

彭 刚,陈大鹏,黄鸿兵,等. 日本沼虾对克氏原螯虾幼虾胁迫试验[J]. 江苏农业科学,2017,45(21):190–192.  
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2017.21.053

# 日本沼虾对克氏原螯虾幼虾胁迫试验

彭 刚<sup>1</sup>,陈大鹏<sup>1</sup>,黄鸿兵<sup>1</sup>,刘国兴<sup>1</sup>,严维辉<sup>1</sup>,黄 成<sup>2</sup>,唐建清<sup>1</sup>

(1. 江苏省淡水水产研究所,江苏南京 210017;2. 南京大学生命科学院,江苏南京 210093)

**摘要:**研究离体、饥饿、不同温度条件下日本沼虾对克氏原螯虾成活率的影响,探究两者之间的胁迫及种间竞争情况。结果显示,日本沼虾对克氏原螯虾幼虾有较大胁迫能力,有母体保护的克氏原螯虾幼虾 A3、A7 组的成活率明显高于离体的 A1、A5 组,离体且不投饵的 A5 组成活率最低,与其他各组均存在明显差异。随着温度的升高,日本沼虾对克氏原螯虾幼虾的胁迫程度呈现先升高后降低的趋势。

**关键词:**日本沼虾;克氏原螯虾;胁迫

**中图分类号:**S966.12 **文献标志码:**A **文章编号:**1002–1302(2017)21–0190–03

克氏原螯虾(*Procarabarus clarkii*),别称红色沼泽螯虾、小龙虾或克氏螯虾,原产于墨西哥北部和美国南部,在动物分类学上隶属甲壳纲,十足目,螯虾科,原螯虾属<sup>[1]</sup>,20 世纪 30 年代克氏原螯虾由日本传入我国,已成为我国重要的经济水产品种<sup>[2]</sup>。克氏原螯虾肉质细腻,味道鲜美,营养丰富,深受广大群众的喜爱<sup>[3]</sup>,近年来其养殖产量和面积逐年扩大,许多学者对其形态特征、遗传结构、营养需求、病害防控<sup>[4–7]</sup>等方面做了深入研究。然而,由于克氏原螯虾生物学特性的制约,目前克氏原螯虾单养产量仅 2 250~3 000 kg/hm<sup>2</sup>,单位养殖产量一直难有实质性突破,导致克氏原螯虾养殖面积虽逐年扩大,但销售价格逐年走高,供不应求。为了更好地利用池塘养殖空间,挖掘养殖池塘生产潜力,提高养殖效益,部分学者开展了克氏原螯虾与中华绒螯蟹、日本沼虾(青虾)混养、轮养试验<sup>[8–9]</sup>。本研究开展日本沼虾对克氏原螯虾抱幼虾及幼虾的胁迫试验,探究成年日本沼虾与克氏原螯虾及幼虾相互制约、胁迫残杀情况,比较其种间竞争水平,为克氏原螯虾与日本沼虾的生态混养轮养提供可参考资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验地点位于江苏省淡水水产研究所五楼养殖实验室;试验动物为抱幼克氏原螯虾,来自盱眙明祖陵镇克氏原螯虾养殖场,日本沼虾来自南京周岗青虾养殖基地;克氏原螯虾抱幼虾平均规格为(30.92±8.12)g,克氏原螯虾幼虾为仍吊挂在母体腹部附肢游泳足上的小虾,平均规格为 0.01 g,日本沼虾成虾平均规格为(6.03±0.66)g,水族箱规格为 36 cm×25 cm×25 cm;试验用水为曝气 3 d 的自来水,采用增氧泵集中供氧,每箱 1 个气石,保证溶氧充足,水质清新。

收稿日期:2016–06–03

基金项目:江苏省“六大人才高峰”项目(编号:2015–NY–027)。

作者简介:彭 刚(1981—),男,江苏南京人,副研究员,主要从事水产养殖与渔业经济研究。Tel:(025)86581551;E-mail:1619114@sina.com。

通信作者:唐建清,研究员,研究方向为水产养殖。E-mail:jstjq@163.com。

### 1.2 试验方法

1.2.1 日本沼虾与克氏原螯虾抱幼虾及幼虾的相互制约效应 试验设置 A1~A8 共计 8 组,每组 3 个重复。(1)是否脱离母体:母体表示幼虾仍吊挂于母体腹部附肢,与母体一同放入,为 1 尾母虾和 100 尾幼虾;离体表示将幼虾从母体腹部附肢上剥离,单独放入 100 尾幼虾。(2)是否放入青虾:放指放入 4 尾成年青虾,不放指不放入青虾。(3)是否投喂饲料:投喂指试验过程每天投喂日本沼虾、克氏原螯虾颗粒饲料,不投喂指整个试验过程不投喂颗粒饲料,使其处于饥饿状态。试验从 2015 年 11 月 9 日开始,11 月 18 日结束,共计 10 d,在水族箱中进行,且各组设置条件详见表 1。

表 1 日本沼虾与克氏原螯虾抱幼虾及幼虾制约试验设置

组别	是否脱离母体		是否放青虾		是否投喂饲料	
	母体	离体	放	不放	投喂	不投喂
A1		√	√		√	
A2		√		√	√	
A3	√		√		√	
A4	√			√	√	
A5		√	√			√
A6		√		√		√
A7	√		√			√
A8	√			√		√

1.2.2 不同温度条件下日本沼虾对克氏原螯虾幼虾残杀试验 试验设置 B1~B7 共计 7 组,设置温度分别为 8、12、16、20、24、28、32℃,每组放克氏原螯虾幼虾 100 尾,青虾 3 尾,每组 3 个重复,采用加热棒控制温度,温度上下波动不超过 1℃,试验从 11 月 19 日开始,11 月 23 日结束,共计 5 d,试验在水族箱中进行。

### 1.3 数据分析

试验所得数据以 SPSS 13.0 软件作统计分析,并用 Excel 作图表,试验数据以“平均值±标准误( $\bar{x} \pm s$ )”表示,以  $P < 0.05$  作为差异显著的标准。

## 2 结果与分析

### 2.1 日本沼虾与克氏原螯虾抱幼虾及幼虾制约试验

日本沼虾成虾对克氏原螯虾抱幼虾无制约威胁,由图 1

可知,本试验中各试验组放入的 1 尾克氏原螯虾抱幼虾都存活,成活率为 100%。日本沼虾成虾对克氏原螯虾幼虾制约较大,特别是没有母体保护时,A5 组不投喂,幼虾存活率仅为  $(22.33 \pm 6.43)\%$ ;A1 组投喂,幼虾存活率仅为  $(36.67 \pm 2.08)\%$ ;有母体保护幼虾时,幼虾成活率略高,A3 组和 A7 组幼虾成活率分别为  $(68.67 \pm 5.51)\%$  和  $(63.00 \pm 6.56)\%$ ,在没有日本沼虾胁迫的情况下,克氏原螯虾幼虾无论是离体还是有母体保护,成活率都很高,特别是投喂饲料的 A2、A4 组成活率分别为  $(97.00 \pm 2.65)\%$ 、 $(98.67 \pm 0.58)\%$ ,不投喂饲料的 A6、A8 组成活率分别为  $(87.33 \pm 2.08)\%$ 、 $(92.33 \pm 7.51)\%$ ,而离体的 A6 组略低。

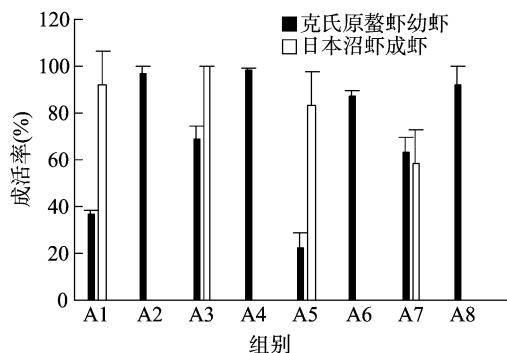


图1 离体饥饿胁迫条件下克氏原螯虾与日本沼虾成活率

## 2.2 不同温度条件下日本沼虾对幼虾残杀试验

随着温度的升高,由图2可知,克氏原螯虾幼虾成活率从B1组的  $(52.67 \pm 15.01)\%$  下降到B5组的  $(13.67 \pm 5.69)\%$ ,然后逐步上升到B7组的  $(48.67 \pm 8.62)\%$ ,克氏原螯虾幼虾成活率随着温度的升高呈现先下降再上升的趋势。日本沼虾成虾的成活率在B1~B4组都为100%,未发现死亡现象,但后来随着温度的上升,其成活率开始呈现逐步下降的趋势,B7组的成活率仅为  $(55.56 \pm 19.25)\%$ 。

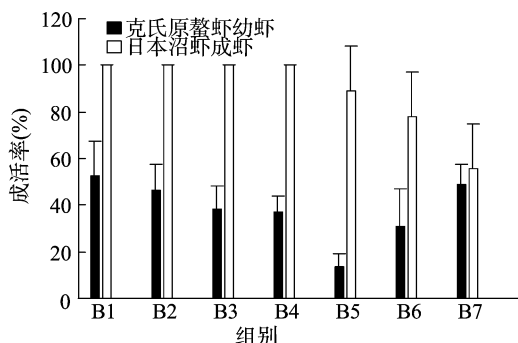


图2 不同温度条件下克氏原螯虾与日本沼虾成活率

## 3 讨论

### 3.1 克氏原螯虾对日本沼虾胁迫分析

克氏原螯虾在行为学上具有打斗和残杀行为,克氏原螯虾具有占地盘习性<sup>[10]</sup>,在遮蔽程度较小的地方(如角落),其觅食和打斗行为都较多<sup>[11]</sup>。在蟹虾混养试验中,从室内试验和室外池塘试验的结果来看,总体上克氏原螯虾在同中华绒螯蟹的竞争占优势<sup>[12]</sup>,雌虾具有抱仔行为,且在抱仔阶段雌性攻击性大大提高<sup>[13]</sup>。本研究起初以为从克氏原螯虾抱

幼虾的体型差异和护幼习性上来说,日本沼虾有较大的攻击和胁迫行为,然而试验中发现克氏原螯虾抱幼虾体型较大,活动能力不强,大部分时间静卧在水中不动,并未出现频繁攻击日本沼虾的行为。日本沼虾的活动游泳能力较强,当克氏原螯虾抱幼虾触须与其触须接触时会迅速弹开,保持足够的安全距离。本试验中母体 A3 组日本沼虾成活率与离体 A1 组无明显差异。仅在不投喂饲料时,母体 A7 组的日本沼虾成活率略低,与其他各组有明显差异,而这种成活率的降低可能是由于饥饿状态下克氏原螯虾抱幼虾胁迫程度的增大引起,也有可能是由于饥饿状态下日本沼虾自身种内竞争加剧,成活率下降造成。克氏原螯虾幼虾由于体型差异对于日本沼虾没有攻击和胁迫能力,离体 A1、A5 组间日本沼虾成活率无明显差异。有研究表明,克氏原螯虾在食物缺乏或密度过大时会互相残杀或残食自己所抱的卵,1 尾雌虾 1 d 可吃掉十几尾甚至更多的幼体<sup>[14]</sup>,但本研究 A8 组克氏原螯虾在不投喂饲料的情况下,其幼虾的成活率仍较高,在 90% 以上,说明克氏原螯虾抱幼虾对自身幼体残食的现象并不严重,但本试验中 1 个水族箱中只放养了 1 尾克氏原螯虾抱幼虾,如果有多尾抱幼虾同箱养殖,其相互间残食幼体的情况有待进一步研究观察。

### 3.2 日本沼虾对克氏原螯虾胁迫分析

青虾饥饿时,还会出现同类残杀现象<sup>[15]</sup>,青虾具有相互争饵抢食的习性,容易导致大小虾之间争食残杀<sup>[16]</sup>。为了解决青虾间的相互残杀问题,江苏省苏南地区一般在养殖池内种植水草,给青虾提供隐蔽场所,减少残杀概率<sup>[17]</sup>。根据日本沼虾自相残杀及残食幼体的习性,本试验设计探究其对克氏原螯虾的胁迫程度。日本沼虾因体型差异对克氏原螯虾抱卵虾无胁迫能力,克氏原螯虾抱幼虾也没有蜕壳、软壳的较为虚弱的时间,所以试验组中的克氏原螯虾抱幼虾全部成活。但日本沼虾对克氏原螯虾幼虾有较大的威胁,放入日本沼虾的 A1、A3、A5、A7 组与不放日本沼虾的 A2、A4、A6、A8 组间差异明显,不放日本沼虾组的克氏原螯虾幼虾成活率在 87%~99% 之间,放入日本沼虾组的克氏原螯虾幼虾成活率在 22%~69% 之间。在没有日本沼虾胁迫时,有没有母体保护对日本沼虾成活率影响不大,仅不投喂离体 A6 组与 A2、A4、A8 组有明显差异,这是由克氏原螯虾幼虾饥饿状态下的自相残杀造成的,但 A6 组仍保持相对较高的成活率,A2、A4、A8 组间无明显差异。当有日本沼虾胁迫时,有母体保护的 A3、A7 组克氏原螯虾幼虾成活率高于没有母体保护的 A1、A5 组,有明显差异,说明母体对幼虾具有一定的保护作用,可减少被日本沼虾残杀的风险。但试验中发现,当日本沼虾处于克氏原螯虾抱幼虾侧后方时,克氏原螯虾母虾触须无法感知日本沼虾的存在,而日本沼虾第一步足能从克氏原螯虾抱幼虾腹部下轻易地钳取幼虾摄食,而克氏原螯虾抱幼虾毫无察觉,这也是造成有母体保护的 A3、A7 组成活率仍较低的主要原因。同时本试验也说明克氏原螯虾掘洞除了有低温越冬的需要,更重要的是保护幼体的需求,当其在洞穴躲避时,触须朝外,腹部朝里,容易发现敌害的入侵,保护幼体。没有母体保护且不投喂的 A5 组成活率最低,与 A1 组存在明显差异,而有母体保护的 A3 与 A7 组差异不明显,说明在饵料缺乏的情况下,日本沼虾对离体克氏原螯虾幼虾的胁迫程度更大。

### 3.3 温度对日本沼虾胁迫能力的影响

青虾适宜水温在 18 ℃ 以上,最适温度为 22 ~ 29 ℃<sup>[18]</sup>。有研究表明,其日摄入能量主要受水温和体质量影响,对体质量为 0.647 ~ 5.128 g 的日本沼虾在 15、20、25、30 ℃ 下的能量收支研究表明,随着水温的提高,时摄食量占体质量的比例平均由 2.9% 升至 13.6%<sup>[19]</sup>。也有研究表明,日本沼虾幼虾培养在高温的条件下个体较培养在低温的个体摄食强度高,28 ℃ 青虾幼体不但生长速度快而且成活率高<sup>[20]</sup>。本研究发现,随着温度的升高,日本沼虾的成活率先保持 100% 后开始逐步下降,B7 组日本沼虾成活率与其他各组间存在明显差异,这主要是由于过高的温度不利于日本沼虾的生长存活。随着温度的升高,克氏原螯虾幼虾的存活率呈先降低再升高的趋势,说明早期随着温度的升高,日本沼虾摄食强度、活动范围进一步增大,对克氏原螯虾幼虾的胁迫进一步加大,在 B5 组条件下幼虾成活率最低,B5 组与 B6 组差异不明显,但与其他各组差异均明显,在 24 ℃ 日本沼虾对克氏原螯虾幼虾胁迫程度最大。从 B6 组开始克氏原螯虾幼虾成活率逐步上升,说明后期日本沼虾对克氏原螯虾幼虾的胁迫程度开始逐步下降。胁迫程度的下降主要是由于随着温度的不断升高,环境温度逐步超过日本沼虾最适生活温度,日本沼虾活动摄食强度以及成活率逐步下降,推测水族箱中的日本沼虾数量变少由两者共同影响造成。

由本试验可以看出,日本沼虾对克氏原螯虾幼虾,特别是没有母体保护的幼虾胁迫程度较大,在自然环境中克氏原螯虾抱幼虾可以在洞穴中躲避预防其他敌害的攻击,但由于试验中未设置克氏原螯虾抱幼虾有效的躲避空间,日本沼虾对克氏原螯虾抱幼虾躲避状态下的胁迫程度有待进一步研究。目前,许多地方正开展克氏原螯虾与日本沼虾轮养混养模式的探索,如何有效减少其相互间的胁迫程度,降低其种内及种间竞争行为是取得养殖成功的关键。

### 参考文献:

- [1] 夏爱军,唐建清. 克氏原螯虾现状分析与研究思路[J]. 水产养殖,2006,27(6):9-10.
- [2] Huner J V. Overview of international and domestic freshwater crawfish production[J]. Journal of Shellfish Research, 1989, 8(1):259-265.
- [3] 王卫民. 软壳克氏原螯虾在我国开发利用的前景[J]. 水生生物

(上接第 148 页)

- 西南林业大学学报,2011,31(2):20-23,32.
- [3] 赵冬青. 铁皮石斛[J]. 农业知识,2008(19):1.
- [4] 杨一令,来平凡,蒋士鹏. 铁皮石斛的研究进展[J]. 山东中医药大学学报,2008,32(1):82-85.
- [5] 金辉,许忠祥,陈金花,等. 铁皮石斛组培苗与菌根真菌共培养过程中的相互作用[J]. 植物生态学报,2009,33(3):433-441.
- [6] 唐凤. 铁皮石斛的种质保存及其与共生真菌关系的初探[D]. 南京:南京师范大学,2005.
- [7] 王美琴,陈俊美,李新风. 不同碳、氮源对番茄两种内生真菌菌丝生长的影响研究[J]. 山西农业科学,2008,36(11):75-77.
- [8] 李静,吴卫东. 紫铜色松乳菇栽培培养基配方筛选的研究[J].

- 学报,1999,23(4):375-381.
- [4] 郑友,胡火根,唐建清,等. 不同水域克氏原螯虾群体的形态差异分析[J]. 南昌大学学报(理科版),2014,38(1):96-102.
- [5] 彭刚,刘伟杰,李佳佳,等. 长江流域 3 个克氏原螯野生群体遗传结构的微卫星分析[J]. 江苏农业学报,2010,26(5):1115-1117.
- [6] 于宁,朱站英,冯文和,等. 克氏原螯虾饲料最适能量蛋白质比[J]. 动物营养学报,2014,26(4):1111-1119.
- [7] 丁正峰,薛晖,夏爱军,等. 白斑综合征病毒在养殖克氏原螯虾中感染流行研究[J]. 南京农业大学学报,2008,31(4):129-133.
- [8] 朱凤兵,文执信,侯玉兰. 中华绒螯蟹、克氏原螯虾混养模式下饵料结构与养殖环境优化技术的研究[J]. 科学养鱼,2014(8):67-68.
- [9] 章文敏,周颖,李万祈. 克氏原螯虾与青虾池塘生态轮养技术模式[J]. 中国水产,2012(7):56-57.
- [10] 严维辉,蔡建忠,唐玉华. 利用克氏原螯虾的生活习性提高养殖效益[J]. 水产养殖,2009(7):3-4.
- [11] 陈婷,郭建英,唐建清,等. 克氏原螯虾在洞穴和角落生境下生长差异及生存策略分析[J]. 南京大学学报(自然科学版),2011,47(5):635-641.
- [12] 熊青海,陈婷,郭建英,等. 3 种生境下克氏原螯虾与中华绒螯蟹竞争的研究[J]. 2012,31(3):147-151.
- [13] Figler M H, Blank G S. Maternal territoriality as an offspring defense strategy in red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*, Girard) [J]. Aggressive Behavior, 2001, 27(5):391-403.
- [14] 方春林,邓勇辉,余智杰,等. 克氏原螯虾生物学特性的研究[J]. 江西水产科技,2010(3):18-20.
- [15] 周元军. 青虾生态养殖技术[J]. 中国动物保健,2002(1):30-31.
- [16] 宋长太. 青虾的捕捞、暂养和运输[J]. 内陆水产,1997(10):24.
- [17] 赵继民,余开,周燕侠. 青虾主养池种植高秆水稻增产增效[J]. 科学养鱼,2015(6):16-17.
- [18] 秦玉丽. 青虾的苗种繁育及增产技术[J]. 现代农业科技,2005(12):61-62.
- [19] 董双林,堵南山. 日本沼虾生理生态学研究:Ⅱ. 温度和体重对能量收支的影响[J]. 海洋与湖沼,1994,25(3):238-242.
- [20] 邢克智,王金华. 温度、盐度对青虾幼体生长发育的影响[J]. 南开大学学报(自然科学版),1997,30(3):88-93.

- 北方园艺,2009(12):233-235.
- [9] 李文艺,刘建成. 不同培养基对松乳菇菌丝生长的影响[J]. 食用菌,2004(4):10-11.
- [10] 徐超,范克胜,张红岩,等. 铁皮石斛菌根真菌离体培养条件初探[J]. 林业科技开发,2013,27(4):96-98.
- [11] 吴慧凤,宋希强,胡美姣. 铁皮石斛内生真菌的筛选与鉴定[J]. 西南林业大学学报,2011,31(5):48-52.
- [12] 徐超,席刚俊,范克胜,等. 不同氮源对铁皮石斛菌根真菌生长的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(4):236-238.
- [13] 陈瑞蕊,林先贵,施亚琴. 兰科菌根的研究进展[J]. 应用与环境生物学报,2003,9(1):97-101.
- [14] 陈海荣,郭照辉,刘前刚,等. 紫云英根瘤菌培养基的选择与优化[J]. 湖南农业科学,2011(1):13-15.