

不同水草对克氏原螯虾幼虾生长的影响

李飞, 辛建美, 施正庭, 蒋文桦 (浙江省淡水水产研究所, 浙江湖州 313001)

摘要 为研究克氏原螯虾对不同水草的喜好, 选取浮萍、伊乐藻、金鱼藻和小球藻等, 在室内玻璃钢池中研究不同水草对克氏原螯虾生长的影响。结果表明, 选用的水草及其组合均可用于克氏原螯虾养殖, 其中处理⑤(饲料、金鱼藻、浮萍和螺蛳)的效果最佳, 处理③(饲料、伊乐藻和金鱼藻)的效果次之, 不同处理间差异不显著。在养殖过程中, 不同处理间水质差别不大, 但不同时间、不同处理间水质存在一定的差异。该研究结果可为克氏原螯虾养殖中的水草种植提供一定的指导。

关键词 水草; 克氏原螯虾; 生长; 影响

中图分类号 S966.12 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)04-0098-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.04.026



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Aquatic Weeds on the Growth of *Procambarus clarkii* Juvenile

LI Fei, XIN Jian-mei, SHI Zheng-ting et al (Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou, Zhejiang 313001)

Abstract In order to study the preference of *Procambarus clarkii* to different aquatic weeds, we selected *Lemna minor* L., *Elodea nantali*, *Ceratophyllum demersum* L. and *Chlorella* sp. to study the effects of different aquatic weeds on the growth of *P. clarkii* in indoor fiberglass reinforced plastic ponds. The results indicated that all the selected weeds and their combinations could be used in the aquaculture of *P. clarkii*. The effect of treatment ⑤ (formula feed, *C. demersum*, *L. minor* and *Margarya melanioides*) was the best, followed by treatment ③ (formula feed, *E. nantali* and *C. demersum*). There was no significant difference among different treatments. During the breeding process, there was little difference of water quality among different treatments, but there were certain differences of water quality at different time among different treatments. The study results could provide some guidance for the aquaculture of *P. clarkii*.

Key words Aquatic weeds; *Procambarus clarkii*; Growth; Effects

克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*), 隶属十足目爬行亚目螯虾科原螯虾属, 俗称小龙虾, 原产于北美地区, 经过多年的发展, 目前已成为我国重要的淡水养殖虾类之一^[1-2]。据《中国小龙虾产业发展报告(2020)》^[3], 2019年我国克氏原螯虾养殖总产量达208.96万t, 养殖总面积达128.6万hm², 克氏原螯虾养殖产业产值约710亿元, 养殖面积和养殖产量再创新高。克氏原螯虾属于杂食性虾类, 对其生长环境中的食物具有一定的选择性, 但目前无论是克氏原螯虾池塘养殖还是稻田养殖, 对于如何构建克氏原螯虾的最佳生长环境或最佳投喂模式尚没有统一的标准。不同地区、不同养殖模式、不同养殖户采取的方式或方法均不同, 大多是通过多年的养殖经验和相互传授而得出的, 但由于养殖结果受多种因素的影响, 因此无法确定最佳养殖模式。克氏原螯虾养殖过程中种植水草不仅可以为克氏原螯虾提供躲避空间, 可作为克氏原螯虾的食物, 而且可以用于调节养殖水质, 养殖户也充分意识到种植水草的重要性, 常说“虾多少, 看水草”^[4-5]。笔者选取小球藻、浮萍、伊乐藻、金鱼藻4种水草进行组合, 研究不同水草对克氏原螯虾生长的影响, 以期对克氏原螯虾的养殖提供一定的指导。

1 材料与方法

1.1 试验设计 试验于2020年4月12日至5月12日在浙江省淡水水产研究所综合试验基地的阳光房开展, 试验期30d。试验用虾采自安吉梅溪草滩家庭农场, 幼虾的初始规格为(3.50±0.48)g; 试验用小球藻为异养发酵的蛋白核小球

藻(浓度为10¹⁰ ind./mL), 购自上海光语生物科技有限公司; 试验用伊乐藻和金鱼藻捞取自安吉梅溪草滩家庭农场克氏原螯虾养殖稻田和河沟。试验用虾养殖于阳光房内养殖池(2.8 m×1.4 m×0.6 m), 每个养殖池中间用钢丝网隔成2个养殖区域, 水深40 cm。每个养殖区域内放6束PVC管制成的虾巢, 每束由3根PVC管组成, 同时用3个散气石不间断充气。试验场景如图1所示。共5个处理, 处理①投喂饲料和小球藻(50 mL), 处理②投喂饲料和浮萍, 处理③投喂饲料、伊乐藻和金鱼藻, 处理④投喂饲料、金鱼藻和浮萍, 处理⑤投喂饲料、金鱼藻、浮萍和螺蛳(50枚), 同时设置对照组1个, 仅投喂饲料, 其他不投喂。每个处理2个重复, 2个重复养殖于同一个养殖池的不同养殖区域内, 每个养殖区域内投放幼虾100尾。试验期间, 每天17:00左右投喂1次南美白对虾饲料(蛋白质含量为38%), 每7d用虹吸法吸污1次, 加新水至原水位; 试验第7、21天测定溶解氧含量、pH、氨氮浓度和亚硝酸盐浓度等水质参数。

1.2 数据处理与分析 在试验结束后每个处理的每个重复随机选取35尾虾进行测量, 使用电子天平测量克氏原螯虾的体重(精确到0.01 g), 使用直尺测量克氏原螯虾的体长(精确到0.01 cm), 统计体长增长率、体重增长率和成活率。体长增长率=100%×(试验结束时虾体长-试验开始时虾体长)/试验开始时虾体长, 体重增长率=100%×(试验结束时虾体重-试验开始时虾体重)/试验开始时虾体重, 成活率=100%×(试验结束时虾的数量/试验开始时虾的数量)。试验数据使用Excel和SAS 8.0软件进行统计与分析, 结果均以平均值±标准差表示, 采用Duncan法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同水草及其组合对克氏原螯虾生长的影响 经过30 d

基金项目 湖州市公益性技术应用研究(重点)项目(2018GZ11)。

作者简介 李飞(1986—), 男, 安徽濉溪人, 副研究员, 硕士, 从事水产养殖及遗传育种研究。

收稿日期 2020-07-17

的试验,不同水草及其组合对克氏原螯虾幼虾生长的影响见

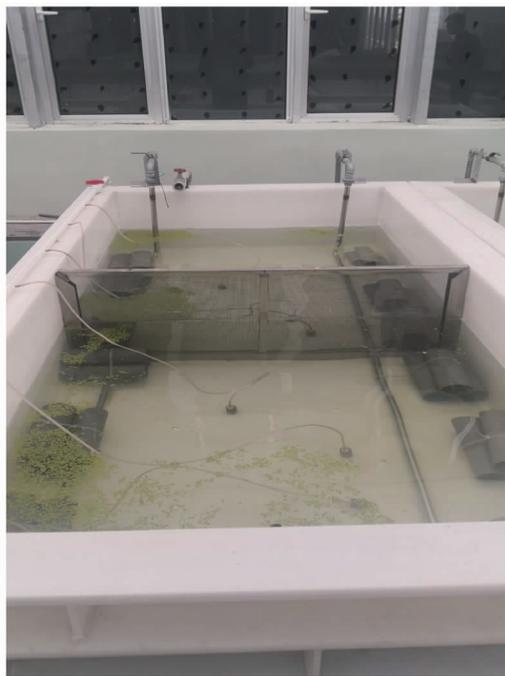


图 1 试验场景

Fig.1 The test scene

表 1。由表 1 可知,克氏原螯虾幼虾体长增长率由高到低依次为处理⑤、处理①、处理③、处理④、对照组、处理②,各組间差异不显著;克氏原螯虾幼虾的体重增长率由高到低依次为处理③、处理⑤、处理④、处理①、处理②、对照组,各組间差异不显著;克氏原螯虾幼虾成活率由高到低依次为处理①、处理⑤、处理②、处理④、处理③、对照组,各組间差异不显著。综合来看,处理⑤的效果最好,且投喂的 50 枚大螺蛳有 20 枚被吃掉,处理③的效果次之,处理①的成活率最高。

2.2 不同处理水质指标对比 试验期间不同处理水质指标变化见表 2。从表 2 可以看出,试验期间养殖水体的水质指标均符合克氏原螯虾生长的要求。试验开始 7 d 后,除处理⑤的水质指标(NH_4^+-N 含量为 0.1 mg/L, NO_2^--N 含量为 0.150 mg/L)与其他组差异较大外,其他组的水质情况基本相同。试验第 21 天,处理④的 NH_4^+-N 含量(0.2 mg/L)与其他组差异较大,处理⑤的 NO_2^--N 含量(0.100 mg/L)较其他组低,其他指标差异均较小。

3 讨论

3.1 克氏原螯虾对水草的喜好 克氏原螯虾属于甲壳类动物,其生长是通过多次蜕壳来完成的。刚蜕壳的虾十分脆弱,极易受到攻击,而虾一旦受到攻击就会死亡,因此虾在蜕

表 1 不同水草及其组合对克氏原螯虾生长的影响

Table 1 Effects of different kinds of weed and their combinations on the growth of *P. clarkii*

组别 Group	初始体长 Initial body length//cm	试验结束时体长 Final body length//cm	体长增长率 Growth rate of body length//%	初始体重 Initial body weight//g	试验结束时体重 Final body weight//g	体重增长率 Growth rate of body weight//%	成活率 Survival rate//%
处理① Treatment ①	3.09	5.94±0.63	92.23	3.50±0.48	9.01±3.26	157.43	82.50
处理② Treatment ②	3.09	5.76±0.54	86.41	3.50±0.48	8.58±2.94	145.14	80.00
处理③ Treatment ③	3.09	5.92±0.63	91.59	3.50±0.48	9.48±3.25	170.86	76.50
处理④ Treatment ④	3.09	5.86±0.67	89.64	3.50±0.48	9.15±3.65	161.43	79.50
处理⑤ Treatment ⑤	3.09	6.03±0.61	95.15	3.50±0.48	9.44±3.69	169.71	81.00
对照组 Control group	3.09	5.79±0.60	87.38	3.50±0.48	8.53±3.22	143.71	73.50

表 2 不同处理水质指标对比

Table 2 Comparison of water quality indices among different treatments

组别 Group	NH_4^+-N 含量 NH_4^+-N content//mg/L		pH		NO_2^--N 含量 NO_2^--N content //mg/L	
	7 d	21 d	7 d	21 d	7 d	21 d
	处理① Treatment ①	1.2	0.1	7.6	7.2	0.001
处理② Treatment ②	1.2	0.1	8.0	7.2	0.001	0.300
处理③ Treatment ③	1.0	0.1	8.0	7.0	0.001	0.300
处理④ Treatment ④	1.2	0.2	8.0	7.4	0.001	0.300
处理⑤ Treatment ⑤	0.1	0.1	8.0	7.2	0.150	0.100
对照组 Control group	1.2	0.1	8.0	7.2	0.001	0.300

想场所,而且通过水草的生长繁殖还可以控制和改善养殖水体的生态环境。同时,水草也是克氏原螯虾良好的饵料^[1-2,5-7]。该研究选取克氏原螯虾养殖常用的水草(如伊乐藻等)以及不太常用的水草(如金鱼藻、浮萍等)进行组合,开展对比试验,虽然试验结束时各处理间的差异均未达到显著水平,但也对生产具有一定的指导意义。一是进一步确认了水草对克氏原螯虾的重要性。尽管试验期间投喂了足量的饲料,但投放水草的试验组中水草仍基本被吃光。二是拓展了克氏原螯虾养殖过程中的水草选择范围。该研究选用金鱼藻和浮萍进行试验,此前较少被报道,甚至养殖过程中常将浮萍捞除,而该研究中的处理⑤和处理④均以金鱼藻和浮萍作为主要水草,不仅水草全部被摄食,而且取得了较好的体长增长率、体重增长率和成活率。

3.2 螺蛳的作用 在克氏原螯虾及河蟹养殖过程中,投喂螺蛳的目的是繁育小螺蛳,为虾蟹提供活饵以及起到一定的净化水质作用^[7-8]。该研究中处理⑤每个重复中均投放了 50 枚大螺蛳,试验结束进行检查时每个重复中均有 20 枚螺

壳时要先选定一个安全的隐蔽场所^[6]。养殖水体中种植一定比例的水草不仅可为克氏原螯虾提供更多隐蔽、栖息的理

很高的中心度,而且具有较高的原因度,表明这4个因素是森林火灾的核心关键影响因素,在森林防火中应当将其放在首要考虑的位置。另外, I_{10} 的原因度居于首位, I_{15} 的影响度居于首位, I_8 的中心度最大, I_{11} 的中心度和原因度居于中间位置。由此看出,在森林火灾中,人为因素处于核心位置,气候因素和植被因素属于驱动因素,因此在森林防火过程中,对人的行为进行有效控制与引导,可有效避免森林火灾的发生。同时要加强气候因素和植被因素的科学研究,进而为森林火灾的预测提供更加科学的依据,对保护人类居住的生态环境具有重要的积极意义。

4 结论

该研究构建了森林火灾影响因素指标体系,利用 DEMATEL 方法对森林火灾影响因素进行了定量分析,包括每个影响因素的影响度、被影响度、中心度和原因度,并进行相关分析。探讨了影响森林火灾的关键因素,其中人为因素在森林火灾发生时起着核心作用,因此在预防森林火灾发生时要充分发挥人的积极主动作用。通过对原因度值小于0的结果因素分析,加强防火宣传,注重防火队伍建设,加强林区经济投入,调整林业产业结构,是做好森林防火的直接有效措施。研究表明,为避免林火发生,一方面控制人的行为,另一方面,还要加强对气候因素和植被因素的科学研究,为森林火灾的预测提供更加科学的依据,进而保护人类居住的生态环境。

(上接第99页)

螺被摄食,且试验第21天水体中 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 含量为0.100 mg/L,低于其他组。由此可推断出,不仅小螺蛳可被克氏原螯虾摄食,大螺蛳也会被克氏原螯虾摄食,此外螺蛳确实可以起到一定的调节水质作用。

3.3 小球藻的作用 小球藻是淡水中常见的浮游植物,在水产养殖过程中可作为养殖动物的饵料,泼洒小球藻液不仅可以提高水体肥力、改善水色、恢复水体藻相,而且可以增加水体溶氧量,改良水体环境^[9-12]。该研究中的处理①仅泼洒了小球藻,未投放其他水草,由于室内光线等问题,未能扩散开来,但试验结束时克氏原螯虾的体长增长率和体重增长率均处于中等水平,高于处理②和对照组,但该处理克氏原螯虾的成活率最高。这表明泼洒小球藻对克氏原螯虾养殖是有益的。

参考文献

- [1] BURGAN R E, KLAVER R W, KLAVER J M. Fuel models and fire potential from satellite and surface observations[J]. International journal of wildland fire, 1998, 8(3): 159-170.
- [2] Fire Danger Working Team. Gaining a basic understanding of the national fire danger rating system. A self-study reading course[M]. A Publication of the National Wildfire Coordinating Group, 2012.
- [3] CARLSON J D, BURGAN R E, ENGLE D M, et al. The Oklahoma Fire Danger Model: An operational tool for mesoscale fire danger rating in Oklahoma[J]. International journal of wildland fire, 2002, 11: 183-191.
- [4] WADE D D. Thinning young loblolly pine stands with fire[J]. International journal of wildland fire, 1993, 3(3): 169-178.
- [5] 郑焕能, 姜俊清. 森林防火[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1994: 22.
- [6] 叶兵. 国内外森林防火技术及其发展趋势[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2000.
- [7] 王述洋. 森林火灾重灾年(季)灾变原理和机制的研究[J]. 中国安全科学学报, 2002, 12(6): 1-5.
- [8] 国家林业局. 全国森林火险区划等级: LY/T 1063—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [9] 李楷, 王薇. 基于 DEMATEL 的动物疫情公共危机中消费者行为决策分析[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(31): 11122-11124.
- [10] 郑丽娟, 万志芳. 基于 DEMATEL 的国有林可持续经营影响因素研究[J]. 林业经济, 2014, 36(5): 32-36.
- [11] 金卫健, 胡汉辉. 模糊 DEMATEL 方法的拓展应用[J]. 统计与决策, 2011(23): 170-171.
- [12] 石春娜. 我国森林质量的社会经济影响因素研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [13] 苏漳文, 刘爱琴, 郭福涛, 等. 福建林火发生的驱动因子及空间格局分析[J]. 自然灾害学报, 2016, 25(2): 110-119.
- [14] 蔡奇均, 曾爱聪, 苏漳文, 等. 基于 Logistic 回归模型的浙江省林火发生驱动因子分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2020, 48(2): 102-109.
- [15] 于茜. 森林火险预测模型研究与应用: 以大兴安岭林区为例[D]. 天津: 天津师范大学, 2019.

参考文献

- [1] 顾志敏. 小龙虾无公害安全生产技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2018.
- [2] 梁宗林, 孙骥, 陈士海. 淡水小龙虾(克氏原螯虾)健康养殖实用新技术[M]. 北京: 海洋出版社, 2008.
- [3] 农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产技术推广总站, 中国水产学会, 等. 中国小龙虾产业发展报告(2020)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020.
- [4] 陆伟, 王兴仿, 彭斌松, 等. 小龙虾养殖水体水草的管理[J]. 科学养鱼, 2019(6): 89.
- [5] 周鑫. 淡水小龙虾高效养殖模式攻略[M]. 北京: 中国农业出版社, 2015.
- [6] 李应森, 刘其根, 陈蓝苾. 克氏原螯虾的池塘生态养殖[J]. 水产科技情报, 2008, 35(3): 125-128.
- [7] 唐建清, 周凤健. 淡水小龙虾高效生态养殖新技术[M]. 北京: 海洋出版社, 2014.
- [8] 王旭, 谢满华, 王伟, 等. 无为县河蟹高效生态养殖技术模式研究[J]. 现代农业科技, 2014(11): 286-288.
- [9] 李飞, 郭建林, 张爱菊, 等. 3种培养基对小球藻生长的影响及在淡水轮虫培育中的应用研究[J]. 生物学杂志, 2016, 33(1): 109-111.
- [10] 孟顺龙, 陈春光, 陈家长. 小球藻在池塘养殖中的调水作用[J]. 科学养鱼, 2020(9): 86.
- [11] 成永旭. 生物饵料培养学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [12] 陈峰, 姜悦. 微藻生物技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.