

陕西省锰肥应用分布的研究

王学贵 朱克庄

(陕西省农科院土壤肥料研究所)

摘 要

本文研究了土壤有效锰 (DTPA-Mn) 含量与作物产量之间的关系。试验结果表明,土壤有效锰含量和作物产量密切相关。有效锰含量较低,施锰肥就有较好反应。因而,根据锰肥对作物产量的反应,初步将土壤中有效锰分为:最低;较低;低;中等;丰富五级。在全省范围内,在陕北和关中大面积土壤需施锰肥,而陕南土壤有效锰较丰富,需施锰肥面积小。土壤缺锰面积与钙质土壤的分布是一致的。

此外,土壤有效锰含量和土壤 pH 值、碳酸钙含量呈负相关。在钙质土中,土壤有效锰易被吸附,所以含量较低。

陕西省地形复杂,南北差异较大。中性和微碱性土壤居多,南部有部分微酸性土壤。已有的一些研究表明^[4],在微碱性土壤中,供作物利用的二价锰甚少;在酸性土壤中,锰的溶解度增高,甚至可产生毒害。由于本省土壤普遍缺锰,因此,从1961—1980年间进行了锰肥肥效试验,肥效结果已肯定^[1]。但要解决全省不同地区不同土壤合理应用锰肥问题,首先要解决应用锰肥的分级指标,测定全省土壤有效锰 (DTPA-Mn) 含量,绘制全省锰肥应用分布图,探讨分布规律及有效施用条件等。

一、土壤有效锰含量与分级指标

在有效锰不同含量的土壤上进行小麦、玉米施锰肥的田间小区试验(51个)和盆栽试

表1 土壤有效锰含量与施锰肥对作物产量的关系

Table 1 Available Mn content in soil and Mn application in relation to crop yield

作物 Crop	试验数 Number of experiments	直线回归方程 Line regression equation	相关系数 Correlation coefficient	作物增产 5% 时,土壤有效 锰含量 Content of available Mn in soil when crop yield was raised by 5% (ppm)
小麦	43	$\hat{y} = 14.01 - 0.92x$	-0.5523**	10.0
玉米	28	$\hat{y} = 14.0 - 0.96x$	-0.6839**	9.4
合计	71	$\hat{y} = 14.0 - 0.93x$	-0.5973**	9.7

** 表示 1% 平准。

表 2 土壤有效锰含量与施锰肥对作物增产效果的分级指标
Table 2 Gradation of soil available Mn content and crop yield increase by Mn application

分级 Gradation	土壤有效锰含量 Available Mn content in soil (ppm)	试验数 Number of experiments	增产数 Number of experiments for yield increase	增产率(%) Percentage of yield increase			增产效果 Field increased	
				最低 Lowest	最高 Highest	平均 Average	占试验总数百分数(%) Percentage of experiments showing yield increase	机率(%) Frequency
最低	<3	13	21	5.6	28.7	13.2	29.6	77.8
较低	3—5	14						
低	5—10	24	18	5.7	16.0	8.3	25.4	75.0
中等	10—15	10	8	5.0	24.1	9.8	11.3	80.0
丰富	>15	10	1	—	7.7	7.7	1.4	10.0

验(20 个)71次(表 1),并根据作物增产率,初步将土壤有效锰分为 5 级(表 2): 土壤有效锰含量 < 3ppm 为最低,急需施; 3—5ppm 为较低,必需施; 5—10ppm 为低,酌情施; 10—15ppm 为中等,适量施; > 15ppm 为丰富,不需施。

二、锰肥应用及其肥效

1980—1986 年,用 DTPA 浸提(20℃)耕层土壤,振荡 2 小时,原子吸收分光光度计测定,共测定全省 102 个县(区)的 5994 个土壤样品。就这些数据,按上述试验所得的

表 3 陕西省不同地区锰肥应用分布所占百分数和面积

Table 3 Percentage and area of the soils with different levels of Mn in various regions of Shaanxi province

地区 Regions	总面积(万亩) Total area (10 thousand mu)	最低(急需施) Lowest level		较低(必需施) Lower level		低(酌情施) Low level		中等(适宜) Medium level		丰富(不需施) High level	
		<3ppm		3—5ppm		5—10ppm		10—15ppm		>15ppm	
		占总面积 Percentage of total area (%)	面积(万亩) Area (10 thousand mu)	占总面积 Percentage of total area (%)	面积(万亩) Area (10 thousand mu)	占总面积 Percentage of total area (%)	面积(万亩) Area (10 thousand mu)	占总面积 Percentage of total area (%)	面积(万亩) Area (10 thousand mu)	占总面积 Percentage of total area (%)	面积(万亩) Area (10 thousand mu)
陕北	1529.0	43.8	669.7	26.2	400.6	26.0	397.5	3.8	58.1	0.2	3.1
关中	2960.1	17.5	518.0	20.8	615.7	38.8	1148.5	15.8	467.7	7.1	210.2
陕南	1116.0	4.4	49.1	7.4	82.6	26.3	293.5	18.1	202.0	43.8	488.8
全省	5605.1	22.1	1236.8	19.6	1098.9	32.8	1839.5	13.0	727.8	12.5	702.1
占全省总面积的 74.5% (4175.2 万亩)需施锰肥								占全省总面积的 25.5% (1429.9 万亩)不需施锰肥			

分级指标,分别汇总整理,绘制出陕西省锰肥应用分布图(略)。分陕北、关中、陕南三大地区,按图例不同等级,用方格法测算出所占该区耕地面积的百分率和面积,并分别概算出占全省耕地面积的百分率和面积(表3)。由表可见,全省缺锰面积为74.5%,约4175.2万亩。其中陕北最缺,其次关中;陕南大部不缺。

表4 锰肥在不同地区不同土壤主要作物上的效果

Table 4 Effect of Mn fertilizer on the yield of main crops different soils in different regions

年份 Year	地区 Region	土壤 Soil	试验方法 Experimental methods	作物 Crop	试验总数 Number of experiment	增产 ¹⁾ Yield increase			不增产 ²⁾ No yield increase	
						↑ Number	幅度(%) Range	机率 (%) Frequency	↑ Number	机率(%) Frequency
1963 1980—1982 1984—1986	陕北	黄绵土	盆栽	小麦、烟草 毛苕、苜蓿 草木樨	10	9	6.5—31.4	90.0	1	10.0
1961—1965 1973 1979—1981 1985—1986	关中	瘠土	盆栽	小麦、玉米 甜菜、烟草 毛苕、棉花 苜蓿、草木 樨	22	20	11.1—44.3	90.9	2	9.1
1962—1963 1979—1981	陕南	黄褐土	盆栽	小麦、玉米、 烟草、毛苕 草木樨	7	4	15.8—56.4	57.1	3	42.9
1974—1975 1984—1986	关中	瘠土为主	田间	小麦	84	66	16.0	78.6	18	21.4
1962—1965 1983—1984	关中	瘠土为主	田间	玉米	80	44	9.7—11.8	55.0	36	45.0
1976	陕南	水稻土	田间	水稻	8	2	12.8 以上	25.0	6	75.0

1) >5% 为增产; 2) <5% 为不增产。

从1961—1986年间,在不同土壤,对8种作物作盆栽试验39个;3种主要粮食作物作田间试验172个。从表4可看出,陕北和关中效果较好,陕南效果较差,与锰肥应用分布图的统计结果基本是一致的。锰肥对作物的敏感度,首先是烟草、甜菜;其次为豆科作物;第三为谷类作物。按不同方法施用锰肥均有效果,直接施入土中,用量大,不经济,以拌种、浸种和喷施较省。适宜的用量是每亩施0.5—1公斤硫酸锰;拌种以每公斤种子4—8克硫酸锰为宜;浸种以0.1—0.7%硫酸锰浸4小时;喷施以0.5%硫酸锰为宜^[1-3]。

三、土壤有效锰南高北低的主要原因

1. 与土壤的吸附强弱有关:从表5看,三种土壤的最大吸附量为瘠土>黄绵土>水稻土。瘠土、黄绵土的最大吸附量分别占阳离子代换量158.8%、92.1%。吸附力强主要系pH值所影响(pH 8.31—8.53),从而导致缺锰(DTPA-Mn 3.40—3.98ppm);水稻土的最大吸附量仅占阳离子代换量的26.4%,pH 6.1,吸附力弱,不缺锰(DTPA-Mn 18.10

ppm)。由此可见,陕北和关中土壤吸附力强,土壤有效锰含量低;陕南土壤吸附力弱,土壤有效锰含量高。

表 5 土壤最大吸附量 (LA) 与阳离子代换量 (CEC) 的关系

Table 5 Relationship between the largest adsorption (LA) and cation exchange(CEC) in different soils

土壤 Soil	pH	有效锰 (ppm) DTPA-Mn	有机质 (%) Organic matter	阳离子代换量 CEC (me/100g)	最大吸附量 LA (me./100g)	LA/CEC (%)
黄绵土 Cultivated loessial soil	8.31	3.40	0.284	11.8	10.87	92.1
埧土 Manured loessial soil	8.53	3.98	1.070	15.3	24.3	158.8
水稻土 Paddy soil	6.10	18.10	2.817	13.8	3.64	26.4

表 6 不同地区土壤有效锰、pH 值及碳酸钙含量

Table 6 Contents of available Mn, pH value and CaCO₃ in soils of different regions

地区 Region	土壤 Soil	样品数 Number of samples	pH	碳酸钙 (%) CaCO ₃	土壤有效锰 (ppm) Available Mn in soil
陕 北	黑垆土	15	8.5	5.2	6.32
	风沙土	12	8.9	8.5	5.16
	黄绵土	20	8.7	9.9	3.41
关 中	埧土	20	8.7	8.4	5.11
	粘壤质黄土	13	8.5	10.0	6.16
陕 南	黄褐土	21	7.5	0.24	13.08
	水稻土	29	7.4	0.47	15.2

2. 与土壤碳酸钙含量及 pH 值有关: 由表 6 可见, 土壤有效锰与土壤碳酸钙含量呈负相关, $\hat{y} = 9.15 - 0.413x$ ($n = 130$, $r = -0.6146$ $p < 0.01$), 式中 x 为土壤有效锰含量, 当土壤有效锰为 5ppm 时, 碳酸钙含量为 7%, 即碳酸钙含量高于 7% 时土壤缺锰。表中除黑垆土, 因淋溶作用, 碳酸钙含量上部低、下部高外, 其余陕北和关中土壤的碳酸钙含量在 8.4—10.0% 之间, 属缺锰土壤。陕南土壤碳酸钙含量在 0.24—0.47%, 属不缺锰土壤。

土壤 pH 值与土壤有效锰含量也呈负相关 (表 6), $\hat{y} = 8.98 - 0.085x$ ($n = 130$, $r = -0.8190$, $p < 0.01$) 当土壤有效锰为 5ppm 时, pH 值为 8.5, 即 pH 值大于 8.5, 土壤缺锰。陕北和关中土壤 pH 值在 8.5—8.9, 属缺锰土壤。陕南土壤 pH 值为 7.4—7.5, 属不缺锰土壤。

参 考 文 献

- [1] 王学贵、朱克庄,1980: 锰肥在几种作物上的增产效果。中国科学院微量元素学术交流会汇刊, 科学出版社。
[2] 王学贵、朱克庄,1984: 锰肥在钙质土壤中的固定及对玉米的肥效。陕西农业科学, 第4期。
[3] 王学贵、朱克庄,1986: 陕西省土壤中有效锰及锰肥效应。《微量元素肥料研究与应用》湖北科技出版社。
[4] 王学贵,1986: 土壤和植物中的锰及锰肥在农业上的应用。《微量元素肥料研究与应用》,湖北科技出版社。

INVESTIGATION ON THE DISTRIBUTION OF SOILS DEFICIENT IN Mn AND APPLICATION OF Mn FERTILIZER IN SHAANXI

Wang Xuegui and Zhu Kezhuang

(*Institute of Soil and Fertilizer, Shaanxi Academy of Agricultural Sciences*)

Summary

Owing to difference in relief and climate between the north and south of the province, the distribution of the soils in Shannxi are different; most of the soils are neutral and slightly alkaline in reaction but a part of slightly acid soils are distributed in south Shannxi. Previous experiments conducted in 1961—1980 by the authors had proved the effect of Mn fertilizer on most of the soils in this province. The present paper deals with the gradation of available Mn in soil, reasonable application of Mn fertilizer in the soils of various districts of the province, the distribution regularity of Mn in soils and the conditions of applying Mn fertilizer.

For studying the relationship between the available Mn content in different soils and the crop yield, 51 plot trials and 20 pot experiments for the effect of Mn fertilizer on the yield of wheat and corn planted on soils with different available Mn content were carried out. Results of experiments showed that the content of soil available Mn was significantly correlated with the yields of crop; the lower the content of available Mn in soil, the better the response of crops to Mn fertilizer; consequently, according to the response of crops to Mn fertilizer, the available Mn (DTPA-Mn) in soil and application of Mn-fertilizer were divided into five levels, i.e. the lowest level (<3.0 ppm) being the grade urgent need for Mn fertilizer, the lower level (3—5 ppm) being the grade of need for Mn fertilizer, the low level (5—10 ppm) being the grade of need for Mn fertilizer according to actual conditions, the medium level (10—15 ppm) being sufficient for the crops need, and the high level (>15 ppm) being no need of Mn fertilizer.

It has been found that there is a large area of the soils deficient in Mn and needed to apply Mn fertilizer in northern and middle Shaanxi, but the available Mn (DTPA-Mn) is rich in the soils in southern Shaanxi. The distribution of the soils deficient in Mn is quite consistent with that of calcareous soils.

Experiment results also showed that the contents of available manganese in soil was negatively correlated with the pH value of the soil and content of calcium carbonate in the soil, and the manganese in soil was so easily adsorbed in calcareous soil that the available manganese was lower.