维普资讯 http://www.cqvip.com

第19卷第2期 西北农业大学学报 Vol.19 No.2
1991年16月 Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalis Jun. 1991

陕西省缺锌土壤的分布及锌肥的应用

朱克庄 王学贵

(陕西省农科院土肥所)

摘 要 陕西省属我国的缺锌土壤区。280个试验结果表明，施锌肥的效应与土壤有效锌含量呈负相关，且不同作物对锌的反应不同。5 944个土样测定结果得出，全省有效锌含量<0.5μg/g，需施锌肥的缺锌土壤，有3 504.9万亩耕地，占总耕地的62.5%。其分布状况，缺锌的实际面积为关中>陕北>陕南，缺锌面积的比例为陕北>关中>陕南。缺锌土壤的分布与不同地区（土壤）施锌肥的效应相吻合，也与土壤有效锌含量南高北低、碳酸钙含量及pH值南低北高的状况相一致。

关键词 锌肥，分布规律，临界值，分级，土壤图，陕西省

中图分类号 S155.55

陕西土壤多系西北黄土区石灰性土壤的一部分，属我国的缺锌土壤区[1]。其农业土壤的分布，北至长城沿线，南到秦岭巴山之间，地形多样，成土条件复杂，直接影响到土壤中有效锌含量的变化。有关研究证明，不同作物对微量元素锌的需求及缺锌反应不同，施用锌肥的效果也有差异[2]。本研究从作物施锌肥的试验入手，研究施锌肥对不同作物的效应及土壤锌的临界指标。同时又从测定土壤的有效锌含量入手，制定锌的含量分级指标，绘制锌肥应用图，概测全省锌肥施用面积及其分布。拟为全省推广应用锌肥提供依据。

1 材料和方法

作物的锌肥效应试验，采用全省5种主要土壤（黄绵土、黑垆土、黄墡土、塿土、水稻土），进行盆栽试验，同时在作物的主要种植区开展多点田间小区试验。

土壤有效锌的测定：采集全省102个县（区），共5 994个土样，用DTPA浸提2 h，原子吸收分光光度计测定。

2 结果和讨论

2.1 农作物施用锌肥的效应

2.1.1 陕西不同地区主要粮油作物施锌肥增产效果显著[3,4]据5年共210个田间试验统计(表1)有126个试验获得增产，占田间试验数的60%。玉米、水稻、油菜、豌豆、小麦诸作物均有不同程度的增产，平均亩产增加11.7～30.3kg/亩，有增产效

文稿收到日期：1990-03-12。

维普资讯 http://www.cqvip.com

果的田块占48%～83.3%（见表1）。

表1 主要粮油作物用锌肥的效应 （田间试验）

试验				增产>5%		平均亩产（kg）		施锌比对照	
年份	地点	作物	数（个）	数（个）	机率%	对照	施锌	kg/亩	%
1981～1985	渭北3县、关中4县、陕南6县	玉米	120	58	56.9	361.7	388.1	26.4	107.3**
1982	陕南8县	水稻	50	24	48.0	429.0	459.3	30.3	107.1*
1984～1985	渭北7县 关中3县	油菜	38	29	76.3	97.5	106.2	8.7	108.9*
1982～1985	渭北5县	豌豆	12	10	83.3	101.3	114.7	13.4	113.2**
1984～1986	渭北2县 关中2县	小麦	8	5	62.5	207.0	218.7	11.7	105.7*
1981～1986	合计		210	126	60.0	309.1	332.0	22.9	

注：* $P<0.05$， ** $P<0.01$

2.1.2 不同土壤施锌肥的反应 据4年来，该省5种主要土壤、6种作物共70次盆栽试验结果统计（表2），有增产效果的试验，以北部的黑垆土、黄绵土为多，分别占85.7%，80%；中部的塿土、黄墡土次之，分别占64.7%，62.5%；南部的黄褐土、水稻土则较少，仅有30.8%。其增产幅度以黄墡土、塿土、黑垆土为高，分别增产4.5%～18.0%，3.4%～17.3%，5.0%～13.5%；黄绵土次之，增产6.2%～7.2%；黄褐土、水稻土仍较低。

表2 不同土壤施锌对农作物的效应 （盆栽试验）

年份	土壤	作物	试验个数	增产>5% 个	增产>5% 占%	产量（g/盆） 对照	施锌	施锌/对照%
1984	黄	油菜	3	2		9.76	10.46	107.2*
1981	绵	玉米	2	1	80.0	25.8	27.40	106.2*
1981，1983	土	小麦	5	5		13.18	14.28	107.2*
1984	黑	油菜	7	6		10.08	11.63	107.7**
1981	垆	玉米	1	1	85.7	19.30	21.90	113.5*
1981，1983	土	小麦	6	5		12.33	12.95	105.0*
1984	黄	油菜	6	3		10.40	10.87	104.5*
1981		玉米	1	1		26.00	30.30	116.5*
1981，1983		小麦	8	5	62.5	12.20	12.80	104.9
1985	土	花生	1	1		19.32	22.80	118.0*
1984	塿	油菜	3	3		9.97	11.69	117.3*
1981		玉米	2	1	64.7	24.30	27.20	119.3
1981，1983		小麦	9	4		18.48	19.10	103.4
1982，1984	土	豌豆	3	3		31.60	35.40	112.0**
1984	水黄	油菜	3	1		10.60	10.84	102.2
1981	稻褐	玉米	1	0	30.8	27.20	25.30	93.0
1981，1983	土土	小麦	5	0		8.82	8.46	95.9
1983		水稻	4	3		24.73	26.53	107.2*

注：* 示达0.05显著水准， **示达0.01显著水准。

2.2 土壤有效锌含量分级指标的确定

根据上述试验的结果，研究了需施锌肥土壤的有效锌临界值及不同作物对土壤缺锌的反应，提出土壤有效锌含量分级。

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.2.1　土壤有效锌含量与作物施锌肥的增产%呈负相关性　据同一方案同年进行的一定范围内的田间试验结果，以及不同区域的土壤在同期取土、同一方案、同地进行的盆栽试验结果，进行相关性统计，其结果如表3所示，土壤有效锌含量与4种作物施锌肥的增产%。都有极显著的负相关关系。据回归方程可知，不同作物施锌肥增产≥5%，其土壤有效锌含量的临界值有一定的差异，即小麦<玉米<油菜<水稻。据此并参照有关研究指标可将其临界值定为：小麦0.3～0.4μg/g、玉米0.5～0.6μg/g、油菜0.7～0.8μg/g、水稻1μg/g。

表3　土壤有效锌含量与施锌增产百分数的相关性

试验					相关系数 r	试验数 n	回归方程*	理论临界值 μg/g (增产≥5%)
时间(年份)	地点	作物	方式	土壤				
1983	永寿县	玉米	田间小区	黄绵土	-0.6628**	34	$\hat{y}=14.86-20.63x$	0.478
1984	永寿县本所试验场	油菜	田间小区	黄绵土	-0.7529**	12	$\hat{y}=22.58-24.60x$	0.715
			盆栽	全省5种土	-0.7286**	22	$\hat{y}=16.14-14.57x$	0.765
1982	汉中	水稻	田间小区	水稻土	-0.6718**	20	$\hat{y}=18.98-13.24x$	1.056
1981 1983	本所试验场	小麦	盆栽	全省5种土	-0.7461**	30	$\hat{y}=9.11-11.96x$	0.334

注：*x，Zn含量（μg/g）；$\hat{y}$，增产的百分数；**示达0.01显著水准。

2.2.2　不同作物对锌的反应　1983年选用土壤有效锌为0.5μg/g的塿土，进行10种作物的试验结果表明（表4），在同一土肥条件下，油菜、玉米和豌豆施锌效果极显著，分别增产36.2%，34.4%和14.8%，大豆施锌增产显著，达22.6%。施锌肥对棉花、绿豆及水稻也有一定的作用，对小麦、大麦和荞麦则无效应。在0.5μg/g的缺锌条件下，油菜、玉米表现出明显缺锌，豆类作物及棉花也有一定的缺锌反应，水稻反应迟缓，小麦、大麦和荞麦则无反应。上述作物对锌肥的敏感性为：油菜、玉米、豌豆>大豆>绿豆、棉花、水稻>小麦、大麦、荞麦。故可认为油菜、玉米、豌豆为对锌肥敏感

表4　同一土肥条件下不同作物对锌的反应

作物	籽实产量（g/盆）			茎叶产量（g/盆）			植物缺锌反应（对照）
	对照	施锌	施锌/对照%	对照	施锌	施锌/对照%	
油菜	8.3	11.3	136.2**	9.6	10.7	111.5**	有明显缺素症，叶片网状黄化，开花迟缓
玉米	23.0	30.9	134.4**	37.3	50.3	134.9**	有明显缺素症，叶缘深紫，生育迟滞
豌豆	25.7	29.5	114.8**	15.5	20.4	131.9**	有缺素症，叶色淡，开花结实迟缓
大豆	27.9	34.2	122.6*	58.8	65.2	110.9*	有缺素症，叶色淡，开花结实迟缓
绿豆	16.4	17.2	104.9	17.6	18.3	104.0	有缺素症，叶色淡，开花结实迟缓
棉花	/	/	/	51.0	62.0	121.6	有缺素症，茎枯病重，生育迟缓
水稻	29.4	30.1	102.4	27.8	28.0	104.0	缺素不明显，叶色淡
小麦	29.9	30.6	102.3	28.9	28.5	98.7	无反应
大麦	20.8	20.7	99.5	35.6	35.5	99.7	无反应
荞麦	6.8	6.6	97.1	58.0	58.6	101.1	无反应

注：*为达0.05显著水准；**为达0.01显著水准。

维普资讯 http://www.cqvip.com

作物，大豆为中度敏感作物，绿豆、棉花、水稻为轻度敏感作物，小麦、大麦、荞麦为不敏感作物。水稻虽列为轻度敏感作物，但上述临界值最高（1μg/g），是因其生长的土壤，一般为长期淹水的水稻土，这种特殊条件所致[5]。

2.2.3 土壤有效锌含量的分级 根据上述4种作物的临界指标，以及10种作物对锌敏感性的反应，土壤有效锌含量可分为以下5级（表5），0.5μg/g为必须施锌肥的缺锌临界值，1μg/g可作为边缘值。

表5 土壤有效锌含量分级

Zn μg/g	丰缺评价	锌肥施用评价
<0.3	很缺，急施	大多数作物的产量，因缺锌而受到限制，即使不太敏感的作物如小麦等施锌也有效果
0.3～0.5	缺，必施	多种作物的产量，因缺锌而受到限制，即使中、轻度敏感作物如大豆、棉花等施锌也有效果
0.5～1	不足，酌情施	部分作物施锌效果不稳定，水稻及油菜、玉米、豌豆等施锌有效
1～2	适量可不施	能满足一般作物对锌的需要，一般可不施锌
>2	丰富不施	锌对作物的需要富足有余，施锌浪费

2.3 全省锌肥应用面积及其分布

2.3.1 锌肥应用分布状况 据5 994个土样有效锌含量的测定结果，按上述分级指标分成5等，绘制锌肥应用分布图（略），分别用方格法测算面积，其结果如表6所示。全省土壤有效锌低于0.5 μg/g，急需及必需施肥的面积共达3 504.9万亩，占耕地的62.5%，其中陕北有1 236.9万亩，占耕地的80.9%，关中有2 024.7万亩，占耕地的68.4%，陕南有243.3万亩，占耕地的21.8%。全省土壤有效锌在1μg/g以上，含量适当及丰富、可不施和不需要施肥的面积，有615.1万亩，仅占耕地的11.0%。其中陕南居多。

表6 陕西省锌肥应用面积及分布

地区	总耕地面积（万亩）	<0.3μg/g 万亩	<0.3μg/g 占耕地%	0.3～0.5μg/g 万亩	0.3～0.5μg/g 占耕地%	0.5～1.0μg/g 万亩	0.5～1.0μg/g 占耕地%	1.0～2.0μg/g 万亩	1.0～2.0μg/g 占耕地%	>2.0μg/g 万亩	>2.0μg/g 占耕地%
陕北	1 529.0	902.4	39.4	934.5	41.5	273.7	17.9	15.3	1.0	3.1	0.2
关中	2 960.1	959.1	32.4	1 065.6	38.0	660.1	22.3	266.4	9.0	8.9	0.3
陕南	1 116.0	46.9	4.2	196.4	17.6	551.3	49.4	284.6	25.5	36.8	3.3
全省	5 605.1	1 808.4	28.7	1 896.5	33.8	1 485.1	26.5	566.3	10.1	48.8	0.9

由此可见，全省土壤缺锌，需要施锌肥的耕地比例，陕北>关中>陕南，其实际面积，关中>陕北>陕南；土壤不缺锌，可以不施和不必施锌肥的面积及比例，陕南>关中>陕北。

2.3.2 土壤有效锌含量与pH、碳酸钙含量的关系 据全省不同地区的不同土壤抽样测定结果（表7）表明，土壤有效锌含量有从南到北下降的趋势，而碳酸钙含量及ph值为南低北高的趋势，据统计，有效锌μg/g与$CaCO_3$%呈极显著的负相关，$r=-0.4115$（$n=130$），$\hat{y}=7.3-2.197x$；有效锌含量（μg/g）与pH值呈极显著的负相关，

维普资讯 http://www.cqvip.com

$r=-0.4481$ (n=130)，$\hat{y}=8.5-0.339x$。当土壤的碳酸钙含量大于6.2%或pH值高于8.33时，有效锌含量则可能低于0.5μg/g，而必须施用锌肥。

表7　不同土壤的PH值及碳酸钙、有效锌含量

地区	土样(个)	土壤	pH值	$CaCO_3$(%)	Zn(μg/g)
陕北	12	风沙土	8.87	8.07	0.258
	26	黄绵土	8.52	8.73	0.495
	15	黑垆土	8.49	5.23	0.456
关中	12	黄墡土	8.47	9.85	0.407
	20	埃土	8.63	8.54	0.727
陕南	18	黄褐土	7.61	1.03	0.898
	27	水稻土	7.53	0.60	1.238

综上所述，陕西不同地区（土壤）农作物施锌肥的效应，北部、中部优于南部，与缺锌土壤的分布北部、中部多于南部的状况相一致，又与土壤有效锌含量南高北低，碳酸钙含量、pH值南低北高的结果相一致。

参考文献

1　刘铮等.我国缺乏微量元素的土壤的区域分布.土壤学报，1982，19 (3)：218～219

2　中国农业科学院土肥所编.植物基因型对微量元素的不同反应.见：农业中的微量营养元素.北京：农业出版社，1984，321～322

3　朱克庄，王学贵.陕西几种主要粮食作物使用锌肥的效果.陕西农业科学，1985 (3)：24～26

4　朱克庄，王学贵.油菜施用锌肥的效应.陕西农业科学，1987 (5)：14～15

5　杨奕珠.水稻土中微量元素的动态.土壤肥料，1981 (6)：39

Survey of the Distridution of Soils Deficient in Zn and Application of Zn Fertilizer in Shaanxi province

Zhu Kezhuang　　Wang Xuegui

(Soil and Fertilzer Research Institute, Shaanxi Academy of Agricultural Sciences)

Abstract　Shaanxi falls into the soil region deficient in Zn in our country. The results from 280 experiments showed that there is a negative correlation between the effect of Zn fertilizer anb soil available Zn and the response of various crops to Zn is also different. The measured results of 5944 soil samples showed that the oultivated lands with available Zn content<0.5 μg/g and with Zn fertilizer to be applied are 35.049 million mu, accounting for 62.5% of total cultivated lands. The distribution of the cultivated lands is as follows: the existing area deficient in Zn is: middle part of Shaanxi>northern Shaanxi>Southern

维普资讯 http://www.cqvip.com

Shaanxi, but the proportion of area beficient in Zn is: Northern Shaanxi>Middle part of Shaanxi>Southern Shaanxi. The distribution of soils deficient in Zn is consistent with the response of Zn fertilizer to various districts and once is also consistent with the state that the available soil Zn is higher in the south and lower in the north, anb $CaCO_3$ content and pH value are lower in the south and higher in the north.

Key words Zn fertilizer, distribution regularity, critical value, grading, soil map, Shaanxi Province

简 讯

抗口蹄疫基因工程研究获得重大突破

由中国农业科学院兰州兽医研究所谢庆阁研究员和我校兽医系窦忠英副教授主持的抗口蹄疫基因工程研究获得重大突破。他们首先针对口蹄疫病毒（FMDV）核酸序列，人工合成了核酶（Ribozyme）基因和反义RNA基因，并分别构建了表达质粒。核酶基因的表达产物是一种能够剪切病毒RNA，阻断病毒复制过程的RNA分子，俗称基因剪。他们用磷酸钙沉淀法首次成功地将该基因剪导入对口蹄疫病毒敏感的BHK－21细胞系，筛选出4株转化细胞，对口蹄疫病毒的抗性分别比对照细胞提高了17.8倍（A_3）和31.6倍（A_4、C_{30}和F_9）。

在此基础上，今年2月26日他们采用显微注射法又将该核酶基因注入家兔受精卵，然后将这些受精卵移植到假孕的母兔输卵管内。于3月30日晚生下了两只仔兔，体重分别为33g和61g.经用PCR法（聚合酶链锁反应法）检测，两只仔兔染色体中均含有所导入的核酶基因序列，而对照兔DNA样品呈阴性反应。经多次复检，结果一致。从而在世界上首例获得了含核酶基因的转基因动物。

口蹄疫（FMD）是世界上最受重视的家畜传染病之一，其主要危害对象是猪、牛、羊等偶蹄动物。由于该病传播快，发病率高，造成的经济损失严重，经常通过进出口贸易影响双边关系，故有政治经济病之称。多年来，各国兽医专家和分子生物学工作者对口蹄疫和口蹄疫病毒进行了广泛深入的研究，先后研制成功了弱毒疫苗、灭活疫苗和世界上第一个基因工程苗，但由于各种条件的影响，仍未能根除本病。近年来，国际上不少学者撰文，提出培育抗口蹄疫的转基因动物，以便彻底摆脱该病的困扰。他们研究的这一成果，就为家畜的基因工程抗病育种首次提供了动物模型。

目前，他们正在进一步检测外源基因在家兔体内的表达情况，并准备测定转基因兔抵抗口蹄疫病毒攻击的能力。他们的最终目标是培育抗口蹄疫的转基因家畜。

（安志杰 蔡来虎）