土壤中农药污染的植物 —微生物联合修复

陈建刚 *　刘汉湖　(中国矿业大学环境与测绘学院　徐州　221008)

摘　要　分析了受农药污染的土壤生物修复中植物所起的作用,认为选取适当的植物对帮助微生物降解农药效果更好,并探讨了影响联合修复技术的制约因素,对此技术的发展和完善提出了建议。

关键词　农药污染　植物修复

Combined Repair of Pesticide Pollution in Soil by Plant and Micro - organism

Chen Jiangang ,Liu Hanhu

Abstract　By means of plant , the repair function of soil organism in pesticide pollution is analyzed. It is considered that the appropriate selection of plant can get better effect in belping the degradation of pesticide by microorganism. The restriction factor influence of combined repair fechnology is discussed and the development and improvement of technology is proposed.

Key words　Pesticide Pollution　Organism degradation

土壤中农药污染治理的技术通常有清洗、焚烧、光降解及微生物治理等方式,其中微生物治理又有异位与原位两种修复技术之分。原位修复技术和上述物理、化学及异位修复法相比,处理成本低,环境影响小,但是由于农药在土壤系统中的多样性与复杂性,微生物修复还需要靠整个植物体系来实现。事实上,选取适当的植物对帮助微生物降解农药将起很大的作用。因此,采用植物 —微生物联合修复受污土壤不仅具有原位修复的优点,而且在清除土壤污染的同时,可以清除污染土壤周围的大气和水中的污染物,有利于改善生态环境。尽管这一技术目前仍处于起步阶段,在理论体系及技术方面还需要完善,但其应用却日益受到重视。

1　修复机制

在植物 —微生物系统中,根际是降解土壤中污染物的生物活跃区,根区微生物明显比空白土壤中微生物种类的数量多。这些微生物对土壤中的农药先有一定的适应期,然后产生诱导酶(或降解质粒),进而形成降解功能,利用该农药为碳源和能源进行生长繁殖,形成新的生态结构。在其新陈代谢过程中,微生物使各种物质经历了种种转化,其中土著微生物群系起着很重要的作用。植物本身也直接吸收和降解农药。植物将有机物吸收进体内,再将其无毒性的中间产物存于植物组织中,也可通过代谢和矿化等作用将其转化为二氧化碳和水,或其它无毒代谢物。

微生物分泌的酶系(胞内酶和胞外酶)与植物所释放的酶也能降解某些污染物,如植物中的脱卤素酶和漆酶,可被用来降解含氯溶剂使之成为氯离子、二氧化碳和水。因此,利用植物分泌酶的特性筛选具有去污能力的植物也具有一定的实际意义。

在植物生长过程中,死亡的根系和根的脱落物(根毛、表皮细胞和根冠等)是微生物的营养来源。植物又可将大气中的氧气经叶、茎传输到根中,扩散到根际周围缺氧的底质中,形成氧化的微环境,刺激好氧微生物的生长和活性[1]。同时根系旺盛的代谢作用释放的一些物质如糖类、醇类和酸类等可以中和土壤中的 pH,吸着或螯合重金属,使酶被保护在植物体内或吸附在植物表面,不受到损伤,从而保持降解土壤中农药污染的活性[2]。此外,由于根系的穿插,使根际的通气条件、水分状况和温度均更有利于微生物的生长。植物 —微生物联合修复的机制如图 1 所示:

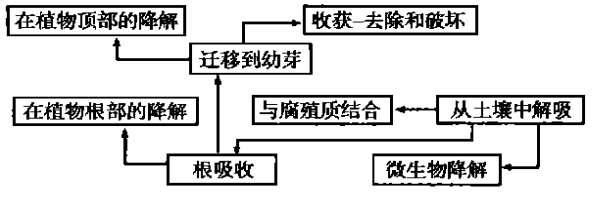

图 1　植物 - 微生物联合修复机制

* 陈建刚,男,1978 年元月出生,硕士研究生。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2　影响因素

2.1　农药性质的影响

评价农药亲脂性的一个重要参数就是辛醇 —水分配系数 K_{OW}。研究表明,具有中等 L_gK_{OW}(约 1 — 4)的农药可以在植物木质部流动,比较适合于植物修复,$L_gK_{OW} > 4$ 的农药大量地被植物根部吸收,但却不能大量转移到幼芽上,可利用收获根的修复技术,收获根,晒干,完全燃烧以破坏这些农药。微生物对有机物氧化时,低碳烷烃比高碳烷烃易氧化,烷烃比芳烃易氧化。有机物结构中若含有氯原子,且氯原子数越多,则可降解性越差。

2.2　植物种类的影响

不同植物对污染物的吸收能力各不相同,同一种类植物不同部位对污染物的吸收也有区别。对于多数植物和大多数污染物,根系中的浓度高于茎叶和籽实,根系中须根浓度高于主根,这一区别表明在选取植物种类时,禾本植物比木本植物更好一些。

2.3　微生物生态结构的影响

微生物的种类、数量、活性对于农药的代谢至关重要。有时某种微生物虽能忍受高浓度的污染物,但其降解能力很低,需与其它微生物共同代谢。农药对微生物脱氢酶活性的影响表征微生物氧化代谢活性的高低,以单钾脒农药为例[4],选用 DR - 8 菌株和 DB - 22 菌株,制成细胞悬液,再测定单钾脒对这两菌株脱氢酶活性的抑制情况。结果表明,两菌株脱氢酶的活性有很大差别,DR - 8 菌株的活性比 DB - 22 菌株高约两倍,且对单钾脒都比较敏感,50 mg/L 的单钾脒对脱氢酶活性有明显的抑制作用,浓度达到 300 mg/L 时,DR - 8 菌株的脱氢酶活性被抑制了 90 %以上。见图 2:

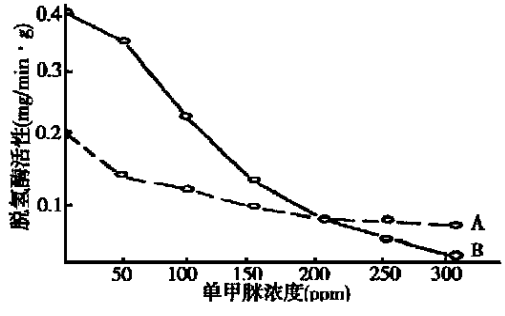

图 2　单钾脒对脱氢酶活性的影响

A,DB - 22 菌株;B,DR - 8 菌株

反应条件:37 ℃,[Cell] = 25 mg(wet)/ mL

2.4　土壤环境条件的影响

土壤的环境条件对植物特别是微生物影响很大,为了试验门多萨假单胞菌 DR - 8 菌株降解单钾脒的温度和 pH 条件,收集细胞制成悬液[4],在不同温度和 pH 值条件下与单钾脒溶液进行反应,不同时间取样测定反应液中单钾脒的残留量。结果如图 3 所示:

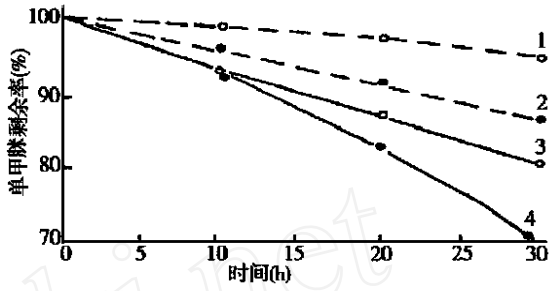

图 3　温度对单钾脒降解的影响

1.12 ℃　2.20 ℃　3.30 ℃　4.37 ℃

反映条件:pH6.0,[DMA] = 662 mg/L　[Cell] = 50 mg[wet]/ mL

在 37 ℃时单钾脒降解速度最快,温度越低降解速度越慢,在 12 ℃时反应 30 h,降解率仅为 2.6 %。图 4 结果表明,在 pH4.0 至 7.0 范围内,单钾脒的降解随 pH 值升高而加快,pH7.0 反应 30 h,其降解率达到 58.4 %。

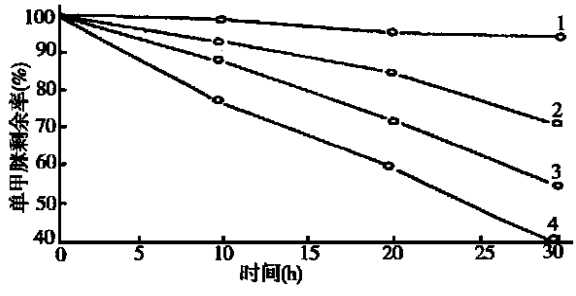

图 4　pH 对单钾脒降解的影响

1.pH4.0　2.pH5.0　3.pH6.0　4.pH7.0

反映条件:37 ℃,[DMA] = 649 mg/L　[Cell] = 50 mg[wet]/ mL

3　结　语

植物类型选取禾本植物更好一些,但究竟选取哪种植物还应根据其分泌酶的特性进行筛选。应尽可能地选取土著微生物。

条件允许时可实施农田中水旱轮作,以此来改变土壤的 PH 值和氧化还原电位,甚至改变重金属的转化、吸收及其它有毒物质的降解速度。

通过施肥、灌溉、用石灰调节酸度等措施,使微生物有充分的营养、水分、氧气和 PH 值,从而使代谢活性增强以保证污染物的降解在土壤的各个层次上都能发生。

(收稿日期:2001 - 09 - 20)

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net