

· 研究论文 ·

土壤中降解涕灭威菌株的分离鉴定及降解特性

冯秀斌, 庞民好, 刘颖超*, 孔俊英

(河北农业大学 植物保护学院, 河北 保定 071001)

摘要:为探明土壤微生物对涕灭威的降解能力,用富集培养法分离驯化土壤中涕灭威的优势降解菌,初步筛选出了对涕灭威具有较高降解能力的菌株 TB26和 100-8。经过生理生化鉴定和 16S rDNA 序列同源性分析,将菌株 TB26初步鉴定为克雷伯杆菌属(*Klebsiella* sp.),菌株 100-8初步鉴定为枯草芽孢杆菌属(*Bacillus* sp.)。TB26和 100-8生长的最适碳源分别为麦芽糖、D-果糖,最适氮源分别为蛋白胨、脲。基础无机盐培养基和缺氮培养基对两种菌的生长情况及降解率的影响不同,外加氮源能够提高 100-8的降解率,而缺氮培养基中 TB26的降解率较高。

关键词:涕灭威;降解菌;土壤微生物

中图分类号: X172

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2007)04-0383-07

Isolation and Identification of Soil Micro-organisms Capable of Degrading Aldicarb and its Characteristics of Degradation

FENG Xiu-bin, PANG Min-hao, LIU Ying-chao*, KONG Jun-ying

(College of Plant Protection, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, Hebei Province, China)

Abstract For exploring the degradation ability of aldicarb by microorganisms, two strains of bacteria capable of degrading aldicarb, named as TB26 and 100-8 were isolated from soil by enrichment culture method. TB26 and 100-8 were identified as *Klebsiella* sp. and *Bacillus* sp. respectively by biochemical-physiological identification and sequence analysis of the 16S rDNA. The optimum carbon source for growth of TB26 and 100-8 were maltobiose and D-fructose respectively, the optimum nitrogen source were peptone and urea for growth of TB26 and 100-8 respectively. Basic culture medium and culture medium without nitrogen source have different effects on the growth of bacteria and degrading effect. Additional nitrogen source can improve the degrading effect of strain 100-8. It was found that the strain TB26 has higher degrading effect in the culture without nitrogen source.

Key words aldicarb; degradation strain; edaphon

涕灭威 (aldicarb) 是一种内吸性高效杀虫、杀螨和杀线虫剂,由于其经口和经皮急性毒性都很高,因此只能作为颗粒剂拌种使用,广泛应用于棉花、甜菜、烟草、花生、花卉等作物上多种害虫、螨类及线虫的防治。从 1993年起,为防治甘薯茎线

虫,我国甘薯主产区农民自发开始使用涕灭威,且用量逐年增加。涕灭威水溶性高,在土壤中的淋溶与移动性强,已造成了对地下水的严重污染^[1]。涕灭威能够随水迁移,并且在地下水和河流中已经发现了它的存在,因此解决涕灭威在土壤中的残

收稿日期: 2007-09-18; 修回日期: 2007-11-20。

作者简介: 冯秀斌 (1982-), 男, 硕士研究生; * 通讯作者 (Author for correspondence): 刘颖超 (1968-), 女, 博士, 教授, 主要从事农药残留及农药毒理学研究。联系电话: 0312-7528173; E-mail: liuyingchao@hebau.edu.cn

基金项目: 河北省自然科学基金 (C2007000465); 河北农业大学博士基金项目。

留已成为农业生态环境保护中亟待解决的问题。

大量的研究表明,微生物对农药的降解起着关键作用^[2-4],特别是对于土壤处理剂更是如此。因此,从土壤中筛选可降解涕灭威的微生物具有重要意义。Jones研究了涕灭威在5种土壤真菌作用下的代谢过程^[5]。真菌的生长周期长,从而易造成工业化过程中发酵的周期过长,而细菌生长迅速,发酵时间短,便于工业化生产。施国涵等从土壤中分离到一株芽孢杆菌 *Bacillus* sp.,该菌在涕灭威及涕灭威亚砷和砷在土壤中的不断降解过程中起了重要作用^[6]。但该研究虽报道了芽孢杆菌对涕灭威及其代谢物的降解有促进作用,但并未对芽孢杆菌的生长发育特性及降解特性进行系统研究。

笔者通过对不同地区常年使用涕灭威的甘薯田土壤进行富集筛选,得到了两株能够降解涕灭威的细菌,并对菌株进行了生理生化和分子生物学鉴定及降解特性的研究,以期为今后可降解涕灭威微生物的实际应用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 供试土壤

土壤样品(5~15 cm深度)分别采自河北省卢龙县、昌黎县和清苑县常年使用涕灭威的甘薯田中,除去沙砾和植株残物。

1.2 仪器和试剂

HP-1100高效液相色谱仪(带紫外检测器及色谱工作站,美国 Agilent公司),723型可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司),25 μ L微量进样器,振荡培养箱(HZQ-Q型,哈尔滨市东联电子技术开发有限公司)等。

98.2%的涕灭威(allicarb)原药,山东华阳农药公司提供。pMD18-T载体,大连宝生物公司。

基础无机盐培养基: K_2HPO_4 1.6 g, KH_2PO_4 0.4 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2 g, NaCl 0.1 g, $(NH_4)_2SO_4$ 0.5 g,蔗糖 3.0 g,蒸馏水 1 L; pH = 7.0。

缺碳和缺氮培养基为分别去掉基础无机盐培养基中的蔗糖和 $(NH_4)_2SO_4$ 所得。

1.3 高效降解菌的选育

1.3.1 降解菌的分离、纯化 参照仪美芹^[7]的方法并加以改进。将采集的30 g长期使用涕灭威的土壤样品平均分成3份,分别加到含100 mg/L涕

灭威的100 mL基础无机盐培养基、缺氮培养基和缺碳培养基中。30℃、120 r/min振荡培养7 d为第一个驯化周期。取10 mL培养液于100 mL新鲜基础无机盐培养基中,30℃、120 r/min振荡培养7 d如此循环培养4个周期。培养结束后,于PDA平板上划线分离、纯化,挑取平板上单一菌落接种于斜面上,培养后于4℃冰箱中保存。

1.3.2 高效降解菌的筛选 将纯化的菌落培养18~24 h后,制成菌悬液(2.25×10^7 cfu/mL),接种至含20 mg/L涕灭威的基础无机盐培养基中,30℃、120 r/min振荡培养,每个处理设4次重复,以不接菌的基础无机盐培养基为对照。培养至第5 d取样测定涕灭威的含量,从而筛选出降解能力较强的高活性优势菌株。

色谱条件:色谱柱为 Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C₁₈柱,柱长150 mm,直径4.6 mm;柱温30℃;流动相:A:B=55:45(体积比;A:甲醇,B:含5%甲醇的水),流速1.0 mL/min;进样量5 μ L;检测波长254 nm,外标法定量。在上述条件下涕灭威的保留时间为3.3 min。

1.4 高效降解菌的鉴定

1.4.1 形态特征观察 采用革兰氏染色、芽孢染色及单染色观察菌落形态特征。

1.4.2 生理生化特征鉴定 按照《一般细菌常用鉴定方法》^[8]和《伯杰细菌鉴定手册》^[9]相关方法进行。

1.4.3 分子生物学鉴定 参照吴建峰^[10]的方法并加以改进。PCR反应引物为5'-AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG-3', 5'-GGT TAC CTT GTT ACG ACT T-3'。以菌株的总DNA为模板,PCR反应体系(25 μ L)为:10 \times PCR缓冲液2.5 μ L, dNTP 2 μ L,正向引物和反向引物各2 μ L,模板DNA 2 μ L, Taq酶(5 000 U/mL)0.5 μ L,重蒸水14 μ L。PCR扩增程序为:①95℃变性10 min;②94℃变性30 s,54℃变性30 s,72℃变性2 min;③将第②步循环34次;④72℃延伸10 min。PCR产物经琼脂糖凝胶电泳纯化,回收后与pMD18-T载体连接,转化 *E. coli* DH5 α 。将转化成功的菌液提取质粒、测序(测序工作由上海生物工程公司完成)。测序得到所分离菌株的16S rDNA部分序列,将所得序列与 GenBank的数据库进行 Blast对比,确定菌株分类地位。

1.5 最适碳源、氮源选择和降解特性研究

1.5.1 最适碳源和氮源的选择 分别选用 7 种碳源(柠檬酸钠、甘露醇、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、D-果糖)与 6 种氮源(氯化铵、硫酸铵、蛋白胨、脲、硝酸钾、酵母膏)添加至缺碳和缺氮培养基中,添加量为 0.1% (质量分数),利用培养 18~24 h 的菌苔制备菌悬液,接种量为 3% (体积分数)。以接种菌悬液的缺碳和缺氮培养基为空白对照。培养至生长稳定期测定 OD₆₀₀值,以确定最适碳源及氮源。

1.5.2 不同培养方式对降解率的影响 将菌株制备成菌悬液 (2.25×10^7 cfu/mL),接种 3 mL 菌悬液至 100 mL 含涕灭威 20 mg/L 的基础无机盐培养基中,以 30°C、120 r/min 振荡和静置两种方式培养,每处理重复 4 次,5 d 后测定降解率。

1.5.3 氮源的有无对降解率的影响 将菌株制备成菌悬液 (2.25×10^7 cfu/mL),分别接种 3 mL 菌悬液至含涕灭威 20 mg/L 的基础无机盐培养基和缺氮培养基中,按 1.5.2 节中不同菌株的最佳培养方式进行培养。每处理 4 次重复,以含同浓度涕灭威的基础无机盐培养基和缺氮培养基为对照,5 d 后分别测定降解率和 OD₆₀₀值。

2 结果与分析

2.1 菌株分离与筛选

通过对菌株的富集培养、划线分离与纯化发现,在加有土悬液的三角瓶中,只有缺氮和基础无机盐培养基变混浊,缺碳培养基依然澄清。说明从土壤中筛选出的所有菌株只能利用涕灭威作为其生长的氮源,而不能作为碳源。经筛选获得了两株能以涕灭威作为唯一氮源生长的菌株,分别命名为 TB26 和 100-8。

2.2 菌株鉴定

2.2.1 形态及生理生化鉴定结果 菌株 TB26,革兰氏染色阴性,杆状,菌落呈油状,淡黄色,凸状隆起,边缘整齐,表面光滑。在含有麦芽糖、D-果糖、硝酸钾的基础无机盐培养基中可产生色素。菌株 100-8 革兰氏染色阳性,杆状,菌落扩展很快,形状不规则,表面不透明,有褶皱,菌落外围呈假根状。革兰氏染色结果见图 1,生理生化鉴定结果见表 1。

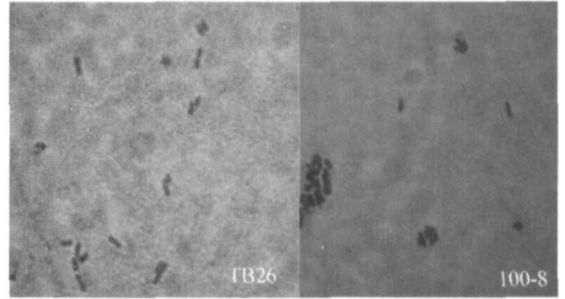


图 1 TB26 和 100-8 菌体形态 ($\times 1000$)

Fig. 1 The morphology of strain TB 26 and 100-8 ($\times 1000$)

2.2.2 分子生物学鉴定(16S rDNA 序列分析及其分子鉴定) 以菌株总 DNA 为模板,利用细菌 16S rDNA 通用引物进行 PCR 扩增,得到长约 1.5 kb 的扩增产物。测定了 TB26 和 100-8 部分长度的 16S rDNA (TB26 和 100-8 分别约为 1503 bp 和 1528 bp) 序列,将所测序列与 GenBank 中核酸数据进行比对分析。结果表明,菌株 TB26 和 100-8 分别与 *Klebsiella pneumoniae* strain HR16 和 *Bacillus axarquiensis* strain CIP 108772 的同源性为 99% 和 98%。结合菌株形态及生理生化鉴定结果,将菌株 TB26 鉴定为克雷伯杆菌属 (*Klebsiella* sp.), 100-8 鉴定为枯草芽孢杆菌属 (*Bacillus* sp.)。

表 1 菌株 TB26 和 100-8 的生理生化特性

Table 1 Physiological characteristics of strain TB26 and 100-8

生理生化指标 Physio-biochemical parameter	TB26	100-8	生理生化指标 Physio-biochemical parameter	TB26	100-8
葡萄糖氧化 Oxidation of glucose	+	N	乙醇氧化 Oxidation of ethanol	+	-
甲基红试验 M. R	+	+	乙酰甲基甲醇试验 V. P	+	-
柠檬酸盐生长 Citrate growth	+	+	过氧化酶 Catalase	+	+
纤维素水解 Cellulose hydrolyze	-	+	产氨试验 Ammonigen test	-	-
淀粉水解 Amylum hydrolyze	+	-	甘露醇 Mannitol	+	+
D-果糖 D-Fructose	+	+	麦芽糖 Maltobiose	+	+
乳糖 Lactose	+	+			

注:“+”表示阳性反应;“-”表示阴性反应;“N”表示无现象。

Note: “+” means positive; “-” means negative; “N” means no phenomenon.

2.3 最适碳源和氮源选择结果及降解特性

2.3.1 最适碳源和氮源 由表 2可以看出, 麦芽糖与 D-果糖可以作为菌株 TB26生长的碳源, 蛋白胨、脲和酵母膏可以作为其生长的氮源, 其中麦芽糖和蛋白胨分别是 TB26生长的最适碳源和氮

源。D-果糖和麦芽糖可以作为菌株 100-8生长的较适碳源, 脲和氯化铵可以作为其生长的氮源, 其中 D-果糖和脲分别是 100-8生长的最适碳源和氮源。

表 2 菌株 TB26和 100-8在不同碳源与氮源培养基中的 OD₆₀₀值

Table 2 The OD₆₀₀ value of strain TB26 and 100-8 in different carbon source and nitrogen source culture media

碳源 Carbon source	OD ₆₀₀		氮源 Nitrogen source	OD ₆₀₀	
	TB26	100-8		TB26	100-8
麦芽糖 Maltobiose	0.318 ± 0.008 aA	0.247 ± 0.037 bB	蛋白胨 Peptone	0.539 ± 0.015 aA	0.195 ± 0.036 dD
D-果糖 D-Fructose	0.304 ± 0.005 aA	0.343 ± 0.009 aA	脲 Urea	0.531 ± 0.017 aA	0.423 aA
蔗糖 Sucrose	0.252 ± 0.013 bB	0.062 ± 0.012 cC	酵母膏 Yeast extract	0.513 ± 0.009 aA	0.171 ± 0.006 dD
葡萄糖 Glucose	0.229 ± 0.012 cB	0.063 ± 0.005 cC	氯化铵 Ammonium chloride	0.320 ± 0.028 bB	0.392 ± 0.035 abAB
乳糖 Lactose	0.224 ± 0.009 cBC	0.043 ± 0.002 cdC	硫酸铵 Ammonium sulfate	0.289 ± 0.131 cBC	0.369 ± 0.004 bBC
甘露醇 Mannitol	0.195 ± 0.034 dCD	0.052 ± 0.005 cdC	硝酸钾 Potassium nitrate	0.280 ± 0.016 cC	0.332 ± 0.010 cC
柠檬酸钠 Sodium citrate	0.172 ± 0.005 dD	0.035 ± 0.008 dC			

注: 表中同一列数据后小(大)写字母不同表示在 P_{0.05}(P_{0.01})水平上差异显著, 下表同。

Note: The means in the same column followed by different small (capital) letters are significantly different at P_{0.05}(P_{0.01}). The same as below.

2.3.2 标准工作曲线 分别取系列浓度 0.675, 1.250, 2.500, 5.000, 10.000, 20.000, 40.000 mg/L 涕灭威标样溶液 5 μL 进样测定, 以峰面积为纵坐标, 以浓度为横坐标绘制标准曲线, 结果显示二者呈很好的线性相关。所得标准曲线回归方程为: $y = 2.6421x - 1.3850$ 相关系数 r 为 0.9976。

2.3.3 培养方式对降解率的影响 由表 3可以看出: 菌株 TB26在振荡和静置两种不同培养方式下的降解率均值分别为 42.4% 和 54.3%, 静置培养时其对涕灭威的降解率比振荡培养高 11.9%, 表明静置培养更有利于 TB26对涕灭威的降解。菌株 100-8在振荡和静置两种培养方式下对涕灭威的降解率均值分别为 52.0% 和 21.6%, 振荡培养下其对涕灭威的降解率比静置培养高 30.4%, 可见振荡培养更有利于 100-8对涕灭威的降解。可以看出, 两株细菌对于氧气的的需求程度是不同的。

表 3 TB26和 100-8在两种不同培养方式下的降解率比较

Table 3 Microbial degrading rate of strain TB26 and 100-8 with two different culture conditions

菌株 Strains	处理 Test	降解率均值 (%) Average of degrading rate
TB26	静置培养 Static	54.3 ± 6.9 aA
	振荡培养 Shake	42.4 ± 4.9 bA
100-8	振荡培养 Shake	52.0 ± 5.0 aA
	静置培养 Static	21.6 ± 3.5 bB

2.3.4 氮源对降解率的影响 降解率和 OD₆₀₀值结果见表 4和图 2、图 3。可以看出, 在基础无机盐培养基中, TB26和 100-8的降解率均值分别为 62.1% 和 84.3%, OD₆₀₀均值分别为 0.285 和 0.735 而在缺氮培养基中的降解率均值分别为 66.5% 和 55.6%, OD₆₀₀均值分别为 0.030 和 0.041。表明氮源的有无对于两株细菌的生长及对涕灭威的降

解能力影响不同。由表 4 可见, TB26 和 100-8 在基础无机盐培养基中的生长情况都显著地优于缺氮培养基, 说明如果仅以涕灭威作为惟一氮源, 则菌株的生长将会受到抑制。100-8 在基础无机

盐培养基中对涕灭威的降解率极显著高于缺氮培养基, 说明氮源的存在影响了其对涕灭威的降解。菌株 TB26 在缺氮培养基中对涕灭威的降解率略高于在基础无机盐培养基中, 但差异不显著。

表 4 菌株 TB26 和 100-8 在不同培养基中的降解率和 OD_{600} 值

Table 4 Degrading rate and OD_{600} value of strain TB26 and 100-8 in different culture medium

菌株 Strains	处理 Test	降解率均值 (%) Average of degrading rate	OD_{600} 均值 Average of OD_{600}
TB26	基础无机盐培养基 Basic culture medium	62.1 ± 2.7 aA	0.285 ± 0.049 aA
	缺氮培养基 Culture medium without nitrogen	66.5 ± 6.0 aA	0.030 ± 0.003 bB
100-8	基础无机盐培养基 Basic culture medium	84.3 ± 4.2 aA	0.735 ± 0.057 aA
	缺氮培养基 Culture medium without nitrogen	55.6 ± 0.6 bB	0.041 ± 0.001 bB

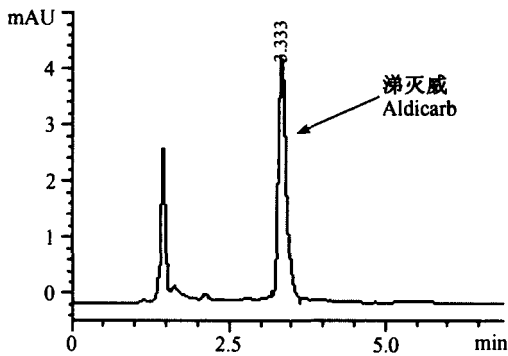


图 2 20 mg/L 涕灭威标准品高效液相色谱图

Fig. 2 The chromatogram of 20 mg/L aldicarb

3 讨论

微生物降解农药的研究始于 20 世纪 40 年代末, 至今已取得很大进展, 已发现能够降解农药的微生物种类越来越多, 对降解机理的研究也日趋深入, 降解效果稳定提高。农药降解菌主要从长期施用农药的土壤和水域中以及污水、农药厂废水等农药重度污染源处分离, 然后经液体富集培养、土壤环流、连续流动培养等方法筛选高效降解目标农药的菌株。在所报道的农药降解菌中, 细菌的数量居多, 这与其适应恶劣生长环境、易变异等特点相关。同时如何防止细菌菌株变异、保持其降解能力等问题也成为了研究的难点。由于微生物存在自发突变, 而这些突变都是在繁殖过程中发生的。为防止菌种退化, 笔者将纯化后的菌株首先转移至 PDA 斜面, 于 4℃ 保存, 3 个月转接

一次。实验过程中尽量控制传代次数, 从斜面转移至 PDA 平板后, 每隔 3~5 d 在新鲜 PDA 平板上转接一次。所有试验均使用不超过 3~5 次传代的菌株, 实验中未发现菌株降解能力退化现象。在已报道的文献中, 芽孢杆菌属细菌可以降解氯氰菊酯、二甲戊灵、杀虫单^[11]、多效唑^[12]、DDT、 γ -BHC、艾氏剂、狄氏剂、异狄氏剂、苯硫磷、对硫磷、甲基对硫磷、氨基吡啶酸、甲胺磷^[13]、乐果、杀螟松、杀螨剂 F1050[N-(2-甲基-5-氯苯基)-2,4-二硝基-6-三氟甲基苯胺]^[14] 等农药和特异性物质^[15]。也有关于克雷伯杆菌降解特异性物质的报道, 如对苯二甲酸二甲酯及其异构体^[16]、溴苯腈^[17]、间苯二甲酸二甲酯^[18]、硝基苯^[19] 等。但有关克雷伯杆菌降解涕灭威的研究还未见报道。

菌株生长最适碳源和氮源测定中, 分别选用了单糖类、多糖类、糖醇类和羧酸盐类共 7 种常见碳源及无机氮(氨态氮和硝态氮)、有机氮(蛋白胨和酵母膏)共 6 种氮源供试。结果表明, 不同菌株利用碳源和氮源的能力不同, 且碳氮比也是菌株生长的一个重要条件, 对此还需进一步研究确证。菌株生长的最适碳源及氮源是否就是菌株降解目标农药的最适碳源及氮源, 也还需作进一步的研究。

培养方式对降解率的影响因菌株而异, 与菌株对氧气的需求程度有关。好氧菌株在振荡条件下对农药的降解率较高, 厌氧和兼性厌氧菌株在静置条件下降解率较高。一般来说, 从土壤中利用

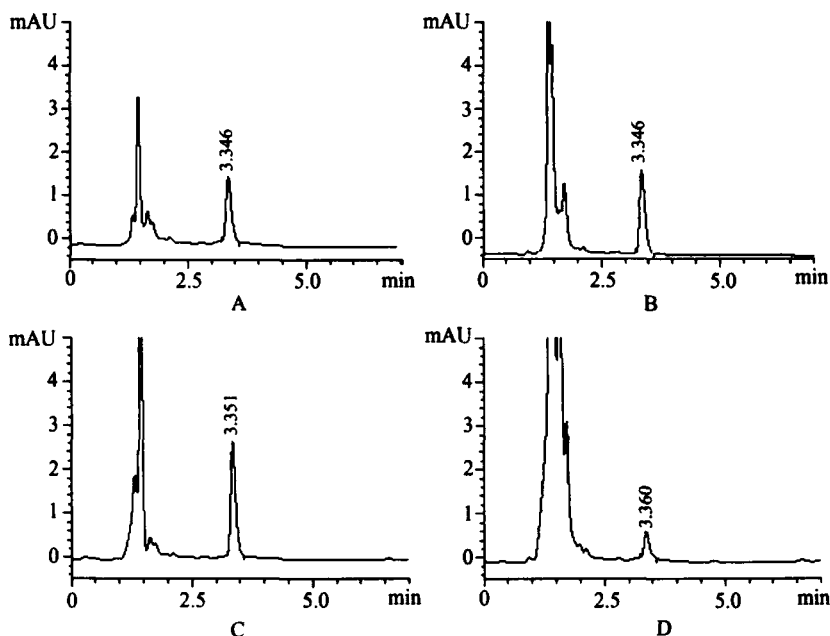


图 3 菌株 TB26和 100-8在两种培养基中对涕灭威的降解色谱图

Fig 3 The degrading chromatogram of strain TB26 and 100-8 in two kinds of culture media

注: A: 缺氮培养基中的 TB26; B: 基础无机盐培养基中的 TB26; C: 缺氮培养基中的 100-8 D: 基础无机盐培养基中的 100-8

Note: A: Strain TB26 in the culture medium without nitrogen; B: Strain TB26 in the basic culture medium;

C: Strain 100-8 in the culture medium without nitrogen; D: Strain 100-8 in the basic culture medium.

生物富集培养法分离出的微生物大多为好氧微生物,均需要通过振荡培养及降解率测定来进行筛选,而静置的培养方式则更接近于实际利用该菌株降解农药时的情形。

本研究发现,涕灭威只能作为所分离到微生物生长的氮源。并在外加氮源的情况下测定了菌株的生长情况和降解率,结果表明,外加氮源对于不同菌株的降解率影响程度不同,但在无外加氮源的情况下,菌株的生长都受到了抑制。菌株 TB26虽然在缺氮培养基中的生长情况不如在基础无机盐培养基中,但对涕灭威的降解率反而提高,说明该菌株能够适应恶劣的生长环境,并且不会影响菌株对目标农药的降解。而这一结果与 Spurr等^[20,21]的研究结果不一致。Spurr和 Sousa分别在 1966和 1974年研究了涕灭威及其代谢物对于致病和腐生微生物的影响,发现有些微生物会利用涕灭威作为生长的碳源。在这些测试中,当涕灭威添加浓度达到田间用药浓度的 20倍时,不同的细菌和真菌未显示出生长受抑制现象。另外,关于本实验中筛选出的两株细菌的室内土壤模拟实验和小区实验测定正在进行中。

参考文献:

- [1] KONG Dexiang(孔德洋), ZHU Zhonglin(朱忠林), SHI Lili(石利利), et al 中国北方甘薯地农药使用对地下水水质的影响 [J]. J Agro-environ Sci(农业环境科学学报), 2004, 23(5): 1017-1020
- [2] WU Huiming(吴慧明), ZHU Guonian(朱国念). 毒死蜱在灭菌和未灭菌土壤中的降解研究 [J]. Chin J Pestic Sci(农药学报), 2003, 5(4): 65-69
- [3] WU Chunxian(吴春先), LV Xiaoli(吕潇), MU Wei(慕卫). 环境条件和微生物对灭线磷降解的影响 [J]. Chin J Pestic Sci(农药学报), 2002, 4(1): 45-51
- [4] QIN Shu(秦曙), QIAO Xiongwu(乔雄梧), ZHU Jiusheng(朱九生), et al 实验室条件下氟氰菊酯在土壤中的降解 [J]. Chin J Pestic Sci(农药学报), 2000, 2(3): 68-73.
- [5] JONES A S Metabolism of A Hicarb by Five Soil Fungi [J]. J Agric Food Chem, 1976, 24(1): 115-117
- [6] SHI Guohan(施国涵), SUN Anqiang(孙安强), LU Miaojin(陆妙琴), et al 农药涕灭威在土壤中残留动态和降解的研究 [J]. China Environ Sci(中国环境科学), 1987, 7(1): 38-42
- [7] YIM eiqin(仪美芹), WANG Kaiyun(王开运), JIANG Xingyin(姜兴印), et al 降解甲基对硫磷真菌的分离及降解特性 [J]. Chin J Pestic Sci(农药学报), 2002, 2(4): 40-43.
- [8] The Group of Bacteria Classification of the Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences(中国科学院微生物研究所细菌分类组). Common Methods of Determinative

- Bacteriology(一般细菌常用鉴定方法) [M]. Beijing(北京): Science Press(科学出版社), 1978 111-194.
- [9] BUCHANAN R E, GIBBONS N E. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology(伯杰细菌鉴定手册) [M]. Group of Bergey's Manual of Determinative Bacteriology of Microbiological Institute of Chinese Academy of Science 8th Ed [中国科学院微生物研究所伯杰细菌鉴定手册翻译组译(第八版)], Beijing(北京): Science Press(科学出版社), 1984.
- [10] WU Jian-feng(吴建峰), SHEN Xihui(沈锡辉), ZHOU Yuguang(周宇光), et al. 一株降解对氯硝基苯的 *Comamonas* sp. CNB1 的分离鉴定及其降解特性 [J]. *Acta Microbiologica Sinica*(微生物学报), 2002 44(1): 8-12.
- [11] ZHOU Junying(周军英), LIN Yuesuo(林玉锁), XU Yigang(徐亦钢), et al. 杀虫单降解菌的筛选分离与降解特性研究 [J]. *Chin J Appl Environ Biol*(应用与环境生物学报), 2001, 7(1): 69-71.
- [12] QIU Juanping(裘娟萍). 耕地受多效唑农药污染后的再生修复技术 [J]. *Acta Pedologica Sinica*(土壤学报), 2002 39(1): 45-51.
- [13] MING Huqing(明惠青), LILI(李莉). 甲胺磷降解菌的筛选及降解特性研究 [J]. *J Microbiology*(微生物学杂志), 2006, 26(2): 60-62.
- [14] WU Huiming(吴慧明), ZHANG Jing(张晶), ZHU Guonian(朱国念). 新型杀螨剂 F1050 优势降解菌(芽孢杆菌)的筛选及鉴定 [J]. *Chin J Pestic Sci*(农药学报), 2004, 6(2): 43-47.
- [15] ZHU Fuxing(朱福兴), WANG Mo(王沫), LI Jianhong(李建洪), et al. 降解农药的微生物 [J]. *Microbiology*(微生物学报), 2004, 31(5): 120-123.
- [16] LI Jiaxi(李佳喜), GU Jidong(顾继东). 对苯二甲酸二甲酯及其异构体的好氧微生物降解 [J]. *Chin J Appl Environ Biol*(应用与环境生物学报), 2004, 10(6): 782-785.
- [17] ZHANG Jinwen(张金文), XIONG Chunrong(熊春蓉), LI Jingwen(李静雯), et al. 臭鼻杆菌腓水解酶基因 (*bxn*) 的克隆及其在原核生物中的表达 [J]. *Acta Prataurica Sinica*(草业学报), 2006, 15(5): 87-92.
- [18] LI Jiaxi(李佳喜), GU Jidong(顾继东), ZHOU Yipin(周毅频), et al. 间苯二甲酸二甲酯的好氧微生物降解及其生化途径 [J]. *J Tropical Oceanography*(热带海洋学报), 2004 26(5): 56-62.
- [19] WEI Chao-hai(韦朝海), HOU Yiqi(侯轶), REN Yuan(任源), et al. 硝基苯好氧降解的共基质及生物协同作用 [J]. *China Environ Sci*(中国环境科学), 2000, 20(3): 241-244.
- [20] SPURR H W, SOUSA A A. Pathogenicidal Activity of a New Carbanoyloxine Insecticide [J]. *Plant Dis Rep*, 1966 50(6): 424-425.
- [21] SPURR H W, SOUSA A A. Potential Interactions of A Hicarb and its Metabolites on Nontarget Organisms in the Environment [J]. *J Environ Qual*, 1974, 3(2): 130-133.

(Ed. TANG J)

第三届“农药与环境安全”国际学术研讨会 暨第七届“植物化学保护和全球法规一体化”国际研讨会隆重召开

2007年10月,由中国农业大学(CAU)、北京农药学会(BSP)、国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)共同主办的第三届“农药与环境安全”国际学术研讨会暨第七届“植物化学保护和全球法规一体化”国际研讨会在北京友谊宾馆隆重召开。来自世界多个国家和地区的共计500余名代表围绕“农药与环境安全”和“植物化学保护和全球法规一体化”主题进行了广泛的研讨和交流,并就全球农药管理法规一体化、国际农产品贸易规则等达成了重要共识。本次大会对未来农药科学的共同发展、农产品和环境安全的进一步改善都将起到积极的推动作用。

研讨会共邀请8名国内外知名的农药科学家、管理专家和企业家作了大会主题报告,同时设立了“农药管理的全球展望”、“食品农药残留及国际贸易标准”、“农药毒理及与环境安全评估”、“农药质量、生产及规范”、“新农药创制与合成技术”和“制剂加工、施药技术”6个分会场,近70位专家在分会上作了精彩的学术报告。

本次会议共收到国内外学术论文或摘要276篇,并由中国农业出版社正式编辑出版了中英文论文集各一册。

(杨新玲 供稿)