

过碳酰胺对土壤中三氯甲烷和四氯乙烯的降解作用

钟 宁^{1,2}, 张 灵³, 曾清如², 李顺兴¹, 张利田⁴, 周细红²

(1.漳州师范学院化学与环境科学系, 福建 漳州 363000; 2.湖南农业大学资源环境学院, 湖南 长沙 410128; 3.福建师范大学化学与材料学院, 福建 福州 350108; 4.中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘 要 采用室内土培试验手段,研究了1种酸性土壤中施入过碳酰胺后对三氯甲烷(TCM)和四氯乙烯(PCE)的降解效果。试验结果表明 过碳酰胺对土壤中 TCM 和 PCE 都有一定的降解,且随着降解时间的延长,过碳酰胺对 TCM 和 PCE 的降解效果逐渐增加。8 周后 TCM 和 PCE 的降解率分别为 23.91%和 87.83%,说明过碳酰胺对 TCM 的降解效果差于对 PCE 的降解。随着过碳酰胺质量浓度的增加,TCM 和 PCE 的降解效率提高,但过碳酰胺质量浓度较大时,过碳酰胺的有效利用率会降低。100 mg·kg⁻¹ 的 Tween80 的存在会抑制过碳酰胺对土壤中 TCM 和 PCE 的降解。

关键词 过碳酰胺 三氯甲烷 四氯乙烯 非离子表面活性剂 降解

中图分类号 X53 **文献标志码** A **文章编号** :1672-2043(2009)05-0925-06

Effects of Percarbamide on the Degradation of Trichloromethane and Perchloroethylene in Soil

ZHONG Ning^{1,2}, ZHANG Ling³, ZENG Qing-ru², LI Shun-xing¹, ZHANG Li-tian⁴, ZHOU Xi-hong²

(1. Department of Chemistry and Environmental Science, Zhangzhou Teachers College, Zhangzhou 363000, China; 2. College of Resources and Environment, Hunan Agriculture University, Changsha 410128, China; 3. College of Chemistry and Material, Fujian Normal University, Fuzhou 350108, China; 4. Research Center for Eco-environmental, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract: Percarbamide is an important chemical product and a new fertilizer used widely abroad but just begin in China. The percarbamide was used as fertilizer and remediation agent, and the effects of percarbamide on the degradation of two species of chlorhydrocarbons, i.e. trichloromethane (TCM) and perchloroethylene (PCE), in one kind of acid soils was investigated. The results indicated that: (a) The effect of percarbamide on the degradation of TCM and PCE was enhanced with the prolonging of time; (b) The degradation ratio of TCM and PCE was 23.91%, 87.83% respectively, after 8 weeks; (c) The degradation rate of PCE was better than that of TCM. Moreover, the degradation ratio of TCM and PCE was increased with the increasing of the concentration of percarbamide, but the degradation velocity declined gradually when the concentration of percarbamide reached a certain level. However, the degradation of TCM and PCE was restrained in the presence of nonionic surfactant. The percarbamide could be used successfully for the degradation of chlorhydrocarbons for its promotion of the aeration and the affording of nitrogen in soil.

Keywords percarbamide; trichloromethane; perchloroethylene; nonionic surfactants; degradation

土壤有机污染日益严重,已成为全世界共同关注的一大环境问题。目前土壤污染治理技术通常有异位修复和原位修复两种方法^[1]。但土壤污染的修复均易

造成土壤肥力的下降,尤其对有机复合污染的治理更增加了其难度与复杂性^[2]。因此,探索一条经济有效、简单易行又兼顾土壤肥力的修复途径将是一个前景诱人的研究领域。近年来,国内外已有学者尝试利用施肥的方法来调控二者间的矛盾^[3-9]。然而,这些利用施肥治理土壤污染的研究和报道仅限于有机肥料、磷肥和微量元素肥料对重金属的污染,利用化学氮肥治理有机污染物的研究和报道却十分少见^[10-11]。因此,研

收稿日期 2008-07-13

基金项目 福建省教育厅科技项目(JA07157) 教育部重点资助项目(156-00209) 漳州师范学院科研启动基金项目

作者简介 钟 宁(1979—),女,湖南耒阳人,硕士,助教,主要从事环境化学与污染修复的研究工作。E-mail: dhhzt@163.com

究化学氮肥对土壤中不同有机污染物的降解作用、规律及降解效果的差异,具有重要的理论和实践意义。

过碳酰胺是过氧化氢和尿素的一种晶体加合物,外观为白色结晶颗粒,分子式为 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$,在国外已得到广泛应用,主要应用于养殖业与农业、纺织业、医药、日用化工、环境污染治理等诸多方面^[12]。Bryce 等^[10]报道,过碳酰胺是优良的土质改良剂,能提高土壤中氮的利用率、土壤的通气性以及促进植物的生长。蔡文生等^[13]发现用过碳酰胺溶液处理的植物的长势均好于尿素溶液处理的植物。蒋元力等^[14]的研究结果表明,过碳酰胺可以较好地降低低度污水中的 COD 含量,并达到国家排放标准。Franksnberger^[11]的研究结果发现,过碳酰胺可以有效地用于石油烃有机污染物土壤的原位修复,并且能促进土壤的透气性,提高土壤中氮的利用率。

三氯甲烷(TCM)和四氯乙烯(PCE)由于具有较强的溶解能力、优良的清洗效果及热稳定性好等特点而被广泛用于各个生产部门及生活领域,由于生产、使用、储存或处置不当等一些原因,使其通过挥发、泄露、废水排放等途径进入大气、土壤、地下水环境,成为大气、土壤及水体污染的主要来源之一,它们均被列入美国国家环保局 1976 年公布的 129 种优先污染物及我国环境特征污染物的“黑名单”。目前,有学者对这 2 种氯代烃污染土壤、地下水的污染现状、污染特征及其生物降解和还原脱氯治理技术等作了研究与报道^[15-17]。但是,过碳酰胺对土壤中这 2 种氯代烃的降解作用的研究未见报道。在此,通过实验室内模拟试验,研究过碳酰胺对土壤中 TCM 和 PCE 的降解作用,以期对氯代烃污染土壤的原位修复提供新的思路和方法。

1 材料和方法

1.1 材料

供试土壤,采自湖南农业大学实验基地的清洁土壤。土样采集后,置于阴凉干燥处自然风干,磨碎,过 20 目筛,备用。土壤的基本理化性质见表 1。供试肥料为过碳酰胺,由实验室自己合成^[12, 14]。供试有机污染物为 TCM、PCE,所用非离子表面活性剂为 Tween80。

1.2 实验方法

1.2.1 不同时间下过碳酰胺对氯代烃的降解

(1) 氯代烃饱和水溶液按照文献^[16]的方法配制,土壤降解试验所需的氯代烃稀溶液通过稀释饱和液得到。

(2) 分别将 2 mL 含 $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 过碳酰胺的水溶液,均匀的加到已编好号的装有 20 g 基地菜园土的 250 mL 具塞三角瓶中,再分别加入 1.0 mL 的 TCM 饱和溶液和 12 mL 的 PCE 饱和溶液,同时在加 TCM 的锥形瓶中补充 11 mL 蒸馏水,以使土壤的相对湿度为 80%左右。迅速盖上瓶塞,并将锥形瓶置于人工气候箱中,在降解的第 2、4、6、8 周取出三角瓶,测土壤中 Cl⁻ 的浓度。

试验设置 3 组重复,并做空白对照。而且整个试验期间温度控制在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$,不光照,并定期补充蒸馏水,使土壤保持湿度(以下同)。

1.2.2 不同质量浓度的过碳酰胺对氯代烃的降解

称取 20 g 基地菜园土放入已编好号的 250 mL 具塞三角瓶中,均匀滴加 2 mL 浓度为 0、50、100、150、250 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的过碳酰胺水溶液到上述具塞三角瓶中,再分别加入 1.0 mL 的 TCM 饱和溶液和 12 mL 的 PCE 饱和溶液,同时在加 TCM 的锥形瓶中补充 11 mL 蒸馏水,以使土壤的相对湿度为 80%左右。其中,土壤含过碳酰胺水平为 0、5、10、15、25 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土,土壤中 TCM 和 PCE 的浓度分别是 3.1、0.72 $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土。迅速盖上瓶塞,将锥形瓶置于人工气候箱中。2 周后取出锥形瓶,测土壤中 Cl⁻ 的浓度。

1.2.3 Tween80 存在下过碳酰胺对氯代烃的降解

TCM 和 PCE 在水中的溶解度均很低。当前最具潜力的土壤有机污染修复技术是表面活性剂增溶修复(SER)。在 SER 修复污染土壤的过程中,其中的表面活性剂对共存的有机污染物在土壤中的迁移和归趋行为有显著影响^[18]。若能发挥表面活性剂对氯代烃的增溶作用促进过碳酰胺对氯代烃的降解,又能通过过碳酰胺对吸附残留在土壤的表面活性剂进行降解,避免因为土壤吸附残留带来的二次污染,就能起到一举两得的作用。而对于施肥后土壤中非离子表面活性剂存在下这 2 种污染物的降解效应的研究却未见报道。因此,本试验以 Tween80 为代表,研究了非离子表

表 1 供试土壤的基本理化性质

Table 1 Physical-chemical properties of the tested soils

土壤类型	pH	Cl/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	OM/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	CEC/ $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$	碱解氮/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	全氮/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	脲酶活性/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
基地菜园土	5.04	0.27	15.1	4.93	207.68	1.70	70.52

面活性剂存在下过碳酰胺对 TCM、PCE 在土壤中降解效果的影响。

称取 20 g 基地菜园土放入已编好号的 250 mL 具塞三角瓶中,均匀滴加 2 mL 浓度为 $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Tween80 水溶液到上述具塞三角瓶中,上述 Tween80 水溶液中含过碳酰胺的浓度为 $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,再分别加入 1.0 mL 的 TCM 饱和溶液和 12 mL 的 PCE 饱和溶液,同时在加 TCM 的锥形瓶中补充 11 mL 蒸馏水,以使土壤的相对湿度为 80% 左右。其中,土壤含 Tween80 浓度为 $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土,过碳酰胺浓度为 $10 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土。迅速盖上瓶塞。其余步骤同 1.2.1 (2)。

1.2.4 过碳酰胺对 Tween80 的降解

称取 20 g 基地菜园土放入已编好号的 250 mL 具塞锥形瓶中,均匀滴加 8 mL $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Tween80 水溶液到上述锥形瓶中,上述 Tween80 水溶液中含有 $25 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的过碳酰胺。其中,土壤含过碳酰胺为 $10 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土,含表面活性剂为 $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土。盖好瓶塞,将锥形瓶置于人工气候箱中。在降解的第 2、4、6、8 周取出锥形瓶,测土壤中 Tween80 的残留浓度。

1.3 氯代烃的测定

土壤中 TCM 和 PCE 的浓度测定一般采用气相色谱、气质联用等仪器分析方法,我们之所以选用氯离子选择电极法来间接测定土壤中 TCM 和 PCE 降解后的残留浓度,一方面因为在预备试验中发现过碳酰胺对试验所选的 2 种氯代烃均有降解效果,且降解产物确实有 Cl⁻ 生成,测 Cl⁻ 可得到有机物的降解量,避免有机物浓度变化、中间产物的不确定性的影响;另一方面氯离子选择电极法具有设备简单、不破坏待测体系、灵敏度高、重现性好等优点,已成为土壤和农化仪器分析方法之一,其具体步骤参见文献[19]。

1.4 Tween80 的提取与测定方法

从培养箱中取出锥形瓶,加蒸馏水 30 mL,在摇床上以 $270 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的速度振荡 30 min,然后将泥水一起转入 100 mL 塑料离心管中,并将洗涤锥形瓶内壁的水溶液一起转入离心管中,加入 20 mL 1,2-二氯乙烷,离心 20 min,并将离心后的上清液转移至 500 mL 分液漏斗中。然后再加入 5~8 mL 蒸馏水将离心管底部的泥浆搅匀,加入 20 mL 1,2-二氯乙烷,离心 20 min,并将离心后的上清液转移至前面的 500 mL 分液漏斗中,如此反复 3 次。将有机相转入 250 mL 三角瓶中,于通风柜中,抽气,直至 1,2-二氯乙烷全部挥发,然后将三角瓶中的非离子表面活性剂,转入到 50 mL

容量瓶中,定容,待测。

Tween80 的分析方法参见文献[20-21]。

2 结果与分析

2.1 过碳酰胺对土壤中氯代烃降解的影响

从图 1 可以发现,过碳酰胺对两种氯代烃都有降解作用,且随着培养时间的延长,过碳酰胺对 TCM 和 PCE 的降解效果逐渐增加。其原因可能是过碳酰胺本身具有氧化性,能够将 2 种氯代烃氧化降解;其二,根据研究组前期工作对过碳酰胺在土壤中转化的研究可知^[22],过碳酰胺施入土壤后,随着时间的延长,土壤 pH 会随之发生变化(见表 2)。而土壤 pH 的大小影响土壤微生物的活性、土壤的氧化还原等理化性质,进而影响有机物的降解。另外,过碳酰胺在土壤中水解转化成铵离子^[22],提供 N 肥,N 肥提高微生物活性^[11],通过微生物的作用进一步降解土壤中的氯代烃。具体的降解机理和影响规律还需进一步研究探讨。

比较两种氯代烃的降解效果发现,TCM 处理的

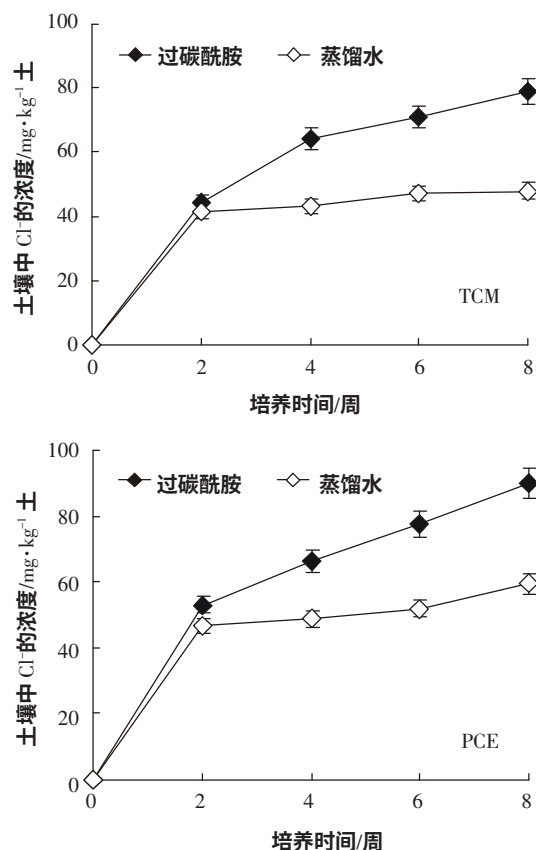


图1 过碳酰胺对土壤中 TCM(上)和 PCE(下)的降解效果

Figure 1 Effects of percarbamide on TCM(up) and PCE(down) degradation in the soil

表 2 施入过碳酰胺后土壤 pH 的变化

Table 2 Change of soil pH under percarbamide

土壤类型	培养时间/d												
	0	1	3	5	7	9	11	13	20	27	34	41	48
基地菜园土	5.04	6.07	7.23	7.48	8.19	8.11	8.01	7.51	6.33	6.59	6.76	6.59	6.13

Cl⁻的总初始量高于含 PCE 的处理,但经一定时间的降解后,含 PCE 处理的土壤中降解生成的 Cl⁻的浓度却高于 TCM 的土壤,8 周后 TCM、PCE 的降解效率分别为 23.91%和 87.83%,说明过碳酰胺对 PCE 的降解效果优于对 TCM 的降解。其原因可能有两种:①土壤中含有的 Fe 及其化合物 FeS₂, FeS, Fe₄¹¹Fe₂^{III}(OH)₁₂SO₄·H₂O 等能够促进脱氯降解 PCE^[1,15];②过碳酰胺在土壤中分解生产的 H₂O₂ 与土壤中含有的 FeSO₄ 结合形成类似于 Fenton 试剂 (H₂O₂+FeSO₄) 的物质,由于 Fenton 试剂在酸性条件下可发生反应生成强氧化性自由基·HO,·HO 可通过多种方式和烯烃等有机物进行氧化脱氯^[1]。

2.2 不同浓度过碳酰胺对氯代烃的降解的影响

从表 3 可以看出,在 2 周的降解时间内,土壤中 TCM 和 PCE 的降解效率随着过碳酰胺质量浓度的增加略有增加,但当过碳酰胺质量浓度增加到 25 mmol·kg⁻¹ 时,TCM 和 PCE 的降解效率反而降低,其原因可能是因为过碳酰胺分解产生的 H₂O₂ 本身能清

表 3 不同浓度过碳酰胺对氯代烃降解生成 Cl⁻的量 (mg·kg⁻¹)Table 3 Contents of Cl⁻ of degradation of two chlorhydrocarbons by different concentrations of percarbamide (mg·kg⁻¹)

处理	过碳酰胺的浓度 /mmol·kg ⁻¹				
	0	5	10	15	25
TCM	12.56 ^a	12.72 ^a	12.82 ^a	17.00 ^a	13.52 ^a
PCE	25.76 ^b	24.51 ^b	27.54 ^b	54.64 ^a	53.50 ^a

注 表中数据为平均值,同行数据中字母相同表示差异不显著,字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)

除·HO 自由基^[16],限制了其对 TCM 和 PCE 的降解效果。

2.3 Tween80 存在下过碳酰胺对氯代烃的降解

一般情况下,利用表面活性剂提高污染物的活动性和生物有效性,可以强化土壤修复的效果。比较表 4 和图 1 可知,在 100 mg·kg⁻¹ 土 Tween80 存在下,过碳酰胺对 2 种氯代烃降解效果还不如对照 (不加 Tween80) 好,说明非离子表面活性剂的存在会抑制过碳酰胺对土壤中 TCM 和 PCE 的降解。这可能有 3 个原因:①可能是 Tween80 的浓度偏高,从而抑制了微生物的活动及其修复作用。②可能 Tween80 吸附增加^[1],则对 TCM 和 PCE 的吸附增加,影响过碳酰胺对 TCM 和 PCE 的降解。③也可能是 Tween80 与 TCM 和 PCE 产生竞争反应,其结果是,过碳酰胺先对 Tween80 进行降解,然后再对 TCM 和 PCE,导致 Tween80 存在下,过碳酰胺对 TCM 和 PCE 的降解效果不如单独存在条件下的降解效果好。为了验证过碳酰胺是否对 Tween80 降解,我们进行了该试验,见 1.2.4,结果如图 2 所示。

从图 2 可知,过碳酰胺对 Tween80 有较好的降解作用。2 周后 Tween80 的残留浓度为 238.04 mg·kg⁻¹ 土,8 周后其残留浓度只有 52.55 mg·kg⁻¹ 土,降解率达到了 89%以上。从图 2 我们还可以看出,过碳酰胺对 Tween80 的降解速度是在前 2 周时最快。此后,随着降解时间的延长,其对 Tween80 的降解速率逐渐下降。从环境条件变化上分析,可能是由于 2 周后基地菜园土的 pH 由碱性变为酸性的缘故 (见表 2),也可能是底物浓度降低了很多的原因。从结构上分析可能

表 4 Tween80 存在下过碳酰胺对氯代烃降解生成 Cl⁻的量 (mg·kg⁻¹ 土)Table 4 Contents of Cl⁻ of degradation of two chlorhydrocarbons by percarbamide in the presence of Tween80 (mg·kg⁻¹ soil)

处理		培养时间/周			
		2	4	6	8
TCM	过碳酰胺	12.82	13.37	15.47	17.90
	过碳酰胺+Tween80	12.04	12.82	13.65	13.76
PCE	过碳酰胺	27.54	55.31	75.94	87.97
	过碳酰胺+Tween80	30.79	55.21	58.77	80.26

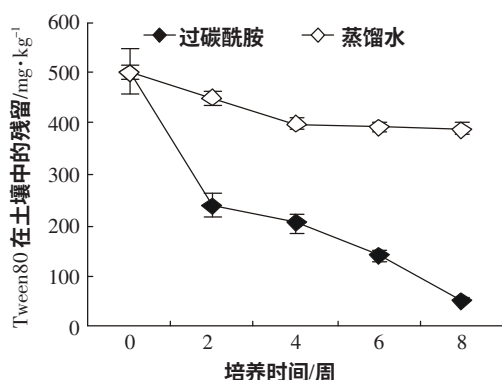


图2 过碳酸胺对土壤中 Tween80 降解的效果

Figure 2 Effects of percarbamide on degradation of Tween80

有两方面原因：① 过碳酸胺溶于水后溶液呈弱酸性，可加快非离子表面活性剂的降解；② 过碳酸胺具有氧化性，能产生原子氧降解非离子表面活性剂。

3 结论

(1) 过碳酸胺对土壤中 TCM 和 PCE 都有一定的降解，且随着降解时间的延长，过碳酸胺对 TCM 和 PCE 的降解效果逐渐增加。8 周后 TCM、PCE 的降解效率分别为 23.91% 和 87.83%，说明过碳酸胺对 PCE 的降解效果好于对 TCM 的降解。

(2) 随着过碳酸胺质量浓度的增加，TCM/PCE 的降解效率提高，但过碳酸胺质量浓度较大时，过碳酸胺的有效利用率会降低。

(3) 非离子表面活性剂的存在抑制过碳酸胺对土壤中 TCM 和 PCE 的降解。

(4) 结合其在土壤改良、植物生长、污染修复等方面的优势^[10-14]，过碳酸胺作为一种氮肥在农业生产上具有一定的推广意义。

参考文献：

- [1] 周启星, 宋玉芳. 污染土壤修复原理与方法[M]. 北京: 科学技术出版社, 2004.
ZHOU Qi-xing, SONG Yu-fang. Contaminated soil remediation principles and methods[M]. Beijing: Technology Press, 2004.
- [2] 华 璐, 白铃玉, 韦东普, 等. 土壤镉、锌复合污染的植物效应与有机肥的调控作用[J]. 中国农业科学, 2002, 35(3): 291-296.
HUA Luo, BAI Ling-yu, WEI Dong-pu, et al. Combination of pollutants cadmium and zinc and its effects on Cd accumulation in wheat grain and adjustment by organic manure[J]. *Agricultural Sciences in China*, 2002, 35(3): 291-296.
- [3] 胡维芝, 黄九林, 刘云胜. 利用硅肥治理镉污染的试验研究[J]. 天津农林科技, 1999(6): 29-30.
HU Wei-zhi, HUANG Jiu-lin, LIU Yun-sheng. Study of cadmium pollution controlling by using silicon fertilizer[J]. *Science and Technology of Tianjin Agriculture and Forestry*, 1999(6): 29-30.
- [4] Ma Q Y, Choate A L, Rao G N. Effects of incubation and phosphate rock on lead extractability and speciation in contaminated soils[J]. *J Environ Qual*, 1997b, 26: 801-807.
- [5] Hettiarachchi G M, Pierzyński G M, Ransom M D. In situ stabilization of soil lead using phosphorus[J]. *J Environ Qual*, 2001, 30: 1214-1221.
- [6] Theodoratos L, Papassiopi N, Xenidis A. Evaluation of monobasic calcium phosphate for the immobilization of heavy metals in contaminated soils from Lavrion[J]. *J Hazard Mater*, 2002, B94 (2): 135-146.
- [7] Cao X D, Ma Q Y, Rhue D R. Mechanisms of lead, copper, and zinc retention by phosphate rock[J]. *Environ Pollut*, 2004, 131 (3): 435-444.
- [8] 王 新, 吴燕玉. 改性措施对复合污染土壤重金属行为影响的研究[J]. 应用生态学报, 1995, 6 (4): 440-444.
WANG Xin, WU Yan-yu. The research of effects of modification measures of on action of heavy metals in complex polluted soil[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1995, 6 (4): 440-444.
- [9] 王碧玲, 谢正苗, 孙叶芳, 等. 磷肥对铅锌矿污染土壤中铅毒的修复作用[J]. 环境科学学报, 2005, 25 (9): 1189-1194.
WANG Bi-ling, XIE Zheng-miao, SUN Ye-fang, et al. Effects of phosphorus fertilizers on remediation of lead toxicity in a soil contaminated by lead and zinc mining [J]. *Journal of Environmental Sciences*, 2005, 25 (9): 1189-1194.
- [10] Bryce J H, Focht D D, Stolzy L H. Soil aeration and plant growth response to urea peroxide fertilization[J]. *Soil Sci*, 1982, 134(2): 111-116.
- [11] Franksnberger W T. Factors affecting the fate of urea peroxide added to soil[J]. *Bull Environ Contam Toxicol*, 1997, 59: 50-57.
- [12] 赵红坤, 王鸿显, 孔青萍, 等. 过碳酸胺的制备、应用及发展前景[J]. 山东化工, 1999, 5: 29-31.
ZHAO Hong-kun, WANG Hong-xian, KONG Qing-ping, et al. Preparation application and prospect of percarbamide[J]. *Shandong Chemical Industry*, 1999, 5: 29-31.
- [13] 蔡文生, 左淑云, 张占营. 过氧化尿素的应用[J]. 化工之友, 2000 (4): 12-15.
CAI Wen-sheng, ZUO Shu-yun, ZHANG Zhan-ying. Application of urea peroxide[J]. *Friend of Chemical Industry*, 2000 (4): 12-15.
- [14] 蒋元力, 廖新成, 李江波. 过碳酸胺的合成及应用理论研究[J]. 中州大学学报, 2002 (3): 86-87.
JIANG Yuan-li, LIAO Xin-cheng, LI Jiang-bo. The synthesis of percarbamide and theoretical research[J]. *Journal of Zhongzhou University*, 2002 (3): 86-87.
- [15] 米生权, 魏 涛. 四氯乙烯污染现状及处理方法的研究进展[J]. 海峡预防医学杂志, 2006, 12 (3): 21-24.
MI Sheng-quan, WEI Tao. The progress of perchloroethylene pollution situation and remediation ways [J]. *Strait J Prev Me*, 2006, 12 (3): 21-24.
- [16] 周细红, 曾清如. 紫外光和光氧化剂对水中氯仿及三氯乙烯和四氯乙烯的光降解作用[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2001, 27 (2): 130-133.
ZHOU Xi-hong, ZENG Qing-ru. Photo-degradation of chloroform, trichloroethylene and tetrachloroethylene in water by UV and photo-oxidant [J]. *Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sci)*

- ences): 2001, 27 (2): 130-133.
- [17] 孙治荣, 李保华, 胡 翔, 等. Pd-Ni/GC 电极电化学还原水中三氯甲烷的研究[J]. 环境科学, 2008, 29(5): 1249-1254.
- SUN Zhi-rong, LI Bao-hua, HU Xiang, et al. Electrochemically reductive dechlorination of chloroform in aqueous medium by codeposited palladium-nickel glassy carbon as cathode[J]. *Environmental Science*, 2008, 29(5): 1249-1254.
- [18] Yang Bangang, Liu Kung, Long Tao, et al. Influence of nonionic surfactant on the solubilization and biodegradation phenanthrene[J]. *J Environ Sci*, 2003, 15(6): 859-862.
- [19] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 544.
- LU Ru-kun. Agricultural chemical analysis method of soil[M]. Beijing: Chinese Agriculture Press, 1999: 544.
- [20] Chang Junhung, Makoto Ohno, Kuuo Esumi, et al. Interaction of Iodine with nonionic surfactant and polyethylene glycol in aqueous potassium iodide solution[J]. *JAOCs*, 1988, 65(10): 1664-1668.
- [21] 杨成建, 曾清如, 钟 宁, 等. 应用 KI-I2 分光光度法研究非离子表面活性剂在天然吸附剂上的吸附行为[J]. 分析测试学报, 2006, 25 (4): 66-70.
- YANG Cheng-jian, ZENG Qing-ru, ZHONG Ning, et al. Spectrophotometric study of the adsorption behavior of three nonionic surfactants on natural adsorbing agent with KI-I2 chromogenic system[J]. *Journal of Instrumental Analysis*, 2006, 25 (4): 66-70.
- [22] 钟 宁, 曾清如, 张利田, 等. 过碳酰胺在酸性土壤中的转化特征[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(3): 716-721.
- ZHONG Ning, ZENG Qing-ru, ZHANG Li-tian, et al. Transformation character of percarbamide in acidity and alkalinity soil[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2006, 25(3): 716-721.

“第三届全国农业环境科学学术研讨会” 征文通知

第三届全国农业环境科学学术研讨会拟于 2009 年 10 月中旬在天津召开。大会将对我国近年来农业环境科学各个领域的最新研究成果进行交流,现将有关征文等事项通知如下:

一、论文征集范围

- (1) 农业面源污染与控制 农用化学品、畜禽养殖、水体环境等方面;
- (2) 土壤污染与修复 重金属、有机及无机、放射性污染等土壤的修复理论与技术; 污染物在区域土壤中的空间变异规律研究; 农业环境污染监测与农田环境污染风险评价 农业环境污染监控与预警的新技术等;
- (3) 污染生态过程及控制 环境污染物在植物、畜禽、水产、微生物等方面的迁移转化过程的研究及其控制。
- (4) 农药残留 农药科学使用及安全性评价、残留快速测定技术的研究及应用等;
- (5) 固废处理及资源化 农业有机固体废物、秸秆、畜禽粪便等处理及资源化利用;
- (6) 全球气候变化与农作物适应性调整;
- (7) 其他有关农业环境科学领域 (如农业环境影响评价、水土保持等等) 的新理论、新技术及新方法研究。

二、论文要求

- (1) 论文应是未公开发表或未在全国性学术会议上交流的学术论文;
- (2) 论文请用 Word 格式录入,并通过网上投稿,投稿前须严格审查,文责自负;
- (3) 论文格式请按《农业环境科学学报》征稿简则的要求撰写;
- (4) 截稿日期 2009 年 9 月 10 日;
- (5) 投稿邮箱 E-mail:caep@vip.163.com (来稿请务必注明“学术会议论文”)。

审阅合格的论文编入《第三届全国农业环境科学学术研讨会论文集》,入选 CNKI《中国重要会议论文全文数据库》。此次收录的论文均可公开发表(本着作者自愿,版面费自理),研讨会上评选的优秀会议论文将集中刊登在《农业环境科学学报》正刊上,其他论文可刊登在《农业环境科学学报》增刊上。

三、会议详细事宜可在中国农业生态环境保护协会网站上、《农业环境科学学报》等相关网站上查询。拟参加会议交流者可将会会议回执表在 2009 年 8 月 30 日前寄至《农业环境科学学报》编辑部,以便寄发第二轮通知。

四、联系方式

通讯地址 300191 天津市南开区复康路 31 号 《农业环境科学学报》编辑部

联系人 李无双 潘淑君

电话 022-23674336 022-23006209 13920028209 (潘淑君)

传真 022-23006209 E-mail:caep@vip.163.com <http://www.aes.org.cn>