

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 70~57.0ppm 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 with 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°C灰化处理,2N HCl分解,二安替比林甲烷显色,吸光度法测定钛含量。

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°C。二安替比林甲烷显色,吸光度法测定。

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 目	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 稜	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	43.99-			

(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,与小麦施钛效果之间有一定关系,认为可以作为可给态钛提取剂的种类供进一步研究。

成土母质含钛量决定了表土钛背景值(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,小麦植株钛本底值也有类似的规律。但小麦施钛后的产量

变化并不反映这种规律,而与 DTPA 提取钛、HCl 提取钛、NaOAc 提取钛含量有一定关系。我省土壤钛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%),这是否是这里施钛增产机率不高的原因,有待研究。

土壤和植物间钛元素的供求关系是个十

表 5 土壤和植株钛含量与施钛效果

土壤类型	成土母质钛 含量%	土壤背景 值 ppm	土壤 pH	DTPA 提 取钛 ppm	HCl 提 取钛 ppm	NaOAc 提 取钛 ppm	小麦植株钛 本底值 ppm	小麦施钛 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,关于土壤中可给态钛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。

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

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

[4] Shuman, L. M. et al.; 1985, SSSAJ, 49
 [5] м. я. шкoлник; 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)