shkolnik; Trace elements in plants, Netherlands, 1984
- [2] H. aubert. M. Pinta; Trace elements in soils, great Britain
- [3] Herrow M. L. wilson, M. J Rea Nes G. A; Origin

of extractable Titanium and Vanadium in the A horizons of Scottish podzols, Geoderma (1978), 21 (2), 89-103

- [4] Shuman, L. M. et al.; 1985, SSSAJ, 49
- [5] М. Я. ШКОЛЬНИК; микроэлементы в жизни растений, растений Наука, 1974
- [6] 渡道久男; 土壤中微量元素的提取法, 日本土壤肥料学杂志, 第59卷, 第2号
- [7] 山崎慎一; 土壤中的可给态养分的分析, 1985
- [8] 中国科学院林业土壤研究所; 中国东北土壤, 科学出版社, 1978
- [9] 中国科学院土壤研究所; 土壤农化分析, 上海科技出版社, 1978

美国巨型大豆

从美国引入在我国河北省唐山市科协试种的该品种属大粒型黄豆,百粒重 38~40 克,相当一般大豆的两倍,其脂肪和蛋白质含量也高于一般品种。一般亩产 300 公斤左右,高产地块可达 350 公斤以上。比当前大面积种植的丹豆 5 号、开育 9 号、九农 10 号等品种,每亩增产 50~70 公斤,增产幅度 25~30%。

该品种为中熟品种,生育期 105~110 天,5 月 10~15 日播种,9 月 10 日即可成熟,株高 75~80 厘米,秆粗,分枝强,一般每株分枝 3~4 个。有限结荚习性,荚果大而密,茸毛多。

该品种喜肥、抗倒、抗虫。在中等肥力地种植,每亩应增施 10 公斤磷酸二铵作种肥,由于其分枝力强,播量不宜大,每亩 5500~6000 穴,每穴 1~2 株即可。为使子粒饱满,开花后每亩应追施尿素 5~7 公斤,一般情况不必浇水,若遇干旱,可浇水。其它管理措施与一般大豆相同。该品种适宜大面积平作。

(李晓兰摘自河北农业科技)