

不同培养条件对堆肥中降解纤维素林丹复合菌系分解能力的影响

牛俊玲¹, 崔宗均², 秦莉³, 李彦明⁴, 李国学^{4*}

(1. 郑州航空工业管理学院资源与环境研究所, 郑州 450015; 2. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094;
3. 农业部环境保护科研监测所, 天津 300191; 4. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094)

摘要: 该论文作者对一组高效降解纤维素林丹的复合微生物菌系在不同培养条件下的降解能力进行了研究, 结果表明, 该复合菌系对滤纸、脱脂棉、稻秸粉和锯末等不同纤维素材料均有较强的降解能力, 但相比之下对天然纤维素含量高的碳源(如滤纸、脱脂棉)降解效果更好。最佳的碳源浓度为 0.5% 和 1%。有机复合氮源对降解效果的影响明显优于无机氮源, 氮源浓度以 0.25% 和 0.5% 为宜。它能在较大的 pH 值范围内均保持高的纤维素降解活性, 但在中性及偏碱环境中活性最强。在纤维素降解最佳的 pH 值 7~9 范围内, 也同样有利于林丹的降解, 而在纤维素降解较少的 pH 值为 10 的条件下, 林丹的降解率仍高达 49.6%。培养复合菌系的溶解氧范围以 0.07~0.13 mg/L 为宜, 最适生长和降解纤维素林丹的温度为 50~60℃。

关键词: 堆肥; 纤维素; 林丹; 复合菌系; 培养条件

中图分类号: X705

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2008)-1-0235-06

牛俊玲, 崔宗均, 秦莉, 等. 不同培养条件对堆肥中降解纤维素林丹复合菌系分解能力的影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 235-240.

Niu Junling, Cui Zongjun, Qin Li, et al. Effects of cultural conditions on the capability of complex microbial system to degrade cellulose and lindane in composting[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(1): 235-240. (in Chinese with English abstract)

0 引言

随着人口的不断膨胀, 农业废弃物, 包括稻草、谷物秸秆、水稻壳、甘蔗渣、动物粪便等; 包括废纸在内的日常生活的废弃纤维产品也越来越多, 这些原料用于生产肥料或土壤改良剂, 越来越受到人们的关注。由于纤维素具有水不溶性的高结晶结构, 外围又被木质素层包围着, 而木质素有完整坚硬的外壳, 要把它水解为可利用的糖类或细胞蛋白相当困难。所以深入研究并充分利用微生物对纤维素的降解作用, 加速木质纤维素转化为腐殖质便成为堆肥充分腐熟的关键^[1, 2]。γ-666 是工业品六六六的活性组分, 当其含量达到 99% 以上时成为林丹。虽然中国在 1984 年全面禁止生产和使用六六六, 但从 1990 年起, 中国又批准林丹有限制地在森林治虫、治蝗以及防治小麦浆虫等方面使用^[3, 4]。因此, 林丹在中国

的很多果园、棉田、麦田和稻田土壤中还有较大的残留量, 相应地会引起在粮食、蔬菜、果树中积累。因此减少此类有机氯农药在环境中的残留浓度还不容忽视。近年来一些研究表明, 土壤中存在降解六六六的微生物, 在高温厌氧和碱性厌氧条件下降解速度较快^[5-7]。鉴于有机氯产品在工农业生产中普遍应用, 所以从自然界中筛选组合有机氯类物质的高效降解菌, 对环境保护具有重要意义。

笔者曾从四种不同高温期的堆肥样品中, 经两种驯化方法、多代淘汰及其不同系之间的优化组合, 最后筛选驯化出一组能有效降解纤维素和林丹的复合微生物菌系(γ-666 是工业品六六六的活性组分, 当其含量达到 99% 以上时成为林丹)^[8, 9]。该复合系对滤纸、脱脂棉、稻秸粉和锯末等不同纤维素材料均有较强的降解能力, 在 pH 值为 7、8 和 9 的条件下林丹降解率均较高, 都达到 45% 以上, 而且在 pH 值为 6~9 之间的培养条件下, 林丹降解与滤纸降解之间有很好的 consistency。本文着重于从碳源种类、碳源浓度、氮源种类、氮源浓度、溶氧量、pH 值、温度几方面报告该复合微生物菌系的最适培养发酵条件。

1 材料与方法

1.1 菌种来源

由笔者筛选驯化的纤维素林丹降解复合菌系, 现已

收稿日期: 2006-12-27 修订日期: 2007-07-30

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2006BAD10B05); 河南省科技攻关项目(072102190009); 教育部博士点专项基金(20050019037); 农业部环境保护科研监测所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资助项目

作者简介: 牛俊玲(1972-), 女, 山西长治人, 博士, 副教授, 研究方向为固体废物处理与资源化。郑州 郑州航空工业管理学院资源与环境研究所, 450015。Email: niujl72@zzia.edu.cn

*通讯作者: 李国学(1963-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为废弃物处理与资源化。北京 中国农业大学资源与环境学院, 100094。

Email: ligx@cau.edu.cn

从该复合菌系中分离出 7 株单菌, 分别属于 *Sphingobacterium*, *Stenotrophomonas*, *Pseudoxanthomonas*, *Proteobacterium* 和 *Geobacillus* 五个属。

1.2 培养条件

蛋白胨纤维素培养基 (PCS): 0.5% 蛋白胨, 0.5% 纤维素材料, 0.5% NaCl, 0.3% CaCO₃, 0.1% 酵母粉, 自然 pH。无特别说明时, 培养液中林丹的初始浓度为 100 mg/L, 复合菌系的接种量为 5%, 在 50℃ 静止培养, 使处于 DO(溶氧量)为 0.02~0.40 mg/L 的微好氧条件^[10]。

1.3 底物碳源的种类和浓度对复合菌系降解能力的影响

1.3.1 碳源种类

分别以 0.5% 的葡萄糖、羧甲基纤维素 (CMC)、脱脂棉、滤纸、稻秸、锯末作 PCS 中的唯一碳源, 接种量为 5%, 接种后 50℃ 静止培养, 在培养的 1、3、5、7 d 分别测定纤维素酶活; 在第 5 d 测定不同碳源的降解率, 在第 7 d 测定林丹的降解率。每次取样均重复 3 次。

1.3.2 碳源浓度

分别以 0.125%, 0.25%, 0.5%, 1.0% 和 2.0% 的滤纸作为唯一碳源制作 PCS, 接种量为 5%, 50℃ 静止培养, 在培养的 1、3、5、7 d 分别测定纤维素酶活; 在第 5 d 测定滤纸失重率, 在第 7 d 测定林丹的降解率。每次取样均重复三次。

1.4 培养基中氮源的种类和浓度对复合菌系降解能力的影响

1.4.1 氮源种类

以 0.1% 的硝酸铵、尿素、硫酸铵、牛肉膏、蛋白胨、酵母粉分别作 PCS 中的氮源, 以滤纸为碳源, 接种量、培养条件同 1.3, 在第 5 d 测定滤纸失重率, 第 7 d 测定林丹的降解率。每次取样均重复 3 次。

1.4.2 氮源浓度

以 0.125%, 0.25%, 0.5%, 1.0% 和 2.0% 的酵母粉作为唯一氮源分别制作 PCS, 接种量、培养条件同 1.3, 在第 5 d 测定滤纸失重率, 在第 7 d 测定林丹的降解率。每次取样均重复 3 次。

1.5 培养温度对复合菌系降解能力的影响

以 0.5% 滤纸作碳源的 PCS, 培养温度分别设置为 30℃, 40℃, 50℃, 60℃ 和 70℃, 接种量、培养条件、取样时间与测定指标均同 1.4。

1.6 培养液的 pH 值对复合菌系降解能力的影响

以 0.5% 滤纸作碳源的 PCS, 培养液的 pH 值分别调到 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0 和 10.0, 接种量、培养条件、取样时间与测定指标均同 1.4。

1.7 培养液中的溶解氧对复合菌系降解能力的影响

取 5 支直径 6 cm 的圆柱形广口瓶, 其中加入 PCS 培养基, 液体深度分别为 2, 4, 6, 8 和 10 cm, 接种量、

培养条件、取样时间与测定指标均同 1.4。其中溶解氧量的测定用日本产 HORIBA OM-14 型 DO METER。

1.8 测定方法

1.8.1 纤维素酶活性的测定^[11]

采用 CMC 糖化力法, 将培养液直接以 3000 r/min 离心 15 min 后, 按文献[12]的方法测定。测定时, 酶促反应的温度为 60℃, 反应时间为 5 min, DNS (3,5-二硝基水杨酸) 显色时间为 5 min, 测定波长为 490 nm。使用仪器为 Varian 公司的 CARY100Bio 型分光光度计。

1.8.2 纤维素材料降解率的测定

将培养液直接以 3000 r/min 离心, 倒上清液, 用盐酸和硝酸的混合液冲洗消除菌体^[13], 离心, 清水洗, 离心, 105℃ 烘干后称重, 计算减重和降解率。

1.8.3 林丹降解率的测定^[14]

将加林丹处理发酵的培养液采用丙酮-石油醚提取, 浓硫酸净化, 惠普 HP-4890D 型气相色谱仪测定, 测定条件为 Equity-5 型毛细管柱, 长 30 m, 直径 0.32, 柱温 120℃ 5 min, 程序升温至 260℃, 升温速度 20℃/min, 进样口温度 280℃, 电子捕获检测器, 温度为 280℃, 保留时间 22 min。

林丹降解率% =

$$\frac{\text{对照培养液中的含量} - \text{发酵液中的含量}}{\text{对照培养液中的含量}} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 底物碳源的种类和浓度对复合菌系降解能力的影响

2.1.1 不同碳源种类的影响

分别以葡萄糖、羧甲基纤维素 (CMC)、滤纸、脱脂棉、稻秸粉和锯末作为唯一碳源进行试验, 结果表明 (图 1, 2), 该复合菌系在所有供试纤维素材料的培养液中均能生长, 但对不同材料的降解及其所产生的纤维素酶活性有很大差别。6 种纤维素材料中, 复合菌系对滤纸和脱脂棉的降解能力较高, 两者的纤维素酶活在第 5 d 都达到高峰, 达到 40 U 以上, 此后下降。锯末、CMC 和葡萄糖作为碳源时, 测得的纤维素酶活很低, 仅有 10 U 左右, 稻秸作为碳源时的活性介于前两类物质的中间。用减重的方法对降解率进行测定时, 5 d 内 95% 以上的脱脂棉和滤纸已降解消失, 稻秸降解率也达到 50% 以上, 而锯末只降解了 23.5% (图 2)。可见, 该复合菌系对各种纤维素材料的降解效果与材料中纤维素含量的高低成正比, 对天然纤维素含量高的脱脂棉和滤纸降解率高, 对纤维素含量较低, 木质素含量相对较高的锯末降解能力最低。

测定不同碳源条件下复合菌系对林丹的降解能力, 结果表明 (图 2), 以滤纸和葡萄糖为碳源处理的发酵液中林丹的降解率较高, 都达到了 50% 以上, 其次是脱脂

棉和稻秸，分别为 38.3%和 21.6%，CMC 和锯末为碳源时林丹的降解率最低，仅有 10%左右。上述试验结果表明，复合菌系对林丹的降解在一定程度上与其对纤维素物质的降解一致，复合菌系对纤维素物质进行降解利用越多，对林丹的降解作用越强。但在更易利用的糖源（如葡萄糖）存在时，对林丹的降解不受影响，但会影响复合系对纤维素的降解。

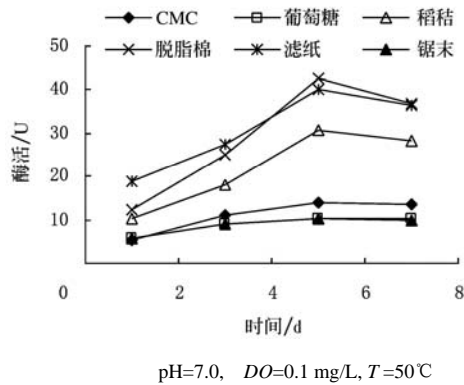


图 1 不同碳源对纤维素酶活的影响

Fig.1 Effects of different carbon sources on the cellulase activity

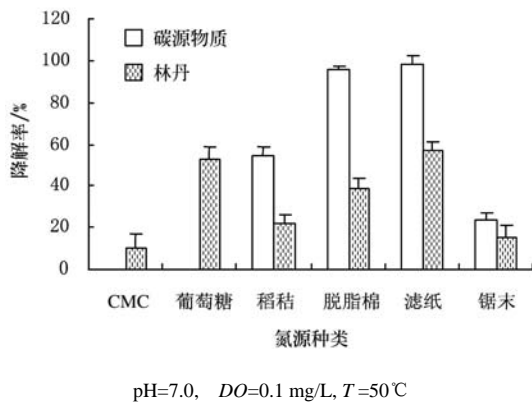


图 2 复合菌系对不同碳源和林丹的降解率

Fig.2 Effects of complex microbial system on degradation ratios of different carbon sources and lindane

2.1.2 不同碳源浓度的影响

以滤纸作为碳源研究复合菌系在不同碳源浓度下的纤维素酶活变化，结果见图 3。从图中可以看出，各处理的纤维素酶活随着培养时间迅速增加，到 5 d 达到最高值，以后逐渐下降。其中以 1%浓度碳源条件下的纤维素酶活最高，在接种第 5 d 达到 48.2 U；其次分别为 0.5%、0.25%、2%和 0.125%。这与王伟东等（2004）^[15]筛选的纤维素降解复合菌系的试验结果不同，在他们的试验中，以 0.25%的碳源浓度条件下的纤维素酶活最高，随着滤纸质量增加，纤维素酶活降低。而本试验中，纤维素酶活最高时的碳源浓度为 1%，其次为 0.5%，碳源浓度过高或过低都不利于纤维素酶活性的产生。

从图 4 可以看出，在不同碳源浓度下，滤纸降解率以 0.5%的最高，5 d 减重 98.3%，其次分别为 1%和 0.25%，降解率均达到 90%以上，而碳源浓度为 2%和 0.125%条件下的降解率较低，均低于 60%。可见在发酵液中，纤维素酶活和滤纸的降解率有较好的一致性，均可以反映复合菌系对纤维素物质的降解程度。在不同碳源浓度条件下林丹的降解率与滤纸降解率规律基本一致（图 4），在 0.25%、0.5%和 1%浓度条件下，林丹降解率均较高，分别为 50.7%、57.4%和 56.9%。在 0.125%和 2%条件下，林丹降解率分别为 30.8%和 40.2%。

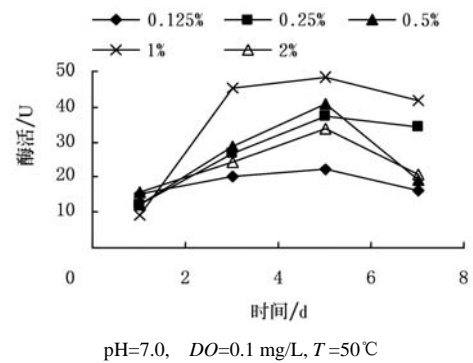


图 3 不同碳源浓度对纤维素酶活的影响

Fig. 3 Effects of different carbon source concentrations on the cellulase activity

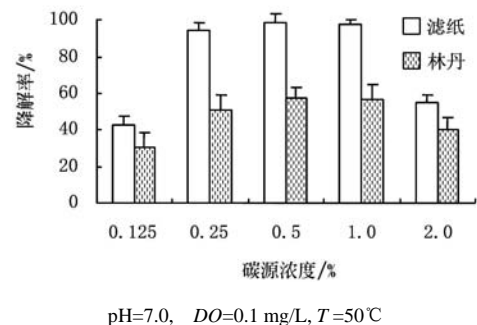


图 4 不同碳源浓度对滤纸和林丹降解率的影响

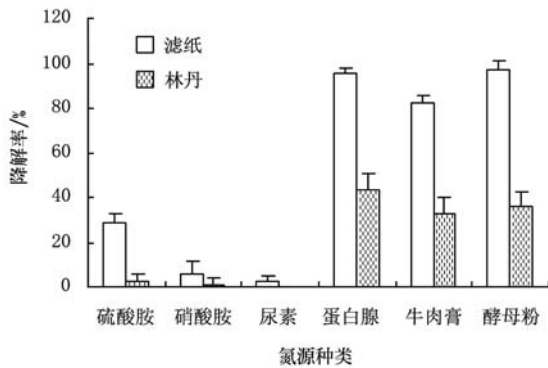
Fig.4 Effects of different carbon sources on degradation ratios of filter paper and lindane under different cellulose concentrations

2.2 培养基中氮源的种类和浓度对复合菌系降解能力的影响

2.2.1 不同氮源种类的影响

分别以硫酸铵、硝酸铵、尿素、牛肉膏、蛋白胨、酵母粉作为 PCS 培养基中的氮源对复合菌系进行培养，结果表明（图 5），有机氮源（酵母粉、蛋白胨、牛肉膏）明显优于无机氮源（硫酸铵、尿素、硝酸铵）；且不同有机复合氮源之间的差异不大，而无机氮源不同处理间差异较大。有机氮源中以酵母粉培养条件下的滤纸降解率最高，达到 97.3%，蛋白胨培养条件下的林丹降解率最高，达到 42.9%。无机氮源中以硫酸铵条件下的滤纸和林丹降

解率较高，其降解效果处于有机氮源与其他两种无机氮源（硝酸铵和尿素）之间。可见此复合系适宜的氮源为有机氮。这与前人在一些纤维素降解研究时多利用的无机氮源不同^[12, 16]。



pH=7.0, DO=0.1 mg/L, T=50°C

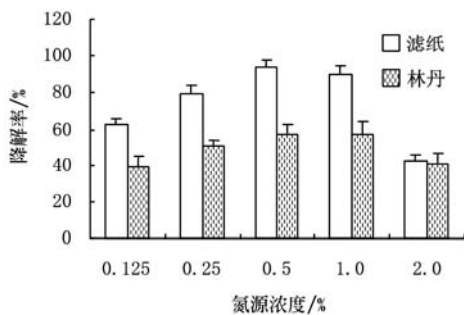
注：在培养第 5 d 测滤纸降解率，第 7 d 测林丹的降解率

图 5 不同氮源对滤纸和林丹降解率的影响

Fig. 5 Degradation ratios of filter paper and lindane under different N sources

2.2.2 不同氮源浓度的影响

以酵母粉作为唯一氮源研究复合菌系在不同氮源浓度下对滤纸和林丹的降解率，结果见图 6。从图中可以看出，在氮源浓度 0.5% 的条件下滤纸降解率最高，5 d 减重 93.8%，其次分别为 1% 和 0.25%，降解率分别为 89.5% 和 79.7%，而氮源浓度为 2% 条件下，滤纸的降解率最低，仅为 42.5%。林丹的降解率与滤纸的降解规律不太一致，在 0.5% 和 1% 浓度条件下，林丹降解率均较高，分别为 57.4% 和 56.9%，而在滤纸降解率较低的 0.125% 和 2% 氮源浓度下，林丹降解率仍都在 40% 左右。可见在酵母粉作为唯一氮源及本试验浓度梯度条件下，对复合菌系降解林丹的能力影响要比在不同碳源浓度条件下的影响小。



pH=7.0, DO=0.1 mg/L, T=50°C

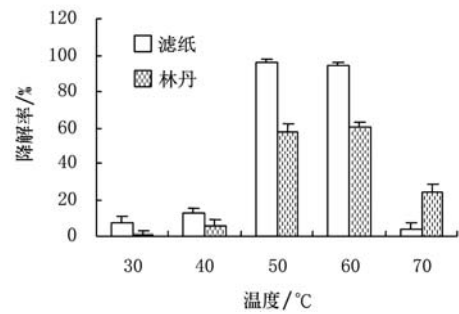
注：在培养第 5 d 测滤纸降解率，第 7 d 测林丹的降解率

图 6 不同氮源浓度对滤纸和林丹降解率的影响

Fig. 6 Degradation ratios of filter paper and lindane under different N concentrations

2.3 不同培养温度对复合菌系降解能力的影响

不同培养温度下复合菌系的降解能力见图 7。在培养温度为 30°C 和 40°C 时，复合菌系虽然有一定的生长量，但对滤纸和林丹的降解率极低，随着培养温度的提高，复合菌系的降解能力迅速提高，在 50°C 和 60°C 培养条件下的降解率达到最高，在此条件下，5 d 时滤纸降解率均达到 95% 左右，7 d 时林丹降解率也都达到 50% 以上。当温度超过 60°C 时，降解率急剧下降，到 70°C 时几乎停止生长。因此，本复合系适宜的培养温度为 50~60°C。



pH=7.0, DO=0.1 mg/L

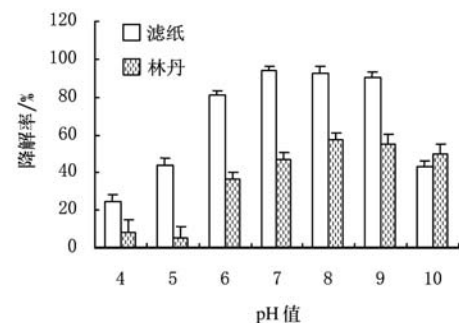
注：在培养第 5 d 测滤纸降解率，第 7 d 测林丹的降解率

图 7 不同培养温度对滤纸和林丹降解率的影响

Fig. 7 Degradation ratios of filter paper and lindane under different temperatures

2.4 不同 pH 值对复合菌系降解能力的影响

该复合菌系在不同初始 pH 条件下对滤纸的降解情况见图 8，从图中可以看出，在 pH 7~9 条件下，5 d 内滤纸的降解率都达到了 90% 以上，pH 6 处理的次之，pH 4、pH 5 和 pH 10 处理的滤纸降解率明显较低，均在 50% 以下。对不同初始 pH 条件下林丹降解率的测定结果表明(图 8)，初始 pH 值为 8 和 9 时林丹的降解率较高，达到了 50% 以上，其次是 pH 10、pH 7 和 pH 6，而 pH 4 和 pH 5 条件下林丹降解很少。可见在发酵过程中，在纤维素降解最佳的 pH 7~9 范围内，也同样有利于林丹的降解，而在纤维素降解较少的 pH 10 处理条件下，林丹的降解率高达 49.6%，这主要是由于在发酵初期培养液即处在碱性条件下，林丹脱氯较多造成的。



DO=0.1 mg/L, T=50°C

注：在培养第 5 d 测滤纸降解率，第 7 d 测林丹的降解率

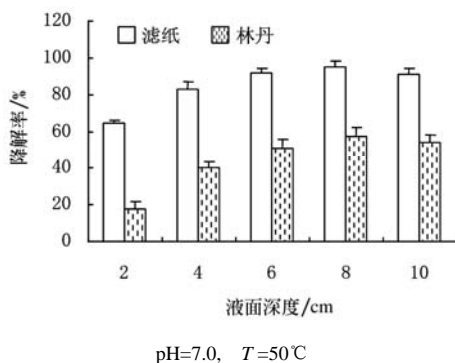
图 8 不同初始 pH 值对滤纸和林丹降解率的影响

Fig. 8 Degradation ratios of filter paper and lindane

under different initial pH values

2.5 不同溶氧量对复合菌系降解能力的影响

经测定, 在直径为 6 cm 的圆柱形广口瓶中加入深度分别为 2, 4, 6, 8 和 10 cm 的 PCS 培养基时, 液体培养基中的溶解氧分别为 0.24, 0.16, 0.13, 0.09 和 0.07 mg/L。从图 9 可以看出, 当液体深度为 6、8 和 10 cm 时, 滤纸的降解率均超过了 90%, 其中液体深度 8 cm 时的降解率最高, 达到了 95.3%。从图中也可以看出, 林丹的降解率与滤纸的降解率基本一致, 液体深度为 8 cm 时的林丹降解率也是最高, 达到 57.4%, 液体深度为 10 cm 和 6 cm 的处理次之, 但也都达到了 50% 以上。从上述结果可以看出, 复合菌系适宜的溶氧量范围应以 0.07~0.13 mg/L 为宜。这不同于以往的纤维素降解研究中细菌多为厌氧培养^[17], 而与崔宗均等的纤维素降解复合菌系的培养条件较为一致^[10]。



注: 在培养第 5 d 测滤纸降解率, 第 7 d 测林丹的降解率

图 9 不同溶解氧对滤纸和林丹降解率的影响

Fig. 9 Degradation ratios of filter paper and lindane under different DO values

3 结论

1) 不同种类的碳源中可直接利用的天然纤维素含量越高, 纤维素酶的活性越高, 反之亦然。说明天然纤维素对该复合菌系产纤维素酶有良好的诱导作用。复合菌系对纤维素物质进行降解利用越多, 对林丹的降解作用越强。在更易利用的糖源(如葡萄糖)存在时, 对林丹的降解不受影响, 但对复合菌系对纤维素的降解有影响。另外, 碳源浓度为 0.5% 和 1% 时复合菌系的降解能力较强。产酶高峰期出现在发酵第 5 d。

2) 有机复合氮源对降解效果的影响明显优于无机氮源。有机氮源中不同处理间的差异不大, 无机氮源中各处理间差异明显, 其中以硫酸铵的降解效果最好。该复合系对氮源浓度的要求比对碳源要严格, 以 0.25% 和 0.5% 为宜, 过高或过低都明显抑制其对纤维素和林丹的降解效果。

3) 虽然该复合菌系在 30~60℃ 之间均能良好生长, 但其最适生长和降解纤维素林丹的温度均为 50~60℃。

4) 该复合系能在较大的 pH 值范围内均保持高的纤维素降解活性, 但在中性及偏碱环境中活性最强。在纤维素降解最佳的 pH 7~9 范围内, 也同样有利于林丹的降解, 而在纤维素降解较少的 pH 10 处理条件下, 林丹的降解率高达 49.6%。

5) 在液体发酵条件下, 发酵液中的溶氧量直接影响复合系对纤维素和林丹的降解效果。此复合系具有在较低的溶氧量范围内能保持纤维素降解能力。复合系适宜的降解纤维素林丹的溶氧量范围应以 0.07~0.13 mg/L 为宜。

[参 考 文 献]

- [1] 李国学, 张福锁. 固体废物堆肥化与有机复混肥生产[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 75-98.
- [2] Tuomela M, Vikman M, Halakka A, et al. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review[J]. *Bioresource Technology*, 2000, 72 (2): 169-183.
- [3] 夏家淇主编. 土壤环境质量标准详解[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996.
- [4] 江孝焯, 李瑞琴, 江希流. 施用林丹跟踪监测研究[J]. *农业环境保护*, 1994, 13 (6): 252-255.
- [5] 沈德中. 污染物的原位生物处理-生物清消技术[J]. *环境科学进展*, 1993, 1 (5): 56-59.
- [6] Michel F C. Microbial degradation and humification of the lawn care pesticide 2,4 - dichlorophenoxyacetic acid during the composting of yard trimmings[J]. *Appl Environ Microbiol*, 1995, 61 (7): 2566-2571.
- [7] 李国学, 孙 英. 高温堆肥对六六六 (HCH) 和滴滴涕 (DDT) 的降解作用研究[J]. *农业环境保护*, 2000, 19 (3): 141-144.
- [8] 牛俊玲, 李国学, 崔宗均, 等. 堆肥中高效降解纤维素林丹复合菌系的构建及功能研究[J]. *环境科学*, 2005, 26 (4): 186-190.
- [9] 牛俊玲, 崔宗均, 李国学, 等. 高温堆肥中复合菌系对木质纤维素和林丹降解效果的研究[J]. *农业环境科学学报*, 2005, 24 (2): 375-379.
- [10] 崔宗均, 朴 哲, 王伟东, 等. 一组高效稳定纤维素降解菌复合系 MC1 的产酶条件[J]. *农业环境科学学报*, 2004, 23 (2): 296-299.
- [11] 朴 哲, 崔宗均, 苏宝林, 等. 一组高效稳定纤维素降解菌复合系 MC1 的酶活特性[J]. *中国农业大学学报*, 2003, 8(3): 74-79.
- [12] 山田秀明, 别府辉彦, 深沢俊夫 编. 微生物の機能開発[M]. 学会出版センター, 東京, 1998: 3-12.
- [13] Updegraff D M. Semimicro determination of cellulose in biological materials[J]. *Analytical Biochemistry*, 1969, 32(3): 420-424.
- [14] 中国国家环保局, 中国国家技术监督局. 生物质量: 六六六和滴滴涕的气相色谱测定法. 中华人民共和国国家标准 (GB/T 14551-93) [S]. 北京: 中国标准出版社, 1994: 1-7.

- [15] 王伟东, 崔宗均, 牛俊玲, 等. 一组木质纤维素降解菌复合系的筛选及培养条件对降解活性的影响. 中国农业大学学报[J], 2002, (5): 7—15.
- [16] Johnson E A, Sakajoh M, Halliwell G, et al. Saccharification of complex cellulosic substrates by the cellulase system from *Clostridium thermocellum*[J]. Appl Environ Microbiol, 1982, 43(4):1125—1132.
- [17] Schwarz W H. The cellulosome and cellulose degradation by anaerobic bacteria[J]. Appl Microbiol Biotechnol., 2001, 56(3): 634—649.

Effects of cultural conditions on the capability of complex microbial system to degrade cellulose and lindane in composting

Niu Junling¹, Cui Zongjun², Qin Li³, Li Yanming⁴, Li Guoxue^{4*}

(1. Institute of Resources and Environmental Science, Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management, Zhengzhou 450015, China;

2. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

3. Agro-Environmental Protection Institute of MOA, Tianjin 300191, China; 4. College of Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: The degrading capability of a high-efficient complex microbial system to degrade cellulose and lindane was tested under different cultivating conditions. The results show that the complex microbial system can decompose filter paper, absorbent cotton, rice straw powder and sawdust effectively, especially has high degrading activity for the materials with higher native cellulose such as filter paper and absorbent cotton. The more cellulose was decomposed, the more lindane was degraded. The optimum concentrations of carbon were 0.5% and 1%. The organic nitrogen source was much better than inorganic nitrogen source on the degrading effect. The demand of nitrogen concentration for the microbial system was stricter for that of carbon, and the optimum concentrations were 0.25% and 0.5%. The complex microbial system can also keep a higher degrading capability in a wider range of pH value. Filter paper and lindane can be degraded effectively by the complex microbial system during pH 7~9 which also was the optimum condition of cellulose degrading, and in the condition of pH 10, the degradation ratio of lindane reached 49.62%, much more than that of cellulose. The optimum oxygen concentration was 0.07~0.13 mg/L, and the most adaptable temperature was 50~60°C.

Key words: compost; cellulose; lindane; complex microbial system; cultural condition