

海水池塘不同施肥种类养殖罗非鱼效果的比较

A COMPARISON BETWEEN THE EFFECTS OF DIFFERENT FERTILIZERS APPLIED IN SEAWATER PONDS FOR TILAPIA CULTURE

杨红生 李德尚 董双林 卢敬让

(青岛海洋大学水产学院, 266003)

YANG Hong-Sheng, LI De-Shang, DONG Shuang-Lin, LU Jing-Rang

(Fisheries College, Ocean University of Qingdao, 266003)

关键词 海水池塘, 施肥, 罗非鱼养殖

KEYWORDS Seawater pond, Fertilization, Tilapia culture

罗非鱼是世界热带和温带养殖的主要鱼类。它具有食性杂、疾病少、易繁殖、生长快、肉质鲜美等特点。由于罗非鱼可以主要摄食浮游生物, 因此施肥养殖罗非鱼一直为各国水产界所关注[Diana 等 1991, Schroeder 1987]。有关淡水施肥养殖罗非鱼的研究甚多, 技术成熟, 产量稳定; 而海水施肥养殖罗非鱼的研究工作甚少, 尤其是系统地比较施用不同肥料养殖罗非鱼的效果, 尚未见报道。本实验旨在探讨海水池塘的天然鱼产力以及粪肥(鸡粪)、化肥(尿素和磷酸二铵)和两种肥料混合施用养殖罗非鱼的效果。

1 材料与方 法

实验池塘: 位于山东省烟台市海阳县黄海水产集团公司内。池塘面积 2.67hm^2 , 水深 $1.0\sim 1.4\text{m}$ 。

实验围隔: 以涂塑高密度聚乙烯编织布为围幔, 以木桩和青竹为支架, 架设于池塘中, 每个围隔面积为 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 。围幔上部超出水面 30cm , 下部埋入池底 50cm , 围隔间距为 3m 。围隔内水团受风力影响较小, 为了防止围隔内水柱分层, 围隔中各设一台 90W 的微型搅水机。每日清晨 $4:00\sim 5:00$ 下午 $2:00\sim 3:00$ 各开机一次, 每次 30min 。

实验鱼: 台湾红罗非鱼(*Oreochromis mossambicus* \times *O. niloticus*)取自山东省胶州市金州淡水水产良种场, 平均规格为 65g /尾; 实验前进行适应盐度的驯化, 从盐度 10 开始, 每天提高 $3\sim 5$, 一周后驯化到盐度 30。

肥料: 粪肥选用鸡粪, 化肥为尿素和磷酸二铵。

实验设计与管理: 4 个围隔中, 对照围隔(A_0)放养量为 $2\ 000$ 尾/ hm^2 , 其余 3 个围隔(A_1, A_2, A_3)每个放养量 $12\ 000$ 尾/ hm^2 (表 1)。原则上每日施肥一次, 全施鸡粪以 50kg 干物质/ ha 为基准, 全施化肥以 $0.3\times 10^{-6}\text{N}$ 和 $0.03\times 10^{-6}\text{P}$ 为基准, 混施时两种肥料各用一半为基准。根据限制性营养盐的测定结果(用生氧量法)调整全施化肥和混合施肥的 $\text{N}:\text{P}$ 比, 实际施肥量是根据透明度(SD)、溶氧(DO)、pH 值和天气情况而决定的。

罗非鱼生长测定: 每 $10\sim 20$ 天抽样测量罗非鱼生长情况一次, 瞬时增重率根据 $\text{IGR}_w = [(\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)] \times 100$ 计算。

2 结 果

实验时间: 1995 年 7 月 10 日~9 月 16 日, 历时 67 天。实验期间水温为 $19.7\sim 31.9^\circ\text{C}$, 盐度为 $30.0\sim 35.5$ 。

表 1 各围隔的罗非鱼放养密度和施肥种类

Tab. 1 Stocking rate and kinds of fertilizers applied in the enclosures

围隔号	放养尾数(尾/hm ²)	放养重量(kg/hm ²)	施肥种类
A ₀	2000	95.0	对照
A ₁	12000	772.0	粪肥
A ₂	12000	932.4	化肥
A ₃	12000	823.2	混施粪肥和化肥

2.1 不同施肥种类养殖罗非鱼的产量

各围隔罗非鱼的成活率、净产量、日产量等有关数据见表 2。实验表明,施粪肥养罗非鱼的效果最好,混合施肥次之,化肥较差,对照围隔的产量最低,净产量分别为 712.4、531.6、291.6、92.6 kg/hm²,日产量分别为 1.06、0.79、0.44、0.14 g/m²·d,其中对照围隔的日产量可以认为代表海水池塘养殖罗非鱼的天然鱼产力。在实验过程中,各围隔的罗非鱼全部成活,这说明台湾红罗非鱼可以适应盐度高达 35.5 的海水。

表 2 不同施肥种类围隔中罗非鱼放养量、收获量和鱼产量

Tab. 2 The stocking rate, harvest and production of fish in enclosures fertilized with different fertilizers

围隔号	放养情况			收获情况				
	尾数 (尾)	规格 (g/in d)	重量 (kg)	规格 (g/in d)	成活率 (%)	总产量 (kg)	净产量 (kg/hm ²)	日产量 (g/m ² ·d)
A ₀	2000	47.5±10.6	95.0	93.6±26.7	100	187.6	92.6	0.14
A ₁	12000	64.3±9.8	772.0	123.7±37.7	100	1484.4	712.4	1.06
A ₂	12000	77.7±7.6	932.4	102.0±20.1	100	1224.0	291.6	0.44
A ₃	12000	68.6±8.6	823.2	112.9±24.4	100	1354.8	531.6	0.79

2.2 不同围隔中罗非鱼的生长情况

实验中,罗非鱼的生长速度在实验前半期较快,而后半期生长较慢,尤其是 9 月份生长更慢(表 3)。不同围隔罗非鱼生长情况(瞬时增重率)的差别与日产量一样,也反映出施用不同肥料养殖罗非鱼的效果,以粪肥(鸡粪)效果最好,混合施肥次之,化肥较差。对照围隔因放养量较少,故个体生长也较快,与施粪肥的围隔接近。后期罗非鱼生长缓慢的原因主要是养殖水体载鱼量的增加和水温的下降。

表 3 不同施肥种类围隔中罗非鱼体重及瞬时增重率

Tab. 3 The body weight and the instantaneous growth rate of tilapia in enclosures fertilized with different fertilizers

日期	A ₀		A ₁		A ₂		A ₃	
	体重(g)	瞬时增重率	体重(g)	瞬时增重率	体重(g)	瞬时增重率	体重(g)	瞬时增重率
7月10日	47.5		64.3		77.7		68.6	
7月31日	67.7	1.77	87.6	1.55	86.9	0.56	86.7	1.17
8月10日	80.8	1.77	104.6	1.77	95.1	0.90	101.4	1.57
8月20日	87.4	0.79	118.8	1.27	98.9	0.39	109.3	0.75
8月30日	91.8	0.50	122.0	0.27	101.4	0.25	111.5	0.20
9月15日	93.6	0.12	123.7	0.09	102.0	0.05	112.9	0.08

2.3 不同施肥种类养殖罗非鱼的肥料用量及氮、磷利用率

在施基肥 30 天后放养罗非鱼(各围隔的肥料用量、施肥次数、用量范围、平均日用量等数据见表 4)。本实验的结果可以作为生产单位的施肥最适用量的参考,即粪肥(鸡粪)33.5 kg/hm²·d;化肥中尿素为 5 kg/hm²

°d, 磷酸二铵为 $0.96\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{d}$; 混合施肥的用量是粪肥 $14.94\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{d}$, 尿素 $2.69\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{d}$, 磷酸二铵 $0.59\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{d}$ 。

3个施肥围隔实际施入的氮、磷量, 氮磷比以及罗非鱼对施入氮磷的利用率见表5。氮的输入量以粪肥最少, 混合施肥次之, 化肥最多。由于鸡粪中磷含量(0.6%)较高, 在几乎没有外加磷肥的情况下, 其磷输入仍与其它两种施肥种类相当接近。不同施肥种类养殖罗非鱼对施入氮磷的利用率也有很大的差异。施粪肥的氮利用率最高, 混合施肥次之, 施化肥的最低, 分别为28.08%、11.79%、4.25%。施粪肥比施化肥的氮利用率高6.6倍, 混合施肥也比单施化肥高2.8倍。3种施肥种类的磷利用率比较低, 分别为: 粪肥5.60%, 混合施肥5.27%, 化肥最低, 仅为2.90%。由此可见, 在海水池塘施肥养殖罗非鱼用粪肥(鸡粪)效果最好, 这与淡水池塘的研究结果是一致的。

表4 不同施肥种类的肥料用量

Tab. 4 Quantities of fertilizers applied into different enclosures (kg/hm²)

围隔号	A ₁			A ₂			A ₃		
	鸡粪	尿素	磷酸二铵	鸡粪	尿素	磷酸二铵	鸡粪	尿素	磷酸二铵
肥料总用量	2916.0	0	0	0	484.8	92.8	1300.6	216.4	56.8
施肥次数	87	0	0	0	97	97	87	97	97
平均日用量	33.5	0	0	0	5.0	1.0	14.9	2.7	0.6

表5 不同施肥种类围隔中罗非鱼对氮、磷的利用率

Tab. 5 Effective utilization ratio of nitrogen and phosphorus by fish in the enclosures fertilized with different fertilizers

围隔号	施入氮总量	施入磷总量	实际施入	鱼利用氮量	鱼利用磷量	氮的利用率	磷的利用率
	(kg/hm ²)	(kg/hm ²)	N:P比	(kg/hm ²)	(kg/hm ²)	(%)	(%)
A ₁	81.39	19.10	4.26	22.95	1.07	28.08	5.06
A ₂	220.32	19.78	11.14	9.35	0.57	4.25	2.90
A ₃	144.59	19.88	7.27	17.05	1.05	11.79	5.27

3 讨论

3.1 天然鱼产力

史洪芳[1992]曾将我国淡水池塘天然鱼产力分为四个等级: 第一级为 $0.15\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 以下, 第二级为 $0.16\sim 0.30\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, 第三级为 $0.31\sim 0.45\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, 第四级为 $0.46\sim 0.63\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$; 他还指出我国绝大多数淡水池塘的鱼产力在 $0.45\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 以下。Garson等[1986]认为对虾池的天然生产力为 $0.13\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。本实验池塘经清淤处理, 围隔底部的淤泥较少, 既缺乏营养物质, 又不可能存在大量细菌, 这都不利于底栖生物的繁殖和通过水泥界面的物质交换作用, 向池水不断输送营养物质而培养浮游生物。因此天然鱼产力较低, 仅为 $0.14\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, 属于第一级。可以肯定, 我国大多数养殖多年的对虾池在不清淤的条件下, 天然鱼产力可以达到较高的级别。

3.2 不同施肥种类鱼的鱼产力

由于肥料种类和养殖种类及密度的不同, 施肥养鱼的鱼产量差异较大, 范围为 $0.7\sim 3.6\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。本实验在海水池塘施各种肥料的鱼产量(盐度 $30.0\sim 35.5$)大致上在这个范围之内。Schroeder[1987]总结了施肥的鱼产力, 他认为最大施肥鱼产力为 $3.0\sim 3.5\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ (需要施有机肥和化肥), 而仅用化肥, 最大鱼产力大约为 $1.5\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。一般说来, 限制施化肥鱼产力的主要因素是藻类的自荫作用和碳源的不足。史洪芳[1992]施化肥养殖鲢鳙鱼的鱼产力为 $0.5\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$; Arce和Boyd[1975]曾报道淡水施化肥养罗非鱼(*O. aureus*)的鱼产力为 $0.61\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$; Knud-Hasen和Batterson[1994]在淡水中施化肥养尼罗罗非鱼(*O. niloticus*)的

鱼产力为 $0.79 \sim 1.49 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$, 可见在淡水中施化肥养罗非鱼的鱼产力也有较大的差异。有关海水施化肥养鱼的研究较少, Goneales-Correi [1988] 曾报道海水养殖尼罗罗非鱼 (*O. niloticus*) 的鱼产力为 $0.11 \sim 0.14 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 。本实验施化肥养台湾红罗非鱼的鱼产量为 $0.44 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 均低于淡水施肥养殖的鱼产量。

3.3 粪肥的作用

Knud-Hansen 等 [1993] 研究了鸡粪在施肥养殖尼罗罗非鱼 (*O. niloticus*) 中的作用, 结果表明: 在每周施入化肥 $\text{N } 28.0 \text{ kg/ha}$ 和 $\text{P } 7.0 \text{ kg/ha}$ 的情况下, 加施鸡粪并未提高罗非鱼的产量; 鱼产量与施入重过磷酸钙的量成正比, 与施鸡粪量成反比, 即施化肥养尼罗罗非鱼的效果优于粪肥; Edwards 等 [1994a, 1994b] 和 Shevgoor 等 [1994] 用牛粪养殖尼罗罗非鱼 (*O. niloticus*) 的实验表明, 牛粪养罗非鱼的效果很差, 转化率为 $34:1$ (干物质), 其原因是: 牛粪中可溶性氮磷都低, 一旦增加施肥量, 将使水色变浓, 减弱光合作用, 同时增加水呼吸, 降低溶氧量, 从而影响罗非鱼的生长。而一般认为, 粪肥虽不是鱼和甲壳动物的好饵料(其蛋白质含量很低), 但施粪肥所获得的产量要比观察到的浮游生物和底栖生物所能产生的鱼产量要高 $1.5 \sim 2$ 倍 [Schroeder 1987]。史洪芳 [1992] 也证实各种粪肥的产量要比化肥高 $38.4\% \sim 90.3\%$ 。本实验结果表明, 在控制透明度较为接近的情况下, 施粪肥(鸡粪)比施化肥高 2.4 倍。粪肥可以通过三种途径对鱼类生长起作用: 一是可以直接作为鱼类的饵料; 二是通过繁殖细菌加强了腐屑食物链的作用, 因而也改进了养殖鱼的饵料条件; 三是粪肥所含的营养元素比一般的化肥更为全面, 而且含有某些活性有机物(如维生素 B_{12}) 可以促进浮游植物的大量繁殖, 从而也更加加强了草牧食物链的供饵作用。本实验的结果表明, 通过鱼类直接取食鸡粪及菌团作用的鱼产量要占总产量的一半以上, 而且氮、磷的利用率都比较高。因此, 海水池塘施粪肥养罗非鱼是值得提倡的。

本研究是国家自然科学基金重点项目(39430102)和国家攀登计划 B: PD-B6-7-3 专题及鲁科计(93)项目第 42 号的部分成果。杨红生现为中国科学院海洋研究所博士后。

参 考 文 献

- 史宏芳. 1992. 池塘天然及施肥、投饵鱼产力的研究. 淡水渔业, (5): 1~10.
- Arce R G, Boyd C E. 1975. Effects of agricultural limestone on water chemistry, phytoplankton productivity and fish production in soft-water ponds. Transaction of American Fisheries Society, 104: 308~312.
- Diana J S, Dettweiler D J, Lin C K. 1991. Effect of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the ecosystem of aquaculture ponds, and its significance to the trophic cascade hypothesis. Canada Journal of Fisheries Aquaculture Science, 48: 183~190.
- Edwards P, Pracharaprakiti C, Yomjinda M, et al. 1994a. An assessment of the role of buffalo manure for pond culture of tilapia. I. On-station experiment. Aquaculture, 126: 83~95.
- Edwards P, Kaewpaitoon K, Little D C, et al. 1994b. An assessment of the role of buffalo manure for pond culture of tilapia. II. Field trial. Aquaculture, 126: 97~106.
- Garson G I, Pretto R M, Rouse D B. 1986. Effects of manures and pelleted food on survival, growth, and yield of *Penaeus styrostris* and *Penaeus vannamei* in Panama. Aquaculture, 59: 45~52.
- Gonzales-Correi K. 1988. Polyculture of the tiger shrimp (*Penaeus monodon*) with Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in brackishwater fishponds. 15~20. In: Pullin R S V, Bhukaswan T, Tonguthai K, et al, eds. The second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceeding 15, Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Management, Manila, Philippines. 623.
- Knud-Hansen C F, et al. 1993. The role of chicken manure in the production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquacult. Fish Manage, 24(4): 483~493.
- Knud-Hansen C F, Battenson T R. 1994. Effect of fertilization frequency on the production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 123: 271~280.
- Schroeder G L. 1987. Carbon and nitrogen budget in manured fishponds on Israel's coastal plain. Aquaculture, 62: 259~279.
- Shevgoor L, Knud-Hansen C F, Edwards P. 1994. An assessment of the role of buffalo manure for pond culture of tilapia. III. Limiting factors. Aquaculture, 126: 107~118.