

Influence of Breeding Density of *Hypophthalmichthys molitrix* on Phytoplankton in Ponds

Ting Liang¹, Jianhua Ding², Jia Feng¹, Shulian Xie^{1*}

¹School of Life Science, Shanxi University, Taiyuan

²Aquatic Product Technology Promotion Department of Shanxi Province, Taiyuan

Email: xiesl@sxu.edu.cn

Received: Feb. 1st, 2014; revised: Feb. 25th, 2014; accepted: Mar. 6th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

An investigation was carried out that the breeding density of *Hypophthalmichthys molitrix* influenced the cell abundance of phytoplankton, especially Cyanobacteria in Wenliushui Excellent Fish Breeding Grounds, Yongji, Shanxi Province, North China, from April to September of 2013. Two experimental groups were set, which represented low and high breeding density of *H. molitrix*, and were 21.2 g/m³ and 42.4 g/m³ respectively. The results showed that: 1) the dissolved oxygen of high density breeding ponds was higher than that of low breeding density ponds; 2) the cell abundance of phytoplankton had little difference at first but distinct difference later, and it was obvious lower in high breeding density ponds of *H. molitrix* than that in low breeding density ponds; 3) the same trend was reflected in Cyanobacteria; 4) compared with the low breeding density ponds, the dominant species had the trend from Cyanobacteria to the other divisions in high density breeding ponds of *H. molitrix*. In conclusion, the high density breeding of *H. molitrix* can control the cell abundance of phytoplankton especially Cyanobacteria, and purify water body, and meanwhile, the aquatic productivities are increased.

Keywords

Hypophthalmichthys molitrix, Dissolved Oxygen, Phytoplankton, Cyanobacteria

鲢鱼放养密度对水体中浮游藻类的影响

梁 婷¹, 丁建华², 冯 佳¹, 谢树莲^{1*}

*通讯作者。

¹山西大学生命科学学院, 太原

²山西省水产技术推广站, 太原

Email: xiesl@sxu.edu.cn

收稿日期: 2014年2月1日; 修回日期: 2014年2月25日; 录用日期: 2014年3月6日

摘要

2013年4~9月调查了山西省永济市温流水良种繁育场鲢鱼放养密度对水体浮游藻类, 特别是蓝藻细胞丰度以及溶氧量的影响。两组鱼塘, 一组为低密度鲢鱼养殖(21.2 g/m³), 一组为高密度鲢鱼养殖(42.4 g/m³)。调查结果显示: 1) 高密度鲢鱼放养鱼塘溶氧高于低密度鲢鱼放养鱼塘; 2) 初期水体的浮游藻类总细胞丰度差异不大, 但后期鲢鱼高密度放养鱼塘浮游藻类总细胞丰度低于低密度放养鱼塘; 3) 初期两种密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度差异不大, 后期高密度鲢鱼养殖池塘比低密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度明显降低, 在浮游藻类总细胞丰度中所占比例也有同样的变化趋势; 4) 两种养殖密度下, 后期高密度养殖池塘中优势种有由蓝藻门向其他门类变化的趋势。总体结论, 高密度鲢鱼养殖较低密度鲢鱼养殖可以更有效地控制和减少水体中的浮游藻类细胞丰度, 特别是蓝藻的细胞丰度, 更有利于水质净化, 同时也提高了渔产潜力。

关键词

鲢鱼, 溶氧, 浮游藻类, 蓝藻

1. 引言

鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*), 又称白鲢, 是典型的主要以浮游植物为食的滤食性淡水鱼。已有文献报道, 通过放养鲢鱼可以控制蓝藻水华, 改善水质[1]-[5]。虽然浮游蓝藻在鲢鱼体内不一定能得到完全消化, 但通过其消化道的机械研磨和消化吸收后可以破坏藻体的原本存在形式, 在一定程度上有利于水华治理[6]。

鲢鱼控藻效果受到诸多因素的影响, 例如套养鱼种和套养模式、鲢鱼放养密度、放养时浮游植物的群落结构、放养地域和水体类型等[7], 其中放养密度是一个重要因素, 它直接影响养殖水体中浮游藻类的群落结构, 对维持生态系统的平衡有重要作用[8] [9], 只有投放密度合理, 才能达到既实现控制富营养化进而改善水体环境, 又能提高渔业经济效益的双赢[10] [11]。Starling 和 Rocha 的围隔实验结果表明, 高密度鲢鱼的放养可显著降低丝状蓝藻的生物量[12]。Domaizon 和 Devaux 的研究表明, 鲢鱼对浮游植物群落结构的影响与放养密度有密切关系, 提出放养密度应低于 26 g/m³, 密度过高可能会引起水体透明度下降等负面效应[13]。刘建康和谢平对武汉东湖进行了原位围隔实验, 提出可利用放养鲢鱼等滤食浮游生物来控制蓝藻水华, 且有效控制蓝藻水华的生物量不低于 40~50 g/m³[14] [15]。田利等的实验也证明当鲢鱼放养密度为 44 g/m³时对富营养化水体的控藻效果最好[16]。

本文对不同鲢鱼放养密度下水体中浮游藻类细胞丰度进行计数分析, 以评价鲢鱼放养密度对藻类群落结构的影响。

2. 调查地点和方法

调查地点为山西省永济市温流水良种繁育场。选取 8 个养鱼池塘, 池塘面积均为 45 m × 75 m, 水深 1.5 m。把 8 个池塘分为两组, 一组(L-1, L-2, L-3, L-4)为低密度鲢鱼放养池塘(21.2 g/m³), 一组(H-1,

H-2, H-3, H-4)为高密度鲢鱼放养池塘(42.4 g/m³), 每个池塘均混养草鱼。实验期间, 每日投饵 3 次, 夜晚为避免出现浮头现象均打开增氧机。实验池塘内放养鱼苗均购自同批。

研究时间为 2013 年 4~9 月。每月下旬对每个池塘进行浮游藻类定量采集, 方法参见文献[17], 优势种的鉴定参考文献[18]。同时测定水体的溶氧。

3. 研究结果和分析

3.1. 不同鲢鱼放养密度下水体溶氧状况比较

表 1 为高密度和低密度鲢鱼放养鱼塘在 4~9 月的溶氧比较。由表 1 可知, 总体情况高密度鲢鱼放养鱼塘溶氧高于低密度鲢鱼放养鱼塘, 多有极显著性差异($P < 0.01$)或显著性差异($P < 0.05$), 由此可见, 高密度鲢鱼放养鱼塘水质较好。

水体溶氧量是评价水质的一个重要指标, 溶氧量越高, 水质越好[19]。虽然高密度放养池塘中鲢鱼数量较大, 会消耗大量氧气, 但由于鲢鱼对水体中浮游藻类和有机碎屑的大量摄食[20], 减少了这些物质对氧的消耗, 总体而言, 高密度鲢鱼放养更有利于水中氧的蓄存。

3.2. 不同鲢鱼放养密度下浮游藻类总细胞丰度的比较

图 1 是各鱼塘浮游藻类总细胞丰度的变化情况。从图 1 可知, 调查初期水体的浮游藻类总细胞丰度都较低, 且差异不大。调查后期 7~9 月, 总细胞丰度明显增加, 但鲢鱼高密度放养鱼塘浮游藻类总细胞丰度总体低于低密度放养鱼塘。说明高密度鲢鱼养殖较 低密度鲢鱼养殖更能控制浮游藻类生物量。

在调查初期, 鲢鱼体格较小, 滤食量也不大, 放养密度对浮游藻类细胞丰度影响不大。而在调查后三个月, 鱼体长大, 滤食量增加, 高密度鲢鱼放养池塘中浮游藻类细胞丰度明显低于低密度养殖池塘,

Table 1. Comparison of dissolved oxygen under different breeding density of *Hypophthalmichthys molitrix* (mg/L)
表 1. 不同鲢鱼放养密度下水体溶氧比较(mg/L)

组别	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
低密度	1.250 ± 0.194	3.590 ± 0.457	7.913 ± 0.830	7.153 ± 0.660	6.865 ± 0.990	7.023 ± 0.597
高密度	3.175 ± 0.217**	5.898 ± 0.392**	11.303 ± 0.88*	15.843 ± 2.246**	7.623 ± 0.702	9.280 ± 0.531*

注: 表中数据 = 平均值 ± 标准误。数据采用单因素方差分析(ANOVA), *表示有显著性差异($P < 0.05$), **表示有极显著性差异($P < 0.01$)。

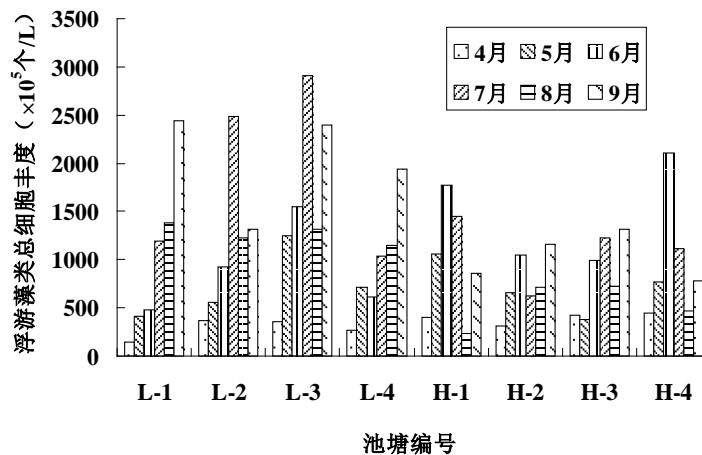


Figure 1. Variation of total cell abundance of phytoplankton in different ponds

图 1. 各鱼塘浮游藻类总细胞丰度的变化

这个结果也与之之前文献报道一致[1] [21] [22], 说明鲢鱼确有减少水中浮游藻类生物量的作用。

3.3. 不同鲢鱼放养密度下蓝藻细胞丰度及所占比例的比较

图 2 是不同鲢鱼放养密度下蓝藻门细胞丰度的变化。可以看出, 4~6 月份低密度鲢鱼养殖池塘和高密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度差异不大, 7~9 月份高密度鲢鱼养殖池塘比低密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度明显降低, 差异极显著($P < 0.01$)。

图 3 反映了鲢鱼不同养殖密度下蓝藻细胞丰度在浮游藻类总细胞丰度中所占比例。从图中可以看出, 初期(4~5 月份)低密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度所占比例与高密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度所占比例差异不显著($P > 0.05$), 后期(7~9 月份)低密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度所占比例则高于高密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度所占比例, 且差异极显著($P < 0.01$)。说明高密度鲢鱼养殖较低密度鲢鱼养殖可以更有效地控制和减少水体中蓝藻的数量。

3.4. 不同鲢鱼放养密度下浮游藻类优势种的比较

表 2 列出了两种鲢鱼养殖密度下浮游藻类优势种的情况。可以看出, 两种养殖密度下, 初期优势种差异不大, 后期高密度养殖池塘中优势种有由蓝藻门向其他门类变化的趋势。

4. 结论

由本文的调查结果, 可得出如下结论: 1) 高密度鲢鱼放养鱼塘溶氧高于低密度鲢鱼放养鱼塘; 2) 初期水体的浮游藻类总细胞丰度差异不大, 但后期鲢鱼高密度放养鱼塘浮游藻类总细胞丰度低于低密度放

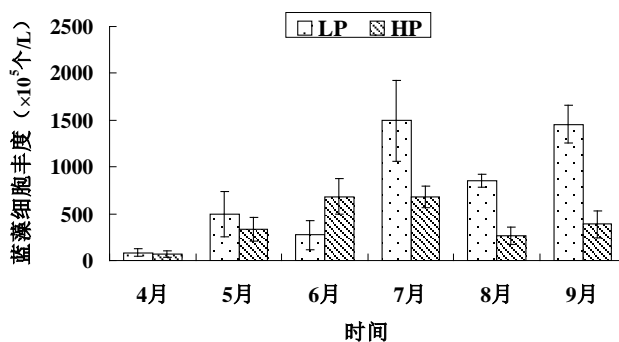


Figure 2. Variation of cell abundance of Cyanobacteria under different breeding density of *Hypophthalmichthys molitrix*
图 2. 不同鲢鱼放养密度下蓝藻细胞丰度的变化

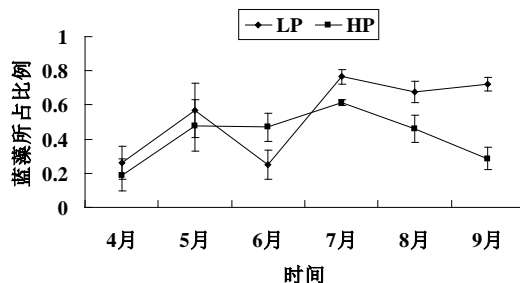


Figure 3. The ratio of cell abundance of Cyanobacteria under different breeding density of *Hypophthalmichthys molitrix*
图 3. 不同鲢鱼养殖密度下蓝藻细胞丰度在浮游藻类总细胞丰度中所占比例

Table 2. Dominant phytoplankton species under different breeding density of *Hypophthalmichthys molitrix*
表 2. 不同鲢鱼养殖密度下浮游藻类优势种情况

时间	优势种	低密度组	高密度组
4月	梅尼小环藻 <i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+
	小席藻 <i>Phormidium tenue</i>	+	
	钝脆杆藻 <i>Fragilaria capucina</i>	+	+
	水生集胞藻 <i>Synechocystis aquatilis</i>		+
	针形纤维藻 <i>Ankistrodesmus acicularis</i>		+
5月	梅尼小环藻 <i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+
	小席藻 <i>Phormidium tenue</i>	+	+
	弱细颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>	+	
	微小平裂藻 <i>Chroococcus limneticus</i>	+	
	尾裸藻 <i>Euglena caudata</i>		+
	小球藻 <i>Chlorella vulgaris</i>		+
	易变裸藻 <i>Euglena mutabilis</i>		+
6月	梅尼小环藻 <i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+
	小空星藻 <i>Coelastrum microporum</i>	+	
	短刺四星藻 <i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	+	
	微小平裂藻 <i>Chroococcus limneticus</i>	+	+
	嗜蚀隐藻 <i>Cryptomonas erosa</i>	+	+
	绿色裸藻 <i>Euglena viridis</i>		+
	尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>		+
	弱细颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>		+
	双对栅藻 <i>Scenedesmus bijuga</i>		+
拟菱形弓形藻 <i>Schroederia nitzschoides</i>		+	
7月	四足十字藻 <i>Crucigenia tetrapedia</i>	+	+
	钝脆杆藻 <i>Fragilaria capucina</i>	+	
	尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>	+	+
	小席藻 <i>Phormidium tenue</i>	+	+
	嗜蚀隐藻 <i>Cryptomonas erosa</i>	+	+
	微小平裂藻 <i>Chroococcus limneticus</i>	+	+
	水华微囊藻 <i>Microcystis flos-aquae</i>	+	
	二形栅藻 <i>Scenedesmus dimorphus</i>	+	
	拟菱形弓形藻 <i>Schroederia nitzschoides</i>		+
绿色裸藻 <i>Euglena viridis</i>		+	

续表

8月	微小平裂藻 <i>Chroococcus limneticus</i>	+	+
	四足十字藻 <i>Crucigenia tetrapedia</i>	+	+
	螺旋纤维藻 <i>Ankistrodesmus falcatus</i>	+	+
	绿色裸藻 <i>Euglena viridis</i>	+	+
	小席藻 <i>Phormidium tenue</i>	+	
	拟菱形弓形藻 <i>Schroederia nitzschoides</i>	+	
	嗜蚀隐藻 <i>Cryptomonas erosa</i>		+
	尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>	+	+
9月	嗜蚀隐藻 <i>Cryptomonas erosa</i>	+	+
	微小平裂藻 <i>Chroococcus limneticus</i>	+	
	拟菱形弓形藻 <i>Schroederia nitzschoides</i>	+	+
	螺旋纤维藻 <i>Ankistrodesmus falcatus</i>	+	+
	小席藻 <i>Phormidium tenue</i>	+	+
	绿色裸藻 <i>Euglena viridis</i>	+	+
	四足十字藻 <i>Crucigenia tetrapedia</i>	+	
	尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>		+
	纤细裸藻 <i>Euglena gracilis</i>		+
	四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i>		+
短刺四星藻 <i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>		+	

养鱼塘；3) 初期两种密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度差异不大，后期高密度鲢鱼养殖池塘比低密度鲢鱼养殖池塘中的蓝藻细胞丰度明显降低，在浮游藻类总细胞丰度中所占比例也有同样的变化趋势；4) 两种养殖密度下，后期高密度养殖池塘中优势种有由蓝藻门向其他门类变化的趋势。总体结果，高密度鲢鱼养殖较低密度鲢鱼养殖可以更有效地控制和减少水体中的浮游藻类细胞丰度，特别是蓝藻的细胞丰度，更有利于水质净化，同时也提高了渔产潜力。

参考文献 (References)

- [1] Smith, D.W. (1985) Biological control of excessive phytoplankton growth and the enhancement of aqua cultural production. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **42**, 1940-1945.
- [2] Starling, F. (1993) Control of eutrophication by silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in the tropical Paranao Reservoir (Brasilia, Brazil): Amesocosm experiment. *Hydrobiologia*, **257**, 143-152.
- [3] Datta, S. and Jana, B.B. (1998) Control of bloom in a tropical lake: Grazing efficiency of some herbivorous fishes. *Journal of Fish Biology*, **53**, 12-24.
- [4] 谢平 (2003) 鲢、鳙与藻类水华控制. 科学出版社, 北京.
- [5] 胡秀琳, 廖日红, 孟庆义, 等 (2007) 鲢鱼放养控制北京城市河湖水华试验研究. *环境工程学报*, **11**, 29-35.
- [6] 段金荣, 张宪中, 刘凯, 等 (2009) 鲢鳙鱼和藻类治理关系的初步研究. *中国农学通报*, **20**, 327-330.
- [7] 闫玉华, 钟成华, 邓春光 (2007) 非经典生物操纵修复富营养化的研究进展. *安徽农业科学*, **12**, 3459-3460.
- [8] 谷孝鸿 (1994) 不同养殖类型池塘浮游生物群落结构的初步分析. *湖泊科学*, **3**, 276-283.
- [9] 谢立民, 林小涛, 许忠能, 等 (2007) 不同类型虾池的理化因子及浮游藻类群落的调查. *生态科学*, **1**, 34-37.
- [10] 邓来富, 江兴龙 (2013) 池塘养殖生物修复技术研究进展. *海洋与湖沼*, **35**, 1270-1275.

- [11] 安鑫龙, 周启星 (2006) 水产养殖自身污染及其生物修复技术. *环境污染治理技术与设备*, **9**, 1-6.
- [12] Starling, F. and Rocha, A. (1990) Experimental study of the impacts of planktivorous fishes on plankton community and eutrophication of a tropical Brazilian reservoir. *Hydrobiologia*, **61**, 581-591.
- [13] Domaizon, I. and Devaux, J. (1999) Impact of moderate silver carp biomass gradient on zooplankton communities in a eutrophic reservoir. Consequences for the use of silver carp in biomanipulation. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **322**, 621-628.
- [14] 刘建康, 谢平 (1999) 揭开武汉东湖蓝藻水华消失之谜. *长江流域资源与环境*, **3**, 312-319.
- [15] Xie, P. and Liu, J.K. (2001) Practical success of biomanipulation using filter-feeding fish to control cyanobacteria blooms—A synthesis of decades of research and application in a subtropical hypereutrophic lake. *The Scientific World*, **1**, 337-356.
- [16] 田利, 王金鑫, 张丽彬, 等 (2008) 鲢鱼、芦台鲃鱼对富营养化水体中藻类的控制作用. *生态环境*, **17**, 1334-1337.
- [17] 章宗涉, 黄祥飞 (1991) 淡水浮游生物研究方法. 科学出版社, 北京.
- [18] 胡鸿钧, 魏印心 (2006) 中国淡水藻类——系统、分类及生态. 科学出版社, 北京.
- [19] Nancy, E.K., James, P.G. and James, R.V. (2008) Impacts of road deicing salt on the demography of vernal pool-breeding amphibians. *Ecological Applications*, **18**, 724-734.
- [20] Cremer, M. and Smitherman, R.O. (1980) Food habit and growth of silver and bighead carp in cages and ponds. *Aquaculture*, **20**, 57-64.
- [21] Butke, J.S., Bayne, D.R. and Rta, H. (1986) Impact of silver and bighead carps on plankton communities of channel catfish ponds. *Aquaculture*, **55**, 59-68.
- [22] 李倩倩, 黄鹤忠, 张群英, 等 (2013) 东太湖不同水域浮游生物周年变化及鲢、鳙食性的研究. *海洋科学*, **10**, 104-110.