

油田高矿化度废水对土壤微生物影响的研究*

项雅玲 李峰 邵志慧

(湖北省农业生态环境保护站 武汉 430070)

吴孔清

丁亨虎

(荆州市农业生态环境保护站 荆州 434100)(潜江市农业生态环境保护站 潜江 433100)

摘要 对油田高矿化度废水不同污染程度土壤中微生物调查研究结果表明,当旱地土壤中石油浓度 $>0.5\%$ 、废水浓度 $>0.1\%$ 时,对异养菌、放线菌和固N菌产生显著抑制作用,而真菌、酵母菌数量随石油浓度增高而增加。当水田中石油浓度 $>3\%$ 时即对好气异养菌有显著抑制作用,废水浓度 $>0.1\%$ 时即对厌气异养菌和放线菌产生显著抑制作用。

关键词 油田高矿化度废水 土壤微生物 抑制浓度 相关性

Effects of high mineralized waste water in oil field on soil microorganism. XIANG Ya-Ling, LI Feng, SHAO Zhi-Hui (Protection Station of Agro-ecological Environment, Hubei Province, Wuban 430070), WU Kong-Qing (Jingzhou Protection Station of Agro-ecological Environment, Jingzhou 434100), DING Heng-Hu (Qianjiang Protection Station of Agro-ecological Environment, Qianjiang 433100). *CJEA*, 2002, 10(1): 47~49

Abstract Investigations on microorganism in different extent soils polluted by high mineralized waste water in oil field, indicate that heterotrophic bacteria, actinomyces and azotobacter would be restrained when the oil concentration of dry land soil exceeds 0.5% and waste water concentration exceeds 0.1% . The amount of the fungi and yeast are increasing along with the increasing of the oil concentration. When oil concentration of paddy field exceeds 3% , aerobic heterotrophic bacteria separating cultivated bacterium would be obviously restrained, otherwise when waste water concentration exceeds 0.1% , anaerobic heterotrophic bacteria and actinomyces would be obviously restrained.

Key words High mineralized waste water in oil field, Soil microorganism, Restrain concentration, Relativity

石油高矿化度废水在土壤中输入量超过土壤自身的净化能力时,就会造成它们在土壤中的积累,积累到一定程度时就会影响土壤微生物群落及其生态系统,进而影响作物的生长及产量。因此,研究不同浓度的石油高矿化度废水对土壤微生物的生态影响及不同微生物区系内作物的生长及产量状况,探索恢复土壤微生物生态系统平衡的措施,加快微生物对污染物的降解速率,达到原位、快速修复土壤的目的。

1 实验方法

采用旱作、水稻盆栽试验,盆栽土选自无污染的农田土壤并伴入石油和高矿化度废水,使之成为含量为 5.0% 、 3.0% 、 1.0% 、 0.5% 的石油污染土壤和 0.1% 、 0.7% 的高矿化度废水污染土壤,设对照(CK),共7个处理,每处理重复3次,随机排列,前作为小麦,供试品种为“821”,后作为大豆,供试品种为“035”。水稻盆栽设置 5.0% 、 3.0% 、 0.5% 的石油、 0.1% 、 0.7% 的高矿化度废水及对照6个处理,重复5次,早稻品种为“广陆矮4号”,5月6日插秧;晚稻为“鄂宜105”。于前作小麦分蘖期,后作黄豆收获期,水稻分蘖期取盆栽土样分析微生物区系,检测种类为好气异养菌、厌气异养菌、放线菌、好气固N菌和厌气固N菌。作物收获时调查不同盆栽处理和对照作物的产量,了解不同污染程度对作物产量的影响。

2 结果与分析

2.1 石油对土壤微生物的影响

对不同浓度石油污染小麦、黄豆、水稻盆栽土中的好气异养菌、厌气异养菌、放线菌、真菌、好气固N菌和厌气固N菌的数量进行检测,结果见表1。由表1可知小麦(旱地前作)土壤中好气异养菌、真菌数量与石

* “九五”湖北省科委科技攻关重点项目

收稿日期:2000-07-02 改回日期:2000-09-06

表 1 不同浓度石油污染对土壤微生物的影响

Tab. 1 Effect on edaphon from oil pollution in different concentration

处 理 Treatments	对 照(CK)			0.5%石油 Oil			1.0%石油 Oil			3.0%石油 Oil			5.0%石油 Oil			相关系数 Related coefficient		
	小麦 Wheat	黄豆 Soybean	水稻 Rice	小麦 Wheat	黄豆 Soybean	水稻 Rice	小麦 Wheat	黄豆 Soybean	水稻 Rice	小麦 Wheat	黄豆 Soybean	水稻 Rice	小麦 Wheat	黄豆 Soybean	水稻 Rice	小麦 Wheat	黄豆 Soybean	水稻 Rice
好气异养菌/万个·g ⁻¹	1040.0	4610.0	1720.0	503.0	1366.0	645.0	2810.0	1190.0	926.0	374.0	1620.0	1443.0	268.0	1210.0	0.7341	-0.9359	-0.5807	
厌氧异养菌/万个·g ⁻¹	529.0	-	82.6	101.7	-	81.8	78.0	-	263.0	86.1	229.0	443.0	327.0	-	0.1372	-	-0.9065	
放线菌/万个·g ⁻¹	9.50	195.0	2.4	3.53	21.1	1.1	2.99	15.4	1.5	2.97	3.8	0.7	2.41	2.3	0.9	-0.5612	0.9321	-0.5607
真菌/万个·g ⁻¹	0.01	-	45.2	-	50.2	-	0.11	33.5	0.042	0.39	35.5	0.424	0.11	28.4	0.8485	-	-	-0.8991
好气固氮菌/万个·g ⁻¹	0.99	-	-	0.09	-	-	0.08	-	-	0.05	-	-	0.05	-	-	-0.5691	-	-
厌氧固氮菌/万个·g ⁻¹	0.50	-	-	0.4	-	-	0.3	-	-	0.3	-	-	0.2	-	-	-0.7009	-	-
酵母菌/万个·g ⁻¹	-	0.11	-	-	0.4	-	0.004	4.6	-	0.012	9.2	0.160	8.8	-	0.6951	-	-	-

油污染物含量成正相关($r > 0$),放线菌、好气固 N 菌、厌氧固 N 菌数量与石油污染物含量成负相关($r < 0$)。旱地(旱地后作)土壤中好气异养菌、放线菌与石油污染物含量成负相关($r < 0$)。水稻(水田)土壤中好气异养菌、厌氧异养菌、真菌、放线菌与石油污染物含量成负相关($r < 0$)。

2.2 高矿化度废水对土壤微生物的影响

表 2 废水污染对微生物的影响

Tab. 2 Effect on edaphon from waster water pollution

处 理 Treatments	对 照 CK		0.1%废水 Waster water		0.7%废水 Waster water	
	小麦 Wheat	水稻 Rice	小麦 Wheat	水稻 Rice	小麦 Wheat	水稻 Rice
	好气异养菌/万个·g ⁻¹	1040.00	1720.0	503.00	1720.0	645.00
厌氧异养菌/万个·g ⁻¹	529.00	82.6	195.50	55.1	303.00	45.6
放线菌/万个·g ⁻¹	9.50	2.4	5.48	2.2	3.03	2.1
好气固 N 菌/万个·g ⁻¹	0.99	-	0.24	-	0.10	-
厌氧固 N 菌/万个·g ⁻¹	0.50	-	0.11	-	-	-
真 菌/万个·g ⁻¹	0.01	45.2	0.25	54.6	0.20	55.1

对 0.1%、0.7% 高矿化度废水处理的小麦、水稻盆栽土壤中微生物数量进行检测结果见表 2,由表 2 可知 0.1%、0.7% 浓度的废水污染小麦土壤中好气异养菌、厌氧异养菌、放线菌、好气固 N 菌和厌氧固 N 菌均低于对照。水田土壤中的厌氧异养菌、放线菌均低于对照,而好

气异养菌在 0.1% 浓度中与对照无差异,在 0.7% 浓度中高于对照。旱地、水田中的真菌数量均高于对照。

2.3 石油、废水对农田土壤微生物影响的浓度范围

若以对照样品中微生物数量为准,各污染处理中微生物高于对照为刺激浓度,低于对照为抑制浓度,评价不同添加浓度下石油、废水对土壤中微生物区系的影响采用的公式:

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{SX_1 - X_2}}$$

对不同污染浓度土壤菌数的平均值与对照平均值进行差异显著性假设测验,并求出 $P = 5\%$ 水平的显著抑制或显著刺激浓度范围,结果见表 3。

表 3 石油、废水对农田土壤微生物影响的浓度范围

Tab. 3 Concentration of the effect on edaphon from soil and waste water pollution

处 理 Treatments	石油显著抑制浓度/% Oil concentration of marked restraint		石油显著刺激浓度/% Oil concentration of marked stimulation		废水显著抑制浓度/% Waste water concentration of marked restraint		废水显著刺激浓度/% Waste water concentration of marked stimulation	
	旱地 Dryland	水田 Paddy	旱地 Dryland	水田 Paddy	旱地 Dryland	水田 Paddy	旱地 Dryland	水田 Paddy
	好气异养菌	0.5~2	>3.0	>5	无	>0.1	无	无
厌氧异养菌	0.5~5	0.5	无	>3.0	>0.1	>0.1	无	无
放线菌	>0.5	>0.5	无	无	>0.1	>0.1	无	无
真 菌	无	>3.0	>3	0.5	无	无	>0.1	>0.1
好气固氮菌	>0.1	-	无	-	>0.1	-	无	-
厌氧固氮菌	>0.5	-	无	-	>0.1	-	无	-

由表 3 可知在旱地和水田中废水对微生物的影响大于石油,旱地中的固 N 菌对石油污染较为敏感。

2.4 石油、废水对作物产量的影响

对盆栽作物产量测定和与污染物含量旱地相关分析结果表明,作物产量与土壤污染物含量成直线负相关,石油与作物产量相关方程及相关系数为 $Y_{麦} = 45.42 - 6.945X$, $r_{麦} = -0.9460$; $Y_{稻} = 42.60 - 7.032X$,

$r_{\text{豆}} = -0.9556$; $Y_{\text{早稻}} = 79.35 - 4.636X$, $r_{\text{早稻}} = -0.9962$; $Y_{\text{晚稻}} = 72.62 - 4.098X$, $r_{\text{晚稻}} = -0.9913$ 。

废水与作物产量的相关方程及相关系数分别为 $Y_{\text{麦}} = 59.79 - 59.73X$, $r_{\text{麦}} = -0.999$; $Y_{\text{豆}} = 43.31 - 53.50X$, $r_{\text{豆}} = -0.974$; $Y_{\text{早稻}} = 80.92 - 54.10X$, $r_{\text{早稻}} = -0.997$; $Y_{\text{晚稻}} = 74.85 - 121X$, $r_{\text{晚稻}} = -0.999$ 。各相关性均达到显著水平,盆栽作物产量结果见表4。由表4可知,相同浓度的污染物对旱地作物的影响大于水田作物,如3%石油污染使水稻减产18%~20%,小麦减产57.59%,黄豆减产60.06%,而0.1%废水污染使水稻减产6%~16%,旱地作物减产12%~30%。

表4 盆栽作物产量调查表

Tab.4 Investigation on the yield of the potted crops

项目 Items	对照 CK	0.5%石油 Oil	1%石油 Oil	3%石油 Oil	5%石油 Oil	对照 CK	0.1%废水 Waste water	0.7%废水 Waste water
小麦产量/g	50.496	43.17	31.72	21.43	13.80	50.96	44.62	9.01
比CK增加-%	0	-15.29	-37.76	-57.95	-72.95	0	-12.40	-83.30
黄豆产量/g	47.62	38.87	28.67	19.03	9.30	47.62	32.94	6.58
比CK增加-%	0	-18.37	-39.79	-60.06	-80.47	0	-30.80	-86.20
早稻产量/g	80.81	75.73	-	66.06	54.46	80.81	75.40	-
比CK增加-%	0	-6.30	-	-18.30	-32.60	0	-6.70	-
晚稻产量/g	74.70	69.70	-	59.60	50.00	74.70	62.60	-
比CK增加-%	0	-6.70	-	-20.20	-33.10	0	-16.20	-

3 小结与讨论

石油对旱作物产量的影响比水田作物产量影响大;旱地土壤受石油污染后表现为放线菌、好气固N菌和厌氧固N菌数量减少,真菌和酵母菌数量增加,这可能是对作物生长有益的菌群生态系统被破坏,而有利于利用石油碳源的真菌、酵母菌生长;水田中石油一般浮于水面,污染愈重其土壤缺O₂愈严重,好气性异养菌减少,而厌氧异养菌增加;高矿化度废水对作物产量的影响比石油大,≥0.1%浓度的废水对旱地、水田土壤中好气异氧菌、厌氧异养菌、放线菌和好气固N菌、厌氧固N菌均有显著的抑制作用,对真菌和酵母菌有刺激作用。土壤污染使土壤中微生物生态系统发生了变化,但不是静止的,如何促进土壤中有益微生物的数量,利用生物方法达到修复被污染的土壤,以提高作物产量,有待于进一步深入研究。

参 考 文 献

- 1 夏淑芬,张甲耀,微生物生态学,武汉,武汉大学出版社,1989
- 2 项雅玲,李峰等,高矿化度油田废水污染农田现状调查与评价,生态农业研究,1999,7(4):44~47