

(18) 259-262

## 氯化稀土与咪唑配合物对土壤微环境的影响†

黄建新<sup>1)</sup> 杨一心<sup>2)</sup> 袁成凌<sup>3)</sup>

S15436

(1)西北大学生物学系;2)西北大学应用化学研究所,710069,西安;  
3)中国科学院合肥分院等离子体物理研究所,230027,合肥;第一作者41岁,女,副教授)

**摘要** 测定了4种氯化稀土与咪唑配合物:  $RECl_3 \cdot 2Im \cdot 2HCl \cdot 4H_2O$  ( $RE=La, Pr, Dy, Y; Im=$ 咪唑)及单一稀土盐( $LaCl_3$ )对土壤微生态环境的影响。结果表明:不同浓度的各配合物对土壤中的细菌、霉菌的生长和土壤过氧化氢酶、脱氢酶的活性都有一定的抑制作用。在测试化合物浓度为  $20 mg \cdot g^{-1}$  土样中:细菌抑制率达  $64\% \sim 71\%$ ,霉菌为  $30\% \sim 43\%$ ,对土壤过氧化氢酶活抑制为  $21.5\% \sim 38.3\%$ ,脱氢酶活性明显降低。稀土配合物的应用对土壤微环境的影响值得重视。

**关键词** 稀土;配合物;土壤微环境;抑制作用;土壤酶活性  
**分类号** X172

稀土配合物

我国稀土资源丰富,约占世界储量的80%,随着稀土的广泛开发应用,特别是稀土农用的迅速发展,大量的稀土类化合物将较集中地进入环境,因此,稀土对自然生态环境影响的问题已日益受到社会的关注<sup>[1,2]</sup>。目前国内外对稀土的生态环境影响的研究主要集中于动、植物毒理学试验<sup>[3]</sup>,而对它们农用后对土壤微生态环境影响的研究报道甚少。

氯化稀土与咪唑配合物对细菌和植物病害霉菌的生长具有抑制作用<sup>[4,5]</sup>,对动、植物病害的防治具有一定的意义。本文研究了轻、重稀土元素组中各2种稀土元素氯化盐与咪唑配合物对土壤微环境的影响情况,以探讨它们在农业方面的应用前景。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试化合物

4种氯化稀土与咪唑配合物:  $RECl_3 \cdot 2Im \cdot 2HCl \cdot 4H_2O$  (其中  $RE=La, Pr, Dy, Y$  稀土元素;  $Im=$ 咪唑)。

稀土盐:  $LaCl_3$

以上化合物由西北大学热化学研究室提供。

### 1.2 培养基

细菌用牛肉膏蛋白胨培养基;霉菌用马丁氏选择培养基<sup>[6]</sup>。

† 陕西省自然科学基金,陕西省教委专项基金资助课题(97H04;96JK039)

收稿日期:1997-09-25

### 1.3 土壤样品的制备

土样采自西北大学生物学系植物试验田。用无菌小铲取表层土下约 10 cm 处土壤于无菌大烧杯内,在无菌室内过筛( $\Phi 2$  mm),分别称取 20 g 土样,装入大试管中(每次共 36 支)。给各试管分别加入一定浓度的各供试稀土化合物 5 mL,使每种供试配合物在土中浓度分别为 1 mg/g, 3 mg/g, 5 mg/g, 8 mg/g, 10 mg/g, 20 mg/g。同时另设 1 管对照:20 g 土中加入 5 mL 无菌水。置 30℃ 恒温培养。

### 1.4 各供试配合物对土壤微生物影响的测定

1.4.1 细菌的测定 上述土样恒温作用 48 h 后,取土样 1 g 加入装有玻璃珠 99 mL 无菌水的三角瓶中,振荡 20 min 后,依次稀释至  $10^{-6}$ 。取后两个稀释度,作混合平皿,每稀释度重复 3 个皿,30℃ 培养,24 h 和 48 h 连续计菌落数并计算抑菌率。

1.4.2 霉菌的测定 上述土样恒温作用 4 d 后,取土样 5 g 加入装有玻璃珠 95 mL 无菌水三角瓶中,振荡 20 min 后,依次稀释至  $5 \times 10^{-4}$ ,将后 3 个稀释度用马丁氏培养基制混合平皿,每稀释度重复 3 个皿,置 28℃ 培养,第 4 d 起每隔 24 h 连续计菌落数至第 7 d。并计算抑菌率:

$$\text{抑菌率} = \frac{\text{对照土样菌落数} - \text{化合物处理土样菌落数}}{\text{对照土样菌落数}} \times 100\%.$$

1.4.3 土壤过氧化氢酶活性测定 将经各供试化合物不同浓度处理 2 d 后的土样和对照土样,用高锰酸钾滴定法<sup>[7]</sup>分别测定其过氧化氢酶活性的变化。

土壤过氧化氢酶活性:以单位土重的 0.1 mol/L 高锰酸钾 mL 数(对照与试验测定的差)表示。

1.4.4 美蓝法测定土壤脱氢酶活性变化 经各供试化合物不同浓度处理 2 d 后土样及对照土样悬液各 1 mL 分别于已编号的小试管中,再各加 1:3 000 美蓝溶液混匀,再用 1 mL 液体石蜡覆盖于液面上。另设一不加土样悬液改加磷酸缓冲液(pH 7.4)的对照。置 37℃ 水浴,每隔 5 min 观察记录 1 次,记录各管美蓝退色所需时间。

## 2 结果与讨论

### 2.1 各供试化合物对土壤微生物生长的影响

分别对经各供试化合物处理的土壤中的细菌和霉菌的数量变化进行测定,其各化合物不同浓度对土壤微生物生长影响结果见表 1。

结果表明:供试的 4 种稀土盐与咪唑配合物和单一稀土盐对土壤微生物的生长都有一定抑制作用,且随其浓度的增大,抑制作用呈上升趋势。同时,土壤中细菌对各化合物的敏感性均高于霉菌。

### 2.2 对土壤酶活性的影响

通过对经各供试配合物作用后土壤中细菌和霉菌生长变化的测定,还不能全面地反映各配合物对土壤微生态环境的影响情况,土壤中有些微生物种类在实验室条件下不易培养出来。根据几乎在所有的生物体内都有过氧化氢酶及脱氢酶的特点<sup>[7]</sup>,故对经各配合物处理后土壤中这 2 种酶活性的变化进行测定,以反映出土壤呼吸强度的变化情况,从而研究各配合物对土壤微生态环境的影响。

2.2.1 土壤过氧化氢酶的变化 结果(图 1)表明:各供试化合物对土壤过氧化氢酶活性均有一定抑制作用,其中氯化镧咪唑配合物的抑制力相对较强。不同浓度的各稀土配合物,对土壤过氧化氢酶的抑制率分别在 0.5%~38%之间。

2.2.2 土壤脱氢酶的变化 经不同浓度各供试化合物作用后,土壤脱氢酶活性变化见表 2。

结果表明:各供试化合物对土壤脱氢酶均有不同程度的抑制作用,并且随着各配合物浓度增加,美蓝退色的时间增长,即土壤脱氢酶活性明显降低。

表1 各供试化合物对土壤中细菌、霉菌生长的影响

Tab.1 The Effect of Compound on the Growth of Bacteria and Mold in Soil

测试菌类群	配合物	菌落数(个)/配合物浓度(mg/g 土)							最高浓度抑菌率(%)
		对照	1	3	5	8	10	20	
细菌 ( $1 \times 10^{-6}$ )	La · Im	298	272	242	221	201	160	105	64.7
	Pr · Im	298	280	240	210	180	147	85	71.4
	Dy · Im	298	290	270	250	216	173	100	66.4
	Y · Im	298	280	245	219	188	158	95	68.1
	La · Cl <sub>3</sub>	298	262	234	219	170	140	80	73.2
霉菌 ( $5 \times 10^{-3}$ )	La · Im	132	135	128	127	118	110	92	30.3
	Pr · Im	132	127	120	110	102	93	74	43.9
	Dy · Im	132	136	128	125	119	110	96	27.3
	Y · Im	132	130	123	125	115	101	87	34.0
	La · Cl <sub>3</sub>	132	129	126	126	119	110	83	37.1

表2 各供试化合物对土壤脱氢酶活性影响

Tab.2 The Effect of Compound Soil Dehydrogenase

配合物	美蓝退色时间 min/配合物浓度(mg/g 土)							
	对照	1	3	5	8	10	20	
La · Im	5	15	20	35	55	60	95	
Pr · Im	5	20	40	65	90	100	125	
Dy · Im	5	15	25	40	75	80	105	
Y · Im	5	15	35	55	80	90	120	
La · Cl <sub>3</sub>	5	15	25	45	70	75	110	

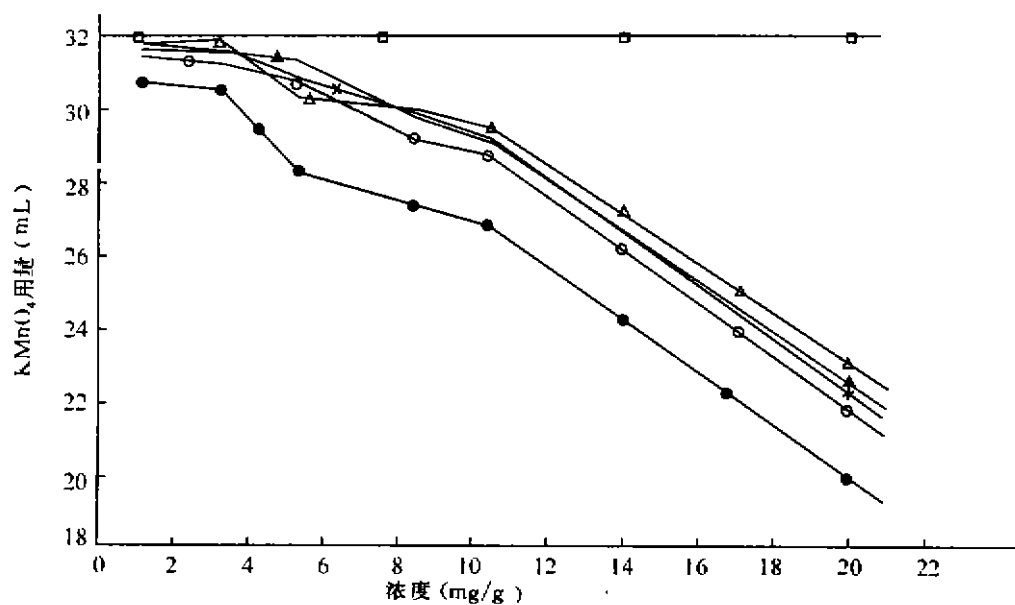


图1 供试化合物对土壤过氧化氢酶影响

Fig.1 The Effect of Compound on Soil Catalase

图中:□:对照土样; △:氯化镧咪唑配合物 ●:氯化镨咪唑配合物; ▲:氯化镱咪唑配合物 ○:氯化钇咪唑配合物; ×:氯化镱。

### 3 讨 论

本文对 4 种氯化稀土盐与咪唑配合物和一种单一的氯化稀土盐对土壤微生态环境的影响进行了初步研究:

(1) 土壤中微生物种类繁多,但总的可分为原核微生物与真核微生物,其典型代表为细菌和霉菌,故选此二类菌为测定对象。结果表明各供试化合物对土壤中微生物的生长均有抑制作用,并且对原核微生物的抑制作用强于真核微生物,这与实验室对纯种细菌和霉菌作用的测定结果相一致<sup>[5]</sup>。

(2) 对土壤过氧化氢酶和脱氢酶活性变化的测定结果同对土壤中微生物生长的抑制作用呈正相关性,故认为各供试化合物对土壤微环境生态平衡均具有一定的危害作用。然而与实验室对纯种细菌和植物病原霉菌的抑制作用相比<sup>[5]</sup>,这几种化合物在相应浓度下对土壤微生物的抑制率明显较小,故认为在合适浓度下它们作为杀菌剂仍有一定的应用价值,而对于其他稀土配合物是否有同样的作用尚需进一步研究。

(3) 实验结果还表明:4 种供试稀土配合物中,氯化镨咪唑配合物对土壤微生物的生长和土壤呼吸强度抑制力相对较高。

以上研究结果提示:稀土的广泛使用对自然环境的影响不容忽视,使用时应在其浓度或配比等方面采取一定的措施,防止其对自然环境产生危害,使我国丰富的稀土资源真正用于工农业生产。

#### 参 考 文 献

- 1 王晓蓉. 稀土元素的化学研究现状及发展趋势. 环境化学, 1991, 10(6): 73~76
- 2 纪云晶. 稀土农用安全性毒理学研究概论. 中国稀土学报, 1985, 3(稀土卫生毒理学专辑): 1~4
- 3 吴兆明, 汤锡河, 贾志旺等. 稀土元素对农业增产的研究. 中国稀土学报, 1984, 2(2): 75~80
- 4 杨一心, 左玉萍, 薛岗林等. 氯化稀土与咪唑配合物的抑菌作用. 西北大学学报(自然科学版), 1996, 26(增刊): 136~141
- 5 黄建新, 袁成凌, 杨一心. 氯化稀土咪唑配合物对微生物生长的影响. 西北大学学报(自然科学版), 1997, 27(增刊): 479~482
- 6 范秀容, 李广武, 沈 萍编. 微生物学实验. 北京: 高等教育出版社, 1993. 260~262
- 7 中国科学院南京土壤研究所微生物研究室编著. 土壤微生物研究法. 北京: 科学出版社, 1985. 261~263

责任编辑 徐象平

## The Effect of Coordination Complexes of Rare Earth Chlorides with Imidazole on Soil-microenvironment

Huang Jianxin<sup>1)</sup> Yang Yixin<sup>2)</sup> Yuan Chengling<sup>3)</sup>

(Department of Biology, Northwest University, 710069, Xi'an)

**Abstract** The effect of four kinds of coordination complexes of the rare earth chlorides with imidazole; RE Cl<sub>3</sub> · 2Im · 2HCl · 4H<sub>2</sub>O (RE=La, Pr, Dy, Y; Im=Imidazole) and simple chloride salt on soil microenvironment was investigated in the laboratory. The result shows that different concentration of the rare earth coordination compounds may have certainly inhibitory effect on bacteria, mold, catalase and dehydrogenase in soil. When concentration of the rare earth compound is 20mg/g, inhibitory effect on bacteria is 64%~71%, on mold is 30.3%~43%, and on soil-catalase is 21.5%~38.3%; It can not be ignored that the rare earth coordination complexes has effect on soil microenvironment.

**Key words** rare earth; coordination Complexes; soil microenvironment; inhibitory; soil enzymic activity