

施加有机降解菌制剂虾池底质中有机碳和总氮的变化^{*}

苏跃朋 马 甡 董双林

(青岛海洋大学海水养殖教育部重点实验室 青岛 266003)

摘要 2001年7月至10月,进行了有机降解菌制剂改良底质的应用实验,测定了底质有机污染指标:有机碳和总氮。结果显示,有机碳未出现积累,对照组与处理组差异显著($P < 0.001$),有机降解菌降解有机碳效果显著;总氮出现积累现象,处理组与实验组之间差异不显著;碳氮比在底质中呈下降趋势。

关键词 对虾养殖,底质,围隔,有机降解菌,有机碳,总氮

中图分类号 S968.22 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3096(2003)01-0061-04

对虾养殖中,封闭式精养模式已经受到广泛重视^[1-2]。此种模式下,底质作为氮、磷、碳等营养元素的富集库,对虾觅食、潜底和休息的场所,直接影响到对虾生存的内外环境^[2,3],成为养殖环境调控中的首要因素。底质改良剂则应运而生^[4,5]。本文通过施加有机降解菌制剂等方法,对比研究了底质中有机污染指标有机碳和总氮的变化,以期对虾池底质改良的探索提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 实验围隔

2001年3月,在山东乳山第一对虾养殖场,建立9个实验围隔(5 m×5 m),水深1.5 m,底质类型为泥砂型,养殖品种为中国对虾(*Penaeus chinensis*),放养密度60尾/m²,围隔配以ACO-009型充气泵,设置投饵盘。其中V1, V2, V3三个实验围隔为对照组, VⅠ, VⅡ, VⅢ施加有机降解菌制剂,作为第1处理, VⅣ, VⅤ, VⅥ施加有机降解菌制剂同时配以BIO ENERGIZER营养剂,作为第2处理。

1.2 有机降解菌制剂

有机降解菌菌株为3株芽孢杆菌SPM2, SPW3, 3041^①,分别经发酵、沉积法收集菌体后,与多孔沸石固定化后制成固体菌剂。于第一次采样后施加200 g/围隔,10 d后追加100 g/围隔,随实验进行逐次施加50 g/围

隔,直至收虾。

1.3 BIO ENERGIZER 营养剂^②

2001年4月,在不同浓度BIO ENERGIZER营养剂培养下,经平板记数法、吸光光度法,测得该制剂对3株有机降解菌有明显促生长效果,得到最佳配比。围隔实验中,将BIO ENERGIZER营养剂按最佳配比配合有机降解菌制剂泼洒于处理2中。

1.4 采样及测定方法

于2001年7月至10月,每10 d采样1次。取亚表层0.5 cm处的样品,经80℃恒温烘干、研碎、过100目筛后,储存于采样瓶后置于干燥器中保存,统一经TOC-5000A有机碳测定仪测定总碳(TC)和有机碳(TOC)。总氮(TN)测定采用改进的凯氏定氮法^[6]:0.5 g样品加7 mL浓硫酸和硫酸铜硒粉混合催化剂,密封于消化罐中200℃消化2 h。冷却至室温后分多次用总量为100 mL的水洗出,抽滤过0.45 μm的滤膜,

^{*} 国家重点基础研究规划项目(G1999012012)“环境胁迫对对虾抗病力的影响及其人工调控”课题和教育部骨干教师基金资助。

第一作者:苏跃朋,出生于1978年,硕士研究生,从事海水养殖方向研究。Email: sua@sina.com

①此3株有机降解菌降解力实验实验室部分已由青岛海洋大学微生物教研室俞勇、吕艳等完成发表。

②该制剂为美国BIO HUMA NETICS公司产品。

收稿日期:2002-01-07;修回日期:2002-07-20

滤液用水定容至 500 mL, 次溴酸氧化法测定铵根离子, 转换成底质总氮含量。

2 结果和讨论

有机碳含量从表 1 可以看出, 对照组有机碳波动在 0.249 % ~ 1.377 % 之间, 平均为 0.728 %; 处理一组波动在 0.194 % ~ 0.837 % 之间, 平均为 0.448 %; 处理二组波动在 0.203 % ~ 0.765 % 之间, 平均为 0.418 %。对照组有机碳含量高于处理组, 分别为处理组的 1.6 和 1.7 倍。进行两因素可重复方差分析可知, 对照组与处理组间有机碳含量差异显著。分析如下: 以每个围隔为实验单元, 3 个围隔为一组重复, 为消除采样时间的影响, 将处理与时间作为两个因素, 进行两因素可重复方差分析, 可得时间水平上差异不显著 ($P > 0.05$), 处理水平间差异极显著 ($P < 0.001$), 两者交互效应不显著, 则时间因素被排除, 不同处理则为有机碳含量差异显著的主要因素, 从而证明有机降解菌对有机碳的效果显著。

Ayub 1994 年, Green 1995 年发现池塘养鱼过程中表层 5 cm 底质中有机碳会逐渐积累, 周一兵^[7]在研究移植了日本沙蚕的虾池能量收支中, 计算得出, 平均有 24.5 % 的有机质沉积于池底, 可见有机质积累现象在养殖池塘中较为明显。本实验中, 处理组中施用有机降解菌制剂, 加速了沉积有机物的降解, 有机碳含量低于实验组, 有机降解菌对虾池底质有机碳的降解效果显著。此外, 采用投饵盘投喂, 根据剩饵情况及时

表 1 各实验围隔底质中 TOC 和 TN 的百分含量
Tab.1 The percent of TOC and TN in substrac of *P. chinensis* enclosures

围隔	TOC	TN
V1	0.249 $\frac{0.628}{(9)}$ 0.799	0.02 $\frac{0.093}{(7)}$ 0.23
V2	0.519 $\frac{0.916}{(9)}$ 1.377	0.012 $\frac{0.059}{(7)}$ 0.123
V3	0.394 $\frac{0.639}{(9)}$ 0.818	0.012 $\frac{0.06}{(7)}$ 0.19
VI1	0.194 $\frac{0.406}{(9)}$ 0.657	0.018 $\frac{0.081}{(7)}$ 0.181
VI2	0.195 $\frac{0.432}{(9)}$ 0.612	0.016 $\frac{0.088}{(7)}$ 0.228
VI3	0.248 $\frac{0.506}{(9)}$ 0.837	0.02 $\frac{0.074}{(7)}$ 0.195
VII1	0.203 $\frac{0.362}{(9)}$ 0.701	0.017 $\frac{0.068}{(7)}$ 0.174
VII2	0.35 $\frac{0.454}{(9)}$ 0.712	0.016 $\frac{0.081}{(7)}$ 0.2
VII3	0.21 $\frac{0.438}{(9)}$ 0.765	0.008 $\frac{0.075}{(7)}$ 0.195

注: “—” 两端 上方及下方数据分别为波动范围、平均值及数据个数

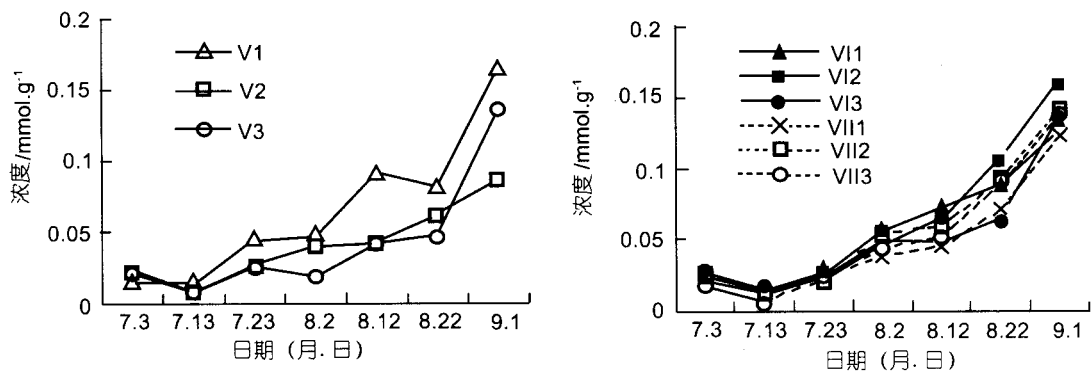


图 1 总氮因子的变化趋势

Fig.1 Variations of the concentration of phosphorus in substrac of *P. chinensis* enclosures

V1, V2, V3 为对照组围隔; VI1, VI2, VI3 和 VII1, VII2, VII3 分别为两处理组围隔

Three enclosures V1, V2, V3 served as the control; VI1, VI2, VI3 and VII1, VII2, VII3 were experimental units

调整投饵量,定时开放增氧机等,也减弱了有机碳的积累效应。实验期间未施用有机肥料也是减弱有机碳积累的一个因子^[8]。

对照组与处理组总氮百分含量差异不显著 ($P > 0.05$ 表1)。结合图1可以看出总氮在养殖期间呈现急剧上升趋势,10 d 平均累积率 $K_V = 83.54\%$ (标准差 $S = 0.8619$), $K_{VI} = 66.09\%$ ($S = 0.3844$), $K_{VII} = 81.21\%$ ($S = 0.7726$), 对照组与处理组差异不显著。对照组总氮平均含量为 0.050 mmol/g , 处理组总氮含量分别为 0.058 mmol/g 和 0.053 mmol/g , 养殖期间,处理组对虾长势良好,投饵量高于对照组,所以总氮平均含量略高于对照组。

相对于有机碳,总氮表现为急剧增长趋势,据袁有宪^[9]、杨逸萍^[10]等统计,投入虾池中的粗蛋白被对虾利用的仅为 8.4% , 而 91.4% 的蛋白要留在虾池中。这些残留氮的 $8\% \sim 12\%$ 留在水体中,而 $62\% \sim 68\%$ 沉积于底质中。与虾池结果相似,Riise^[11] 对养鱼池塘的研究发现人工投饵中氮素的 60% 沉积于池底。本实验结果进一步显示,在养虾池养殖中后期,氮

的累积效果十分显著,底质中总氮含量上升 20 倍,氮磷比从开始的 0.76 (摩尔含量比 $S = 0.1488$) 上升到养殖后期的 4.66 ($S = 0.9007$), 总氮 10 d 累积速率 K 平均值为 0.769 , 在养殖中后期短时期内,氮相对于有机碳和磷因子显著积累,为沉积环境的主要污染物。实验中,处理组与对照组差异不显著。分析原因可能有以下两点: 处理组中加入有机降解菌制剂的量较少,加之有机降解菌对于环境的竞争力小于虾池土著菌,不能成为虾池中优势菌群,其降解有机氮化物的效力未显示出来;再者,对氮污染的处理中,硝化作用同时伴随有反硝化作用,例如 Arbiy^[12] 在利用生物流化床处理氮污染的过程中,即发现反硝化作用在硝化作用的同时也被显著的提高了,两过程相伴,掩盖了有机降解菌的降解能力。

刘国才^[13] 2000 年在研究围隔水质有机碳库时发现悬浮颗粒有机物的碳氮比有随养殖时间推移呈逐渐降低的趋势。图2中显示底质中的总碳与总氮比值 [$m(C):m(N)$] 下降趋势显著,对照组碳氮比平均值从开始的 20.7 下降到 5.7 , 下降为原来的 27.5% ; 处理一组从

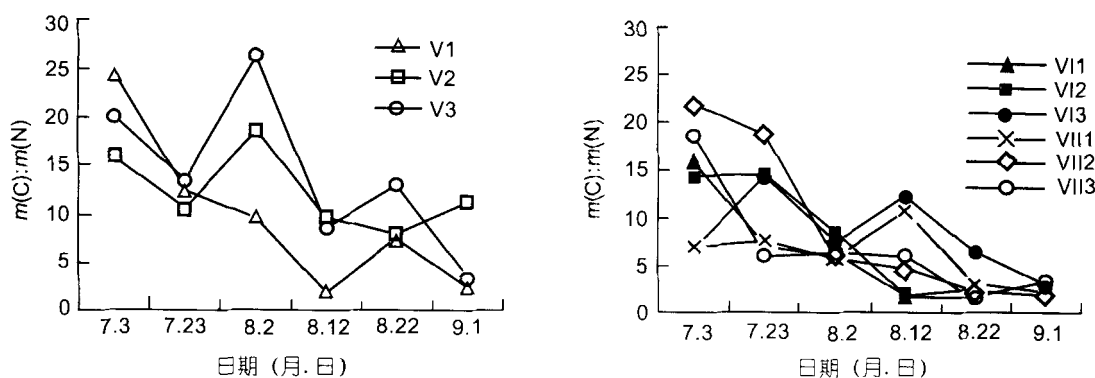


图2 $m(C):m(N)$ 变化趋势

Fig.2 Variations of $m(C):m(N)$ ratio in substrate of *P. chinensis* enclosures during shrimp culture

V1, V2, V3 为对照组围隔; VI1, VI2, VI3 和 VII1, VII2, VII3 分别为两处理组围隔

Three enclosures V1, V2, V3 served as the control; VI1, VI2, VI3 and VII1, VII2, VII3 were experimental units

12.3 下降到 2.9 , 下降为原来的 23.5% ; 处理二组从 15.8 下降到 2.5 , 下降为原来的 15.8% 。处理组与对照组间碳氮比下降率的差异主要由于总碳的差异所致。Bratbak^[14] 研究指出, 细菌利用有机质适宜碳氮比为 $4.5 \sim 6.7$ 。则底质中高的碳氮比有利于细菌大量降解有机质营养成分, 促使碳氮比向低方向转化。

参考文献

- 李德尚. 对虾池封闭式综合养殖的研究. 海洋科学, 2000, 24(6): 55-55
- 丁美丽. 有机污染对中国对虾体内外环境影响的研究. 海洋与湖沼, 1997, 28(1): 7-11
- 江玉. 养殖生态环境的优化措施. 齐鲁渔业, 2000,

- 17(5) :38 - 39
- 4 李卓佳 . 有益活性微生物在对虾健康养殖中的应用 . 中国水产 ,1999(11) :34 - 35
- 5 阮金山 . 水质、底质改良剂在虾池的应用研究 . 福建水产 ,1994(1) :8 - 12
- 6 刘宗柱 . 凯氏定氮法测定牙鲆肌肉粗蛋白含量方法的改进 . 海洋科学 ,1999,23(6) :1 - 3
- 7 周一兵 . 虾池生态系能量收支和流动的初步分析 . 生态学报 ,2000 , 20 (3) :474 - 481
- 8 王岩 . 不同养殖方式对海水实验围隔底泥中氮、磷和有机碳含量的影响 . 海洋科学 ,1999 , 23(4) : 1 - 2
- 9 袁有宪 . 对虾养殖池沉积环境中 TOC、TP、TN和 pH垂直分布 . 海洋与湖沼 ,1999,23(4) :363 - 368
- 10 杨逸萍 . 精养虾池主要水化学因子变化规律和氮的收支 . 海洋科学 ,1999,23(1) :15 - 17
- 11 Riise . Benthic metabolism and the effects of bioturbation in a fertilized polyculture fish pond in northeast Thailand . Aquaculture ,1996 , 150(1997) :45 - 62
- 12 Arbiv . Performance of a treatment system for inorganic nitrogen removal in intensive aquaculture systems . Aquacultural Engineering , 1995 , 14(2) :189 - 203
- 13 刘国才 . 虾池生态系各有机碳库的储量 . 生态学报 ,2000 , 20(6) :1 056 - 1 060
- 14 Bratbak G . Bacterial biovolume and biomass estimations . Appl Environ Microbiol , 1985 ,49(6) :1 488 - 1 498

VARATIONS OF TOC AND TN FACTORS OF SEDI MENIS IN SHRI MP CULTURE PONDS BY APPLYING BIO- DEGRADING BACTERIA

SU Yue-Peng MA Shen DONG Shuang-Lin

(The Key Labomtony of Mariculture , Ministry of Education , Ocean University of Qingdao , Qingdao , 266003)

Received : Jan . , 7 , 2002

Key Words : Mariculture , Sedi ments enclosures , Biodegrading bacteria , TOC , TN

Abstract

From July to October of 2001 ,a test was carried out in sediment of shrimp pond by applying biodegrading bacteria and by measuring two organic-pollution factors of TOC and TN. The result indicated that TOC did not accumulate and the degrading effect of biodegrading bacteria was prominent ($P < 0.001$) ; TN showed a significant course of sedimentation ; C/N showed a significantly decreasing tendency .

(本文编辑 :李本川)