

西安市郊区污灌 对土壤某些生物活性的影响*

汤代良 祁和意** 杨 勇

(西北农学院土壤农化系)

西安市污灌已有30多年的历史,目前污灌面积约占可耕地面积的16.2%^[1]。但是,随着西安地区的工业发展,工业及生活废水排放量日趋增加,长期污灌,造成农田污染,尤为严重的是含有一些重金属物质的工业废水,进入土壤后,不易被土壤微生物所降解,而常常被植物吸收利用,影响人、畜、家禽的健康。但是,西安地区工业及生活废水又是不可低估的水源和肥源,如经处理后,或适当加以引灌,又可培肥土壤,使作物增产。污灌对土壤生物活性的影响如何,这是影响作物增产的主要原因之一。本文试图从污灌对土壤某些酶、呼吸强度、有机质、土壤微生物活性的影响进行研究,并以人工施加毒物的方式进行模拟试验,为西安市污灌区农业环境质量评价提供参考。

一、材料和方法

(一) 采样点与不同灌溉方式

我们于1982年开始采集西安地区污、清灌区0—20公分的土壤样品,采集方法均以对角线五点取样,共采集29个土样。所采土样经风干(除呼吸强度土样)、弃去杂物后,过1mm筛,分别保存在0—4℃的冰箱备用。采样点与灌溉方式见表1。

(二) 几种酶和生化强度的分析测定及其方法

1. 土壤酶活性的测定:在称取定量的土壤中,加入一定量的作用基质,使其置于待测的某种土壤酶最适温度及PH条件下,经过一定时间反应后,测定其反应过程中转化了的基质,或生成反应产物的量,以表示土壤酶的活性。我们采用А.Ш.Галстян(1956)气量法测定过氧化氢酶^[2],用А.Ш.Галстян与Г.Л.Дюла法(1959)测定脲酶,而对培养混合物中氨的测定方法按А.Ш.Галстян(1965)提出的改进方法进行^[3];转化酶采用D.J.Ross法(1965)测定^[3],用E.Hofmann与G.Hoffmann法(1955)测定淀粉酶^[3]。过氧化氢酶以每克干土、每分钟产生的氧气毫升数表示

*①在本文撰写过程中,承蒙薛澄泽副教授审阅、指导,特此致谢。

②本文撰写由汤代良、杨勇执笔。

***祁和意同志现在四川省农科院工作。

表1

采样点与灌溉方式

土 号	采 样 地 点	采样时间	污灌年限	采土时的作物
1	谭家公社红色十九队	82.7.23	23	莲菜
2	同上	同上	15	韭菜
3	同上	同上	15	茄子
4	同上	同上	15	蕃茄
5	同上	同上	7	玉米
6	谭家公社白花村	同上	清灌	玉米
7	同上	同上	" "	茄子
8	同上	同上	" "	蕃茄
9	同上	同上	" "	韭菜
10	水流公社班家三队(模拟试验对照土*)	同上	" "	玉米
11	红旗公社神鹿坊试验站	82.8.11	" "	韭菜
12	同上	同上	" "	蕃茄
13	同上	同上	" "	茄子
14	红旗公社王家斜大队	同上	23	韭菜
15	同上	同上	23	蕃茄
16	同上	同上	23	茄子
17 ₍₁₎	未央公社范家北村二队	同上	20	玉米
17 ₍₂₎	同上	同上	20	玉米
18 ₍₁₎	未央公社李上壕	82.10.10	30	玉米
18 ₍₂₎	同上	同上	30	玉米
18 ₍₃₎	同上	同上	30	玉米
19	番家公社三民村二队	同上	25	玉米
20	未央公社柯家寨	同上	10	玉米
21	汉城公社高南大队	同上	27	玉米

续表

土 号	采 样 地 点	采样时间	污灌年限	采土时的作物
22 ₍₁₎	汉城公社西杨善	同上	清灌	玉米
22 ₍₂₎	同上	同上	" "	棉(粮)
22 ₍₃₎	同上	同上	" "	" "
23 ₍₁₎	谭家公社张家堡大队	同上	" "	" "
23 ₍₂₎	同上	同上	" "	" "

• 1982~84年均采过土样。

($\text{O}_2\text{ml}/\text{分钟}\cdot\text{克干土}$)；脲酶以每克干土24小时内生成的 $\text{NH}_3\text{—N}$ 毫克数表示($\text{NH}_3\text{—Nmg}/24\text{小时}\cdot\text{克干土}$)；转化酶以每克干土24小时内生成的葡萄糖微克分子数表示(葡萄糖 μg 分子/24小时 $\cdot\text{克干土}$)；淀粉酶以滴定20ml溶液中0.1N的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 毫升数表示。过氧化氢酶、脲酶、淀粉酶用无土对照；转化酶用无土、无基质对照。每一测定项目均重复三至四次。

2.生化强度的测定

土壤呼吸强度：测试土样为经除去杂物过1mm筛的新鲜土，以土培法^[4]碱吸收酸滴定法^[4]进行分析测定，用每克干土24小时内放出的二氧化碳毫克数表示($\text{CO}_2\text{mg}/24\text{小时}\cdot\text{克干土}$)。

纤维素分解强度：采用土培法^[5]于28—30℃温箱培养10—15天，观察、测定滤纸溃烂程度和微生物镜检。

硝化作用强度：用稀释液体培养法^[5,6]于28—30℃温箱培养10~15天，观察、测定亚硝酸和硝酸细菌及其生成物。

(三)微生物区系分析^[5,6,8]

微生物区系分析采用平面涂抹法和混合稀释法。取一定量的土样，经定量稀释后，接种于9公分含有无菌培养基质的灭菌培养皿内，涂抹分离。或将定量稀释菌液置灭菌培养皿内，然后倾入灭菌基质，混合均匀，经适温培养后以达到分离的目的，分析测定项目见表2。

(四)土壤有机质的测定

采用重铬酸钾容量法—水合热法^[3]。

(五)模拟试验

1.供试土样：采自西安市霸桥区水流公社班家三队清灌区0—20公分的表层耕作土，采样、土样处理和土样保存方法同(一)。

2.供试重金属及其浓度：用化学纯硫酸镉($3\text{CdSO}_4\cdot 8\text{H}_2\text{O}$)、重铬酸钾($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)、氯化汞(HgCl_2)，均配制成含量为5ppm、50ppm、100ppm、500ppm、800ppm和1000

表2 微生物区系分析项目及培养分离法

微生物	培养基	稀释度	分离方法	培养时间 (天)
氮化菌	牛肉膏蛋白胨琼脂培养基(M)	10^{-5} — 10^{-6}	涂抹法	3—5
真菌	察贝克氏(酸化、C)	10^{-1} — 10^{-2}	" "	3—5
芽孢菌	M + 麦芽汁(各半)	10^{-3} — 10^{-4}	"	3—4
放线菌	高氏一号	10^{-3} — 10^{-4}	"	3—7
固氮菌	阿须贝无氮培养基	10^{-1} — 10^{-2}	"	3—6
纤维素分解菌	纤维素分解培养基	10^{-1} — 10^{-2}	"	4—15
硝化菌	硝化菌培养基	10^{-2} — 10^{-6}	稀释法	15

ppm等浓度。

3.测定项目：呼吸强度、脲酶、过氧化氢酶、转化酶和淀粉酶，好气性纤维素分解细菌及真菌。真菌为青霉属 (*Penicillium* Link)、曲霉属 (*Aspergillus* Micheli)、链刀菌属 (*Fusarium* LK.)，好气性纤维素分解细菌为生孢噬纤维菌属 (*Sporocytophaga* Stanier) 及噬纤维菌属 (*Cytophaga* Winogradsky)。

4.测定方法

将经处理过的土样置于灭菌培养皿内(12公分)，测定土样含水量。称取减去含水量的土样，使其定量为20克，人工施加污染物Cd(Ⅱ)、Cr(VI)、Hg(Ⅱ)液，并使其与土样充分混合均匀，置烘箱鼓风风干。然后测定污染土样水分，加水保持土壤水分含水量在16%左右，取此土样分别测定不同毒物对生物活性的影响。每一测定项目重复三至四次。

二、结果与分析

(一) 有机质、呼吸强度及几种酶与土壤生物活性的关系

1.有机质含量与土壤酶活性的关系

对所测样品结果进行相关性分析(见表3)，结果表明：有机质含量与呼吸强度、转化酶，呼吸强度与转化酶均呈极显著相关($P < 0.01$)，而有机质与淀粉酶，呼吸强度与过氧化氢酶的相关性呈显著水平($P < 0.05$)，其它各测定结果相关性不显著，说明有机质含量与土壤生物活性关系密切。这是由于土壤有机质是土壤生物活性的物质基础，也是土壤肥力的最基本因素。许多研究者利用土壤呼吸强度表示土壤生物总活性，并作为土壤肥力的重要指标^[7,9]，我们的测定结果也说明这一点。

除有机质外，呼吸强度与其它生物活性关系密切，这是由于呼吸强度与土壤代谢过

程的强弱（土壤微生物、植物根系、微小动物的代谢活动）有直接关系，有资料认为，土壤呼吸强度亦可作为土壤总生物活性的代表^[3,7,12]。

表3 土壤样品各测定项目的相关性

相关性项目	相关系数(r)	回归方程	自由度
有机质与呼吸强度	0.652**	$\hat{y} = -0.00865 + 0.0469x$	29
有机质与转化酶	0.61**	$\hat{y} = 1.10999 + 4.1681x$	29
有机质与过氧化氢酶	0.002		29
有机质与脲酶	-0.097		16
有机质与淀粉酶	0.457*	$\hat{y} = -0.04339 + 0.9794x$	29
呼吸强度与淀粉酶	0.31		29
呼吸强度与过氧化氢酶	0.457*	$\hat{y} = 4.7683 + 17.6816x$	28
呼吸强度与转化酶	0.474**	$\hat{y} = 5.1526 + 43.4787x$	29
呼吸强度与脲酶	-0.011		16
转化酶与过氧化氢酶	0.147		28
转化酶与脲酶	0.22		16
转化酶与淀粉酶	0.106		29
过氧化氢酶与脲酶	-0.173		15
过氧化氢酶与淀粉酶	-0.144		28
脲酶与淀粉酶	0.354		15

2.脲酶活性与土壤肥力的关系

由污灌土壤测定的结果相关性分析（见表4）可知，有机质含量、呼吸强度及脲酶活性，在污灌土壤生物活性中占有很重要的地位。有机质与脲酶，呼吸强度与脲酶，转化酶与脲酶均达到极显著正相关。脲酶的作用在于将尿素转化成氨，它是作物有效氮素营养的直接来源，因此，曾有人认为，脲酶活性是土壤生物活性最重要的指标之一^[11,13]。脲酶活性的最大变化是由土壤有机质含量的差异所引起的^[11]，因此，它与土壤有机质含量正相关性亦说明这一点。同一类土壤，有机质含量高，土壤脲酶活性则更强^[10]。脲酶活性与土壤全氮、速效氮、速效磷及阳离子代换成显著的相关性^[11]。故脲酶活性亦可作为土壤肥力的重要指标之一。

由表4还可知，土壤有机质含量与污灌年限成正相关，这说明长期污灌导致土壤有机质含量增高。

3.合理污灌可促使土壤生物活性增强

全部菜地土壤样品（污灌和清灌）与全部粮棉地土壤样品（污灌和清灌）的有机质含量相比较， $t = 0.049$ ，无差异；全部菜地土壤样品与全部粮棉地土壤样品的呼吸强度相比较， $t = 1.75$ ，差异不显著。但污灌菜地有机质含量与清灌菜地有机质含量相比较，

表4 污灌土壤测定项目之间的相关性

相关性项目	相关系数 (r)	回 归 方 程	自由度
有机质与呼吸强度	0.867**	$\hat{y} = -0.03189 + 0.05772x$	16
有机质与过氧化氢酶	0.35		15
有机质与转化酶	0.591**	$\hat{y} = 0.88313 + 4.7104x$	15
有机质与淀粉酶	0.492~0.497*	$\hat{y} = 0.76245 + 1.3354x$	16
有机质与脲酶	0.95**	$\hat{y} = 6.44 + 5.499x$	7
有机质与污灌年限	0.54*	$\hat{y} = 1.085 + 0.0398x$	15
呼吸强度与转化酶	0.57*	$\hat{y} = 5.312 + 56.72x$	16
呼吸强度与过氧化氢酶	0.365		15
呼吸强度与淀粉酶	0.499*	$\hat{y} = 0.2886 + 19.8496x$	16
呼吸强度与脲酶	0.85**	$\hat{y} = 11.5420 + 68.311x$	7
转化酶与过氧化氢酶	0.105		16
转化酶与淀粉酶	0.022		16
转化酶与脲酶	0.955**	$\hat{y} = 8.5535 + 0.6914x$	7
过氧化氢酶与淀粉酶	0.244		15
过氧化氢酶与脲酶	0.78*	$\hat{y} = 6.9732 + 4.1398x$	8
脲酶与淀粉酶	0.147		7

表5 污灌土壤与清灌土壤生物活性比较

测 定 项 目	显 著 性
有机质含量	$t = 2.51^*$
过氧化氢酶	$t = 2.596^*$
脲 酶	$t = 0.134$
呼吸强度	$t = 2.31^*$
转化酶	$t = 2.35^*$
淀粉酶	$t = 0.69$

* 表示 $t > 0.05$, ** 表示 $t > 0.01$ 。

$t = 2.58^*$, 则差异显著, 而污灌粮地有机质含量与清灌粮地有机质含量相比较, $t = 1.06$, 差异不显著。

市区污灌土壤与清灌土壤的测定结果(见表5)说明, 污灌土壤的生物活性较强。

(二) 污灌土壤微生物区系分析

土壤微生物区系是在一定条件下微生物种类和数量的组成以及它们生命活动的综合体现。它包括微生物的总数、各类群的数量及作用强度。由西安市区土壤微生物区系测定结果(图1)可知, 除氮化菌外, 污灌土壤与清灌土壤中各类微生物数量差异不大。污灌土壤与清灌土壤中各类微生物的数量、主要微生物类群与有关测定项目统计分析见表6、表7。

表6 污灌土壤与清灌土壤中各类微生物数量比较

微 生 物	t 值	自 由 度
氮化菌	$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{S_p} = \frac{588 \times 10^6}{284 \times 10^6} = 2.07^*$	污14 清11
真菌	1.082	污16 清13
放线菌	0.557	污15 清7
好气性自生固氮菌	0.562	污15 清10
芽孢菌	1.27	污15 清10
好气性纤维分解细菌	0.041	污16 清13
硝化细菌	0.55	污16 清13

注: $\bar{x}$ ——污灌土壤微生物的平均数。 $\bar{y}$ ——清灌土壤微生物的平均数。

表7 各类微生物与有关测定项目的相关性

相关性项目	相关系数(r)	直线回归方程	自由度
氮化细菌数与有机物质	0.602**	$\hat{y} = 762.30314 - 166.9224x$	25
真菌数量与有机物质	0.106		29
好气性自生固氮菌与有机质	-0.079		25
好气性纤维素分解细菌数与有机物质含量	0.061		
氮化菌数与呼吸强度	0.402*	$\hat{y} = 7134.1494x + 624.1749$	25
真菌数与呼吸强度	0.186		29
氮化细菌数与转化酶	0.175		24

由表7可知, 氨化细菌的数量与有机物质含量呈极显著相关; 氨化细菌数量与呼吸强度呈显著正相关。就微生物类群而言, 氨化细菌占有特别重要的位置, 因此, 氨化菌的多少可能是土壤生物活性的重要指标, 即氨化菌可作为土壤微生物总数的代表。

上述分析表明: 有机质、呼吸强度、氨化菌数与土壤肥力的关系密切, 从肥力角度考虑, 西安污灌区土壤是很肥沃的。

(三) 几种土壤生化强度的测定

我们对呼吸强度、硝化作用强度及好气性纤维素分解强度进行了测定。污灌与清灌土壤测定结果表明: 呼吸强度的自由度为29, 重复三次, T检验差异显著 ($P < 0.05$)。硝化作用强度的自由度为29, 重复五次, T检验无差异。纤维素分解强度的自由度为10, 重复四次, 在28℃的培养条件下, 滤纸分解程度: 污灌土壤为65.4%, 清灌土壤为67.5%, 差异很小。

(四) 模拟试验

由所测数据及调查西安灌区情况已知, 西安污灌土壤肥沃, 作物产量高。但污水中的有害毒物污染农田, 为害人、畜的健康。为此, 我们选用环境中常见的镉(Cd)、铬(Cr)、汞(Hg)三种毒物进行模拟试验, 结果表明:

1. 从不同浓度的Cd(Ⅱ)、Cr(Ⅵ)、Hg(Ⅱ)对土壤呼吸强度的影响(见图2)可看出, Cr(Ⅵ)、Hg(Ⅱ)对土壤呼吸强度影响颇大, 而Cd(Ⅱ)对之影响较小, 但当浓度达到500ppm时, 土壤呼吸强度已全被抑制。

2. 不同浓度的Cd(Ⅱ)、Cr(Ⅵ)、Hg(Ⅱ)对土壤过氧化氢酶的影响(图3)表明, 三种毒物抑制趋势一致, 即随着毒物浓度的增加酶活性缓慢降低, 说明三种毒物对过氧化氢酶的抑制作用小, 且近似。

3. 土壤脲酶活性受不同浓度的Cd(Ⅱ)、Cr(Ⅵ)、Hg(Ⅱ)毒物的影响见图4。由图4知, 脲酶对Hg(Ⅱ)很敏感, 当Hg(Ⅱ)浓度较小时, 脲酶活性即可受抑制; Cd(Ⅱ)、Cr(Ⅵ)抑制脲酶活性则次之。Toren和Burger^[13]将重金属离子作为脲酶的抑制剂, 其抑制强弱顺序为: $\text{Ag}^+ > \text{Hg}^{++} > \text{Cu}^{++} > \text{Cd}^{++} > \text{Co}^{++} > \text{Pb}^{++} > \text{Ni}^{++}$ 。 Ag^+ 在 $2 - 10 \times 10^{-8}$ M时对脲酶起抑制作用, Hg^{++} 在 $2 - 10 \times 10^{-6}$ M时起抑制作用。由于脲酶对 Hg^{++} 的敏感性, 有人建议可利用脲酶活性检测 Hg^{++} 、 Cd^{++} 的浓度^[13]。

4. 土壤淀粉酶活性与不同浓度的Cd(Ⅱ)、Cr(Ⅵ)、Hg(Ⅱ)的关系表现为, 当Hg(Ⅱ)、Cd(Ⅱ)浓度在5ppm时淀粉酶似有激活作用, 而Cr(Ⅵ)对淀粉酶则有明显的抑制作用, 是否可以利用淀粉酶来测定土壤中Cr(Ⅵ)的含量, 尚有待进一步研究。土壤淀粉酶活性与不同浓度的毒物关系见图5所示。

为测定土壤中主要真菌和主要细菌之一——好气性纤维素分解菌对毒物的抗性, 我们以青霉菌(*Penicillium*)、曲霉菌(*Aspergillus*)和镰刀菌(*Fusarium*)以及好气性纤维素分解细菌作为试验菌, 分别以不同浓度(真菌采用0 ppm、300ppm、1000ppm, 好气性纤维素分解细菌采用2、4、6、8、10、20、30ppm)的Hg(Ⅱ)、Cd(Ⅱ)、Cr(Ⅵ), 对试验菌进行了耐毒性试验。结果表明, 三种毒物对不同真菌的抑制作用不

同;对Cd(Ⅱ)的耐毒性均表现较强;六价铬表现为曲霉>青霉>镰刀菌;而二价汞则为青霉>曲霉>镰刀菌^[14]。三种毒物对好气性纤维素分解细菌的影响(见表8、图6)表现为,当培养4—7天后,Hg(Ⅱ)、Cr(VI)随其浓度增加,好气性纤维素分解细菌抵抗力随之减弱,当浓度为4ppm时,试验菌生长开始出现抑制现象,浓度增加至10ppm时,则停止生长;试验菌对二价镉的耐毒性较汞、铬为大,当Cd(Ⅱ)浓度增加到30ppm时,试验菌尚能生长。

表8 不同浓度的Cd(Ⅱ)、Cr(VI)及Hg(Ⅱ)对好气性纤维素分解细菌的影响

培养方法	培养时间 (天)	浓度 (ppm)	生长状况		浓度 (ppm)	生长状况 Cd(Ⅱ)	对 照
			Hg(Ⅱ)	Cr(VI)			
液体培养	4—9	2	+++	+++	10	+++	+++
		4	++	+	15	++	
		6	+	+	20	++	
		8	+-	+-	25	++	
		10	-	-	30	+	

注: +++, 生长很好; ++, 生长良好; +, 生长; +-, 生长或不生长; -, 不生长。

三、讨 论

1.西安市污灌区有机质含量都很高,而且有机质与呼吸强度,有机质与氨化细菌,氨化细菌与呼吸强度呈显著的正相关;有机质与脲酶,呼吸强度与脲酶,转化酶与脲酶及过氧化氢酶与脲酶也达到了显著的正相关;同时,脲酶的活性与土壤全氮、速效氮、速效磷及阳离子代换量呈显著的相关性。土壤是一个无机、有机、生物复合体,有机质是土壤生物活性的物质基础,土壤有机质的分解、合成与土壤总的新陈代谢关系很大,它是异养型微生物(特别是氨化菌)的碳源、能源及主要氮源。所以,土壤有机质含量、呼吸强度、氨化菌数及土壤脲酶的活性可作为土壤肥力的重要指标。

西安市污灌区有机质含量与污灌年限成正相关;污灌菜地与清灌菜地有机质含量相比, T检验差异显著 (P<0.05)。

2.从微生物类群数量上看,污灌土壤与清灌土壤相比较,氨化菌数量差异显著,其它各类虽有差异但不显著。

3.不同毒物对微生物的影响不同,而不同类微生物对同一毒物的抵抗力不同。霉菌对Cd(Ⅱ)、Hg(Ⅱ)及Cr(VI)的抵抗力强,好气性纤维素分解细菌对三种毒物反应灵敏,特别是Hg(Ⅱ)和Cr(VI)抑制作用很强,当毒物浓度在8—10ppm时,好气性纤维素分解细菌的生长繁殖几乎全部被抑制。能否利用好气性纤维素分解细菌作为污染土壤中Hg(Ⅱ)、Cr(VI)的指示菌,有待进一步研究。

4. $\text{Hg}(\text{I})$ 、 $\text{Cr}(\text{VI})$ 、 $\text{Cd}(\text{I})$ 对土壤呼吸强度有明显的抑制作用,其抑制作用强弱为: $\text{Hg}(\text{I}) > \text{Cr}(\text{VI}) > \text{Cd}(\text{I})$ 。二价汞对脲酶抑制作用很强, 5ppm可达到完全抑制脲酶活性, 三种毒物抑制强弱表现为: $\text{Hg}(\text{I}) > \text{Cd}(\text{I}) > \text{Cr}(\text{VI})$, 而毒物对淀粉酶的抑制作用则为 $\text{Cr}(\text{VI}) > \text{Hg}(\text{I}) > \text{Cd}(\text{I})$ 。由于酶特别是脲酶对重金属反应敏感, 故可用来作为测定 Ag^+ 、 Hg^{++} 、 Cd^{++} 、 Pb^{++} 等重金属含量的可能性值得探讨。

土壤具有一定的自净能力, 在不超过其自净能力范围的客体物质进入土壤时, 它完全有能力由自净能力所消除, 而恢复环境的正常生态条件。但是, 含有重金属的污水未经处理, 加上不合理的大水漫灌, 其重金属含量超过土壤的自净能力, 将会发生不良后果。

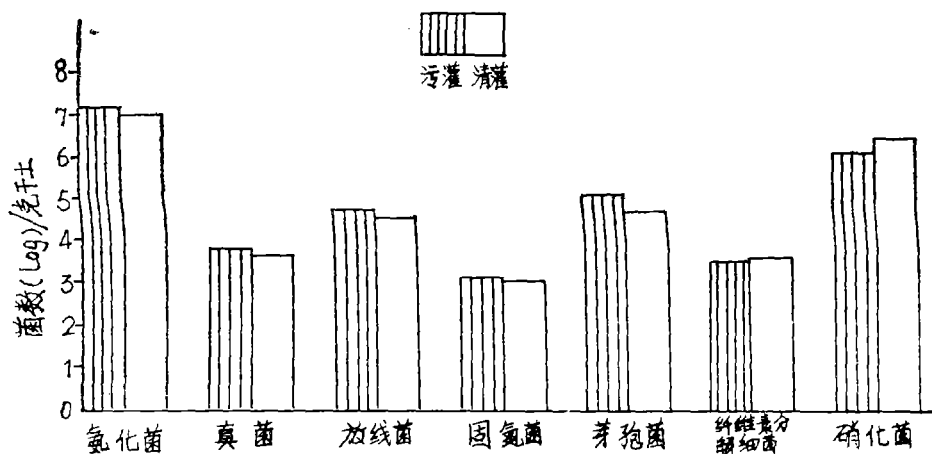


图1 污灌与清灌各类微生物数量的比较

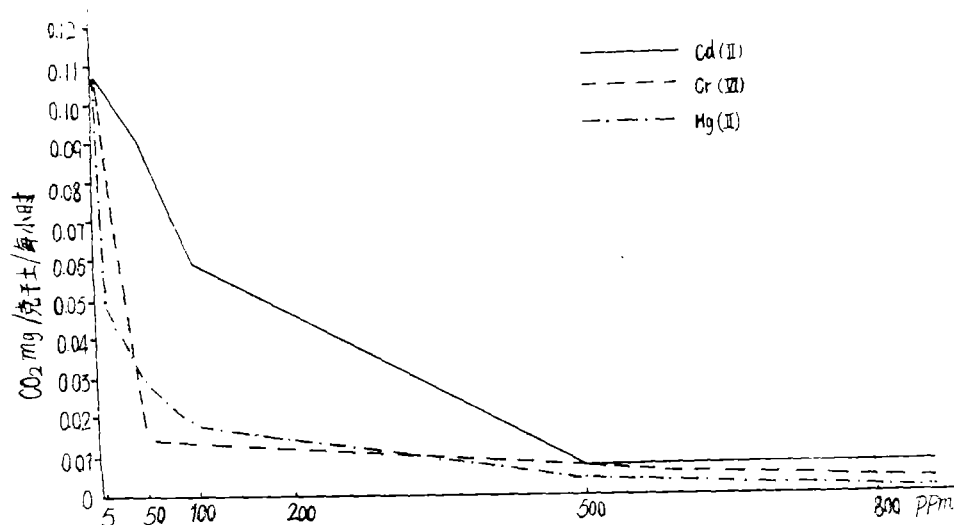


图2 不同浓度的 $\text{Cd}(\text{I})$ 、 $\text{Cr}(\text{VI})$ 和 $\text{Hg}(\text{I})$ 对土壤呼吸强度的影响

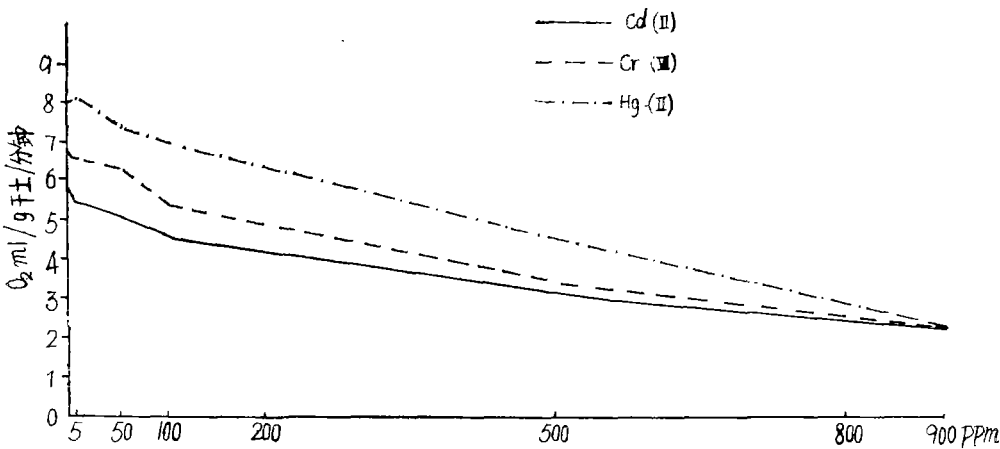


图3 不同浓度的Cd(Ⅱ)、Cr(VI)和Hg(Ⅱ)对土壤过氧化氢酶的影响

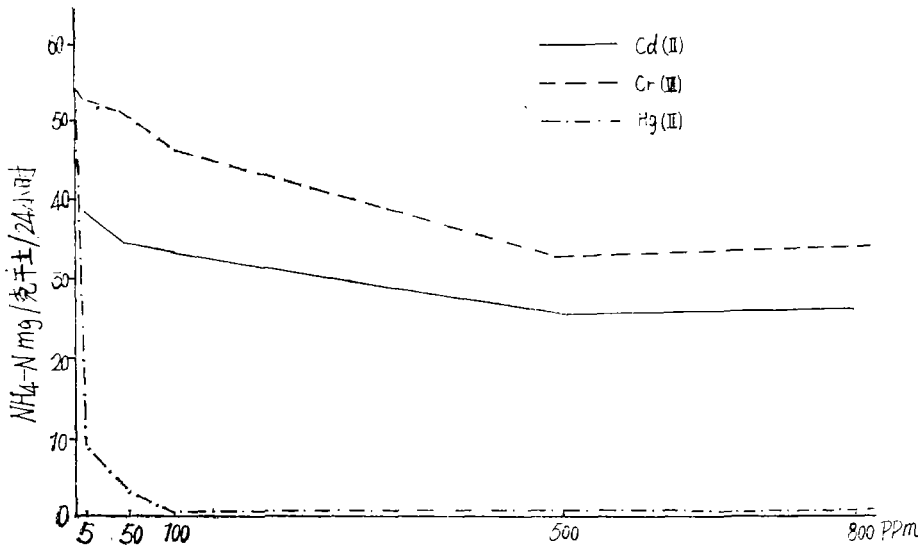


图4 不同浓度的Cd(Ⅱ)、Cr(VI)和Hg(Ⅱ)对土壤脲酶活性的影响

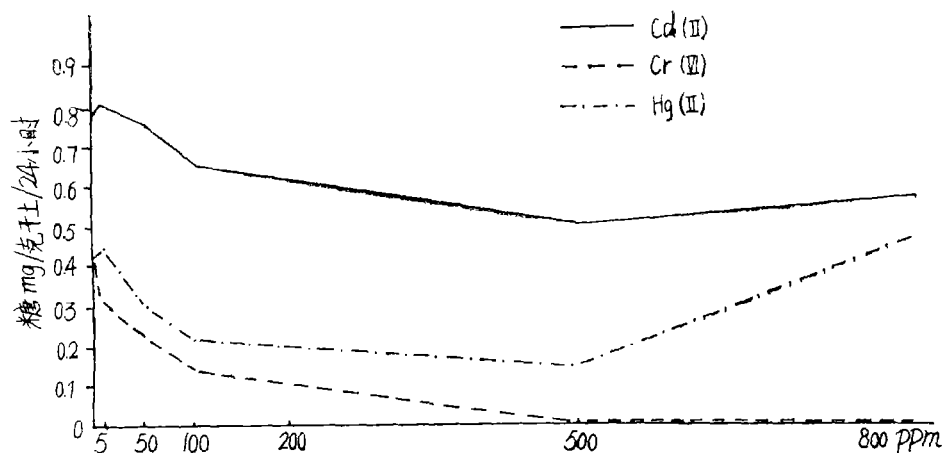


图5 不同浓度的Cd(II)、Cr(VI)和Hg(II)对土壤淀粉酶活性的影响

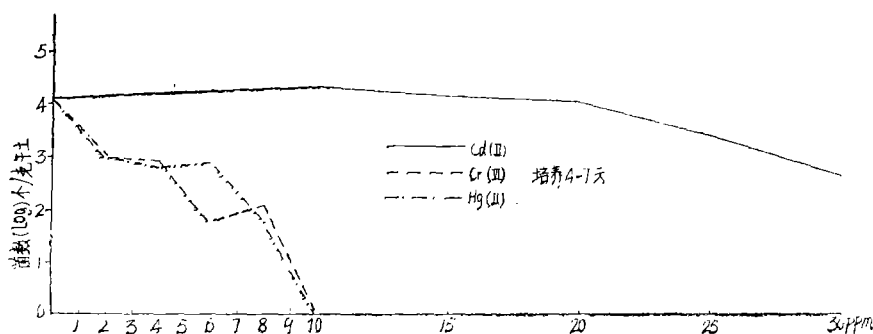


图6 三种毒物在平板培养基上对好气性纤维素分解细菌数的影响

参考文献

- [1] 易静秀: “西安市污灌区农业环境质量初步评价” (内部资料), 1982年。
- [2] A. Ш. Галстян: “土壤酶活性测定方法的统一问题”, 《土壤学进展》, 1980年第1期。
- [3] [苏] Ф. X. 哈兹耶夫: 《土壤酶活性》, 郑洪元等译, 科学出版社, 1980年。
- [4] 李良谟: “西吡对抑制硝化过程和其它微生物的影响”, 《土壤学报》, 1981年(18)第1期。
- [5] 汤代良: 《微生物学实验》, 西北农学院教材, 1983年。
- [6] J. 波爽: 《土壤微生物学分析技术手册》, 阎逊初译, 科学出版社, 1959年。
- [7] 郑洪元等: 《土壤动态生物化学研究法》, 科学出版社, 1982年。

[8] [日] 微生物研究法讨论会:《微生物学实验法》,程光胜等译,科学出版社,1981年。

[9] 黄世伟:“土壤酶活性与土壤肥力”,《土壤通报》,1981年第四期。

[10] 关松阴:“土壤酶与土壤肥力的关系”,《土壤肥料》,1980年第二期。

[11] 《土壤通报》:“土壤酶与土壤肥力”,1980年第六期。

[12] 周礼恺:“土壤的酶活性”,《土壤学进展》,1980年第四期。

[13] G.G.吉尔鲍特:《酶法分析》,科学出版社,1982年。

[14] 钟雪美、汤代良:“镉、铬、汞对土壤真菌的影响”,《西北农学院学报》,1984年第二期。

本刊1984年第3期勘误表

页码及位置	误	正
目录,倒数第3行	薛晓龙	薛晓龙
第11页,“摘要”第3行	生长基地	生产基地
第12页,第9行	所以,还根据	所以,根据
第12页,第15行	果酱、果汁、投资少	果酱、果汁等等,投资少
第13页,第15行	喀么的“花油桃”	喀什的“花油桃”
第14页(五),第4行	茅蔗子属	茶蔗子属
第15页,第7行	达1000以上	达1000年以上
第19页(表1),倒数第5行,从右数第3格	32	82

The Influence of Sewage Irrigation Upon the Soil Biological Activity in the Suburbs of Xian

Tang Dailiang Qi Heyi Yang Yong

(Northwestern College of Agriculture)

Abstract

The contents of organic materials, urease and ammonibacteria and the intensity of breath in the soils are the target of soil fertility. It can be found from the results obtained that the organic materials are directly interrelated to the intensity of breath, ammonibacteria and urease of sewage irrigated soils in the suburbs of Xian.

The total intensity of breath may represent the biological activity of soils so that the target of soil fertility might be formed.

The contents of organic materials in this field are interrelated to the years by sewage irrigation. The soils irrigated by sewage and clean water showed some differentiations with the numbers of ammonibacteria.

Organic materials are directly interrelated to the intensity of breath, ammonibacteria, transferring enzyme and amylase. The intensity of breath is directly interrelated to the transferring enzyme and catalase, and so are ureases directly interrelated to organic materials, intensity of breath, transferring enzyme and catalase.

The different concentration of the Hg(II)/Cr(VI)/Cd(II) may apparently inhibit the intensity of breath in soils and its toxicity tolerance to the intensity of breath is Hg(II), Cr(VI), Cd(II) at 5 ppm, and Cr(VI), Hg(II), Cd(II) at 50 ppm. The Hg(II) can also inhibit the urease more strongly. The Cr(VI) can inhibit the amylase, too. Thus, the enzymatic activity can be used to determine the inhibitor, including Ag^+ , Hg^{++} , Cd^{++} , Pb^{++} , and so on.