

研究简报

# 利用光合细菌提高淡水养殖 池塘生态能量转换效率

## INCREASING ECOLOGICAL ENERGY CONVERSION EFFICIENCY IN FRESHWATER CULTURE PONDS WITH PHOTOSYNTHETIC BACTERIA

王育锋 彭秀真 周嗣泉 张建东 陈述江

(山东省淡水水产研究所, 济南 250117)

Wang Yufeng, Peng Xiuzhen, Zhou Siqian, Zhang

Jiandong and Chen Shujiang

(*Freshwater Fisheries Research Institute of Shandong Province, Jinan 250117*)

**关键词** 光合细菌, 池塘, 生态能量, 转换效率

**KEYWORDS** photosynthetic bacteria, ponds, ecological energy, conversion efficiency

投饵施肥是池塘精养高产的主要技术措施, 但随着投入有机质的积累, 养殖池塘中普遍存在着的“能量陷阱”效应已影响到池塘生态能量转换效率的提高。本研究利用了光合细菌(PSB)所具有的独特生理功能和生态习性, 通过改善养殖生态环境条件和提高养殖对象整体营养水平, 促进了池塘生态系统的物质循环, 提高了其生态能量转换效率。1989年7月至1991年10月的研究表明, 试验组生态能量转换效率比对照组分别提高了23.9~170.5%。

### 一、材料与方 法

1. 光合细菌及施菌方式 采用球形红假单胞菌和沼泽红假单胞菌等菌种扩大培养的菌液, 其细菌密度为43亿个/ml以上。三种施菌方式: ①饲料添加, 试验组所用精饲料组成及用量与对照组相同, 唯试验组每公斤精饲料以喷拌方式均匀添加86~129亿个菌体, 现场喷拌投喂 ②全池泼洒, 将原菌液按每立方米养殖水体含PSB菌100亿个以上的用量, 以300~500倍池水稀释后, 现场泼洒试验池中[小川静夫, 1985]。③加压底施, 利用光合细菌加压底施机, 按每平方米池底施菌100亿个的浓度, 将原菌液现场稀释300倍以上, 随即加压, 均匀施于试验池底部。

2. 池塘与鱼苗、种放养 分别对位于泰安、济宁等地的5个参试点、23个池塘(试验池计241.1公亩,对照池计218.7公亩),以鱼苗培育、鱼种培育、成鱼养殖、鱼贝套养四种养殖形式进行试验。各试验点参试池塘的水深、底泥厚等条件相近(表1)。放养的苗种种类及配比,密度、规格和时间亦相同。

表1 各试验池情况  
Table 1 Conditions of each pond

试点与代号	试 验 池				对 照 池			
	个数	面 积 (公亩)	平均水深 (米)	底泥厚 (厘米)	个数	面 积 (公亩)	平均水深 (米)	底泥厚 (厘米)
泰安,太苗	3	42.0	1.3~1.5	25	3	50.7	1.3~1.5	25
泰安,太种	3	42.0	1.5~1.6	25~30	3	50.7	1.5~1.7	25
济宁,任种	4	57.1	0.6~0.8	30~40	1	14.3	0.76	30
东平,东鱼贝	2	73.3	2.3	20	2	73.3	2.3	20
禹城,禹成鱼	1	26.7	1.5~2.0	30	1	26.7	1.5~2.0	30
合 计	13	241.1	—	—	10	218.7	—	—

3. 池塘主要生态因子测定 试验期间对各有关池的水温、pH值、DO、COD、总磷、氨氮;底泥中的 $H_2S$ 、全磷、全氮、微生物总量以及池水浮游植物、浮游动物等多项生态因子做了同步测定。其中pH采用29型酸度计测定;DO用碘量法;COD用碱性高锰酸钾法;铵氮用奈氏试剂反应比色法;水中总磷用钼酸铵比色法;浮游生物用显微计数法测定。

4. 日常管理 按常规进行巡塘,及时调整投饵、施肥、注水,做好有关记录。

5. 测产 参照DB/3700 B50 001—87(池塘养鱼验收标准),由省、市各级主管部门组织同行科技人员,对各试验与对照池现场测产。

6. 能量转换效率的计算 根据有关物质的能量转换系数和各池实际投入的全部物质及测产结果分别算得各池的输入总能量( $G_{\text{入}}$ )及输出总能量( $G_{\text{出}}$ ), $G_{\text{出}}/G_{\text{入}} \times 100\%$ 即得能量转换效率(%)。有关物质能量转换系数分别为:麸皮9.62、饲料酵母18.57、青饲料1.59、PSB21.74、尿素73.6、有机肥0.878;草鱼2.9、鲤2.99、罗非鱼2.99(李思发,1984);蚌(贝)1.4、鱼种3.14。

## 二、结果与讨论

### (一) 测产结果

各试验点测产结果见表2。

### (二) 能量结构

就各组投入能量结构而言,由于投饵、施肥等物质投入和管理基本相似并同步进行,加之苗种放养情况等相同,故试验组能量结构除多一项PSB之外,其它基本相近。如东鱼贝的投入能量结构是:鱼种323.0(322.0)、贝140(140)、精饲料21587(21597)、青饲料6519(6519)、有机肥702.4(702.4)、化肥3680(3680)、生石灰5336(5336)、人工210(210)、机电144(304.2)、PSB 0.56(0);其输入能分别为

(1) 李思发,1984.关于池塘养鱼的能量转换效率与资源需求的探讨.全国池塘养鱼生态学专题讨论会论文报告选编,19—23.

表2 试验池与对照池测产结果

Table 2 The experimental results of tested and controled ponds

代 号	总产量(千克)	单产(千克/亩)
太 苗	264.6(132.8)	6.8(2.6)
太 种	3363.5(2118.9)	79.8(41.8)
任 种	2405.6(535.0)	42.1(37.3)
东 鱼 贝	6759.6(5677.2)(鱼)	169.0(141.9)(鱼)
	4249.8(3617.4)(贝)	106.6(90.4)(贝)
禹 成 鱼	2139(1941.6)	80.3(72.8)

注: 表中试验池的数字在前, 括号内为对照组的。

38642(38811)。本段中的上述数据括号前的为试验组测定结果, 括号内为对照组测定结果, 单位为 MJ。

输出总能的结构因产出的鱼、贝种类一样, 故其能量结构亦一样, 只是试验池输出能量 (4227.9MJ) 高出对照池(3427.0MJ)。

### (三) 能量转换效率

各池(组)能量转换效率见表3。

表3 池塘能量转换效率(%)

Table 3 Energy conversion coefficient of ponds (%)

组别及比较	太 苗	太 种	任 种	东鱼贝	禹成鱼
试验池(组)	9.17	9.14	7.26	10.94	5.90
对照池(组)	3.39	4.95	5.14	8.83	3.34
两项对比(±%)	+170.50	+84.65	+41.25	+23.90	+76.65

### (四) 光合细菌能提高养殖池塘的能量转换效率

由表3可见, 采用了PSB的各试验组能量转换效率均高于对照组(23.90~170.50%), 幅度虽有不同, 究其原因主要是, 第一, 以投饵施肥为重要增产技术的精养塘, 随着养殖时间的延长, 常因有机质投入过多, 超过了池塘生态系统的消耗、转化能力, 造成循环不畅和池内有机质的大量沉积, 产生较严重的“能量陷阱”效应, 致使一般池塘的能量转换效率偏低。Li Sifa[1987]指出上海南汇县淡水养殖场的池塘能量转换效率仅有5.5%, 王育锋等[1990]对济宁某养殖试验场能量转换效率的研究结果为6.79%。

但是, 施用了光合细菌的池塘, 由于光合细菌发挥了其处理低分子有机物、转化 $H_2S$ 等有害物质的生理功能, 促使陷入底泥中的磷—池塘初级生产力的重要限制因子以及氮等主要元素释放到池内。由于这种转化可在黑暗、弱光和厌氧条件下进行, 从而起到相对增氧的效能和提高池水含磷量, 降低 $H_2S$ 诸作用。观测摘录池塘主要理化因子可以证实这些结果。就底泥中全磷( $P_4O_6$ %)的观测值而言, 试验组与对照组的初始值相近(0.098、0.096), 但试验末期试验组比对照组减少了28.22%, 试验组末期值比初始值只增加0.012, 而对照组却增高了0.077, 即对照组“陷入”底泥中的全磷增多值是试验组的6.4倍, 同时, 对照组“陷入”底泥中的全氮增高值是试验组的1.7倍; 与此相应的是, 试验组池水中总磷含量却比对照组提高了13.05%; 试验组中对养殖鱼类有很大毒害作用的 $H_2S$ 比对照组反而下降了15.64%。再就与养殖效果紧密相关的DO而论(, 每天上午8时连续八天的平均值), 试验组比对照组提高了78.5%。

由于投入的磷、氮在试验组“陷入”底泥中的数量较少, 亦即“能量陷阱”效应减低, 加之DO、pH、 $H_2S$

等其它理化因子更适宜鱼贝生长需要,因此试验组单产较高(输出总能量较大),使得试验组的能量转换效率高于对照组。

### (五) 光合细菌能促进浮游生物的生长繁殖

有关试验点浮游生物的定性定量观测结果如表4。

表4 浮游生物定量观测结果(mg/L)

Table 4 The quantitative analytical results of the plankton (mg/L)

代 号	浮 游 植 物			浮 游 动 物		
	试验组	对照组	两组比较 (%)	试验组	对照组	两组比较 (%)
太苗(1991)	20.13	13.80	+45.88	0.71	0.37	+89.75
太种(1991)	28.08	16.52	+69.98	0.54	0.23	+134.78
任种(1990)	45.53	31.91	+42.68	9.70	6.52	+48.77
任种(1989)	87.77	44.98	+95.13	2.89	2.25	+28.44

由表4得知,各试验点的试验组浮游植物生物量比对照组提高了42.68~95.13%,试验组浮游动物生物量亦较对照组增高了28.44~134.78%,还应指出,浮游生物定性定量观测结果表明,试验组浮游植物中易被鱼类利用的硅藻、裸藻、隐藻及浮游动物中的原生动物、轮虫、枝角类等的生物量亦高于对照组,其中“任种”的试验组硅藻、金藻分别比对照组提高了168.6%和74.5%,轮虫、桡足类、枝角类、原生动物分别比对照组高出38.8%、6.1%、34.7%和64.1%;“太种”试验组的裸藻、隐藻分别增高了81.5%和50.2%。

光合细菌之所以能促进浮游生物的生长繁殖,其原因主要在于该菌能促使陷入底泥中的磷(浮游植物生长的重要限制因子)得到释放,增加了池水含磷量,进一步改善了浮游植物的主要营养盐状况;同时丰富的浮游植物和PSB菌体以及摄食它们的浮游动物都为鱼苗和滤食性鱼类提供了高质量和充足的鲜活饵料,从整体上提高了鱼苗鱼种、贝类的营养水平;因此使得培养鱼苗的“太苗”、主养滤食性鱼类的“太种”和“东鱼贝”的试验组能量转换效率较高(均在9.10%以上),并比对照组有较大幅度地提高,尤以“太苗”试验点为最,达170.5%。

参加本项工作的还有孔祥峰、潘顺林、吴隆智、黄伯温、孙云凯、蔡绍柱、魏新桥和王芳新等人。

### 参 考 文 献

- [1] 王育铭等,1990. 南四湖生态能量转换效率研究报告. 海洋湖沼通报, 45(4): 43-48.
- [2] 小川静夫,1985. 光合成细菌の养鱼への利用. 养殖, (5): 66-68.
- [3] Li, Sifa, 1987. Energy structure and efficiency of a typical Chinese integrated fish farm. *Aquaculture*, 65: 105-118.