

两种沉水植物对黄颡鱼(*Pseudobagrus fulvidraco*) 夏花培育水体主要水质因子的影响*

刘鑫¹ 王哲² 张一¹ 柳光宇¹ 黄诚¹

(1: 南京大学生命科学学院, 南京 210093; 2: 南京大学环境科学学院, 南京 210093)

提 要 以黄颡鱼夏花培育水体为实验用养殖污水, 伊乐藻、轮叶黑藻作为净化水质的沉水植物材料, 建立封闭型(非换水)和交换型(定期换水)的两种鱼草共生的生态系统并与传统的商业性养殖系统模式作同步比较, 分析了养鱼水体水质主要因子的变化及对鱼存活率的影响. 实验结果如下: 1. 作为实验组的鱼草共生系统两种水体水质优良, 鱼类生长良好, 交换型水体中 DO 值 ≥ 8.0 , $\text{NH}_4\text{-N}$ ≤ 0.34 , COD $\leq 18\text{mg/L}$, 悬浮物 $\leq 12\text{mg/L}$, 夏花成活率为 93.3%; 封闭型水体中 DO 值 ≥ 7.5 , 总 $\text{NH}_4\text{-N}$ ≤ 0.92 , COD $\leq 28\text{mg/L}$, 悬浮物 $\leq 20\text{mg/L}$, 夏花成活率为 60.0%. 2. 作为对照组有鱼无草的封闭系统中水质逐渐恶化, 鱼类生长受到抑制甚至生存也不能保障, 其中, DO 值 ≥ 2.5 , 总 $\text{NH}_4\text{-N}$ ≤ 3.22 , COD $\leq 88\text{mg/L}$, 悬浮物 $\leq 55\text{mg/L}$, 夏花成活率仅为 6.7%; 交换系统中 DO 值 ≥ 4.0 , 总 $\text{NH}_4\text{-N}$ ≤ 2.41 , COD $\leq 66\text{mg/L}$, 悬浮物 $\leq 51\text{mg/L}$, 即使定期换水夏花成活率也仅达 66.7%; 研究结果表明: 鱼草共生系统中栽培伊乐藻、轮叶黑藻等沉水植物可有效地净化水质, 不仅确保了夏花生产良性运行, 还节约了水资源并达到无污染排放.

关键词 沉水植物 鱼草共生 黄颡鱼 夏花培育

分类号 Q959.4

鱼类病害与其自身污染有很大关系, 养殖过程中的残饵、残骸、鱼类排泄物极易造成水体恶化. 随着养殖业方式走向集约化, 养殖密度和投饵量都大大增加, 自污染物排泄量以及净水用量也相应增加, 不仅污染环境, 而且危害鱼体健康, 使得水产品质量下降; 发达国家对进口水产品质检日益严格, 世界各国正在努力克服这些问题. Krom M D, Ellner S, Rijn V J, 利用石莼净化真鲷循环水, N、P 去除率分别达到 39% 和 21%, 回收藻类经干燥净化处理又可作为饲料^[1]. 曾利用绿藻处理养鱼废水, 将带藻废水培养大型溞和短钝溞, 取得了净化和培养的良好效果^[2,3].

本文以黄颡鱼为养殖对象, 在其苗种培养的水体中栽培沉水植物以调节水质, 试图建立一个鱼草共生的良性循环的生态系统模式.

1 材料与方 法

1.1 实验材料

水族箱长 \times 宽 \times 高为 $45\times 100\times 50\text{cm}^3$, 实际存水容积控制在 200L. 水源采用暴气 12d 的自来水. 饵料参照林仕梅和陈一骏的配方^[4,5], 并结合本课题前期预试验效果, 本文使用的饵料配方为: 商品鳊鱼饵料 76%、肉糜 19%、酵母粉(2%)、螺旋藻粉(2%)和红虫干(1%). 实验鱼取自江苏省淡水水产研究所, 实验初期平均全长 2.0cm, 平均体重 0.35g.

1.2 实验设置

实验组分为封闭型和交换型的两种鱼草共生系统, 其中封闭型水族箱实验期间除每天虹吸食槽内残

* 2001-11-10 收稿; 2002-07-09 收修改稿. 刘鑫, 男, 1979 年生, 硕士研究生.

饵料带出少量水外,不再更换水体,交换型水族箱则每隔 3d 更换 1/2 水体.每箱各放 60 尾夏花,并种植伊乐藻 250g(鲜重)、轮叶黑藻 250g(鲜重).两种沉水植物开始栽培时为无根系的营养体,对照箱亦分为封闭型和交换型的两种无草养鱼系统,每箱亦各放 60 尾夏花.

1.3 投饵方法

第一周投喂量每箱每天 3.0g/次 \times 2 次(早晚各一次),依实验组鱼的体重增长对投饵量做粗略调整,即以后每周每天投饵量比前一周增加 4g.每天早晨投喂前用虹吸法吸取各箱食槽内前一天所剩残饵(以免对照组氨氮和 COD 等指标迅速上升,造成实验早期夏花死亡),烘干称重作为有形废物排除量进行记录.

1.4 光照条件

每晚 23:50,打开水族箱距水面 2cm 的避水荧光灯(20W 水草灯),早晨 4:00 关闭;因在预实验中发现对照组隔夜时有无直接光照其水体 DO 值无变化(可能是没有水草的缘故),故对照组未使用荧光灯.

1.5 水质分析

依照黄祥飞等介绍的方法^[6].

2 结果

2.1 实验及对照水质指标

投放夏花后,喂养期间各周的水质指标列于表 1.残渣输出量即有形废物量是指每天从食槽中虹吸出的残饵残渣烘干至恒重的量(g).对照组系统的水族箱中氨氮、磷酸盐、化学耗氧量、悬浮物及有形废物累计量呈逐周上升,而且溶解氧呈大幅度下降,水体混浊.实验组有草水族箱中溶解氧基本保持不变,其他各项指标虽然也呈逐周上升趋势,但上升值远小于对照组.

2.2 水体分子态氮的比较

由于在水温 28℃,pH 条件下分子态氮占总氮氮的百分比为 2.14%,各组分子态氮的实验终点值计算如下:封闭有草组为:0.019mg/L,封闭无草组为:0.068mg/L;交换有草组为:0.007mg/L,交换无草组为:0.05mg/L.鱼类分子态氮窒息点为:0.02mg/L,故从分子态氮毒性来看,在栽培沉水植物条件下,封闭系统和交换系统都能达到水质要求.

2.3 各组黄颡鱼生长、成活率及水草累计收获量

培育 5 周后,将各组黄颡鱼体长、体重、成活率及水草累计收获量列入表 2,其中水草净收量为第 5 周试验结束时,捞出全部水草甩干称重,减去初始值 500g,再与各次收获量累加所得;各次收获量视水草生长状况与第 3 周开始每周作部分收获所得.

无论是封闭型或交换型培养方式,鱼草共生系统中的夏花生长与存活率均显著高于对照组有鱼无草系统中的夏花;其中,封闭型的鱼草共生水体中夏花成活率为 60.0%,体长、生水体中夏花成活率为 93.3%,体长、体重净增长值分别为 7.8cm 及 5.5g;有鱼无草水体中夏花成活率为 66.7%,体长、体重净增长值分别为 3.0cm 及 1.9g.

2.4 各组黄颡鱼夏花培育效果的显著性检验

体长与体重均数差检验结果(表 3)表明:“Y₂”与“Y₃”的体长无显著差异性;“Y₁”和“Y₃”以及“Y₂”和“Y₃”的体重与“交换无草”水族箱的体重均无显著性差异;其余各箱之间均有极显著的差异.

3 讨论

3.1 鱼草共生系统中水生植物的用途

随着黄颡鱼夏花增长和投饵量的增加,自污染物排放量以及污水中富含 N、P 的物质也相应增加,并将造成水质恶化,沉水植物在生长过程中消耗水体中由于残饵及鱼类的排泄排遗产生的污染物质,本实验

中伊乐藻、轮叶黑藻干物质含氮量分别为 12.3%及 10.9%，含磷量分别为 1.03%和 0.67%；因而栽培水生植物可

表 1 封闭系统、交换系统饲养水体各项水质指标*

Tab.1 The water quality index in static water and dynamic water(contrast aquarium)

	周 数	氨 氮	总 氮	磷酸磷	总 磷	COD	DO	悬浮物	残渣输出
a. 封闭系统									
无 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.82	1.03	0.02	0.04	12	7.5	16.5	2.22
	2	1.59	1.96	0.06	0.09	32	7.5	29.8	3.14
	3	2.41	2.98	0.13	0.16	48	6.0	36.5	4.00
	4	2.70	3.99	0.19	0.23	69	4.2	46.0	5.20
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.04	0.07	0.00	0.01	8	7.5	10.0	0.58
	2	0.12	0.18	0.00	0.01	18	8.0	18.5	0.75
	3	0.33	0.42	0.06	0.06	22	8.5	16.0	1.80
	4	0.96	1.20	0.08	0.11	28	8.5	20.2	2.30
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04	0.08	18	8.0	12.0	0.60
	4	0.22	0.33	0.06	0.08	12	8.5	12.0	0.40
有 草	0	0.00	0.00	0.00	0.00	5	8.0	0.5	0.00
	1	0.06	0.14	0.02	0.04	8	8.5	10.0	0.42
	2	0.10	0.16	0.02	0.06	12	8.5	8.0	0.70
	3	0.16	0.27	0.04					

水生生态系统的空间生态位, 提高系统的生物多样性, 从而使得水体环境相对稳定^[7]; 初步观察发现, 鱼草共生系统水体中有大量的多种类型的变形虫和草履虫, 这些原生动物通过吞噬或滤食有机碎屑使水体中悬浮物减少, 宋碧玉等研究表明沉水植物对水体中原生动物群落结构的生物多样性有很大的提高作用^[8].

表 3 各组鱼苗体长及体重差异显著性 t 检验¹⁾

Tab.3 The significance t-test of body length & body weight

	封闭无草(Y_1)(体长)	封闭有草(Y_2)(体长)	交换无草(Y_3)(体长)	交换有草(Y_4)(体长)
封闭无草体重(Y_1)	0	-1.83**	-1.46*	-6.50**
封闭有草体重(Y_2)	1.42**	0	0.37	-4.67**
交换无草体重(Y_3)	1.26	-0.16	0	-5.04**
交换有草体重(Y_4)	4.86**	3.44**	3.60**	0

1) ** 表示 $P < 0.01$, * 表示 $P < 0.05$.

栽培沉水植物是维持鱼池正常物质循环和能量循环的重要措施, 也是加强夏花体质减少病害的关键. 另外, 关于沉水植物的利用也是值得重视的问题, 本次实验中封闭系统中水草累计净收获量为 560g, 增重率达 112%; 交换系统中水草累计净收获量为 898g, 增重率达 180%; 这些收获物可作为草鱼和鳊鱼的饵料.

3.2 两种鱼草共生系统净化效率及环境效益

经 5 周培养试验后, 由表 1 的实验结果对照湖泊富营养化水平的指标 ($TP \geq 0.11\text{mg/L}$, $TN \geq 1.4\text{mg/L}$, $COD \geq 7.0\text{mg/L}$) 可知, 鱼草共生的两个系统的 TP 和 TN 均未达到富营养化水平, 而无水草组从第 2 周始 TN 即超过富营养化水平, TP 从第 3 周始达到富营养化水平, COD 则无论有草与否均已超标, 这可能是不间断投饵, 仅靠现有的水草不能把 COD 降到 7.0mg/L .

鱼草共生系统与对应的无草系统相比较可得, 封闭型水体中沉水植物对氨氮、磷酸磷、化学耗氧量、悬浮物降除率分别为 71.43%, 82.82%, 72.23% 和 65.69%; 交换型水体中沉水植物对氨氮、磷酸磷、化学耗氧量、悬浮物降除率分别为 85.89%, 90.55%, 84.85% 和 80.39%; 说明水体交换对水质净化效率提高有显著作用, 但同时又会消耗大量淡水资源, 交换型水体在本研究实验结束时比封闭型水体多消耗 5 倍淡水, 即向环境中多排放了富含 N、P 的污水, 不仅导致水资源和能源的极大浪费, 还易造成水体富营养化.

3.3 实验条件及效果

已有文献报道伊乐藻、轮叶黑藻对污水具有良好的净化效果, 且光照和温度对水生植物净化起着决定的作用^[9]. 本文实验设计选择了这两种水草作为沉水植物的实验材料, 所不同的是对有水草的实验组夜间采用了光照措施; 另外, 考虑鱼类生活环境需要, 设置了内循环泵系统产生缓流, 以利于沉水植物气体交换并冲刷叶面沉淀的浮渣, 所以单位容积的水草量虽然仅相当于高光的 1/5 (水温 $25-28^\circ\text{C}$), 净化效率仍然比较高. 本文将两种水草共同栽培在一个水体中, 主要是考虑到两种水草的净化效果基本相同, 作为复合型的水生植被可能比单纯沉水植物种群效果更好, 但本研究的缺陷在于未能设置单纯种群作对照.

3.4 研究前景: 集约化养鱼中水质调控依靠大量换水的方法, 浪费了大量的水资源和能源, 且养殖水体水质较差, 饲养密度小, 饵料密度较高, 易发生危害. Phillips 研究表明生产 1t 罗非鱼要耗用 $(0.3-2.1) \times 10^4 \text{ t}$ 水, 生产 1t 斑点叉尾回则消耗水 $2.9 \times 10^4 \text{ t}$ ^[10]. 本次实验利用栽培沉水植物方法建立鱼草共栖系统, 不仅对夏花培育有显著效果, 而且对发展“安全型健康食品”的成鱼养殖同样具有指导性作用. 研究结果还表明, 封闭型的鱼草共生系统对夏花生长及成活率影响效果与无草交换型水体无差异, 该结果

提示,在水资源十分紧缺的地区,采用封闭型的鱼草共生系统对开展节水养鱼模式有一定的参考价值。

参 考 文 献

- 1 Krom M D, Ellner S, Rijn V J, *et al.* Nitrogen and phosphorus cycling and transformation in a prototype " non-polluting" integrated mariculture system. *Marine Ecology Progress Series*, 1995, **118**: 25-36
- 2 陈 勤, 黄 诚, 陈建秀等. 渔业污水中大型溞反馈养殖的研究. 南京师大学报(自然科学版), 1997, **20**(3): 6, 45-49
- 3 黄 诚, 黄键琴, 孟文新等. 鱼池废水培养短钝溞及其水质净化评价. 南京师大学报(自然科学版), 2000, **23** (3): 219-223
- 4 林仕梅, 罗 莉, 叶元士, 许忠能, 金文伟等. 黄颡鱼人工饲养的初步研究. 水产科技情报, 2000, **29** (3): 130-132
- 5 陈一骏, 郑维友, 雷传松等. 黄颡鱼人工繁殖及苗种培育技术. 淡水渔业, 2000, **30**(1): 7-9
- 6 黄祥飞主编. 湖泊生态调查观测与分析. 北京: 中国标准出版社, 2000: 33-60
- 7 Pokorny J, Kvet J, Ondok J P. Functioning of the plant component in densely stocked fishponds. *Bull Ecol*, 1990, **21**(3): 44-48
- 8 宋碧玉, 曹 明, 谢 平等. 沉水植被的重建与消失对原生动植物群落结构和生物多样性的影响. 生态学报, 2000, **20** (2): 270-276
- 9 高 光. 伊乐藻、轮叶黑藻净化养鱼污水效果实验. 湖泊科学, 1996, **8**(2): 184-188
- 10 Philips M J, Beveridge M C M, Clarke R M. Impact of Aquaculture on Water Resources. World Aquaculture Society, Advances in Aquaculture, 1991, 3: 568-591

Effects of Two Kinds of Submerged Plant on the Quality of Waters Cultured with *Pseudobagrus fulvidraco* Fry

LIU Xin¹, WANG Zhe², ZHANG Yi¹, LIU Guangyu¹ & HUANG Cheng^{1*}

(1: College of Life Science, Nanjing University, Nanjing, 210093, P.R.China;

2: College of Environment Science, Nanjing University, Nanjing, 210093, P.R.China)

Abstract

Purifying the water of culturing *Pseudobagrus fulvidraco*(Richardson) fry by using submerged plant *Elodea Nuttalli* and *Hydrilla Verticillata*, two kinds of ecosystems which compounded with submerged plant and fish co-cultured were made, one is non exchanged water aquarium (static water), the other is exchanging water aquarium (dynamic water). The water quality index and the fry survival rate in the aquarium were tested and compared. The results show as follows: (1) the water is good in co-cultured submerged plant-fish aquarium and the fry is growing well. After 5 weeks feeding, the water quality index in the dynamic system are: DO (dissolved oxide) $\geq 8.0\text{mg/L}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (total ammonia nitrogen) $\leq 0.34\text{mg/L}$, COD (chemical oxygen demand) $\leq 18\text{mg/L}$. SS (solid suspend grain) $\leq 12\text{mg/L}$, the fry survival rate is 93.3%, and in the static system, the water quality index are: DO $\geq 7.5\text{mg/L}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ $\leq 0.92\text{mg/L}$, COD $\leq 28\text{mg/L}$, SS $\leq 20\text{mg/L}$, the fry survival rate is 60%. (2) As contrast aquarium (without planting submerged plant), in the dynamic system, the water quality index are: DO $\geq 4.0\text{mg/L}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ $\leq 2.41\text{mg/L}$, COD $\leq 66\text{mg/L}$, SS $\leq 51\text{mg/L}$, the fry survival rate is 66.7%, and in the static water the water quality worsened during the fry rearing, the water quality index are: DO $\geq 2.5\text{mg/L}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ $\leq 3.22\text{mg/L}$, COD $\leq 88\text{mg/L}$, SS $\leq 55\text{mg/L}$, the fry survival rate is 60%. the fry survival rate is only 6.7%.

Keywords: Submerged plant; water plant and fish co-cultured; *Pseudobagrus fulvidraco* (Richardson) fry culturing