

研究简报

光合细菌对鲤养殖水体生态系统的影响

王梦亮¹ 马清瑞² 梁生康²

(1. 山西大学生命科学系; 2. 山西大学高新技术开发总公司生物工程实验室, 太原 030006)

THE EFFECT OF PHOTOSYNTHETIC BACTERIA ON AQUATIC ECOSYSTEM OF CARPS PRODUCTION

WANG Meng-liang¹, MA Qing-rui² and LIANG Sheng-kang²

(1. Department of life science of Shanxi University; 2. Bio engineering laboratory of company of high & new technology of Shanxi University, Taiyuan 030006)

关键词: 光合细菌; 鲤; 养殖生态

Key words: Photosynthetic bacteria; Carps; Aquaculture ecosystem

中图分类号: S965. 116 文献标识码: A 文章编号: 1000- 3207(2001)01- 004

光合细菌(Photosynthetic Bacteria, 简称 PSB)是一种不放氧光合作用的细菌总称, 近年来, 光合细菌在理论和应用上都受到了广泛的重视, 一方面由于它是研究光合作用的理想材料, 另一方面, 它又有广泛的应用价值。光合细菌在处理高浓度有机废水, 生产单细胞蛋白, 水产养殖和禽畜饲养, 改善植物营养状况等方面已有不少报道^[1-4], 本文研究了光合细菌在鲤养殖水体中的增殖和分布规律以及它对水体中异养细菌、浮游动物及水质的影响, 以阐明光合细菌在该生态系统中的作用。

1 材料与方法

1.1 光合细菌: 由山西大学生命科学系提供, 为沼泽红假单胞菌(*Rhodopseudomonas palustris*)和类球红细菌(*Rhodopseudomonas sphaeroides*)纯培养物 1: 1 的混合物, pH7. 5, 活菌数 1.6×10^9 个/ mL。30kg/ hm² 一次洒入鱼塘。

1.2 实验地点: 山西省原平市鱼场, 养殖面积 4hm², 共 20 个池塘, 池塘平均水深 2. 5m

1.3 采样方法: 从 7 月 10 日至 8 月 20 日平均每隔 7d 分别从对照池和实验池中各采样一次, 然后进行光合细菌、异养细菌、浮游动物计数, 待光合细菌大量增殖并趋于稳定时取样进行水质分析。共采样 6 次, 采样用采水瓶分别取表层水(水面以下 30cm)和底层水(水面以下 2m)两种。

1.4 光合细菌计数方法: 改良 Ormerod 培养基^[5] M PN 五管法计数, 在牛肉膏蛋白胨培养基中, 好氧菌采用稀释平板法计数, 厌氧菌采用厌氧琼脂管, 上加石腊隔氧法计数, 培养温度 30℃。

1.5 浮游动物计数方法: 应用低倍镜(125 倍)、解剖镜(20 倍)、培养皿直接计数法。

收稿日期: 1998- 11- 23; 修订日期: 2000- 07- 20

基金项目: 该项目由山西省教委教育发展基金资助

作者简介: 王梦亮(1966—), 男, 山西省平遥县人; 副教授; 现从事微生物生态学方面的研究与教学

1.6 水质分析: COD 采用重铬酸钾法, pH 用酸度计法, DO 用溶氧仪法, 氨氮用纳氏比色法, 硝氮采用对氨基苯磺酸比色法, 硫化物采用 PADA(对氨基二甲苯胺)法。

2 结果与分析

2.1 光合细菌数量(表 1)

表 1 光合细菌数量($n=6$ $\bar{x}\pm s$ \log^N/L)

Tab. 1 The quantity of PSB

项目	7月10日	7月17日	7月24日	8月1日	8月10日	8月20日
Items	10th July	17th July	24th July	1st Aug	10th Aug	20th Aug
对照组 Contral group	表 层 Surface	1.16±0.21 1.35±0.19 1.47±0.26 1.21±0.31 1.19±0.18 1.00±0.20				
	底 层 Bottom	1.43±0.23 1.51±0.24 1.47±0.31 1.32±0.33 1.43±0.27 1.66±0.34				
实验组 Experimental group	表 层 Surface	3.63±0.83 2.60±0.74 3.83±0.76 4.63±0.81 4.37±0.92 4.27±0.87				
	底 层 Bottom	3.62±0.79 8.77±1.32 9.14±1.47 9.07±1.51 9.11±1.46 9.28±1.79				

表 1 结果表明: 对照组光合细菌数量变化不大, 实验组在施入光合细菌 15d 之间大量增殖, 尤以底层较为明显, 并在水体中呈现垂直分布现象。

2.2 异养细菌的数量变化(表 2)

表 2 异养细菌数量的变化

Tab. 2 The variation of heterotrophic bacteria in quantity ($n=6$ $\bar{x}\pm s$ \log^N/L)

项目	7月10日	7月17日	7月24日	8月1日	8月10日	8月20日
Items	10th July	17th July	24th July	1st Aug	10th Aug	20th Aug
对照组 Contral group	表 层 Surface	3.24±0.79 3.29±0.68 3.84±0.56 3.88±0.77 3.84±0.67 3.79±0.74				
	底 层 Bottom	6.37±1.17 6.76±1.23 7.27±1.31 7.37±1.41 7.64±1.51 7.76±1.21				
实验组 Experimental group	表 层 Surface	3.28±0.61 3.30±0.57 3.89±0.65 2.43±0.41 2.07±0.39 2.84±0.44				
	底 层 Bottom	6.37±1.11 6.77±1.23 6.23±1.14 7.73±1.27 8.27±1.31 8.29±1.41				

以上结果表明, 洒入光合细菌后 20d 后, 表层异养细菌数量下降, 底层异养细菌数量增加, 但变化幅度不大。

2.3 浮游动物数量的变化(表 3)

将表层和底层水样混合, 统计其中轮虫和枝角类数量。

表 3 水体中浮游动物的数量($n=6$ $\bar{x}\pm s$ (个/L))

Tab. 3 The quantity of zooplankton in water body

项目	7月10日	7月17日	7月24日	8月1日	8月10日	8月20日
Items	10th July	17th July	24th July	1st Aug	10th Aug	20th Aug
对照组 Control group	轮 虫	7300 \pm 478	8237 \pm 510	8847 \pm 604	7748 \pm 513	7142 \pm 531
	Rotifera					
	枝角类	110 \pm 11	221 \pm 19	229 \pm 20	354 \pm 27	237 \pm 14
实验组 Experimental group	Cladocera					
	轮 虫	2940 \pm 276	8700 \pm 561	14950 \pm 974	10834 \pm 1177	14375 \pm 1043
	Rotifera					
枝角类	Cladocera	108 \pm 9	317 \pm 20	509 \pm 37	418 \pm 29	503 \pm 27
						511 \pm 31

以上结果表明:随着光合细菌的增殖,水体中轮虫和枝角类也大幅度增加。

2.4 光合细菌对鱼塘水质的影响(表4)

表 4 光合细菌对鱼塘水质的影响($n=6$ $\bar{x}\pm s$ (mg/L))

Tab. 4 The effect of PSB on water quality in pond

组别	酸碱度	溶氧	化学需氧量	氨氮	硝氮	硫化物
Group	pH	DO	COD	NH ₃ -N	NO ₃ -N	S ²
对照组 Control group	7.3	3.10 \pm 0.28	13.70 \pm 1.27	2.01 \pm 0.19	0.14 \pm 0.03	0.67 \pm 0.07
实验组 Experimental group	7.4	5.21 \pm 0.31	10.82 \pm 1.03	0.83 \pm 0.09	0.09 \pm 0.01	0.15 \pm 0.03

表 4 结果表明:光合细菌大量增殖后,水质比对照组明显改善,其中溶氧增加 68%、COD 下降 21%、氨氮下降 58.7%、硝氮下降 29.4%、硫化物下降 77.4%

2.5 光合细菌数量与异养细菌、浮游动物数量相关性分析。

光合细菌数量- 异养细菌数量 $\cdot r = 0.5175$

光合细菌数量- 轮虫数量 $\cdot r = 0.8615$

光合细菌数量- 枝角类数量 $\cdot r = 0.9070$

相关性分析结果表明:光合细菌数量与水体中轮虫、枝角类数量有相关性和异养细菌数量没有相关性。

3 讨论

光合细菌在水体中大量增值且呈现垂直分布状态是由于光合细菌的生长是严格或兼性厌氧的,表层水体中丰富的溶氧不利于光合细菌生长,另外,光合细菌是以硫化氢或者低级有机化合物为供氢体的,水质分析显示水体中硫化物浓度下降 77.4%。也证明这一论断的正确性,而池底常常有许多鱼类的残饵、粪便、腐尸以及其它有机碎屑,它们经过异养微生物的分解而形成低分子的有机化合物,这样就决定了光合细菌的生境主要在水体的中下层,同时由于光合细菌能吸收较长波长的光,水体中下层弱的光线对它们进行光合作用并没有什么影响。

光合细菌在水体中的数量变化除了一些理化因子如光照、溶氧、水温等因素的影响外,生物因素对其影响更为明显,浮游动物、鱼类等都能对光合细菌进行捕食,水生动物的摄食活动无疑会直接影响光

合细菌的生长和繁殖。实验结果也正好表明光合细菌数量与浮游动物之间存在着明显的相关性。这说明, 水生态环境中, 浮游动物与光合细菌之间存在着摄食与被摄食关系。

光合细菌是水体中碳、氮、硫循环的重要参与者, 可明显改善水质, 主要表现为可使水中溶氧增加、氨氮、硝氮、硫化物降低, 这对水产养殖及污水净化有着极为重要的意义。

光合细菌数量与异养微生物数量之间不具有相关性, 但是可明显看出洒入光合细菌 20d 后, 水体表层异养细菌数量下降, 底层异养细菌数量增加, 这可能是光合细菌对异养细菌分解产生的利用而促使其数量变化。

光合细菌与浮游动物、鱼类等较高级的水生动物之间存在着摄食与被摄食关系, 使得光合细菌在养殖水体的食物链中起着十分重要的作用, 同时由于光合细菌的存在, 大大丰富了消费者的生物饵料, 光合细菌含有丰富的叶酸活性维生素类群、辅酶 Q、类胡萝卜素、氨基酸、蛋白质等营养成份, 而且细胞大小适宜, 一旦被原生动物、轮虫、枝角类、桡足类以及鱼类等各级消费者摄食后, 可促进它们的生长和繁殖, 直接或间地影响水产品质量和产量。

参考文献:

- [1] 小林正泰: 光合成细菌による高浓度有机废水处理(PSB 处理法) [J]. *发酵と工业*, 1978, **36** (9): 753—766
- [2] Shipman R H, Fan L, Kao I C. Singlecell protein production by photosynthetic bacteria Adv [J]. *Appl. Microb.* 1977, **21**: 161—183
- [3] 小林正泰: 光合成细菌と养鱼 [J]. *养殖*, 1981, **8**: 56—59
- [4] 刘如林、刁虎欣、梁风来等, 光合细菌及其应用 [M], 北京: 中国农业科技出版社, 1991, 182—188
- [5] Ormerod T G, Ormerod K S, Gest H. Light dependent utilization of org compds and photoproduction of mol. H by photosynthetic bacteria relations with N metabolish [J]. *Arch Biochem. Biophys.* 1961, **94**: 449—463