

# 三唑磷降解菌株 GS-1 的分离鉴定 及其降解特性的研究

郭新强<sup>1</sup> 李荣<sup>1</sup> 林栋青<sup>1</sup> 朱彬<sup>2</sup> 李顺鹏<sup>1</sup> 蒋建东<sup>1\*</sup>

(1. 南京农业大学生命科学学院 农业部农业环境微生物工程重点开放实验室 江苏 南京 210095)

(2. 泰州出入境检验检疫局 江苏 泰州 225300)

**摘要:** 从有机磷农药污水处理池污泥中分离到一株能高效降解三唑磷的菌株 GS-1, 通过生理生化实验和 16S rDNA 序列同源性分析, 将该菌株鉴定为 *Diaphorobacter* sp. 菌株 GS-1 能以三唑磷为唯一碳源生长, 能在 12 h 内降解 100 mg/L 的三唑磷至检测不出的水平。菌株 GS-1 降解三唑磷的过程中会产生中间代谢产物苯唑醇(1-苯基-3-羟基-1,2,4-三唑), 36 h 后苯唑醇被完全转化。菌株 GS-1 降解三唑磷的最适 pH 值为 8.0, 最适温度为 30°C, 且对杀螟硫磷、辛硫磷、毒死蜱和甲基对硫磷等农药具有良好降解效果。菌株 GS-1 对三唑磷、杀螟硫磷和辛硫磷具有趋化性, 显示了降解性和趋化性密切相关。本研究显示了菌株 GS-1 具有良好的生物修复应用前景。

**关键词:** 三唑磷, 降解, *Diaphorobacter* sp., 趋化性, 苯唑醇

## Isolation and Characterization of a Triazophos-degrading Strain GS-1 and Its Degrading Characteristics

GUO Xin-Qiang<sup>1</sup> LI Rong<sup>1</sup> LIN Dong-Qing<sup>1</sup> ZHU Bin<sup>2</sup>  
LI Shun-Peng<sup>1</sup> JIANG Jian-Dong<sup>1\*</sup>

(1. Key Laboratory of Agricultural Environment Microbiological Engineering, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China)

(2. Taizhou Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Taizhou, Jiangsu 225300, China)

**Abstract:** A strain designated as GS-1, capable of degrading triazophos efficiently, was isolated from the sludge in an organophosphate-pesticides wastewater treatment plant. Strain GS-1 was identified preliminarily as *Diaphorobacter* sp. based on its physiological and biochemical characters and the result of the 16S rDNA homologue sequence analysis. Strain GS-1 could grow with triazophos as its sole carbon source, and degrade 100 mg/L triazophos to non-detectable level within 12 h. The metabolite, 1-phenyl-3-hydroxy-1, 2,4-triazole, produced during triazophos biodegradation was finally transformed within 36 h. The optimal initial pH value and temperature for triazophos degradation by GS-1 was 7.0 and 30°C, respectively. Strain GS-1 could also degrade some other organophosphorus-pesticides such as fenitrothion, phoxim, chlorpyrifos and methyl-parathion. Strain GS-1 also showed chemoatxis to triazophos, fenitrothion and phoxim, indicat-

基金项目: 国家自然科学基金(No. 30600016); 国家高技术研究发展计划 863 计划(No. 2007AA10Z405); 国家科技基础平台建设项目(No. 2005DKA21201-2); 江苏省科技攻关项目(No. BE2008669); 广东省教育部产学研结合项目(No.2006090204007)

\* 通讯作者: Tel: 86-25-84396348; Fax: 86-25-84396314; ✉ jiang\_jjd@njau.edu.cn 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>  
收稿日期: 2008-12-17; 接受日期: 2009-02-23

ing the close relationship between degrading and chemotaxis characteristics. This study demonstrated that strain GS-1 had great potential in the bioremediation of organophosphorus-pesticides contaminated sites.

**Keywords:** Triazophos, Degradation, *Diaphorobacter* sp., Chemotaxis, 1-phenyl-3-hydroxy-1,2,4-triazole

近年来, 农药在农业生产中发挥着重要作用。然而, 由于化学农药的大量使用而导致的环境污染问题却不容忽视。利用微生物降解技术进行农药污染的清除被公认为是高效、廉价、无二次污染且最有前景的修复方法, 是目前环境微生物学研究领域的热点, 并且对农药残留进行原位生物修复已有许多成功的报道<sup>[1,2]</sup>。三唑磷, O,O-二乙基-O-(1-苯基-1,2,4-三唑-3-基) 硫逐磷酸酯, 1970年由原西德 Farbwerke Hoechst AG 开发。三唑磷农药是一种广谱性硫代磷酸酯类杀虫杀螨剂, 对粮、棉、果、蔬菜等主要农作物上的许多重要害虫, 如螟虫、稻飞虱、蚜虫、红蜘蛛、棉铃虫、菜青虫和线虫等都有良好的防治效果, 其杀卵作用明显, 对鳞翅目昆虫卵的杀灭作用尤为突出<sup>[3]</sup>。据相关研究表明三唑磷半衰期较长, 具有一定的环境危害性。在荷兰, 地下水中三唑磷浓度 $\leq 0.1 \text{ mg/m}^3$ 时才被视为安全。我国三唑磷原药年生产能力达到  $3.1 \times 10^4 \text{ t}$ , 由于其大量使用在粮食蔬菜水果上造成的残留问题仍很严重。国内外关于三唑磷的微生物降解研究取得了一些进展<sup>[4]</sup>, 戴青华等自山东某地农田土壤中分离到一株苍白杆菌 *Ochrobactrum* sp. mp-4, 该菌在 24 h 内能降解 98.3% 的 100 mg/L 三唑磷, 但该菌不能矿化三唑磷, 会累积中间代谢产物苯唑醇<sup>[5,6]</sup>。Wang 等从浙江新农化工的三唑磷生产车间土壤中分离了一株能够降解三唑磷的克雷白杆菌 *Klebsiella* sp. E6, 该菌在 7 d 内降解 100 mg/L 的三唑磷<sup>[7]</sup>。然而, 关于高效的三唑磷降解菌株报道不多。最新研究结果表明细菌的趋化性(Chemotaxis)能帮助降解性细菌有效地感应到污染物, 增加污染物周围的细菌密度, 提高污染化合物的生物降解性, 在污染物的原位生物修复中具有重要作用<sup>[8,9]</sup>, 然而三唑磷降解菌株对其降解底物的趋化性还未见报道。

本文分离、鉴定了一株三唑磷高效降解菌株 *Diaphorobacter* sp. GS-1, 该菌株具有较广的降解谱, 能在 12 h 内高效降解 100 mg/L 的三唑磷, 并在 36 h 内完全转化代谢中间产物苯唑醇。对 GS-1 的降解特性进行了研究, 并研究了其降解性和趋化性之间的关系。本文研究结果为有机磷农药污染环境的生物

修复提供了优良菌株资源, 显示了菌株 GS-1 具有良好的生物修复应用前景。

## 1 材料与方法

### 1.1 培养基配方

**1.1.1 培养基和缓冲液:** 基础盐培养基(MSM, g/L): NaCl 1.00,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1.00,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  1.50,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.50,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.20, pH 7.0; LB 培养基(g/L): 酵母膏 5.00, 蛋白胨 10.00, NaCl 10.00 (固体加 2.0% 的琼脂), pH 7.0; 富集培养基: 基础盐培养基中添加 100 mg/L 三唑磷; LBTAP 培养基: LB 培养基中添加 200 mg/L 三唑磷乳油; 趋化培养基(SSM, g/L):  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  1.0,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0.7,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.3,  $\text{MgSO}_4$  0.2, NaCl 0.5, pH 7.0, 琼脂糖 0.2%。趋化缓冲液: 40 mmol/L  $\text{K}_3\text{PO}_4$ , 0.05% 甘油, 10 mmol/L EDTA, pH 7.0。

**1.1.2 供试农药及试剂:** 20%三唑磷乳油购自江苏省农化股份有限公司。分析纯二氯甲烷、色谱纯丙酮购自 Sigma 公司, 其它试剂均为分析纯。

### 1.2 菌株分离与鉴定

**1.2.1 菌株的分离:** 污泥样取自山东省菏泽市某有机磷农药排放污水处理池, 污泥样在含 100 mg/L 的三唑磷乳油的富集培养基中培养 5 d (30°C, 160 r/min), 每 5 天以 10% 的接种量转接到相同的富集培养基中, 连续转接 3 次。然后取 1 mL 富集液适当稀释后涂布于 LBTAP 平板, 培养 48 h 后挑取周围出现水解圈的单菌落, 分离纯化后保存。

**1.2.2 生理生化鉴定:** 方法参见文献[10]。

**1.2.3 16S rDNA PCR 扩增及序列的测定:** 5'端引物 5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3' (*Escherichia coli* bases 8 to 27), 3'端引物 5'-TACCTTGTTACGACTT-3' (*Escherichia coli* bases 1507 to 1492)。扩增反应体系如下: 10×Taq 聚合酶反应缓冲液 5  $\mu\text{L}$ , dNTP (20 mmol/L) 4  $\mu\text{L}$ , 引物(25 pmol/ $\mu\text{L}$ )各 2  $\mu\text{L}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  (25 mmol/L) 3  $\mu\text{L}$ , 菌体 DNA(约 50 ng/ $\mu\text{L}$ ) 1  $\mu\text{L}$ , Taq DNA 聚合酶(5 U/ $\mu\text{L}$ ) 0.5  $\mu\text{L}$ , 加  $\text{H}_2\text{O}$  至 50  $\mu\text{L}$ 。反应条件: 95°C 5 min; 94°C 30 s, 50°C 30 s, 72°C 1 min, 30 个循环; 最后 72°C 延伸 20 min。将扩增的 1.5 kb 左右的 GS-1 菌株的 16S rDNA 序列送上海英俊公司测序, 获得序列后在 GenBank 核酸数据库中进行

Blast 比对, 利用 ClustalX1.8.1 进行分析, 通过 NJplot 软件分析生成系统发育树。

### 1.3 三唑磷的检测方法

取培养液 2 mL, 置于具塞的刻度试管中, 加入 4 mL 二氯甲烷, 剧烈振荡后静置分层, 弃去上层水相, 有机相经无水硫酸钠脱水后, 取 1 mL 于微量离心管中, 氮气吹干后加入 1 mL 丙酮溶解(色谱纯), 用于紫外扫描检测和气相色谱分析。紫外扫描仪为岛津 2401PC。气相色谱仪为岛津 GC-14B, 检测器为氮磷检测器, 色谱柱为 OV225-毛细管柱(17 m×0.53 mm×20.0 μm)。检测器温度 280°C, 柱温 250°C, 进样口温度 260°C。载气为氮气(纯度 99.99%), 恒压 160 kPa, 不分流进样, 进样量 0.5 μL。

### 1.4 苯唑醇的紫外检测

在 100 mL 的基础盐培养基中添加 100 mg/L 的三唑磷, 按 3% 接种量接入洗涤后的 GS-1, 30°C, 160 r/min 摇床振荡培养, 定时取培养液 4 mL, 10000 r/min 离心 5 min, 取上清用于紫外扫描检测。

### 1.5 降解特性研究

在 LB 培养基中接种 GS-1 振荡培养至对数期 ( $OD_{600}$  约为 2.0), 离心收集菌体, 用生理盐水洗涤 2 次后重悬, 作为降解试验的接种菌液。除非特别说明, 降解试验中三唑磷浓度为 100 mg/L, 接种量为 3%, 30°C, 160 r/min 摇床振荡培养, 定时取样, 气相色谱检测, 每次试验重复 3 次。菌体生长量采用比浊法, 即检测 600 nm 的吸光值。研究温度对 GS-1 的生长和降解三唑磷的影响, 温度分别设置为 20°C、25°C、30°C、35°C 和 40°C。研究初始 pH 值对 GS-1 降解三唑磷的影响, 初始 pH 值分别设置为 3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、9.0 和 10.0。研究三唑磷起始浓度对 GS-1 降解三唑磷的影响, 三唑磷起始浓度分别设置为 100 mg/L、200 mg/L、400 mg/L、600 mg/L、800 mg/L 和 1000 mg/L。

### 1.6 菌株对不同有机磷农药的降解情况

在基础盐培养基中分别添加 100 mg/L 甲基对硫磷、辛硫磷、三唑磷、毒死蜱和杀螟硫磷为唯一碳源, 按 3% 接种量接入 GS-1 菌体, 30°C, 160 r/min 摇床培养 12 h, 用丙酮提取进行气相色谱检测。

### 1.7 游动平板分析菌株对降解低物的趋化性

取处于对数生长期的 GS-1 培养液, 离心收集菌体, 用趋化缓冲液洗涤 3 次, 悬浮于趋化缓冲液中, 滴加 10 μL (约  $10^6$  个细胞) 于趋化平板的中央, 趋化

培养基中以受试底物(100 mg/L 的农药)为唯一碳源, 培养一定时间, 如果细菌对所测化合物产生趋化反应, 则会在平板上形成趋化圈。

## 2 结果与分析

### 2.1 菌株的分离与鉴定

在 LBTAP 平板挑取到一个周围出现水解圈的菌落(见图 1), 分离纯化后命名为 GS-1。GS-1 菌体呈杆状[(1.7~1.9) μm×(0.45~0.5) μm](电镜照片见图 2), 革兰氏染色为阴性, 不产芽孢, 端生鞭毛, 能运动。生理生化特性为: 氧化酶, 接触酶阳性, 甲基红阴性, VP 反应阴性, 吲哚反应阴性, 硝酸盐还原阳性, 不水解淀粉。

以菌株 GS-1 的基因组 DNA 为模板, 用细菌 16S rDNA 通用引物进行 PCR 扩增, 得到长度约为 1.5 kb 的扩增产物, 测序后在 GenBank 上登录(序列号为 FJ158841)。16S rDNA 序列同源性分析结果显示菌株 GS-1 与 *Diaphorobacter nitroreducens*



图 1 GS-1 在 LBTAP 平板上产生的水解圈

Fig. 1 Transparent halos produced around the colonies of GS-1

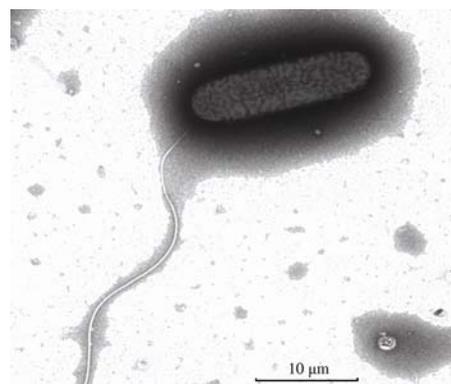


图 2 菌株 GS-1 的电子透射照片(4000×)

Fig. 2 Electronic microscopy photograph of strain GS-1 (4000×)

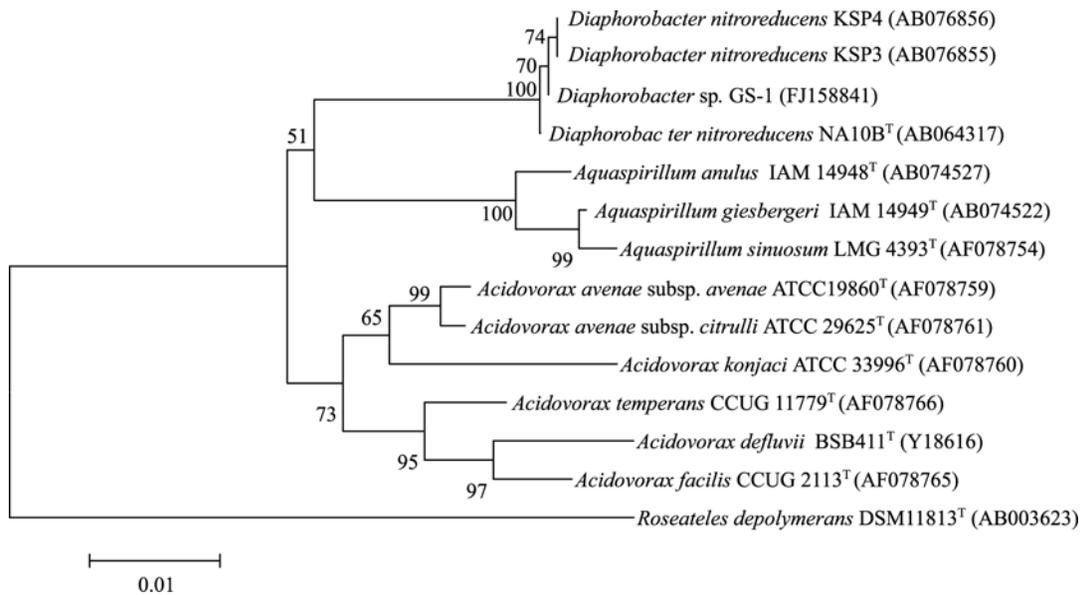


图3 菌株GS-1基于16S rDNA序列同源性的系统发育树分析

Fig. 3 Phylogenetic analysis of strain GS-1 and related species by the neighbor joining approach

Note: Bootstrap values obtained with 1000 resamplings are indicated as percentages at all branches. The scale bars represent 0.01 substitutions per nucleotide position.

NA10B<sup>T</sup> (AB064317)、*Diaphorobacter nitroreducens* KSP3(AB076855) 和 *Diaphorobacter nitroreducens* KSP4(AB076856) 同源性最高, 都为 99%(见图 3)。结合生理生化特征, 将菌株 GS-1 鉴定为 *Diaphorobacter* sp.。

## 2.2 菌株GS-1生长和三唑磷降解的关系

在三唑磷浓度为 100 mg/L 的基础盐培养基中, 以 3% 的接种量接入, 于 30°C、160 r/min 摇床培养, 每隔一定时间取样, 测定  $OD_{600}$  值及三唑磷浓度。从图 4 中可以看出, GS-1 可将三唑磷在 12 h 内降解至检测不出的水平, 而菌株在 12 h 内几乎没有生长, 随着时间的推移, GS-1 开始逐步生长, 推测

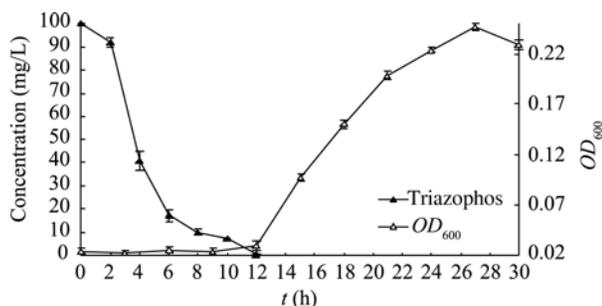


图4 菌株GS-1以三唑磷为唯一碳源的生长和降解曲线  
Fig. 4 Biodegradation of triazophos versus GS-1 cells growth in MSM medium supplemented with 100 mg/L triazophos

Note: The data are represented as the means  $\pm$  standard deviation for triplicate incubations.

GS-1 是进一步利用了三唑磷降解生成的中间代谢产物生长。

## 2.3 GS-1对三唑磷中间代谢产物苯唑醇的降解

在 100 mL 的基础盐培养基中添加 100 mg/L 的三唑磷, 按 3% 接种量接入洗涤后的 GS-1, 定时取样检测。有机相的紫外扫描中发现 12 h 三唑磷被完全降解, 且检测不到中间代谢产物(图 5 A)。取水相紫外扫描检测发现 12 h 时在 275 nm 处有新物质的吸收峰, 该吸收峰与报道的三唑磷降解中间产物苯唑醇(1-苯基-3-羟基-1,2,4-三唑)的最高吸收峰一致<sup>[6]</sup>, 推测中间代谢产物为苯唑醇, 但在 36 h 后水相紫外扫描检测发现苯唑醇被完全转化(图 5 B)。由于在有机相和水相中最终都检测不到代谢产物, 而 GS-1 能利用三唑磷为唯一碳源生长, 推测 GS-1 能够矿化三唑磷。

## 2.4 温度对GS-1的生长与降解三唑磷的影响

按 3% 的接种量接种 GS-1 到装有 100 mL LB 液体培养基的 250 mL 三角瓶中, 于不同温度下(20°C、25°C、30°C、35°C、40°C), 160 r/min 摇床培养 24 h, 测定  $OD_{600}$  值。从图 6 可以看出, 温度过高或过低都会影响到菌株的生长, 30°C 最适合菌株的生长。从图 7 可以看出, 菌株 GS-1 在 20°C 和 40°C 条件下对三唑磷的降解效果较差, 25°C 到 35°C 降解效果良好, 其中在 30°C 时对三唑磷的降解效果最好。

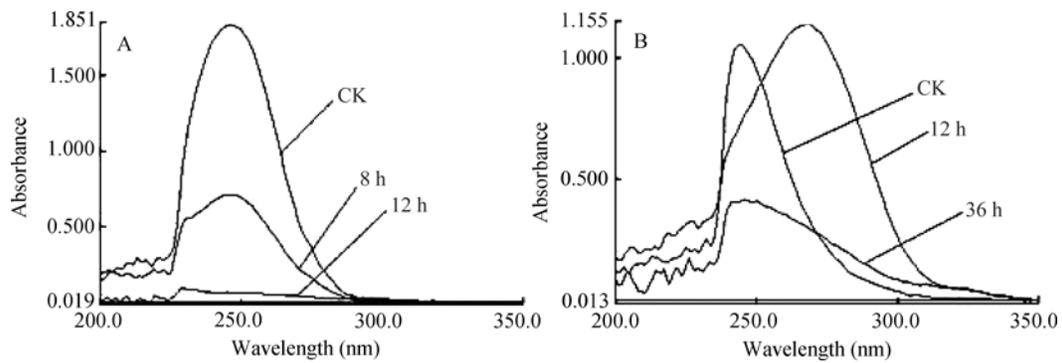


图 5 GS-1 三唑磷降解的紫外扫描图谱

Fig. 5 Degradation of triazophos observed by UV sanning

注: A: 有机相; B: 水相。

Note: A: Organic; B: Water.

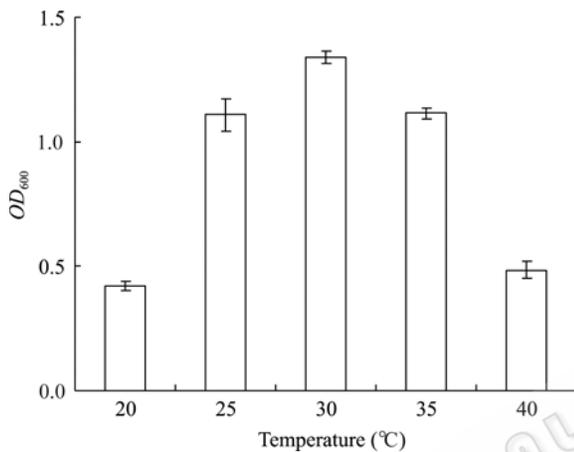


图 6 温度对 GS-1 生长的影响

Fig. 6 The influence on growth of GS-1 by temperature

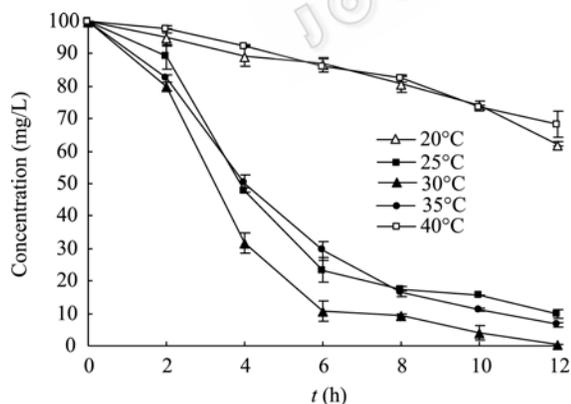


图 7 温度对 GS-1 降解三唑磷的影响

Fig. 7 Effect of temperature on triazophos degradation by strain GS-1

30°C 是菌株的最适合生长温度, 所以在 30°C 时三唑磷的降解效果最好。

## 2.5 初始 pH 值对 GS-1 降解三唑磷的影响

从图 8 中可以发现, 在酸性条件下(pH<6) GS-1 对三唑磷的降解效果较差, 中性和碱性条件下降解

效果较好, 在 pH 8.0 时降解效果最好。可能在酸性条件下降解酶的活性较低, 在中性和碱性条件下降解酶的活性较高, pH 8.0 降解酶的活性最高, 所以降解效果最好。

## 2.6 农药起始浓度对 GS-1 降解三唑磷的影响

图 9 的结果显示, GS-1 对较高和较低浓度的三

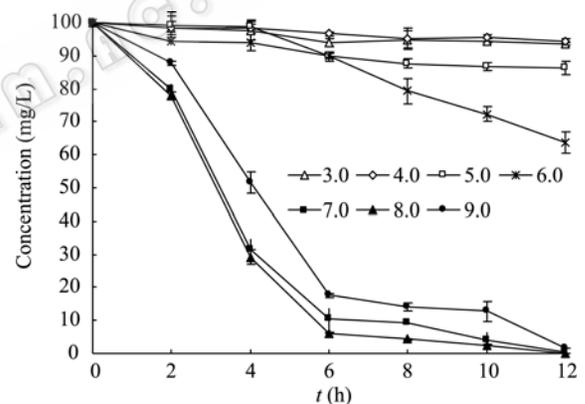


图 8 初始 pH 值对 GS-1 降解三唑磷的影响

Fig. 8 Effect of initial pH value on triazophos degradation by strain GS-1

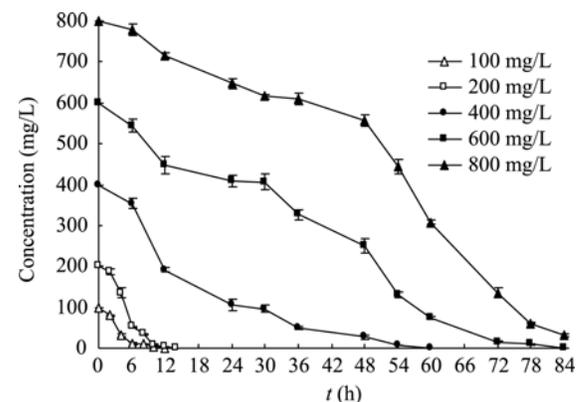


图 9 初始浓度对 GS-1 降解三唑磷的影响

Fig. 9 Effect of initial concentration of triazophos on triazophos degradation by strain GS-1

唑磷都有较好的降解效果, 18 h 内能完全降解 200 mg/L 以下的三唑磷。对于高浓度的三唑磷 (>400 mg/L) 起初降解速度缓慢, 降解一段时间后降解速度开始加快, 84 h 内对 800 mg/L 的三唑磷的降解率可达到 90% 以上, 该实验结果表明菌株 GS-1 适用于各种浓度三唑磷污染环境的修复。

### 2.7 GS-1 对不同有机磷农药的降解情况

由表 1 的数据可以看出, GS-1 对三唑磷、杀螟硫磷和辛硫磷的降解效果非常好, 在 12 h 内可以降解 90% 以上的 100 mg/L 的农药。GS-1 在 12 h 内也能分别降解 72% 和 86% 的甲基对硫磷和毒死蜱, 表明 GS-1 修复应用潜力巨大, 适合于复合有机磷农药污染环境的修复。

### 2.8 GS-1 对不同有机磷农药的趋化反应

为了研究菌株 GS-1 农药降解性与其降解底物趋化性之间的关系, 分别验证了 GS-1 对三唑磷、杀

螟硫磷、辛硫磷、甲基对硫磷和毒死蜱的趋化性, 通过图 10 中可以看出, GS-1 对三唑磷产生很大的趋化圈, 趋化特性显著。GS-1 对辛硫磷、毒死蜱和杀螟硫磷产生的趋化圈较小, 显示趋化性较弱, 而对甲基对硫磷的趋化反应不明显。细菌的趋化性是细菌响应环境化学物质梯度的移动, 许多研究表明趋化物 (Chemoattractant) 能作为细菌的代谢底物, 表明细菌对污染物的趋化性和降解性之间存在密切关系。本实验结果同时也显示了降解性与其趋化性之间存在联系。

## 3 结论

1) 分离到一株三唑磷高效降解菌 GS-1, 初步鉴定为 *Diaphorobacter* sp.。

2) GS-1 能以三唑磷为唯一碳源生长, 在 12 h 内能降解 100 mg/L 的三唑磷至检测不出的水平; 降解三唑磷的最适条件为 30°C 和 pH 8.0; 该菌株还能降解杀螟硫磷、辛硫磷、甲基对硫磷和毒死蜱等有机磷农药。

3) 菌株 GS-1 降解三唑磷的过程中产生中间代谢产物苯唑醇, 36 h 后苯唑醇被完全转化。

4) GS-1 对三唑磷产生的趋化反应非常显著, 对辛硫磷、毒死蜱和杀螟硫磷产生趋化反应较弱, 对甲基对硫磷的趋化反应不明显。

表 1 菌株 GS-1 对不同有机磷农药的降解 Table 1 Degradation of different organophosphorus pesticides by strain GS-1					
农药 Pesticide	三唑磷 Triazophos	甲基对硫磷 Methyl parathion	杀螟硫磷 Sumithion	毒死蜱 Durshan	辛硫磷 Phoxim
降解效果 (%) Degradation efficiency	100	72±0.84	97±0.14	86±0.71	90±0.74

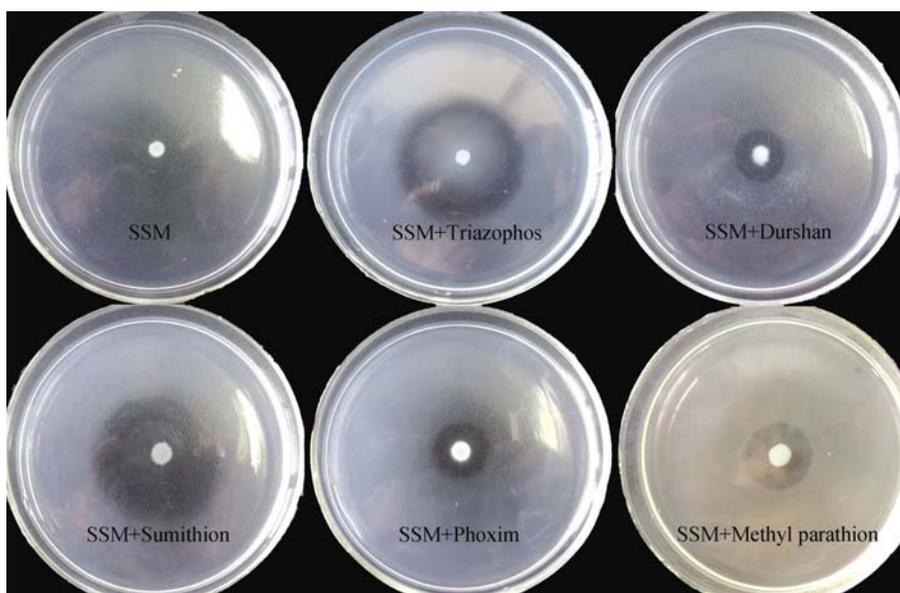


图 10 GS-1 对不同有机磷农药的趋化反应(72 h)

Fig. 10 Chemotaxis of GS-1 to different organophosphorus-pesticides (72 h)

## 参 考 文 献

- [1] 李顺鹏, 蒋建东. 农药污染土壤的微生物修复研究进展. 土壤, 2004, 36(6): 577-583.
- [2] Zhang XH, Zhang GS, Zhang ZH, *et al.* Isolation and characterization of a Dichlorvos-degrading strain DDV-1 of *Ochrobactrum* sp.. *Pedosphere*, 2006, 16(1): 64-71.
- [3] 董竞武, 肖 萍, 郑志清, 等. 三唑磷杀虫剂的亚慢性毒性研究. 环境与职业科学, 2003, 20(2): 126-128.
- [4] 倪 娜, 蒋伶活. 三唑磷降解的研究进展. 环境与健康杂志, 2008, 25(1): 90-93.
- [5] 戴青华, 张瑞福, 蒋建东, 等. 一株三唑磷降解菌 mp-4 的分离鉴定及降解特性的研究. 土壤学报, 2005, 42(1): 111-115.
- [6] 戴青华, 张瑞福, 蒋建东, 等. 三唑磷水解酶基因的克隆及水解产物的确定. 中国环境科学, 2007, 27(6): 777-780.
- [7] Wang LH, Zhang L, Chen HL. Isolation of a triazophos-degrading strain *Klebsiella* sp. E6 effectively utilizing triazophos as sole nitrogen source. *FEMS Microbiology Letters*, 2005, 253: 259-265.
- [8] Parales RE, Harwood CS. Bacterial chemotaxis to pollutants and plant-derived aromatic molecules. *Curr Opin Microbiol*, 2002, 5(3): 266-273.
- [9] 蒋建东, 张瑞福, 何 健, 等. 细菌对环境污染物的趋化性及其在生物修复中的作用. 生态学报, 2005, 25(7): 1764-1771.
- [10] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册. 北京: 科学出版社, 2001. pp.349-398.
- [11] Wilson KH, Blitchington RB, Greene RC. Amplification of bacterial 16S ribosomal DNA with polymerase chain reaction. *J Clin Microbiol*, 1990, 28: 1942-1946.

~~~~~  
(上接 p.1122)

## 征 稿 简 则

### 3.4 摘要写作注意事项

#### 3.4.1 英文摘要:

1) 建议使用第一人称, 以此可区分研究结果是引用文献还是作者得出的; 2) 建议用主动语态, 被动语态表达拖拉模糊, 尽量不用, 这样可以避免好多长句, 以求简单清晰; 3) 建议使用过去时态, 要求语法正确, 句子通顺; 4) 英文摘要的内容应与中文摘要一致, 但可比中文摘要更详尽, 写完后务必请英文较好且专业知识强的专家审阅定稿后再返回编辑部。5) 摘要中不要使用缩写语, 除非是人人皆知的, 如: DNA, ATP 等; 6) 在英文摘要中, 不要使用中文字体标点符号。

3.4.2 关键词: 应明确、具体, 一些模糊、笼统的词语最好不用, 如基因、表达.....

## 4 特别说明

### 4.1 关于测序类论文

凡涉及测定 DNA, RNA 或蛋白质序列的论文, 请先通过国际基因库 EMBL (欧洲)或 GenBank (美国)或 DDBJ(日本), 申请得到国际基因库登录号 (Accession No.)后再投来。

### 4.2 关于版权

4.2.1 本刊只接受未公开发表的文章, 请勿一稿两投。

4.2.2 凡在本刊通过审稿、同意刊出的文章, 所有形式的 (即各种文字、各种介质的)版权均属本刊编辑部所有。作者如有异议, 敬请事先声明。

4.2.3 对录用的稿件编辑部有权进行文字加工, 但如涉及内容的大量改动, 将请作者过目同意。

4.2.4 文责自负。作者必须保证论文的真实性, 因抄袭剽窃、弄虚作假等行为引发的一切后果, 由作者自负。

### 4.3 审稿程序及提前发表

4.3.1 来稿刊登与否由编委会最后审定。凡被录用的稿件将及时发出录用通知, 对不录用的稿件, 一般在收稿 1 个月之内通过 E-mail 说明原因, 打印稿不退。稿件经过初审、终审通过后, 作者根据编辑部返回的退修意见进行修改补充, 然后以投稿时的用户名和密码登陆我刊网址上传电子版修改稿, 待编辑部复审后将给作者发送稿件录用通知单, 请作者将修改稿纸稿和签字盖章后的承诺书一并寄回编辑部, 按照稿号顺序进入排队发表阶段。

4.3.2 对投稿的个人和单位一视同仁。坚持文稿质量为唯一标准, 对稿件采取择优先登的原则。如作者要求提前发表, 请在投稿的同时提出书面报告, 说明该研究成果的重要性、创新性、竞争性和提前发表的必要性, 经过我刊的严格审查并通过后, 可予提前刊出。

## 5 发表费及稿费

论文一经录用, 将在发表前根据版面收取一定的发表费并酌付稿酬、赠送样刊及单行本。

## 6 联系我们

地址: 北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部 (100101)

Tel: 010-64807511

E-mail: tongbao@im.ac.cn

网址: <http://journals.im.ac.cn/wswxtbcn>