

Effect of Mater Convolvulus on the Indicators of Water Quality in High Density Breeding Pond in the North

Guiliang Guo*, Xianchun Yan, Lijun Yang, Yongbo Liu, Falin Pan, Cuihong Jiang, Tianhua Qi, Chang Liu

Aquatic Products Quality and Safety Testing Center in Changchun City, Changchun Jilin
Email: guoguiliang68@126.com

Received: Mar. 9th, 2017; accepted: Mar. 28th, 2017; published: Mar. 31st, 2017

Abstract

Effects of mater convolvulus in the form of the floating floor on the indicators of water quality in high density breeding pond in the north were researched by transparency, dissolved oxygen, pH, ammonia nitrogen, nitrite nitrogen, total nitrogen, total phosphorus and potassium permanganate as the main water quality indicators. The results showed by tracing test that three trails of water convolvulus coverage rate of 0% (control), 8% and 15% in the form of the floating floor were implemented in high density breeding pond in the north. Transparency in ponds of planting water convolvulus was significantly higher than that of control pond, but ammonia nitrogen, nitrite nitrogen, total nitrogen, total phosphorus was significantly lower, dissolved oxygen, pH, potassium permanganate was not significant, fish yield in test pond significantly increased. Research shows that it can play very good role in purifying aquaculture water for high density breeding pond in the north to plant mater convolvulus in the form of the floating floor and effectively improve the economic benefits of aquaculture.

Keywords

Cold Region in the Northern, High Density Aquaculture Ponds, Planting in the Floating Floor, Water Spinach, Purify Aquaculture Water

北方地区高密度养殖池塘栽植空心菜对养殖水体水质指标的影响

郭贵良*, 闫先春, 杨立军, 刘永波, 潘发林, 蒋翠红, 綦天华, 刘畅

长春市水产品质量安全检测中心, 吉林 长春
Email: guoguiliang68@126.com

*第一作者。

文章引用: 郭贵良, 闫先春, 杨立军, 刘永波, 潘发林, 蒋翠红, 綦天华, 刘畅. 北方地区高密度养殖池塘栽植空心菜对养殖水体水质指标的影响[J]. 水产研究, 2017, 4(1): 16-24. <https://doi.org/10.12677/ojfr.2017.41003>

收稿日期：2017年3月9日；录用日期：2017年3月28日；发布日期：2017年3月31日

摘要

以透明度、溶解氧、pH值、氨氮、亚硝酸盐氮、总氮、总磷、高锰酸盐为主要水质指标研究在北方高密度养殖池塘内以浮床形式栽培空心菜对养殖水质指标的影响。通过跟踪测试，结果表明，在北方地区高密度养殖池塘内以生物浮床的形式栽植空心菜，在空心菜覆盖率为8%和15%的两个试验池塘与正常养殖池塘的对比中，栽植空心菜的试验池塘的透明度明显要高，而氨氮、亚硝酸盐氮、总氮、总磷则明显要低，溶解氧、pH值和高锰酸盐的对比则不明显，试验塘的鱼类产量有所提高。研究说明，在北方寒冷地区高密度养殖池塘内以浮床的形式栽培空心菜能够起到很好的净化养殖水体的作用，并且能够有效地提高养殖的经济效益。

关键词

北方寒冷地区，高密度养殖池塘，浮床栽种，空心菜，净化养殖水体

Copyright © 2017 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

1. 引言

北方寒冷地区水产养殖周期短，每年只有 120 多天的有效养殖期。为了获得较高的产量和收益，北方寒冷地区的水产养殖大多都采用高密度的饲养方式。这种养殖方式是以饲料的大量投入为基础的，这虽然保证了较高的产量，但也造成了鱼类排泄物多、残饵堆积等严重的后果，最后使得养殖水体产生过多的有害物质，且大量消耗水体的溶解氧，最终危害养殖鱼类的健康，影响鱼类的成活率和产量。本试验是通过在北方寒冷地区高密度养殖池塘内以浮床的形式栽种空心菜，以期待通过养殖池塘内的鱼、菜、微生物等的协同共生作用，达到改良养殖水体的水质，增加养殖效益的目的。

2. 材料与方法

2.1. 池塘准备

2015 年 4 月末，课题组在九台市九郊乡选择 3 口面积和养殖方式完全相同的池塘进行试验，池塘上口面积均为 10 亩。1 号和 2 号池塘为设置生物浮床栽种空心菜的试验池塘，3 号池塘为正常养殖的对照池塘。3 口池塘按照正常方法用生石灰清塘消毒后注水备用。每口池塘设置 3 千瓦的增氧机 2 台备用。

九台市九郊乡位于东经 125°和北纬 44°左右，九台市西南方向。地形以平原为主，属中温带大陆性季风气候。春季短暂多风；夏季湿热多雨，秋季低温早霜；冬季寒冷漫长。年平均气温 4.6℃，无霜期平均 138 天，冰冻期平均 138 天。夏季最高气温可达 37.8℃；冬季最低气温可达-37.9℃。

2.2. 苗种投放

5 月 8 日，每口池塘均投放规格为 250 g/尾的鲤鱼鱼种 8000 尾，草鱼鱼种 4000 尾；同时搭配规格为 350 g/尾的鲢鱼鱼种 1000 尾，鳙鱼鱼种 300 尾。

每个养殖池塘都按以往的方式正常投喂，记录好投喂数量。

2.3. 浮床设置

2.3.1. 浮床制作

用 PVC-U 管(50 管)、相应弯头和粘胶将其首尾相连, 形成密闭的、具有一定浮力的长方形框架, 规格 $1\text{ m} \times 4\text{ m}$ 。用聚乙烯绳将夏花网片固定在浮床框架的上下面, 形成具有两层网布的人工浮床, 以便于空心菜栽植在人工浮床上。

2.3.2. 浮床固定

试验池塘和对照池塘的主要养殖品种为鲤草鱼, 为了防止鲤草鱼摄食空心菜及其根系, 影响空心菜的长势和净化水体的能力, 因而我们采取将浮床区与养殖区拦网隔离的方式, 具体做法是: 在养殖池塘的上风口用鱼种网布拦出一块长方形的浮床区, 1 号池塘浮床区占池塘面积的 8%, 2 号池塘浮床区占池塘面积的 15%。

6 月 10~12 日, 将在蔬菜大棚内用无土栽培方法培育好的空心菜菜苗带根通过扦插固定在浮床网眼中, 株行距为 $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ 。然后用绳索将栽好空心菜的浮床呈带状固定连接起来放置在浮床区, 首尾固定在池塘边缘上, 两端距离岸边 1 m 左右。

本试验采用的空心菜品种为泰国空心菜。该品种由泰国引进, 叶片竹叶形, 呈青绿色, 梗为绿色; 茎中空, 粗壮, 向上倾斜生长。该品种耐热耐涝, 夏季高温多湿则生长旺盛, 适合于水中栽培。该品种嫩枝可陆续采收 2~3 个月, 质脆、味浓, 品质优良, 亩产可达 3000 千克以上。

2.4. 养殖管理

两个试验池塘和一个对照池塘均按平常的养殖方式正常养殖: 架设同样的增氧机, 同时开关机; 投喂相同皮质和数量的饲料; 其它管理方式也一并相同。

2.5. 水质监测

待人工浮床上的空心菜完全缓苗, 正常生长后, 开始对试验池塘和对照池塘进行水质监测。

2.5.1. 测定指标

水质的测定指标有: ① 透明度、② 溶解氧、③ pH 值、④ 氨氮、⑤ 亚硝酸盐氮、⑥ 总氮、⑦ 总磷、⑧ 高锰酸盐指数。

2.5.2. 检测方法

水质监测开始后, 每隔 10 天在各试验池、对照池进行水样采集。水样采集的方法为“五点法”, 即池塘水体采样时, 在对照塘和实验塘的中央和 4 个拐角处各设 1 个采样点, 取各点的混合水样进行水质指标检测分析。

水质指标的测定方法是: ① 透明度(SD), 采用透明度盘现场测定; ② 溶解氧(DO), 采用便携式水质检测仪现场测定; ③ pH 值, 采用便携式水质检测仪现场测试; ④ 氨氮($\text{NH}_4^+ \text{-N}$), 采用纳氏试剂光度法测定; ⑤ 亚硝酸盐氮($\text{NO}_2^- \text{-N}$), 采用 N-(1-萘基)-乙二胺光度法测定; ⑥ 总氮(TN), 采用过硫酸钾氧化-紫外分光光度法测定; ⑦ 总磷(TP), 采用硝酸-硫酸消解法测定; ⑧ 高锰酸盐指数(CODMn), 采用酸性法测定。

2.5.3. 监测时间

水质监测从 6 月末开始到 9 月初结束, 每约 10 天左右一次, 分别为: 6 月 30 日、7 月 10 日、7 月 20 日、7 月 30 日、8 月 9 日、8 月 19 日、8 月 29 日、9 月 8 日, 共监测 8 次。采样时间为上午 10 点左右, 当天检测完成。

2.6. 蔬菜收割

待蔬菜成熟后，适时采收。7月中旬开始采收，每15天左右采收一次，共采收6次。每次收割都记录好收割的数量。

2.7. 起捕

9月下旬开始对试验池塘和对照池塘进行拉网起捕，并做好各项指标的记录。

3. 结果与分析

3.1. 水质测试结果与分析

3.1.1. 水质测试结果

试验中，我们对实验池和对照池的水质进行了测试，6月末开始到9月初结束，共测试8次，测试结果见下表1。

Table 1. Water quality test results table

表 1. 水质测试结果表

监测时间		6月30日	7月10日	7月20日	7月30日	8月9日	8月19日	8月29日	9月8日
透明度(cm)	1号池塘	20	22	23	24	24	25	25	26
	2号池塘	21	23	25	26	27	28	28	29
	对照池	18	17	17	15	15	14	15	16
溶解氧(mg/L)	1号池塘	6.5	5.7	6.7	7.1	7.4	7.3	6.9	6.9
	2号池塘	6.3	5.6	6.7	7.0	7.2	7.2	6.9	6.8
	对照池	6.5	5.9	6.6	6.7	7.2	7.5	6.8	6.5
pH 值	1号池塘	8.0	7.9	7.8	7.9	7.8	7.7	7.6	7.7
	2号池塘	8.0	7.9	7.7	7.8	7.8	7.7	7.6	7.6
	对照池	8.1	8.2	8.3	8.5	8.5	8.4	8.3	8.4
氨氮(mg/L)	1号池塘	0.41	0.43	0.46	0.49	0.45	0.46	0.43	0.38
	2号池塘	0.38	0.41	0.47	0.48	0.48	0.47	0.42	0.37
	对照池	0.43	0.52	0.64	0.77	0.82	0.82	0.78	0.76
亚硝酸盐氮(mg/L)	1号池塘	0.12	0.13	0.12	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07
	2号池塘	0.11	0.11	0.11	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06
	对照池	0.13	0.15	0.16	0.16	0.23	0.22	0.21	0.18
总氮(mg/L)	1号池塘	9.0	9.9	9.8	9.9	9.8	9.7	9.6	9.7
	2号池塘	9.0	9.9	9.7	9.8	9.8	9.7	9.6	9.6
	对照池	9.1	9.5	10.3	10.5	11.5	11.4	11.3	10.4
总磷(mg/L)	1号池塘	0.41	0.43	0.46	0.48	0.45	0.46	0.43	0.38
	2号池塘	0.40	0.41	0.44	0.46	0.47	0.45	0.42	0.38
	对照池	0.43	0.52	0.54	0.57	0.62	0.62	0.58	0.56
高锰酸盐(mg/L)	1号池塘	10.0	10.2	10.5	10.9	10.8	10.7	10.6	10.7
	2号池塘	10.0	10.2	10.7	10.8	10.8	10.7	10.6	10.6
	对照池	10.1	10.5	10.7	10.9	11.1	11.1	11.0	10.8

3.1.2. 水质结果分析

1) 透明度

由图 1 可以看出, 栽植空心菜的试验塘的 1 号塘和 2 号塘的透明度呈现逐渐升高的趋势, 而 2 号塘的透明度略高于 1 号塘。而对照塘的透明度一直较低, 并随着养殖投喂量的增加还有所降低。这与陈家长等[3]在试验中描述的随着鱼类养殖时间的延续, 对照组水体透明度呈逐渐降低趋势, 60 d 时降至最低; 2 个处理组池塘水体透明度均呈逐渐升高趋势, 90 d 时均升至最高的结论是一致的。

本实验中 2 个实验池塘与对照池塘之间的透明度差异明显($P < 0.05$), 但 2 个试验池塘之间的透明度差异不明显。说明在鱼类养殖池塘中栽种空心菜能够显著地提高水体透明度, 但在空心菜栽植达到 8% 以上后, 空心菜的栽植量对提高水体的透明度的变化不再明显。

2) 溶解氧

由图 2 可以看出, 栽植空心菜的试验塘的 1 号塘和 2 号塘的溶解氧和对照池的溶解氧没有特别明显的差异。可能是由于池塘增氧设施的使用对养殖水体的溶解氧的调节有关。这与郭印等[6]的研究结果, 对虾养殖池种植水蕹菜对水体的溶解氧未产生明显影响的结果一致。

3) pH 值

由图 3 可以看出, 栽植空心菜的试验塘的 1 号塘和 2 号塘的 pH 值有所降低, 而对照池塘的 pH 值则一直较高。但都维持在适宜养殖的区间范围内, 相差不大。因而养殖池塘种植和不种植空心菜对养殖水体的 pH 值影响不大。这与周楠楠等[5]的试验结果描述的水体设有空心菜浮床可维持水体酸碱度相对稳

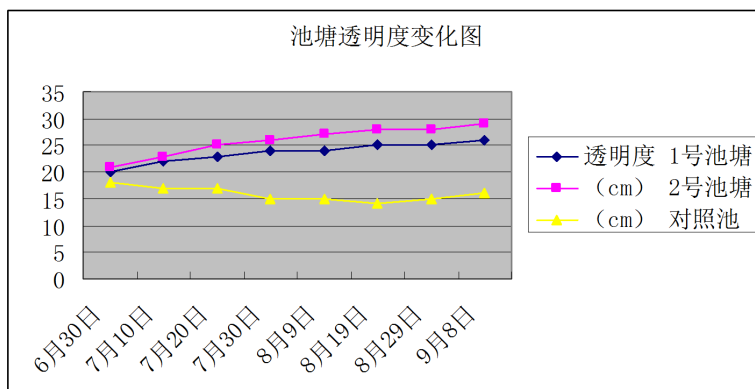


Figure 1. Change of transparency in ponds

图 1. 池塘透明度变化

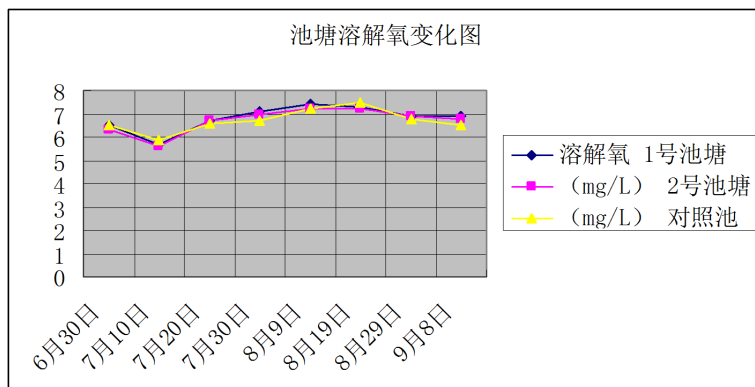


Figure 2. Change of dissolved oxygen in ponds

图 2. 池塘溶解氧变化

定的结论相符。

4) 氨氮

由图4可以看出,栽植空心菜的试验塘的1号塘和2号塘的氨氮监测值明显低于对照塘。试验塘基本呈现稳定或略有降低的趋势,虽然降低幅度不是太大,但由于对照塘的氨氮值随着养殖投入量的增加一直处于升高状态,因而试验池塘的氨氮值随着养殖投入量的增加而越来越明显地低于养殖池塘。说明栽种空心菜的试验池塘对养殖水体的氨氮的含量起到了很好的控制作用。这与周楠楠等[5]的试验结果描述的空心菜浮床对试验水体中的铵氮的去除效果明显是一致的。

5) 亚硝酸盐氮

由图5可以看出,栽植空心菜的试验塘的1号塘和2号塘的亚硝酸盐氮监测值明显低于对照塘。试验塘基本呈现稳定或略有降低的趋势,虽然降低幅度不是太大。而对照塘随着养殖时间的增长和养殖投入的加大,监测值逐渐升高,明显高于试验塘监测值。说明栽种空心菜的试验池塘对养殖水体的亚硝酸盐氮的含量起到了很好的控制作用。

6) 总氮

由图6可以看出,栽植空心菜的试验塘的1号塘和2号塘的总氮监测值低于对照塘,1号塘2号塘监测值相近,差别不大。试验塘基本呈现稳定或略有降低的趋势,虽然降低幅度不是太大。而对照塘随着养殖时间的增长和养殖投入的加大,监测值逐渐升高,高于试验塘的监测值。说明栽种空心菜的试验池塘对养殖水体的总氮的含量起到了一定的控制作用。这与周楠楠等[5]的试验结果描述的空心菜浮床对

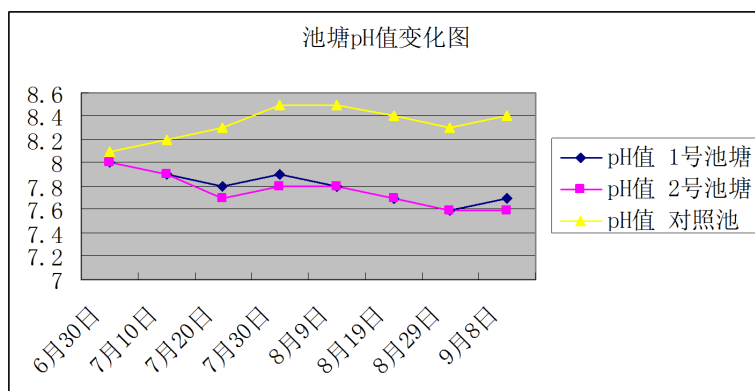


Figure 3. Change of pH value in ponds

图3. 池塘 pH 值变化

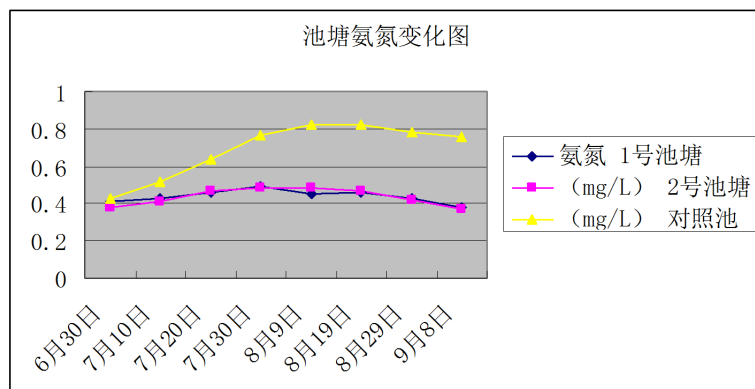


Figure 4. Change of ammonia nitrogen in ponds

图4. 池塘氨氮变化

试验水体中的总氮的去除效果明显是一致的。

7) 总磷

由图 7 可以看出，栽植空心菜的试验塘的 1 号塘和 2 号塘的总磷监测值低于对照塘，1 号塘 2 号塘监测值相近，差别不大。试验塘基本呈现稳定或略有降低的趋势，虽然降低幅度不是太大。而对照塘随着养殖时间的增长和养殖投入量的加大，监测值逐渐升高，高于试验塘监测值。说明栽种空心菜的试验

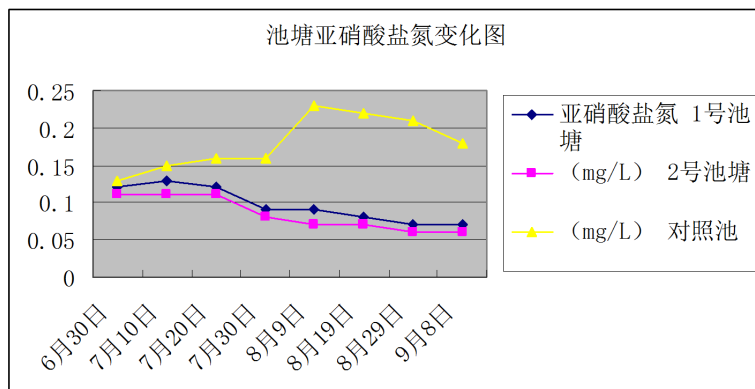


Figure 5. Change of nitrite nitrogen in ponds
图 5. 池塘亚硝酸盐氮变化

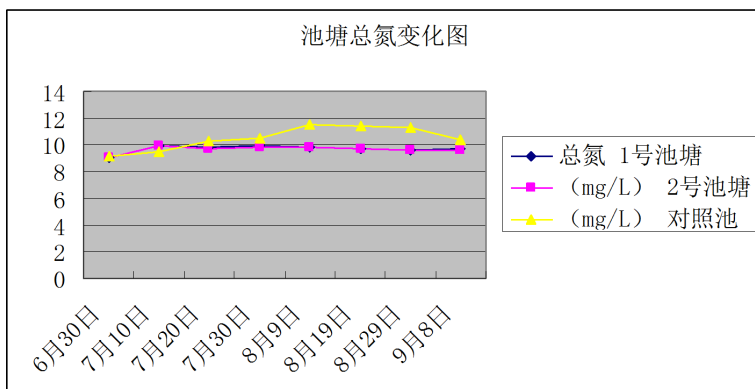


Figure 6. Change of total nitrogen in ponds
图 6. 池塘总氮变化

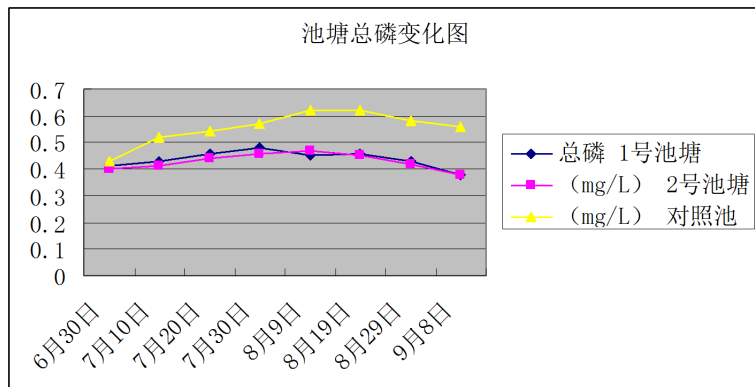


Figure 7. Change of total phosphorus in ponds
图 7. 池塘总磷变化

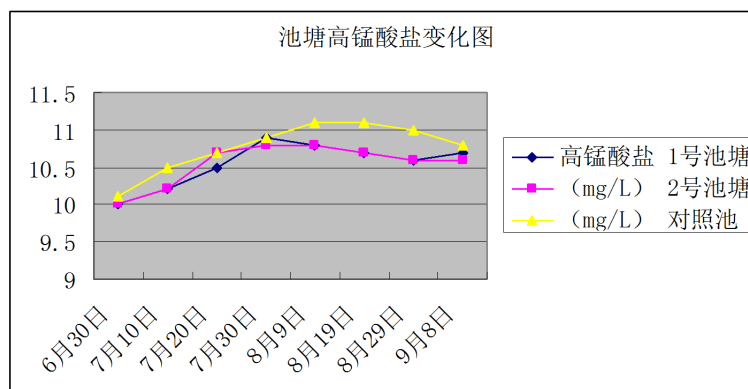


Figure 8. Change of permanganate in ponds
图 8. 池塘高锰酸盐变化

池塘对养殖水体的总磷的含量起到了很好的控制作用。这与周楠楠等[5]的试验结果描述的空心菜浮床对试验水体中的总磷的去除效果明显是一致的。

8) 高锰酸盐指数

由图 8 可以看出, 栽植空心菜的试验塘的 1 号塘和 2 号塘和对照塘高锰酸盐指数监测值总体差别不大, 只是随着养殖的深入, 对照塘的监测值略高于试验塘。这与李欲如[1]等在试验中描述的空心菜对高锰酸盐的去除效果要低于对氮磷的去除效果是一致的。

3.2. 试验养殖结果与分析

3.2.1. 空心菜栽植结果

从 7 月 15 日开始收割空心菜, 共采收 6 次。实验池 1 号塘共采收空心菜 1700 kg, 2 号塘共收割空心菜 3100 kg, 共计生产空心菜 4800 kg。具体情况见表 2。

3.2.2. 鱼类喂养结果

9 月 25 日开始拉网捕鱼, 1 号塘共捕获成鱼 18,584 kg, 2 号塘共捕获成鱼 18,626 kg, 3 号塘共捕获鲤成鱼 18,049 kg。相比于对照池塘, 1 号试验池塘增产 535 kg, 平均亩增产 53.5 kg, 2 号试验池塘增产 577 kg, 平均亩增产 57.7 kg。

3.2.3. 经济效益分析

从养殖结果来看:

1 号试验池塘总利润: $6000 + 42,000 = 48,000$ 元

2 号试验池塘总利润: $10,000 + 42,500 = 52,500$ 元

3 号试验池塘总利润: 36,400 元

相比于 3 号对照池塘, 1 号试验塘增收: $48,000 - 36,400 = 11,600$ 元。平均每亩增收: $11600 \div 10 = 1160$ 元。

相比于 3 号对照池塘, 2 号试验塘增收: $52,500 - 36,400 = 16,100$ 元。平均每亩增收: $16100 \div 10 = 1610$ 元。

4. 讨论

1) 实验结果表明, 在北方寒冷地区进行鱼菜共生种养完全可行。可以确定采用 PVC-U 管做浮床框架, 用上下不同规格的聚乙烯网布包裹框架, 用下层网布对水生蔬菜的根系进行有效保护并用聚乙烯网布将蔬菜种植区同鱼类养殖区有效隔离的人工浮床铺设方式栽种水生蔬菜简便易行, 栽种的空心菜长势非常好, 这与林启存[4]等的论文观点是一致的。当然, 除了空心菜, 人工浮床上还可以选择栽培生菜、

Table 2. Input and output of water spinach**表 2.** 空心菜投入产出

池塘	投入	采收次数	产量(kg)	产值(元)	利润(元)
1 号	3000	6	1800	9000	6000
2 号	5500	6	3100	15,500	10,000
3 号	0	0	0	0	0

Table 3. Input and output of farmed fish**表 3.** 养殖鱼类投入产出

池塘	投入(元)	产量(kg)	产值(元)	利润(元)
1 号	143,800	18,584	185,800	42,000
2 号	143,800	18,626	186,300	42,500
3 号	143,800	18,049	180,200	36,400

水芹菜等蔬菜进行栽培。

2) 从试验效果来看, 空心菜覆盖率为 8% 和 15% 的两个试验池塘与对照塘相比, 透明度有了明显提高, 氨氮、亚硝酸盐氮、总氮、总磷均明显降低。说明在北方高密度养殖池塘以生物浮床的形式栽植空心菜, 可有效分解、吸收养殖过程中产生的残饵、排泄物及动植物尸体释放出的氮磷。可以看出, 在北方地区高密度精养塘种植空心菜时, 空心菜覆盖率达到 8% 以上时, 即可对养殖水体有很好的净化作用。

3) 从试验效果来看, 栽种空心菜的试验池塘与对照塘相比, 溶解氧、pH 值和高锰酸盐的变化不明显。溶解氧的变化不明显, 可能是由于高密度养殖水体要长时间使用增氧机, 水体中的溶解氧大部分来源于增氧机物理增氧的原因。栽种空心菜的试验池塘与对照塘相比, pH 值更稳定一些, 则有可能是水体栽植空心菜后使养殖水体内的浮游生物量相对稳定, 从而使水体酸碱度相对更稳定有一些。高锰酸盐的变化不明显, 则是由于空心菜对于高锰酸盐的去除效果不明显的直接表现。

4) 由表 2 可以看出, 在浮床上种植的空心菜能够良好生长, 产量较高, 品质良好, 与黄婧等[2]的试验结果一致。因而, 在北方高密度养殖池塘内以人工浮床的形式种植空心菜, 在有效净化养殖水体的同时还可以有效增加蔬菜的收入。由表 3 可以看出, 种植蔬菜的试验池塘不仅未影响鱼类产量, 并且由于养殖水质的改善鱼类养殖产量有了一定程度的提高, 增加了产量, 提高了养殖效益。

基金项目

吉林省重点科技攻关项目: 寒冷地区高产池塘鱼类和水生植物健康集成养殖技术研究。项目编号 20150204075NY。

参考文献 (References)

- [1] 李欲如, 操家顺, 徐峰, 等. 水蕹菜对苏州重污染水体净化功能的研究[J]. 环境污染与防治, 2006, 28(1): 69-71.
- [2] 黄婧, 林惠凤, 朱联东, 等. 浮床水培蕹菜的生物学特征及水质净化效果[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(12): 92-94.
- [3] 陈家长, 孟顺龙, 胡庚东, 等. 空心菜浮床栽培对集约化养殖鱼塘水质的影响[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(2): 155-159.
- [4] 林启存, 冯晓宇, 黄卫, 等. 水蕹菜浮床在富营养化水体中的应用研究进展[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(29): 10111-10113.
- [5] 周楠楠, 高芮, 张择瑞. 浮床植物系统对富营养化水体的净化效果[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(3): 337-339.
- [6] 郭印, 戴习林, 苒建菊, 等. 延绳式种植水蕹菜在上海郊区养殖虾塘中应用效果的研究[J]. 广东农业科学, 2015, 42(1): 22-26.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ojfr@hanspub.org