

加装集污装置对水库投饵网箱养殖框鳞镜鲤生长及氮、磷排放的影响

王涛^{1*}, 单世涛², 杨超¹, 吴宗文³, 陈章³

(1. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 安康市金诺水产公司, 陕西 安康 725000;

3. 通威股份有限公司, 四川 成都 610041)

摘要: 为降低投饵网箱养鱼氮、磷排放对水库水体的影响, 探求生态网箱养殖模式, 以体质量为(167.81±34.66) g的框鳞镜鲤幼鱼为研究对象, 对加装集污装置的网箱与传统网箱养殖框鳞镜鲤的生长情况和氮(N)、磷(P)的输入和回收情况进行了比较实验。结果表明: 集污网箱框鳞镜鲤的生长性能明显优于传统网箱, 加装集污装置对框鳞镜鲤的存活率无显著影响。集污网箱和传统网箱中N的回收率分别为76.83%和44.14%, P的回收率分别为63.13%和35.18%, 2组网箱间差异极显著; 集污网箱和传统网箱中N的利用率分别为28.36%和25.57%, P的利用率分别为21.30%和18.25%, 集污网箱中N、P的利用率均高于传统网箱且差异显著; 投饵网箱加装集污装置后减少了氮、磷向水库水体的排放, 减轻了网箱养殖对环境的富营养化影响。

关键词: 框鳞镜鲤; 集污装置; 投饵网箱; 生长; 氮、磷排放

中图分类号: S 964

文献标志码: A

网箱养鱼是水库和湖泊中集约化养鱼的重要形式^[1], 但在吃食性鱼类的养殖过程中需要投喂大量的人工配合饲料。水库投饵网箱养殖产生的鱼粪和残饵散失可引起耗氧和有机物污染, 影响水质^[2-5]。研究表明, 网箱养殖过程中, 外源性饲料投入产生的残饵、鱼的粪便等进入水体, 增加了水体有机质含量, 大量氮(N)和磷(P)溶失在水中, 是导致水体富营养化的主要原因^[6-11]。对N、P的迁移转化与控制研究是解决富营养化问题的关键, 国内外学者从利用水生植物吸附或微生物分解^[12-16]、改造网箱结构或组合形式收集鱼类排泄物^[17-18, 24]、搭配放养清洁型鱼类^[18-19, 24]等多个方面进行了研究, 多集中于水体净化机制和去除N、P的效应, 而关于养殖鱼类生长性能和网箱改造的关系少见报道。

框鳞镜鲤(*Cyprinus carpio* var. *specularis*)原产

于德国, 为淡水杂食性鱼类, 20世纪80年代被引进中国。由于框鳞镜鲤具有生长快、发病少、体形好、肉嫩味美等优点, 受到养殖户和消费者的喜爱^[20], 已经推广到我国东南沿海、四川、陕西等地养殖, 也是安康电站水库中投饵网箱养殖的主要对象之一。本研究通过在传统框鳞镜鲤投饵网箱外加装集污装置, 比较了2种网箱中框鳞镜鲤的生长, 探讨了2种网箱养殖框鳞镜鲤对水体环境的N、P排放, 以期探索生态网箱养殖模式和水源地碳汇渔业策略提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 养殖水域概况

安康电站水库位于汉江中游, 在陕西省安康

收稿日期: 2015-02-06 修回日期: 2015-11-13

资助项目: 西北农林科技大学推广专项(Z222021214)

通信作者: 王涛, E-mail: tonywang79@sina.com

市城西18 km处,正常水位总库容25.8亿 m^3 ,总体水质达到国家地表水二类标准。安康电站水库现有养殖网箱2万多只,年产鱼量超过1万吨,占全市水产品总产量的30%以上,保护水库水质防止养殖污染是保障地区水产业可持续发展和下游正常供水的关键。

1.2 实验材料

实验于2013年8–10月在陕西省安康市金诺水产公司安康电站水库养殖基地进行。实验用网箱为基地养鱼网箱,规格为5.0 m \times 5.0 m \times 2.0 m。实验鱼为基地网箱内的健康框鳞镜鲤,体质量为(167.81 \pm 34.66) g。实验用饲料为“华秦”牌鲤鱼养成配合饲料,由陕西华秦饲料有限公司生产(表1)。

1.3 实验设计

实验网箱为加装排泄物收集装置的投饵网箱(以下简称集污网箱),是根据通威股份有限公司的设计方案制作而成。规格同传统投饵网箱(以下简称传统网箱),在箱外加装一套集污装置:上部为40目锦纶筛绢制成的漏斗形污物收集器(上口6 m \times 6 m、下口直径50 cm、高4 m);下部为60目锦纶筛绢制成的集污筒(直径50 cm、高12 m),集污筒通过管道与网箱上的自吸污泵连接(图1)。

对照网箱为传统网箱,每组网箱设3个重复。实验用鱼经过鱼筛分箱,挑选出规格均匀的框鳞镜鲤幼鱼放入网箱,放养密度为40尾/ m^2 。实验共进行90 d,每天投喂2次(7:00、18:00)配合饲料,投喂量以投喂后15 min内吃完为准,每天记录投喂量和死鱼尾数。实验期间,水温为22~32 $^{\circ}\text{C}$,pH为6.8~7.5,溶氧大于5.0 mg/L。

1.4 采样及分析

实验开始和结束时分别在网箱附近采水样进行水质测定,指标包括水温(T, $^{\circ}\text{C}$)、透明度(SD, m)、溶解氧(DO, mg/L)、氨氮($\text{NH}_4\text{-N}$, mg/L)、亚硝酸盐氮($\text{NO}_2\text{-N}$, mg/L)、总氮(TN, mg/L)、总磷(TP, mg/L)和化学需氧量(COD, mg/L),现场用水银温度计测定水温,用萨氏盘测定透明度,用采水器采集水面下0.5 m处水样,样品的保存和分析方法均参照国家标准方法^[21]进行。

实验开始和结束前24 h停止投喂,从每个网箱随机选取50尾鱼测量体长和体重,其平均值分别作为初始平均体长(cm)、终末平均体长(cm)和初始平均体质量(g)、终末平均体质量(g),测量体质量的器材为电子天平(精度0.01 g,上海花潮电器有限公司)。同时取5尾鱼作为样品保存,供

表1 框鲤配合饲料的营养成分

Tab.1 The approximate compositions of formulated feed for *C. carpio* var. *specularis*

水分 moisture	粗蛋白 crude protein	赖氨酸 lysine	粗纤维 crude fiber	粗灰分 crude ash	食盐 salt	钙 calcium	总磷 total phosphorus
≤ 13.0	≥ 36.0	≥ 1.9	≤ 4.0	≤ 18.0	0.3~3.0	1.0~4.0	0.8~3.0

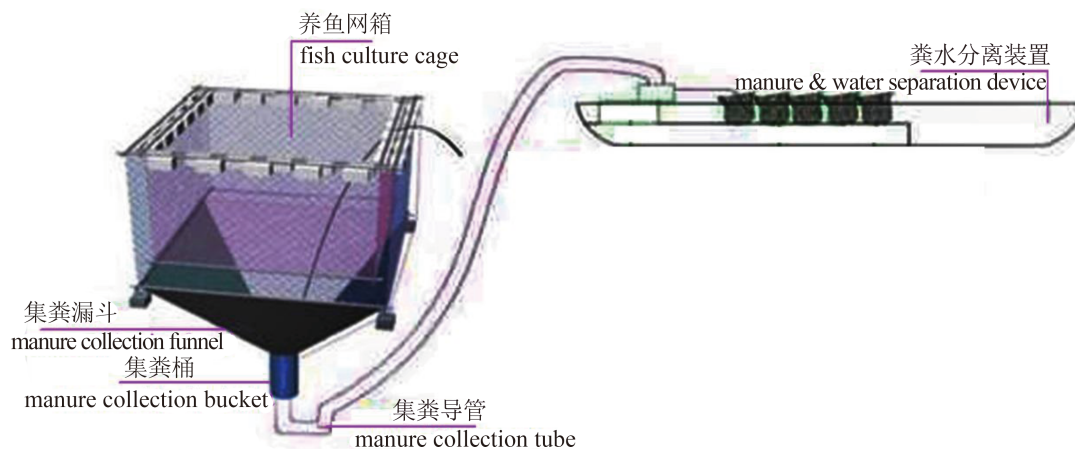


图1 网箱结构示意图

Fig. 1 Schematic diagram of cage structure

后续测定鱼体N、P含量用。对实验过程中死亡的鱼也及时进行称重统计。实验过程中每10 d采收一次集污装置的内容物(以下简称鱼粪), 称重后集中取样分析。

饲料、鱼粪和实验鱼样品, 采用恒温干燥法(105 °C)测定其中的干物质, 采用凯氏定氮法测定N含量, 采用钼蓝比色法测定P含量^[22]。

1.5 计算方法

增重率(weight gain rate, WGR)(%)=(终末鱼体质量+死亡鱼体质量-初始鱼体质量)/初始鱼体质量×100;

特定生长率(specific growth rate, SGR)(%/d)=(ln终末平均体质量-ln初始平均体质量)×100/饲养天数;

绝对增长率(absolute growth rate, AGR)(g/d)=(终末平均体质量-初始平均体质量)/饲养天数;

饲料系数(feed conversion ratio, FCR)=投饲总量/(终末鱼体质量+死亡鱼体质量-初始鱼体质量);

存活率(survival ratio, SR)(%)=终末鱼数量/初始鱼数量×100;

N(P)利用率(%)=[终末鱼体质量的N(P)量-初始鱼体质量的N(P)量]/投喂饲料的N(P)量×100%;

N(P)输入总量(g)=初始鱼体质量的N(P)量+投喂饲料的N(P)量;

N(P)输出总量(g)=终末鱼体质量的N(P)量+收集鱼粪的N(P)量;

N(P)回收率(%)=N(P)输出总量/N(P)输入总量×100%。

式中, 鱼体质量和N(P)量的单位为g, 鱼数量单位为尾。

本实验中, N、P输入只考虑网箱养殖活动本身对水体N、P的增加量, 包括投放的框鳞镜鲤幼鱼、养殖期间投放的配合饲料, 对从其他途径输入的N、P量没有考虑在内, 如降雨、地表径流的输入以及库区周围排放的生活污水, 因为这些因素对于养殖区与非养殖区的作用同样存在, 与网箱养殖活动本身对水体N、P增加量无直接关系。此外, 因网箱设置区域水深30 m左右, 在回收项目中, 底泥沉积也未考虑。

1.6 数据处理

用SPSS 18.0统计分析系统软件进行数据分

析, 数据以平均值±标准差(mean±SD)形式表示, 使用Kolmogorov-Smirnov方法对数据差异性进行检验, $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 两组网箱内框鳞镜鲤的生长性能

由于实验框鳞镜鲤初始体质量不一致, 经过协方差分析, 2种箱框鳞镜鲤的初始体质量之间(ANOVA, $P=0.43 > 0.05$)无显著性差异, 可以认为初始体质量对增重率(WGR)、绝对增长率(AGR)、特定生长率(SGR)、饲料系数(FCR)、存活率(SR)的影响在2种箱间是相同的。排除初始体质量因素的影响后, 对增重率等上述指标的差别分析具有统计学意义。

集污网箱与传统网箱内框鳞镜鲤收获时平均体质量分别为312.14和283.59 g, 2组网箱间差异显著($P < 0.05$); 集污网箱内框鳞镜鲤的增重率(WGR)、绝对增长率(AGR)、特定生长率(SGR)均显著高于传统网箱($P < 0.05$); 集污网箱饲料系数(FCR)显著低于传统网箱($P < 0.05$); 集污网箱的养殖效果与传统网箱相比, 框鳞镜鲤增重率提高了10.2%, 饲料系数降低了15.38%; 集污网箱与传统网箱内框鳞镜鲤的存活率分别为96.77%和96.38%, 集污网箱稍高于传统网箱, 但2组间无显著差异($P > 0.05$) (表2)。

综上所述, 集污网箱内框鳞镜鲤的生长性能明显优于传统网箱, 集污网箱内框鳞镜鲤的存活率也没有因网箱外加装了集污装置而受到影响。

2.2 两组网箱N、P的输入和回收情况

2组网箱N、P输入的主要项目为饲料, 2组网箱N、P回收的主要项目是收获的框鳞镜鲤(表3)。在输入项中, 饲料和放养框鳞镜鲤所含的N、P比例, 2组网箱间均无显著差异($P > 0.05$); 在回收项中, 收获框鳞镜鲤的N、P比例, 2组网箱间无显著差异($P > 0.05$)。集污网箱和传统网箱中N的回收率分别为76.83%和44.14%, 2组网箱间差异极显著($P < 0.01$)。集污网箱和传统网箱中P的回收率分别为63.13%和35.18%, 2组网箱间差异极显著($P < 0.01$)。集污网箱和传统网箱中N的

表 2 两组网箱中框鳞镜鲤的生长性能表现

Table 2 Growth performance of *C. carpio* var. *specularis* in different cages

生长指标 growth index	组别 group	
	集污网箱 cage with the manure collection equipment	传统网箱 cage in the control group
初始平均体长/cm initial average body length	15.46±1.69	15.17±1.44
终末平均体长/cm final average body length	22.27±1.73	21.12±2.06
初始平均体质量/g initial average body weight	171.03±32.71	169.58±36.62
终末平均体质量/g final average body weight	312.14±55.13*	283.59±53.56
增重率/% weight gain rate	82.51±4.39*	72.31±6.21
绝对生长率/(g/d) absolute growth rate	2.35±0.04**	1.98±0.03
特定生长率/(%/d) specific growth rate	1.03±0.02**	0.83±0.02
饲料系数 feed conversion ratio	1.43*	1.69
存活率/% survival ratio	96.77	96.38

注: *. 差异显著($P < 0.05$), **. 差异极显著($P < 0.01$); 下同

Notes: *. significant difference ($P < 0.05$), **. very significant difference ($P < 0.01$); the same below

表 3 两组网箱氮、磷的输入和输出情况

Table 3 The input and output of N and P in different cages

指标 index	组别 group	样品 samples	输入/(g/20m ²) input	输出/(g/20m ²) output	利用率/% utilization efficiency	回收率/% recycle rate
N	集污网箱 cage with the manure collection equipment	饲料 feeds	11 681.0±517.24	-	28.36±2.33*	76.83±1.32**
		框鲤 fishes	4 110.0±403.77	7 485.7±490.16		
		鱼粪 manure	-	4 671.43±103.11		
	传统网箱 cage in the control group	饲料 feeds	11 523.0±595.56	-	25.57±1.81	44.14±2.08
		框鲤 fishes	3 988.0±385.15	6 908.1±745.73		
		鱼粪 manure	-	-		
P	集污网箱 cage with the manure collection equipment	饲料 feeds	2 707.5±154.06	-	21.30±0.85*	63.13±1.22**
		框鲤 fishes	714.0±101.76	1 293.6±154.70		
		鱼粪 manure	-	866.40±5.77		
	传统网箱 cage in the control group	饲料 feeds	2 660.7±172.53	-	18.25±0.62	35.18±0.97
		框鲤 fishes	690.5±100.52	1 178.8±141.15		
		鱼粪 manure	-	-		

利用率分别为28.36%和25.57%, P的利用率分别为21.30%和18.25%, 集污网箱的 N、P利用率均高于传统网箱且差异显著($P < 0.05$)(表3)。集污装置对水中N、P的净移除量分别为4671.43和866.40 g, 有助于减轻网箱养鱼对水域造成的污染。

3 讨论

Yang等^[23]对整体网箱-池塘系统的研究表明, 池塘养殖罗非鱼可以有效转化网箱养殖排放的废物, 池塘对营养物质的逸散起到了限制作用。本实验在水库中进行, 不同于池塘的封

闭型水体, 残饵、鱼类粪便向网箱四周和底部扩散很快进入大水体, 采用外箱放养鳙(*Aristichthys nobilis*)、罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)等回收养殖废物的方法, 可获取的营养物质较少, 鱼类清洁水体的能力不能充分发挥。而张耀等^[24]的研究也表明, 外箱养殖的鳙和罗非鱼生长速度较慢, 干物质和磷积累率都较低, 对减少网箱环境污染贡献较小。相比利用水生植物或微生物吸收分解等方式降低氮、磷排放, 在网箱外加集污装置, 不需改动原有箱体结构和布局, 制作安装方便, 成本低, 易管理, 适合一般养殖户采用。

网箱加装集污装置需要增加一定成本, 但安装集污装置后, 一方面, 养殖产生的鱼粪及残饵可进行有效收集, 较好地解决传统投饵网箱养殖技术中鱼粪污染水体的问题, 保护水体, 维护生态健康; 另一方面, 将鱼粪及残饵收取, 减少有机质分解耗氧, 避免水体的富营养化, 为鱼类的生存、生长创造更为有利的水质环境。安康电站水库网箱区水交换情况良好, 在整个实验期间水质整体优良, 但投饵网箱养殖未能利用的大量N、P进入水体, 长期累积之下也会造成网箱区及其附近水质的恶化, 使养殖鱼类食欲减退, 生长变缓, 饵料系数增加。本实验中, 与传统网箱相比, 集污网箱鱼体增重率提高了10.2%, 饲料系数降低了15.38%。这与吴宗文等^[18]、张耀等^[24]的研究结果类似。此外, 收集的鱼粪还可开发加工成无公害的有机肥料, 其利用价值每吨可达2 500元以上, 而加工成本每吨只需约350元^[18], 变废为宝, 实现养殖水体经济和生态系统良性循环。

因库区现场条件所限, 实验每10天收集一次鱼粪, 在此期间鱼粪分解会向水中释放部分氮磷, 在生产中应用本实验技术时, 应适当缩短收粪的时间间隔以提高氮磷的回收率。在饲养实验中产生的少量死鱼, 因缺乏条件及时进行体成分分析, 在氮磷利用、回收计算中也未能考虑。

综上所述, 本研究证明, 水库中的传统投饵网箱加装使用集污装置, 能有效回收框镜鲤的鱼粪和残饵, 减少养殖产生的氮、磷向水体中排放, 控制了产生养殖污染的关键环节, 具有良好的生态效益, 加装了集污装置的网箱内框镜鲤的生长性能明显优于传统网箱, 在一定程度上也提高了养殖的经济效益。

参考文献:

- [1] Guo L G, Li Z J. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China [J]. *Aquaculture*, 2003, 226(1-4): 201-212.
- [2] 李德尚, 熊邦喜, 李琪, 等. 水库对投饵网箱养鱼的负荷力[J]. *水生生物学报*, 1994, 18(3): 223-229.
Li D S, Xiong B X, Li Q, *et al.* Carrying capacity of reservoirs for feeding cage-culture of fish [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1994, 18(3): 223-229 (in Chinese).
- [3] Mente E, Pierce G J, Santos M B, *et al.* Effect of feed and feeding in the culture of salmonids on the marine aquatic environment: A synthesis for European aquaculture [J]. *Aquaculture International*, 2006, 14(5): 499-522.
- [4] 程素珍, 许尚杰, 刁汇文. 水库网箱养鱼对水质的影响及防治对策[J]. *水利与建筑工程学报*, 2010, 8(1): 30-31.
Cheng S Z, Xu S J, Diao H W. Influence of fish culturing with cages in reservoir on water quality and countermeasures to it [J]. *Journal of Water Resources and Architectural Engineering*, 2010, 8(1): 30-31 (in Chinese).
- [5] 胡传林, 万成炎, 丁庆秋, 等. 我国水库渔业对水质的影响及其生态控制对策[J]. *湖泊科学*, 2010, 22(2): 161-168.
Hu C L, Wan C Y, Ding Q Q, *et al.* Effect of reservoir fisheries on water quality of Chinese reservoirs and bionomic control countermeasures [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2010, 22(2): 161-168 (in Chinese).
- [6] Gooley G J, Ingram M B, Gasior R. Agriculture/aquaculture systems integration to enhance farm productivity and water use efficiency [R]. Final Report Project No.DCMI-A.Canberra:Rural Industries Research and Development Corporation,1999.
- [7] 王肇鼎, 彭云辉, 孙丽华, 等. 大鹏澳网箱养鱼水体自身污染及富营养化研究[J]. *海洋科学*, 2003, 27(2): 77-81.
Wang Z D, Peng Y H, Sun L H, *et al.* Secf-pollution and eutrophication in area of fish cage-farming in Dapengaocove [J]. *Marine Sciences*, 2003, 27(2): 77-81 (in Chinese).
- [8] 韦献革, 温琰茂, 王文强, 等. 哑铃湾网箱养殖对底层

- 水环境的影响研究[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(2):274-278.
- Wei X G, Wen Y M, Wang W Q, *et al.* Environmental impact of cage culture on bottom water in Yaling Bay [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2005, 24(2): 274-278 (in Chinese).
- [9] O'Sullivan A J. Aquaculture and user conflicts [M]//De Pauw N, Joyce J, eds. Aquaculture and the environment. Ghent (Belgium): European Aquaculture Society Special Publication, 1992, 16: 405-412.
- [10] Özdemir N, Demirak A, Keskin F. Quality of water used during cage cultivation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Bereket HES IV Dam Lake (Muğla, Turkey) [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2014, 186(12): 8463-8472.
- [11] 曹立业. 水产养殖中的氮、磷污染[J]. 水产学杂志, 1996, 9(1): 76-77.
- Cao L Y. Nitrogen and phosphorus pollution in aquaculture [J]. Chinese Journal of Fisheries, 1996, 9(1): 76-77 (in Chinese).
- [12] 司友斌, 包军杰, 曹德菊, 等. 香根草对富营养化水体净化效果研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(2): 277-279.
- Si Y B, Bao J J, Cao D J, *et al.* Purification of eutrophicated water body by *Vetiveria zizanioides* [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(2): 277-279 (in Chinese).
- [13] 娄敏, 廖伯寒, 刘红玉, 等. 3种水生漂浮植物处理富营养化水体的研究[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(3): 194-195.
- Lou M, Liao B H, Liu H Y, *et al.* Study of three aquatic floating plants to treat the water eutrophication [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2005, 13(3): 194-195 (in Chinese).
- [14] Sooknah R D, Wilkie A C. Nutrient removal by floating aquatic macrophytes cultured in anaerobically digested flushed dairy manure wastewater [J]. Ecological Engineering, 2004, 22(1): 27-42.
- [15] 唐静杰, 成小英, 张光生. 不同水生植物-微生物系统去除水体氮磷能力研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(22): 270-273.
- Tang J J, Cheng X Y, Zhang G S. Study on elimination capacity of nitrogen and phosphorus by different aquatic plants-microorganism systems [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(22): 270-273 (in Chinese).
- [16] 李猛, 马旭洲, 王武. 大藻对网箱养殖长吻鲢生长及氮、磷排放的影响[J]. 大连海洋大学学报, 2012, 27(5): 402-406.
- Li M, Ma X Z, Wang W. Effects of aquatic macrophyte *Pistia stratiotes* L. on growth and nitrogen and phosphorus budgets in *Leiocassis longirostris* reared in net cages [J]. Journal of Dalian Ocean University, 2012, 27(5): 402-406 (in Chinese).
- [17] Choubert G, De la Noüe J, Luqueta P. Digestibility in fish: Improved device for the automatic collection of feces [J]. Aquaculture, 1982, 29(1-2): 185-189.
- [18] 吴宗文, 张健, 张羽熙, 等. 网箱鱼类排泄物收集碳汇系统与生态效能研究[J]. 中国渔业经济, 2010, 5(28): 85-93.
- Wu Z W, Zhang J, Zhang Y X, *et al.* Fish feces collection system and its ecological efficiencies in net cage culture [J]. Chinese Fisheries Economics, 2010, 5(28): 85-93 (in Chinese).
- [19] 王海华, 傅义龙, 徐先栋, 等. 鄱阳湖区加州鲈网箱生态养殖模式的效果评估[J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(8): 1009-1015.
- Wang H H, Fu Y L, Xu X D, *et al.* Assessment on the efficiency of *Micropterus salmoides* eco-cage culture pattern in Poyang Lake district [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2013, 21(8): 1009-1015 (in Chinese).
- [20] 成凤莲, 王珊. 水库网箱养殖框镜鲤的试验[J]. 内蒙古农业科技, 2005(7): 294-295.
- Cheng F L, Wang S. The experiments of *Cyprinus carpio* var. *specularis* cage culture in reservoir [J]. Inner Mongolia Agricultural Science And Technology, 2005(7): 294-295 (in Chinese).
- [21] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 第4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 88-284.
- Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. Methods for Analyze and Monitoring water and Waste Water [M]. 4th ed. Beijing: China Environmental Science Press, 2002: 88-284 (in Chinese).
- [22] 黄伟坤. 食品化学分析[M]. 北京: 农业出版社, 1987.
- Huang W K. Food Chemical Analysis [M]. Beijing: Agriculture Press, 1987 (in Chinese).
- [23] Yang Y, Lin C K. Effects of biomass of caged Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and aeration on the growth and yields in an integrated cage-cum-pond system [J]. Aquaculture, 2001, 195(3-4): 253-267.

- [24] 张耀, 潘镜, 夏新民, 等. 3种不同类型网箱斑点叉尾鮰养殖效果比较[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(7): 212-215. Zhang Y, Pan J, Xia X M, *et al.* Comparison of results in different types cage-culture *Ictalurus punctatus* [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2012, 40(7): 212-215 (in Chinese).

Effects of the manure collection equipment on growth performance and nitrogen and phosphorus budgets of *Cyprinus carpio* var. *specularis* cage culture in reservoir

WANG Tao^{1*}, SHAN Shitao², YANG Chao¹, WU Zongwen³, CHEN Zhang³

(1. College of Animal Science and Technology, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;

2. Ankang Jin-Nuo Fisheries Company, Ankang 725000, China;

3. Tongwei Co., LTD., Chengdu 610041, China)

Abstract: *Cyprinus carpio* var. *specularis* with body weight of (167.81±34.66) g was reared in a net cage of 5.0 m×5.0 m×2.0 m without (as a control group) and with the manure collection equipment (as a treatment group) at a stocking rate of 40 individuals/m² at water temperature of 22~32 °C, pH value of 6.8~7.5 and dissolved oxygen level upon 5.0 mg/L for 90 days to evaluate the input and recycle of nitrogen and phosphorus in the cage water. The results showed that the growth performance in the cage with the manure collection equipment is superior to that in the control cages, and adding the manure collection equipment had no significant effect on survival ratio ($P > 0.05$). The recycle rate of nitrogen was found to be 76.83% in the cage with the manure collection equipment and 44.14% in the control cage with very significant difference ($P < 0.01$). The recycle rate of phosphorus was 63.13% in the cage with the manure collection equipment and 35.18% in the control cage with very significant difference ($P < 0.01$). There were higher utilization efficiencies of nitrogen (28.36%), and phosphorus (21.30%) in the cage with the manure collection equipment than those (25.57% for nitrogen, and 18.25% for phosphorus), with significant difference ($P < 0.05$). Emissions of nitrogen and phosphorus were reduced to the reservoir water by adding the manure collection equipment to feeding-cage, and the eutrophication effect of cage culture on the environment was decreased.

Key words: *Cyprinus carpio* var. *specularis*; the manure collection equipment; feeding-cage; growth; nitrogen and phosphorus effluent

Corresponding author: WANG Tao, E-mail: tonywang79@sina.com

Funding projects: Popularization Fund of Northwest A & F University (Z222021214)