

Preliminary Experimental Study on “Crab-Water Spinach” Symbiosis Model

Qun Kang¹, Yueyuan Liu¹, Yunyi Zhou¹, Pan Zhu¹, Dan Fan², Haiping Feng², Zhaohua Li^{1*}

¹Faculty of Resources and Environment, Hubei University, Wuhan Hubei

²Agriculture Ecologic Environment Protection Station, Hubei Province, Wuhan Hubei

Email: zli@hubu.edu.cn

Received: Mar. 3rd, 2020; accepted: Mar. 19th, 2020; published: Mar. 26th, 2020

Abstract

In China's aquaculture industry, the fish-vegetative symbiosis model has received attention and development in recent years. Crab is a kind of freshwater product with high economic value. In this paper, crab-water spinach symbiosis was studied by a preliminary small-scale experiment and a large pond experiment. The preliminary exploration experiments show that this model can improve the quality of aquaculture water and the survival rate of crabs, and can create more economic and environmental benefits.

Keywords

Crab, Water Spinach, Symbiosis, Small Experiment, Survival Rate, Big Pond Experiment, Benefit

“螃蟹 - 空心菜” 共生模式初步实验研究

康 群¹, 刘悦缘¹, 周云夷¹, 朱 攀¹, 樊 丹², 冯海平², 李兆华^{1*}

¹湖北大学资源环境学院, 湖北 武汉

²湖北省农业生态环保站, 湖北 武汉

Email: zli@hubu.edu.cn

收稿日期: 2020年3月3日; 录用日期: 2020年3月19日; 发布日期: 2020年3月26日

摘 要

近年来鱼菜共生模式在我国养殖行业中得到重视和发展。螃蟹是一种经济价值很高的淡水产品, 本文进

*通讯作者。

文章引用: 康群, 刘悦缘, 周云夷, 朱攀, 樊丹, 冯海平, 李兆华. “螃蟹 - 空心菜”共生模式初步实验研究[J]. 可持续发展, 2020, 10(2): 175-181. DOI: [10.12677/sd.2020.102021](https://doi.org/10.12677/sd.2020.102021)

行了螃蟹-空心菜共生初步小型实验和大塘实验,旨在初步探究采用直接漂浮法进行螃蟹和空心菜共生养殖的可能性与效果。实验表明,该模式可改善养殖水质,提高螃蟹生存率,可创造更多经济效益和环保效益。

关键词

螃蟹,空心菜,共生,小型实验,存活率,大塘实验,效益

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

鱼菜共生技术是在人工控制条件下,将养殖水体中的鱼类的排泄物、分泌物、饵料饲料残渣等废弃物转化为植物能吸收利用的营养盐类等,蔬菜在生长过程中,通过对水体中吸收营养盐类而净化水质,改良鱼类生长环境[1]。受到养殖污染的水体里的氨氮和营养物质由微生物细菌分解成亚硝酸盐和硝酸盐,然后被植物根系作为营养吸收转化利用,达到鱼跟菜两者之间的共赢效果,提高鱼与菜两者的产量和经济效益、环境生态意义[2]。

直接漂浮法是鱼菜共生技术的最为常见的一种类型,优点是结构简单,操作方便,利用塑料浮性泡沫板等材料,将水培蔬菜苗放在浮板上直接进行栽培。缺点是需要对植物的根系采取保护,防止养殖鱼将植物根系破坏[3]。李晓辉等[4]在2015年开展了池塘罗非鱼-空心菜共生实验,生物浮床下衬网用于防止鱼咬空心菜的根部。一共收割7次,2个实验塘总产量14,100 kg,每个塘比对照塘年平均多获利22,300元,实验塘内罗非鱼的产量也高于对照塘。2015年国家大宗淡水鱼类体系呼和浩特试验站王志等[5]在内蒙古土默特左旗乔庞渔场开展鱼菜共生生态养殖试验研究。养殖鲤鱼搭配长丰鲢和花鲢,饲料投喂及池塘管理均相同。下层网0.2 cm网目以下的聚乙烯网片,保护空心菜根系实,结果表明实验塘各类鱼产量高于对照塘,加上空心菜收入比对照塘多收入773元/亩。

螃蟹是一种经济价值很高的淡水产品,营养丰富,味道鲜美,在现代社会中得到了人们普遍的认可[6]。螃蟹属于杂食性的节肢水生动物,以吃水草为主,也会捕食一些腐殖质,小昆虫,蠕虫,小鱼小虾等[7]。养殖时对池塘水质的要求较高,塘面要大,水深不宜过深,0.6~1.5米为好,种植一定水草有利于螃蟹分散栖息在不同高度[8],但不宜过密以免挡住阳光。

目前还未见螃蟹和蔬菜采用直接漂浮法共生的相关实验和实践报道。本文进行了螃蟹-空心菜共生初步小型实验和大塘实验,旨在初步探究采用直接漂浮法进行螃蟹和空心菜共生养殖的可能性与效果。本文的结果可为蟹-菜共生的进一步研究及其生产实践提供参考。

2. “蟹-菜”共生实验

2.1. 蟹-菜共生小型实验

2.1.1. 实验材料

四个长25厘米,宽25厘米,高35厘米的透明玻璃缸,作为实验容器。本地小螃蟹40只。饵料。空心菜苗,直径2 cm左右的塑料管及直通若干。无纺布若干。

2.1.2. 实验方法

1) 将塑料管制成两个约 20 * 20 cm 的小浮床, 用无纺布剪成条, 绑在浮床上, 在无纺布上用剪刀扎几个等距的孔, 将空心菜根穿过孔固定, 将浮床放入两个玻璃缸中, 并放入清水至 20 cm 水深, 每个缸中放入 10 只小螃蟹, 作为实验组。

2) 在另两个玻璃缸中放入清水至 20 cm 深, 各放入 10 只小螃蟹, 作为对照组。

3) 在四个玻璃缸中, 每天投入等量的饵料, 观察记录各组螃蟹活动情况。

2.2. 蟹 - 菜共生大塘实验

选取湖北省鄂州市郊某生态园养殖基地内的螃蟹塘两座, 位置相邻, 大小一样, 均为长 94 m、宽 62 m, 面积 5838 m²。其中一个塘作为对照塘 CK; 在另一个塘作为实验组, 在水面上采用直接漂浮法种植空心菜。

2.2.1. 实验材料

720 米的厚度 2.5 mm 直径 110 mm 的 PVC 管、480 个厚度 2.5 mm 直径 110 mm 的 PVC 管直角接头。无纺布若干。

空心菜苗选取本地尖叶空心菜苗进行实验, 一般株高 5~10 cm 的小苗为好, 因季节问题没有小苗, 故选择株高在 10~20 cm 之间的空心菜进行实验。

2.2.2. 浮床设计和制作

设计浮床总面积 240 m², 共 120 个, 占塘面面积的 4.11%。每个浮床面积为 2 m²。单个浮床制作方法如下: 选取厚度 2.5 mm 直径 110 mm 的 PVC 管, 用厚度 2.5 mm 直径 110 mm 的 PVC 管直角接头拼接成 120 个 2 m × 1 m 的浮岛。利用胶水和直角接头将塑料管连接起来并保证塑料管不会进水下沉。在塑料管中加入 20 个左右封口塑料瓶, 若胶水老化浮岛进水, 浮岛中的塑料瓶可增加浮力延长浮岛寿命。将 8 根长 12 cm 宽 2.5 m 的无纺布依次等间距缠绕和固定在浮床上, 双层, 在无纺布的上层等间距用剪刀尖扎上五个种植孔。

5 个浮床首尾相连, 用尼龙绳捆扎在一起为一组, 每组中间间隔 15 米, 列与列之间间隔 5 米, 靠近水岸的两列距水岸 2.5 米。

2.2.3. 空心菜水面种植方法

将空心菜根部插入浮床上无纺布的种植孔中, 每个浮岛上均种植 40 颗空心菜。种植之前称量空心菜的总重量。

将浮床依次推入实验池塘中, 用竹竿进行固定。留一定长度可活动的绳子, 将绳头与绳尾分别将浮床和与竹竿连接起来以便浮床可随水面升降。

2.2.4. 水样采集、空心菜收割

在实验开始时、实验结束时, 分别在实验池和对照池相同位置和深度(实验池有生物浮岛处), 各取一份水样在实验室内测定其水样中的悬浮物、总磷、总氮水质指标的浓度值。检测方法按照《水与废水分析监测方法》(国家环保总局出版第四版)进行。

实验结束时对空心菜进行收割和称重, 记录空心菜总重量、茎叶和根重量。

随机抽取三份空心菜样品, 分别测量空心菜叶、茎和根的氮、磷含量和含水率。其测定方法来源于《土壤农业化学分析方法》[9]。

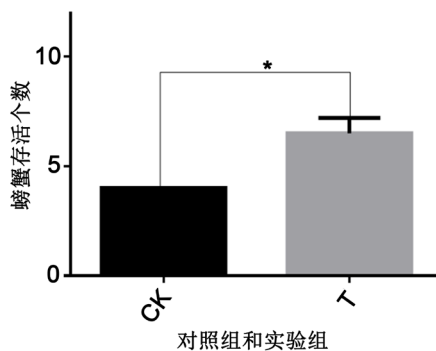
2.2.5. 数据处理

采用 Graphpad Prism 6.0 软件对数据进行计算和方差分析。 $P < 0.05$ 的值被认为具有统计学意义。

3. “蟹-菜”共生实验结果与讨论

3.1. 蟹-菜共生小型实验结果与讨论

实验从 2019 年 6 月下旬开始。实验组和对照组在投入相同量的饵料，饲养 20 天后，统计各组螃蟹存活个数，计算平均值和方差，结果绘图见图 1。



* $P < 0.05$ VS. 实验组螃蟹存活个数。

Figure 1. The effect of surface water spinach floating beds on the survival rate of underwater crabs

图 1. 水面空心菜浮床对水下螃蟹存活率的影响

由图 1 可知：实验组螃蟹存活平均数量为 6.5 只，对照组螃蟹存活平均数量为 4 只，前者显著高于后者。水面种植空心菜可显著提高螃蟹成活率。

这可能是由于螃蟹有喜欢附着在水草上的生活习性，观察到实验组中螃蟹时常附着在空心菜根部，这样有利于螃蟹分布在不同的水体空间。且空心菜叶可起到一定的遮阴、降低水温的作用。这可能是在有充足饵料时，有生物浮床的实验组中螃蟹 20 天存活率显著大于对照组的主要原因。

3.2. 蟹-菜共生大塘实验结果与分析

蟹-菜共生现场大塘实验从 2019 年 7 月 24 日开始，到 10 月 2 日结束共 68 天。

3.2.1. 空心菜产量及氮和磷含量

1) 空心菜产量

第 68 天收获空心菜总重量为 2633.5 kg，其中根重 1960.5 kg，叶茎重 673.0 kg。

每平方米浮床产 2.804 kg 空心菜，即产量为平均 2.804 kg/m²。

2) 空心菜中氮、磷含量

取三份空心菜样品，杀青后测定空心菜的叶茎和根的含水率及全氮、全磷的含量，取平均值见表 1。

Table 1. Measurements of nitrogen, phosphorus, and water content in water spinach

表 1. 空心菜中氮磷及含水率测定值

名称	全氮(g/kg 干重)		全磷(g/kg 干重)		含水率(%)	
	叶茎	根	叶茎	根	叶茎	根
1	27.31	22.41	2.765	2.015	93.90	89.20
2	25.89	23.02	2.645	2.086	93.20	89.00
3	27.83	22.57	2.600	1.868	93.80	89.90
均值	27.01 ± 0.82	22.67 ± 0.26	2.67 ± 0.07	1.99 ± 0.09	93.63 ± 0.31	89.37 ± 0.39

由 1) 知, 已采收的所有空心菜中, 总根重 1960.5 kg, 叶茎重 673.0 kg。计算所有收获的空心菜中的氮、磷含量:

叶茎含氮量 = $673.0 \text{ kg} * (1 - 93.63\%) * 27.01 \text{ g/kg} = 1158 \text{ g}$;

根系含氮量 = $1960.5 \text{ kg} * (1 - 89.37\%) * 22.67 \text{ g/kg} = 4724 \text{ g}$;

叶茎含磷量 = $672.95 \text{ kg} * (1 - 93.63\%) * 2.670 \text{ g/kg} = 114.5 \text{ g}$;

根系含磷量 = $1960.5 \text{ kg} * (1 - 89.37\%) * 1.990 \text{ g/kg} = 414.7 \text{ g}$;

所有收获的空心菜总含氮量 = $1158 \text{ g} + 4724 \text{ g} = 5882 \text{ g}$;

所有收获的空心菜总含磷量 = $114.5 \text{ g} + 414.7 \text{ g} = 529.2 \text{ g}$ 。

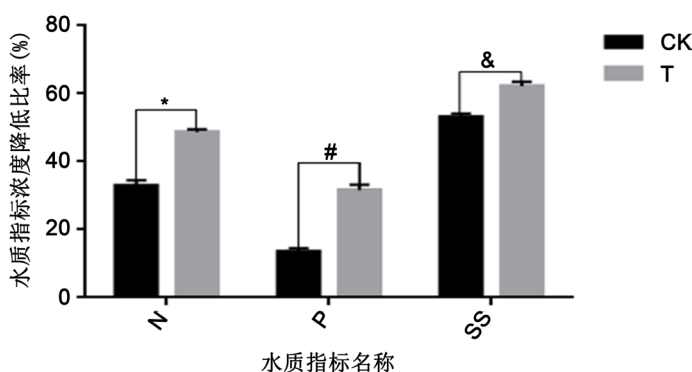
3.2.2. 实验塘和对照塘水质指标的浓度值对比分析

在实验开始第一天, 在实验塘生物浮床下取 2 个水样, 并在对照塘中相同距离位置和深度取 2 个水样, 进行水质分析。在第 68 天收割空心菜前, 再于原取水样处各取水样 2 个, 进行水质分析。测定结果见表 2。对表 2 所测数据进行数据分析并制图见图 2。

Table 2. Sampling analysis of control pond and experimental pond

表 2. 对照塘和实验塘水质采样分析

实验天数	pH		总氮(mg/L)		总磷(mg/L)		SS(mg/L)	
	CK	T	CK	T	CK	T	CK	T
第 1 d	6.93	6.72	0.48	0.96	0.32	0.50	88	82
	/	/	0.44	0.98	0.30	0.45	90	81
第 68 d	7.51	7.35	0.33	0.50	0.28	0.35	42	32
	/	/	0.29	0.49	0.26	0.30	41	30
下降率(%)	/	/	31	48	13	30	52	61
	/	/	35	50	15	33	54	64



* $P < 0.05$ VS. 实验塘采样点总氮含量, # $P < 0.05$ VS. 实验塘采样点总磷含量, & $P < 0.05$ VS. 实验塘采样点 SS 含量。

Figure 2. Comparison of the average decline rates of total nitrogen, total phosphorus, and suspended matter in water samples from the control pond and experimental pond after 68 d

图 2. 第 68 d 后对照塘和实验塘水样中的总氮、总磷和悬浮物的下降率均值比较

由表 2 和图 2 可知, 在实验第 68 天:

1) 对照塘和实验塘中, 水样 pH 值都升高, 由弱酸性变为弱碱性。对照塘 pH 值升高了 0.58, 实验塘 pH 值升高了 0.63, 升高幅度差异不明显。

2) 对照塘和实验塘中, 水样的总氮、总磷和悬浮物含量都明显下降, 对照组污染物浓度平均下降率为: 总氮 33%, 总磷 14%, 悬浮物 53%; 实验组污染物浓度下降率为: 总氮 49%, 总磷 32%, 悬浮物 63%。

3) 实验组中总氮、总磷和悬浮物的下降率显著大于对照组。

3.2.3. 实验组和对照组中螃蟹产量比较

据该生态养殖基地提供的情况及数据表明, 实验组和对照组塘中的螃蟹产量及质量, 没有显著性差异。

这可能是因为在本次实验中, 实验塘中生物浮床水培空心菜的面积, 仅占全塘面积的 4.11%, 且水上栽培空心菜晚于常规栽种时间只收割一茬, 因此生物浮床种植空心菜立体养殖模式, 虽然对生物浮床下水体中氮、磷和悬浮物起到了较显著的净化作用, 且带来一定的蔬菜经济收益, 但是对于整个实验塘中螃蟹的产量和质量, 与对照塘相比, 未见显著促进作用。

3.2.4. 经济效益和环保效益计算

1) 直接经济效益

空心菜的叶茎, 按当年 10 月空心菜 5.00 元/kg 的价格计算, 总毛利为 3365 元。单位浮床的毛利为 14.0 元/m²。

浮岛制作材料费人工费 = 20,000 元/240 m² = 83.3 元/m², 其中浮床框架材料 = 80 元/m²可重复使用 10 年, 折合平均每年 8 元/m²。故每平方浮床成本 = 8 + 3.3 = 11.3 元/m²。

直接纯利润 = 14.0 - 11.3 = 2.7 元/m²。

造成生态浮床空心菜产量纯利润较低的原因分析如下: 种植空心菜时间晚, 错过空心菜生长旺盛期, 且在 68 天实验结束为止只收割了一次, 导致空心菜产量远低于从四月份开始种植的空心菜(一般能收 6~7 茬儿)。

2) 环保效益

由收获的空心菜中含磷含氮量可知: 240 平方米浮床共从水中吸收去除了 5.882 kg 的氮元素, 0.5292 kg 的磷元素, 空心菜水面栽培起到了一定的净化水质效果。这就是有生物浮床的实验塘水中氮磷下降率比对照塘高的原因。

实验塘中生物浮床下空心菜具有的强大根系, 可以很好的截留水中的悬浮物, 所以实验塘水中的悬浮物下降率也显著高于对照塘。

4. 结论与展望

4.1. 结论

1) 蟹 - 菜共生 20 d 小型实验表明, 共生模式可显著提高螃蟹的成活率; 未见螃蟹的活动对浮床空心菜的根系造成不良影响。

2) 蟹 - 菜共生 68 d 现场大塘实验共水面种植空心菜 240 m², 一次性收获空心菜总重量为 2633.5 kg, 其中叶茎重 673.0 kg, 单位浮床产生的纯利润为 2.7 元/m²。可以通过早栽种、收获多茬儿来增加空心菜产从而提高纯利润。

3) 与对照塘相同位置相比, 实验塘浮床下水体的总氮、总磷和悬浮物浓度下降率明显高出 17%、18% 和 8%。实验塘浮床下水体的 pH 值升高, 由弱酸性变为弱碱性, 但这一趋势与对照塘无显著差异。

4) 240 平方米浮床共从实验塘水体中吸收去除了 5.88 2kg 的氮元素, 0.5292 kg 的磷元素。在一定程度上起到了净化蟹塘水质的作用。

由于本次现场实验中, 浮床占实验塘面面积仅 4.11%, 且实验时间较短, 实验塘和对照塘中的螃蟹产量及质量没有发现显著差异。

4.2. 展望

蟹-菜共生养殖模式将水产养殖和蔬菜生产相结合, 最大效率的利用了土地空间, 实现经济蔬菜创收的同时, 也促进水产养殖环境的改善, 符合生态农业绿色发展的需求。

进一步研究蟹-菜共生时螃蟹投放量、水草种植量与生物浮床蔬菜种植种类和方式之间的关系, 优化生产参数, 从而形成具有可操作性的养殖方案, 减少人工投饵, 减少蟹病, 做到健康养殖, 是该领域未来努力的方向。

参考文献

- [1] 梁新民. 鱼菜共生技术的原理、方法和生态意义[J]. 科学种养, 2018(3): 60-62.
- [2] 宋红桥, 管崇武. 鱼菜共生综合生产系统的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(20): 63-65.
- [3] 李爱珍, 陈万光, 司献礼, 马秀英. 鱼菜共生净水节水的高效养鱼模式研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017(5): 238-240.
- [4] 李晓辉, 石绍龙. 池塘鱼菜共生试验[J]. 云南农业, 2016(6): 45-46.
- [5] 王志, 李振林, 高海水, 丁守河, 彭本初, 李志东, 段海清, 郭琼. 池塘鱼菜共生综合技术的对比试验[J]. 当代畜禽养殖业, 2016(9): 8-9.
- [6] 周小卫, 陆长妹. 浅谈螃蟹养殖的方法及水质管理[J]. 中国农业信息, 2014(1): 149.
- [7] 王本龙. 螃蟹的养殖技术[J]. 农技服务, 2011, 28(3): 332-333.
- [8] 陈云. 淡水螃蟹养殖技术分析[J]. 农民致富之友, 2015(16): 197.
- [9] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科学出版社, 2000: 146-195.