

利用微生物净化环境

汪 静 琴

(中国科学院西北水土保持研究所)

微生物与环境关系十分密切,是相互依存的统一体。在这个统一的正常的自然环境中,数以亿万计的微生物和动植物一起,在自然物质循环中起着十分重要的作用。微生物既形成有机物质,又分解有机物质。所有动植物死亡后,都经过微生物分解,形成最简单的无机物质,再度为植物和微生物利用,从而完成了自然界的物质循环。这个物质循环是合理而相互平衡的。

上世纪五十年代以来,随着现代工业的发展,在人类开发利用自然过程中,产生了许多新的化学物质,其中大部分是剧毒的。这些新的化学物质,不能轻易通过自然界物质分解循环,从而污染了环境。

在污染了的环境中,微生物与污染物质的关系,可分为污染物质对微生物的作用和微生物对污染物质的作用。

污染物质对微生物的作用。污染物使海洋、河流、湖泊、土壤原有微生物生态系统发生变化。在重金属污染的土壤中,细菌总数降低,一些有益微生物如固氮细菌、解磷细菌和纤维分解菌等受到抑制。施用农药,破坏了土壤中微生物的正常繁殖。国外一些地区,由于土壤中微生物数量减少,投入稻草等有机物质,已很难腐烂。目前,这方面的研究,国外已在应用电子计算机技术对微生物生态系统进行系统分析,以期建立数学模型,为环境预测、评价和控制污染提供理论依据。

微生物对污染物质的作用。微生物对污染物质的转化降解,主要有以下几个方面。

微生物对汞的转化。元素汞分布于自然界,但除含汞地带外,一般浓度极低。随着工厂含汞废水的排出,含汞杀菌剂、杀虫剂的使用,增加了环境中汞的污染。环境中汞的形态包括元素汞、一价汞离子、二价汞离子和有机化合物,其中以甲基汞的毒性最大。五十年代,日本发生的“水俣病”,是世界闻名的甲基汞中毒事件。

瑞典、美国、日本和我国对微生物转化汞作过一系列研究,并已发现参与无机汞转化为甲基汞的微生物有:匙形梭菌 (*Clostridium cochlearium*)、荧光假单胞菌 (*Pseudomonas fluorescens*)、草分枝杆菌 (*Mycobacterium phlei*)、大肠埃希氏菌 (*Escherichia coli*)、产气肠杆菌 (*Enterobacter aerogenes*)、巨大芽孢杆菌 (*Bacillus megaterium*) 等都能由 Hg^{++} 形成甲基。真菌方面,发现黑曲霉 (*Aspergillus niger*)、粗糙链孢霉 (*Neurospora crassa*)、短柄帚霉 (*Scopulariopsis brevicaulis*) 和啤酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 的细胞中含有甲基汞。足见,无机汞在微生物作用下确实存在甲基化的过程。

另一方面,自然界中也有一些微生物能分解汞形成元素汞。我国微生物工作者研究天津蓟运河下游河段中抗汞细菌分布表明,抗汞细菌的种类有假单胞菌、棒状杆菌 (*Corynebacterium*)、节杆菌 (*Arthrobacter*)、库特氏菌 (*Kurthia*)、埃希氏菌、肠细菌、产碱杆菌 (*Alcaligenes*) 和芽孢杆菌等,其中以假单胞菌为最多,约占总抗汞菌量的50—60%。据介

绍, 酵母菌能将 Hg^{++} 还原为元素汞。汞的形态转化与汞的浓度及环境中的温度、营养、pH、溶解氧状况等因素有密切关系, 这些因素直接或间接地制约着微生物的活性。我国一些科技人员, 还曾根据诱导作用把原来抗25ppm Hg^{++} 的自然菌种提高到抗300ppm的适应菌株。在日本, 一些学者提出将耐汞的假单胞菌制成工程用的菌床, 让含汞废水连续通过菌床, 使汞与耐汞细菌的蛋白质结合, 处理一定时间后, 移去菌床, 并加温到450—500℃, 使菌细胞结构破坏, 大量的汞汽冷凝后, 回收元素汞, 达到了去汞毒的目的。

农药施用后, 一部分进入植物体内, 一部分残留在土壤和水中, 还有一部分散发在大气中, 尔后, 随雨水回到土壤和水中, 增加了污染。农药在土壤中的含留量, 看来很微, 但通过生物链的作用, “由微到少、由少到多”, 不断富集, 最后, 可以成千上万倍地在生物体内积累。微生物一方面使农药降解, 以消除环境中农药残毒危害。研究证实, 降解农药的微生物有绿色木霉 (*Trichoderma viride*)、假单胞菌、节细菌和某些根瘤菌 (*Rhizobium*) 等, 但降解速度十分缓慢, 致使农药在环境中能长期留存; 另一方面是某些微生物将农药转化为比原药物更毒的物质。例如: DDT经微生物分解成为DDD, 而DDD的毒性比DDT更大; 稻瘟醇杀菌剂经微生物代谢可转化成三氯苯甲酸和四氯甲酸, 这些转化产物的毒性比原杀菌剂更大。所以, 深入了解农药生物降解产物非常重要。

石油是一种可以燃烧的油状碳氢化合物, 它由烷烃、环烷烃和芳香烃等多种烃类组成。从环境保护出发, 炼油厂、化工厂排出含油废水, 油船发生事故使海面发生油污, 都需考虑微生物降解作用。这些油污中, 油的成分复杂, 生物降解受到许多因素影响, 降解速度缓慢。一些研究表明, 油中所含烃类的质和量的差异影响着生物降解的敏感程度; 菌种来源不同, 利用原油的能力也有差异, 有人从劣质原油上分离的微生物比从高级原油上分离的更能利用原油。我国微生物工作者研究石油废水灌溉后表明, 降解废油的优势细菌有: 醋酸菌属 (*Acetobacter*)、芽孢杆菌属、节细菌属、短杆菌属 (*Brevibacterium*)、不动细菌属、气单胞菌属 (*Aeromonas*)、邻单胞菌属和假单胞菌属等。分解石油的微生物只有在其它环境条件, 如温度、pH、养料合适时, 才能发生作用。据国外资料介绍, 在模拟油田条件下, 如不往油—水混合物中加硝酸盐和磷酸盐, 就不能发生明显的石油降解作用。海面受石油污染后, 微生物在石油膜内和油基上迅速发育, 分解不溶解的小油滴。近年来, 石油烃降解已进入细菌质粒, 创建特殊新菌种的研究。

酚、氰废水用微生物处理在国内外都已展开。我国、日本和美国等都曾从土壤和污泥中分离到一些降解酚、氰能力较高的菌种, 这些菌种包括细菌、酵母菌、放线菌、分枝杆菌。微生物细胞的特点是酶系统完全, 能控制千变万化的化学反应。酚在微生物酶的作用下, 通过邻苯二酚转化为开链化合物, 再进入正常的碳素代谢途径。酚、氰既是微生物养料, 又是其自身氧化酶的诱导剂。在含酶中生长的酵母细胞比在无酚中的脱酚作用高得多。用丙烯腈诱导微生物后, 就能促进细胞生成较强的丙烯腈降解酶。

此外, 在国内外微生物处理废水研究中, 还有关于降解三硝基甲苯 (TNT)、二硝基苯 (DNN) 混装炸药废水的资料, 在此就不介绍了。

总起来说, 人类要想正常而又健康地生存、发展, 不受环境污染之害, 研究污染对微生物影响, 应用微生物作为环境监察的指标和手段, 以及微生物对污染物质的降解、转化, 从而保护和控制环境, 也是十分重要的。