

从西安的硼、铬污染农田论农业环境保护·

郑泽群 边淑萍 郑建民 冯武焕 张丽珍· 邢胜利·

(西安市农业科学研究所)

提 要

本文就西安南郊铬污染和东郊硼污染对农作物的危害,论述铬和硼在地下水、土壤和农作物中的迁移、转化和归宿。铬主要累积于土壤耕层,其中 Cr^{6+} 对农作物的危害远大于 Cr^{3+} ;土壤有机质能明显降低 Cr^{6+} 对农作物的毒性。铬在根系中积累最多,茎叶次之,籽实最少。而硼则主要积累于老叶;根系和籽实均无明显积累。植株中的硼与钙含量明显正相关;硼与镁没有线性回归关系。根据定位观测和盆栽试验,提出了我国农田灌溉水硼指标和土壤水溶性硼含量分级标准。最后提出要做好农业环境保护工作,必须坚持生产的观点、农田生态的观点和综合的观点。

西安既是历史名城,又是现代工业集中之地。过去由于极左路线的干扰,加上人们对环境污染的危害缺乏认识,因此,导致工业“三废”对农业生产的危害非常突出,危害时间也较长久。二十多年来,我们先后调查研究农田污染事件三十多起,现仅就硼和铬污染农田的危害对搞好农业环境保护谈几点看法。

(一) 污染情况的调查和研究

1. 西安南郊铬的污染

1961年间,南郊野狐庄等地井水变为黄色,灌溉农田后农作物叶片出现黄白色斑点、卷缩、须根腐朽、脱落,严重时植株萎蔫以至枯死。群众反映井水有碱味,饮用后牙痛、脱发和手脱皮,牲畜脱毛相当普遍。1983年春夏间,我们对野狐庄地区的地下水、土壤、农作物进行调查和观测,并以八里村、北山门口和蒋家村为对照区,布点共61个。在污染区和对照区设2m深主剖面各一个,研究铬在土壤中的垂直分布和迁移。进行了油菜盆栽试验,研究铬在水、土和农作物中的行为和归宿,探讨铬对农作物危害的临界浓度,并拍摄了铬危害油菜的彩色图谱。水、土、粮、菜铬的测定,均采用二苯碳酰二肼(Diphengl-Carbazide,简称DPC)比色法^[1]。污染区地下水中 Cr^{6+} 含量大于 $0.1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (农用水质标准^[2])的约有474亩; Cr^{6+} 含量在 $0.1\text{—}0.02\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 者约有3750亩^[3]。对照区地下水除八里村 Cr^{6+} 含量为 $0.01\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 外,北山门口和蒋家村均

〔注〕①该文系西北农学院今年四月份建校五十周年校庆征文。

②张丽珍现在化工部化肥研究所工作。

③邢胜利现在陕西省农牧厅工作。

未检出。 Cr^{6+} 在碱性水中以黄色的 CrO_4^{2-} 存在^[4]。污染区地下水的pH在8.2-9.9之间，因此，野狐庄井水变黄，正是 Cr^{6+} 污染的宏观表现。

从表1可看出，由于长期利用含铬较高的井水灌溉，污染区0—20cm土壤铬平均已累积到 $82.0\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，最高检出值为 $96.8\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，大大超过对照区土壤铬的平均含量

表1 污染区与非污染区土壤中的铬 (mg/kg)

深度 (cm)	污染区 (13个土样平均)	非污染区 (12个土样平均)	t检验
0—20	82.0	74.4	$t = 2.76^* > t_{0.05} = 2.06$
20—40	77.9	73.9	$t = 1.56 < t_{0.05} = 2.06$

$74.4\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。但20—40cm土层铬含量污染区与对照区差异不显著。从2m土层铬的垂直分布 (图1) 也可看出，0—1cm表土中铬含量为 $84.0\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，0—20cm耕层中铬含量为 $83.1\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，40cm以下基本上不受铬污染的影响。其原因可能是 Cr^{6+} 随灌溉水进入农田后，大部分被土壤有机质迅速还原为 Cr^{3+} ^[5]，粘土矿物对 Cr^{3+} 有强烈的

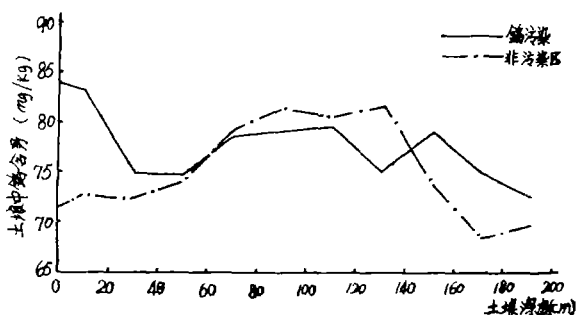


图1 铬对土壤的垂直污染

吸附和固定作用^[6]，只要进入土壤的 Cr^{6+} 不超过耕层土壤的吸附与还原能力， Cr^{6+} 就不易迁移扩散，因此进入土壤的外源铬只在土壤耕层积累，最深只下移到30cm左右深处。

我们对铬污染区和非污染区若干作物的根系和茎叶的含铬量分别进行测定的结果 (表2) 表明，污染区作物无论根系或茎叶含铬量均远高于非污染区 ($t_{\text{根系}} = 3.97^{**} > t_{0.01} = 2.80$; $t_{\text{茎叶}} = 2.67^* > t_{0.05} = 2.06$)。且被污染的蔬菜根系含铬量比茎叶明显增多 ($t = 3.56^{**} > t_{0.01} = 2.80$)，说明根系对铬的富集作用极强。这也是作物须根腐朽、脱落进而导致植株萎蔫、枯死的根本原因。

为了验证田间观测结果并探讨过量铬毒害农作物的临界浓度，以及铬在植株中的迁移转化规律而进行的油菜盆栽土培试验表明，过量铬毒害油菜的症状与污染区蔬菜受害症状类同。但 Cr^{6+} 的毒害远大于 Cr^{3+} 。灌溉水中 Cr^{6+} 浓度为 $100\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 时，油菜叶脉就变

为黄白色并逐渐扩展到整个叶片；800mg·l⁻¹时濒于绝收。而当Cr³⁺浓度达2,000mg·l⁻¹时，油菜老叶才从叶背、叶尖、叶缘相继出现紫红色斑，4,000mg·l⁻¹时籽实减产一半。铬在油菜各器官中的积累见表3。盆栽试验还可看出，当把土壤有机质由2.44%提高到3.07%时(土壤阳离子代换量也相应由14.4m.e./100g土提高到15.1m.e./100g土)，Cr⁶⁺对油菜的危害明显减轻，根系和茎叶中的含铬量也分别降低13—22%和23—30%。这是因为土壤有机质含量越高，还原强度越大，对Cr⁶⁺的还原速率越快；土壤阳离子交换性的提高，也能减少铬被作物吸收的机会。随着灌溉水中铬浓度的增加，油菜各器官中铬的含量也相应增加，其中根系积累最多，茎叶次之，籽实最少。从表3还可以看出，Cr⁶⁺处理的油菜不论哪个器官铬含量都明显高于相应的Cr³⁺处理的油菜铬含量，说明

表2 污染区与非污染区若干作物的含铬量 (mg·kg⁻¹，鲜重)

作物名称	污染区		非污染区		t 检 验
	根系	茎叶	根系	茎叶	
菠 菜	1.22—2.52	0.51—1.65	0.41	0.23	①污染区与非污染区作物 根系： t = 3.97** > t _{0.01} = 2.80 茎叶： t = 2.67* > t _{0.05} = 2.06
芹 菜	2.90	2.37	0.82—0.95	0.15—0.53	
大青菜	1.05—3.34	0.72—0.83	0.61—0.68	0.50—0.53	
葱	2.59—4.34	0.23—0.54	1.80	0.09	②污染区作物根系与茎叶 t = 3.56** > t _{0.01} = 2.80
花椰菜	1.32—2.08	0.41—1.26	0.72—1.02	0.11—0.37	
莴 笋	0.88—1.12	0.39—0.56	0.68—0.70	0.35—0.36	
黑油菜	1.04	0.55	0.47—0.89	0.22—0.43	
小 麦	1.76	0.31	0.42	0.31	
平均值	2.01	0.80	0.78	0.32	

Cr⁶⁺较Cr³⁺易被作物吸收。再从土壤中铬的残留量看，以Cr⁶⁺处理的明显低于相应的以Cr³⁺处理的，这也是Cr⁶⁺易被作物吸收的一个佐证。

西安市电镀、钢铁、染料、制革、机械和化工等工业废水中含有较高浓度的铬，因排放管理不善，致使流经西安的渭河、沣河以及西安污水灌区的大部分地下水的Cr⁶⁺含量均已超标。因此，研究铬污染对农业环境的影响并提出防治办法是有重要现实意义的。

2. 西安东郊硼的污染

1963年春夏间，东郊浐河地区梁家街的蔬菜、玉米等作物用浅井水灌溉后，叶边发黄、枯萎以至死亡；牲畜饮浅井水后口舌溃疡和腹泻；群众反映井水味变苦涩，饮用后普遍出现腹泻症状。1971—1976年，受害范围已波及百家滩和官厅等地。该地区群众多

表3 铬在油菜各器官中的积累 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 干重)

处 理 处 理 水 中 的 铬 器 官 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	对照	Cr^{3+}						Cr^{6+}				
		0	100	800	1200	2400	1900	400	800	1200	2400	4000
根系	2.60	60.0	80.0	120	230	290		580	1390	1720	1860	2750
茎叶	1.00	6.70	11.3	20.0	20.0	20.0		125	850	975	2650	4500
籽实	未检出	0.38	0.50	0.60	0.74	0.90		2.80	31.0	*	*	*
土壤铬 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	63.2	95.1	128	153	255	382		92.2	104	117	164	175

* 未结籽，即枯死。

次向中央、省、市有关领导机关反映，要求彻底查清污染原因并消除危害。多年来，在厂方断续赔偿15万元，国家又投资90万元处理废渣的情况下，问题仍未得到妥善解决。1978年我们和原郊区环保监测站共同对污染区进行系统的定位观测，经过一年的工作，查清了污染物是硼，污染源是某化工厂。几年来，我们着重研究土壤和灌溉水中过量硼对农作物的危害，通过定位观测，确定浅层地下水污染面积为3083—7758亩^[7]，含硼量在 $1-37\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 之间。长期用高含硼量的井水灌溉农田，使耕层土壤积累了 $2.50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上的水溶性硼，最高竟达 $12.30\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。从2m土层水溶性硼的垂直分布看（图2），一般在 $6.50-12.30\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 之间，在半年内经大量清水淋洗后，降至 $0.60-3.20\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ；再过一年，又降至 $0.02-1.53\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，与非污染区同类土壤2m土层中水溶性硼含量 $0.09-1.00\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 相近。其原因可能是土壤溶液中的 BO_3^{3-} 、 $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ 和 BO_2^- 等含硼阴离子与带负电荷的土壤胶粒之间的吸附力极弱，很容易被不含硼的水淋掉。为了验证这一推论，我们以含硼量为 $5-30\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 的6种浓度和 $1-90\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 的11种浓度的硼酸溶液分别对粉砂壤质的白垩土和砂壤质的沙土作吸附试验，测定土壤对硼的吸附性能，结果每100g土壤对硼的吸附量分别仅为 $0.06-0.23\text{m.e.}$ 和 $0.04-0.41\text{m.e.}$ 。西安地区土壤水溶性硼背景值在 $0.02-2.48\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 之间，平均约为 $0.49\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，较关中地区黄土母质发育的塋土、黑垆土水溶性硼含量（ $0.10-0.40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，平均约为 $0.29\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ）^[8]明显增高，变幅增大，这可能与几千年来耕作、施肥和近30年来污水灌溉面积逐年扩大有关^[9]。

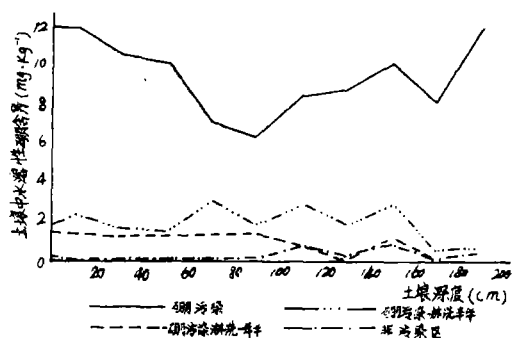


图2 硼对土壤的垂直污染

硼污染区的农作物因长期利用高含硼量的浅井水灌溉而受到不同程度的危害，严重时则绝收图(3、4、5，表4)。植株中的硼含量污染区远高于非污染区，不同作物或



图3 用 $5\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 含硼井水灌溉的番茄(叶边变黄，萎蔫枯死)



图4 用 $6\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 含硼井水灌溉的黄瓜(叶边变黄，果实畸形)



图5 用 $5\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 含硼井水灌溉的韭菜(根黄褐色，枯朽死亡)

不同受害程度植株含硼量相差很大。例如轻度受害的大青菜含硼量为 $18.1\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，严重受害的增至 $52.0\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，而非污染区正常生长的大青菜含硼量只有 $1.8\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ^[9]。植株不同器官中硼的积累量也有较大差异，叶片含硼量最多，尤其是老叶。叶边是过量硼对植株危害症状出现最早的部位，因此硼积累最多。例如黄瓜叶边含硼量高达 $1145\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，约为叶心含硼量的3倍。

为了探索硼污染对大豆植株硼、钙、镁含量相关以及大豆产量的影响，1982年我们的盆栽试验证明，大豆植株和籽实含硼量随灌溉水硼浓度的增加而增加。大豆籽实产量

则在低含硼灌溉水时明显增加，当达到一定含硼浓度时就明显下降(表5)。据FOX(1968)报导，植物对硼的最低需要量在叶组织中一般为 $5-30\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。与最高生长量有关的叶片硼含量又随着钙含量的增高而增高^[11]。从图6可看出，大豆植株中的硼与钙含量明显成正相关，说明大豆植株中钙随硼含量的改变而改变的线性回归关系非常明显。大豆植株中硼和镁没有线性回归关系。据Small.H.G.Jr等人(1973)报导，美国大豆三出复叶硼含量为 $21-55\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，钙和镁含量分别为 $0.36-2.00\%$ 和 $0.26-$

表4 浅井水、耕层土壤硼含量对农作物的影响⁽¹⁰⁾

农作物 名 称	污 染 区			非污染区		
	浅井水中硼 含量 ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	耕层土壤水 溶性硼含量 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	农作物生长发育状况	浅井水中硼 含量 ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	耕层土壤水 溶性硼含量 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	农作物 生长发 育状况
番 茄	5.4—11.1	11.30	叶缘变黄, 萎焉, 全株枯死。	0.0—0.4	0.04	正常
黄 瓜	5.4—10.0	7.55	叶缘变黄, 幼芽停长, 结果畸形, 干枯死亡。		0.22	
韭 菜	5.4	5.95	根黄褐色, 枯朽死亡。		0.12	
笋 瓜	5.4	9.65	叶缘变黄, 结瓜少而小。		0.69	
葱	5.4—11.0	9.30	叶尖变黄, 生长停滞。		0.84	
洋 葱	7.6	3.70	叶尖变黄, 葱头大小如核桃。		0.17	
茄 子	5.4—11.0	8.75	果皮呈紫褐色斑。		0.91	
辣 椒	5.4—11.0	7.60	叶缘有不规则黄斑、折皱。		1.15	
甘 兰	5.4—11.0	5.50	外叶缘变黄褐色、紫褐色。		1.23	
马铃薯	5.4	5.50	死苗或不结薯块。		1.33	
小 麦	4.0	8.90	叶尖变黄, 老叶枯黄, 分蘖少。		0.48	
玉 米	3.7	3.60	叶缘有界限清晰的黄边, 多秃顶, 秕粒, 早干枯。		0.66	

表5 大豆籽实产量和植株含硼量

处 理	每盆平均克数	产 量 (%)	每盆增减克数	植株含硼 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	备 注
对 照	15.3	100.0		267	5 % 差异显著标准为0.912; 1 % 差异显著标准为1.263。
硼 $1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	16.9	110.5	+1.6	298	
硼 $7\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	14.2	92.8	-1.1	330	
硼 $20\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	13.9	90.8	-1.4	366	

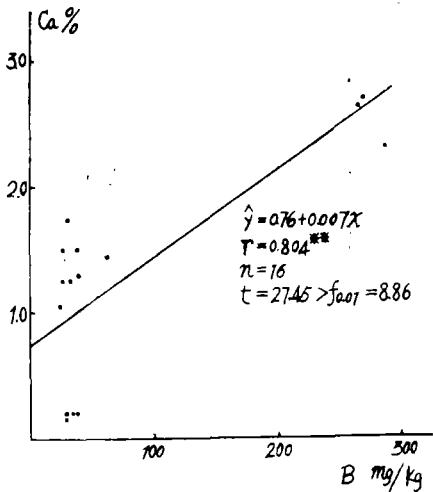


图6 大豆植株硼与钙的关系

1.00%^[12]。本试验大豆三出复叶硼和钙含量均远高于美国大豆(表6),其原因可能是本试验在大豆成熟期采集样品,而美国是采集大豆结荚前上部生长旺盛的三出复叶。镁含量与美国大豆相近。大豆籽实硼含量为28.8—38.4 mg·kg⁻¹,钙含量为0.18—0.20%,与美国印第安纳州大豆籽实的硼含量23—39mg·kg⁻¹相近,但变幅较小;而比该州大豆籽实的钙含量0.22—0.52%^[12]低,变幅也小。又据美国加利福尼亚大学农业推广服务中心(1969)指标,土壤水溶性硼含量1mg·kg⁻¹或5mg·kg⁻¹,对敏感作物或半耐硼作物均可看到受害症状^[11]。我们在大豆播种前和收获后测得土壤水溶性硼含量

表6 大豆植株的硼(mg·kg⁻¹)、钙(%)、镁(%)含量

器官	处 理	对 照	硼1mg·l ⁻¹	硼7mg·l ⁻¹	硼20mg·l ⁻¹
	无 素				
三出复叶	B	264	262	293	265
	Ca	2.65	2.83	2.35	2.70
	Mg	0.73	0.73	0.67	0.68
茎秆	B	23.3	28.3	31.7	38.3
	Ca	1.06	1.26	1.26	1.30
	Mg	0.40	0.50	0.50	0.50
籽实	B	28.8	28.8	32.8	38.4
	Ca	0.19	0.18	0.20	0.20
	Mg	0.24	0.20	0.20	0.24
豆荚	B	30.0	28.3	38.3	60.0
	Ca	1.74	1.50	1.50	1.44
	Mg	0.93	0.83	0.83	0.80

分别为0.95mg·kg⁻¹和0.55-1.50mg·kg⁻¹。但大豆植株硼的含量以及受硼害的症状随灌溉水硼浓度的增高而增高或加重。再看西安污水灌溉近30年的汉城黑油土水溶性硼含量为2.48mg·kg⁻¹,农作物(包括豆类)生长正常。即令西安浐河硼污染区某些土壤水溶性硼含量在3.60mg·kg⁻¹左右,豆类仍能出苗生长,但在用含硼>3.0mg·l⁻¹的浅井水灌溉后,豆类植株就黄化、落叶甚至干枯死亡,这些都足以证明水中过量硼较土壤中过

量水溶性硼对农作物的危害性强。

我们对水稻的初步研究表明,硼污染对水稻幼苗的酯酶同工酶有抑制作用,表现在酶带明显减少。为了探索硼对农作物有益与有害的临界值,我们进行了梅豆、黄瓜、番茄和小麦的盆栽试验,结果表明,随灌溉水中硼含量的增加,植株中或植株各器官内硼的含量也相应增加。灌溉水中硼含量小于 $1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 时,对一般作物均有促进作用;长期利用含硼量大于 $1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 的灌溉水,则对多种作物可能有害。鉴于我国尚无农用灌溉水硼指标和土壤水溶性硼分级标准,根据在污染区实际调查、定位观测和盆栽试验,参照国外有关资料,我们提出了下面两个参考标准:含硼量小于 $1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 为合格农田灌溉水。耕层土壤水溶性硼含量大于 $4.50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 者为毒害级; $2.50\text{—}4.50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 者为过量级; $0.50\text{—}2.50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 者为一般级;小于 $0.50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 者为缺乏级^[9]。

关于硼污染农田,北京、湖北、湖南、青海、江西等地也有类似情况。核工业废水可能也含有过量硼。因此研究硼污染对农业环境保护和农业生产的影响具有重要的现实意义。

(二) 搞好农业环境保护的几点体会

综上所述,我们深深体会到,要做好农业环保工作,首先必须有生产的观点,做到生产与科研结合,实践与理论结合,宏观与微观结合。但应以生产、实践和宏观为出发点,做到生产中有科研的因素,实践中有理论的依据,宏观中有微观的机理。以西安东郊硼污染为例,从1963年起,我们几乎每年都参加调查工作,但因没有条件获得可靠的科学数据而无法提出解决硼污染的措施。多年来该地区农民劳动日值由2元降至6角;粮菜损失约100多万元;厂方因与农民发生纠纷损失更大,仅1978年因纠纷致使该厂停工近两个月,减少收入100多万元,损失利润9万余元。经济上的损失,农业生产的急需,迫使科学研究上马。1978—1979年,我们通过定位观测、研究分析,提出了停用浅井水灌溉,改变硼泥排放方式等治标措施。1979—1980年又通过进一步试验研究,提出了改革工艺流程,挖掉含硼废渣坑,利用含硼废渣生产蜂窝煤,改种抗硼污染的农作物,开采利用承压水灌溉并淋洗被硼污染了的土壤等治本措施。从此该地区7,000多亩农田免再受硼害。另一方面,通过分析不同地形地势的土壤水溶性硼含量,发现滩地沙土或沙泥土以及坡地土壤水溶性硼含量普遍较低。因此,试验推广硼肥时应优先考虑这些土壤^[10]。1981年以来的多种试验研究,还从微观机理方面对宏观现象提供了科学依据。

其次,必须有农田生态的观点。农业环保要取得最大的经济效益,农田生态系统是主要考虑依据。农田生态系统不断地进行着能量交换和物质循环。因此系统中的各个因素或成分(诸如水分、土壤、农作物、微生物和小气候等)之间都是动态的。但是在一定时间和相对稳定的条件下,系统本身也总是趋向稳定的状态,在动态中维持平衡。即农田生态系统中的土壤水分、空气、养分、微生物以及土壤温度等在气候条件下和农作物之间,或物质能量的输入与输出之间,存在着相对平衡的关系,当农田生态系统中的

能量流动和物质循环过程,较长时间保持平衡状态时,生产量最高,生产力也最大。反之,如果受到外界的干扰,超过生态系统本身自动调节的能力,结果就会使生产量下降,生产力衰退,从而引起其结构和功能的失调,物质循环和能量交换受到阻碍,最终导致了农田生态平衡的破坏。以硼污染农田生态系统为例:过量硼污染了地下水,又随灌溉进入土壤和农作物,群众饮用含硼量高的井水,食用富集硼的粮食和蔬菜而影响健康;粮食作物、蔬菜等产量下降。当然,保持农田生态平衡不是绝对的,更不是静止的,而是在发展中达到暂时的平衡,在动态平衡中求发展。因此,必须注意工业发展与农业环境保护既要符合经济规律,也要符合生态规律,达到经济效益与环境质量的统一。

第三,还应有综合的观点。由于农田生态系统是由植物、动物、微生物等生物成分和日光、水分、养分、空气、热量等非生物成分所组成,而且每一成分都不是孤立的存在着,而是相互联系、相互制约地形成一个统一的不可分割的自然综合体系。这是一个生态平衡的总体。又由于农业生产实质上是生态—经济系统,既有自然因素(光、热……),又有社会因素(方针、政策、规划、管理体制、流通、分配、消费、农业科学技术……),因此,在农业环境质量评价中,应该注意由少数几个因子推导出来的公式模型是很难在实践上对上号的。但是,农业科学技术的发展,必然由定性走向定量,而这只能在人们掌握了尽量多的信息的时候才能做到。因此,利用电子计算机具有的信息处理及适应复杂的科学运算,将能提高农业环境保护的研究水平。

农业环境保护当前的主要任务是开展农业环境监测,主要是工业“三废”对土壤、水、气、农作物和畜禽等的影响。同时控制农业内部渠道的污染,诸如农药、化肥的使用,农村企业——铸造、电镀、磷肥、造纸、蓄电池、砖瓦、石灰等所造成的污染。在监测和控制的基础上,逐步开展农业环境质量评价,研究、预测有害物质在农田生态系统中的去向和归宿。众所周知,农作物生长发育受环境条件的制约。日光、空气、水分、热量、养分等因素的变化直接影响其产量的高低和质量的优劣。因此,传统的农业科学对如何控制、调节这些环境因素,以达到农作物的高产、优质、高收益等进行了大量的研究。但是随着生产的发展,各类工矿企业排放到环境中的“三废”不断增加,其中有害的化学物质的种类和数量也将增加,当达到一定数量或超过生态系统的净化能力时,将同其它污染物一样对环境产生污染,而首当其冲的往往是土壤、水和农作物,致使农作物产量降低,农产品质量变劣,严重时绝收。因此,从资源、能源和环境的角度考虑,研究这些污染物在农田生态系统中的迁移和转化规律,已成为农业科学研究的重要课题。

参考文献

- 〔1〕全国环境保护科技情报网:《环境科学情报资料》,第3期,1978。
- 〔2〕中华人民共和国农业部:《农田灌溉水质标准》,1979。
- 〔3〕中华人民共和国卫生部:《生活饮用水卫生规程》,1973。

- 〔4〕董发开：“西安市地下水污染发生与发展”《西安环境保护》，第1期，1982。
- 〔5〕中国科学院地理研究所：“铬在水体、土壤和农作物中的迁移转化规律”，《中国环境科学》，第1期，1982。
- 〔6〕曹仁林等：“土壤中的铬与植物生长”，《农业环境保护》，第3期，1982。
- 〔7〕郑泽群等：“西安泾河地区硼污染研究”，《土壤通报》，第6期，1980。
- 〔8〕中国科学院南京土壤研究所：《中国土壤》，408页，科学出版社，1978。
- 〔9〕郑泽群等：“硼污染对土壤和农作物的影响”，《环境科学》，第3期，1983。
- 〔10〕郑泽群等：“西安泾河地区硼污染研究”，《农业环境保护》，第2—3期，1980。
- 〔11〕Reisenaver, H.M., L.M.Walsh, and R.G.Hoeft, 1973: Testing Soils for S, B, Mo and Cl. Soil Testing and Plant Analysis, 184—187. Wisconsin USA.
- 〔12〕Walsh, L. M., and G. D. on, 1973: 《Soil Testing and Plant Analysis》，P315—328.
- 〔13〕郑泽群等：“西安地区土壤水溶性硼研究初报”，《陕西农业科学》，第5期，1982。

On Agricultural Environmental Protection in Line with Farmland Polluted by B and Cr in Xian

Zheng Zequn Bian Shuping Zheng Jianmin

Feng Wuhuan Zhang Lizhen Xing shengli

(Xian Agricultural Scientific Research Institute)

Abstract

The harmful effects of pollution caused by both Cr in the southern suburbs and B in the eastern suburbs of Xian upon farm crops were discussed, and also, the movement/conversion/end-results of Cr and B in the underground water/soils/farm crops were dealt with in this paper. Cr accumulation is most in soil tilths, of which Cr^{6+} is much more harmful to farm crops than Cr^{3+} . But organic matter in soils can play an obvious role in reducing the toxicity caused by Cr^{6+} to plants. Cr accumulation in the roots is the most, that in the stems and leaves, next, and that in seeds, the least, while B accumulation is mostly in the old leaves, but there is no apparent B accumulation in the roots and seeds. B and Ca contents in plants are obviously correlated with each other, and there is no linear regression relationship between B and Mg. Based on the fixed position observation and pot experiment, the indexes for B in irrigation water and standards of classification of water soluble B contents in soils were also worked out in the paper. In order to do a good work on agricultural environmental protection, the viewpoints of production/farmland ecology and integration were, at last, advanced and insisted on in the paper.