

齐计兵, 乔振国, 顾孝连, 等. 拟穴青蟹池塘育苗生物饵料的初步研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(4): 233–236.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.04.085

拟穴青蟹池塘育苗生物饵料的初步研究

齐计兵^{1,2}, 乔振国², 顾孝连^{2,3}, 马凌波², 沈昂绿²

(1. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306; 2. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090;

3. 上海科技馆, 上海 200127)

摘要: 围绕以轮虫、桡足类为饵料系列的拟穴青蟹 (*Scylla paramamosain*) 池塘育苗方式替代传统的以轮虫、卤虫无节幼体为饵料系列的工厂化育苗方式, 以降低育苗成本这一主题, 采用实验室研究与生产性试验相结合的形式, 探讨了轮虫、桡足类作为不同发育阶段拟穴青蟹蚤状幼体饵料的效果及其转换时机、适宜密度等与拟穴青蟹池塘育苗相关的技术参数。研究结果表明: 在拟穴青蟹池塘育苗中, 轮虫和桡足类可以成为拟穴青蟹蚤状幼体至大眼幼体阶段良好的食物源, 2 种饵料的理想转换期为蚤状幼体Ⅲ期 (Z_3) 阶段; $Z_3 - Z_4$ 阶段, 3 ind/mL 小规格桡足类密度组的幼体平均变态成活率优于其他规格桡足类密度组及卤虫对照组; $Z_4 - M$ (大眼幼体) 阶段, 5 ind/mL 大规格桡足类密度组的幼体平均变态成活率优于其他规格桡足类密度组及卤虫对照组; 通过适当加大饵料密度的方式可以提高小规格桡足类对拟穴青蟹后期幼体 ($Z_4 - M$) 的变态成活率。因此, Z_3 投喂小规格桡足类, Z_4 及以后投喂大规格的桡足类, 采取人工补充投喂的方式将投喂后的桡足类密度控制在 5 000 ind/L 左右, 是拟穴青蟹池塘育苗获得成功的关键。池塘育苗生产性试验共收获大眼幼体 20 万 ind, $Z_1 - M$ 的成活率为 13.3%。

关键词: 拟穴青蟹; 轮虫; 桡足类; 变态成活率; 池塘育苗

中图分类号: S968.25⁺1

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2015)04-0233-04

拟穴青蟹 (*Scylla paramamosain*) 是中国南方沿海主要的青蟹养殖品种, 由于受育苗水温、繁殖特性以及幼体阶段营养需求等因素的影响, 工厂化育苗目前仍然是中国拟穴青蟹苗种生产的主要方式, 传统的苗种生产通常在Ⅲ期蚤状幼体 (Z_3) 之前以轮虫为饵料, Z_3 期以后至 M 期主要以卤虫无节幼体为饵料^[1-3]。由于卤虫卵价格的急剧上涨, 卤虫卵费用占苗种生产总成本的比例不断上升, 严重影响了蟹苗生产者的经济效益^[4]。借鉴河蟹、梭子蟹池塘育苗的成熟经验, 开发拟穴青蟹池塘育苗技术, 对于降低育苗成本, 促进拟穴青蟹养殖产业的发展具有重要意义^[1]。传统的蟹类育苗观点认

为, 桡足类游动速度快, 难以被蟹类幼体捕食, 肉食性桡足类还具有主动攻击捕食轮虫、卤虫无节幼体等饵料生物及蟹类早期幼体的习性, 因此, 在蟹类的池塘育苗中, 不少苗种生产者通常将桡足类作为敌害生物予以去除^[5-8]。然而近年来有研究表明, 蟹类 Z_3 以后的蚤状幼体可以捕食桡足类。例如, 张清靖等研究发现河蟹 Z_3 幼体能够捕食近亲真宽水蚤 (*Eurytemora affinis*) 无节幼体, $Z_5 - M$ 能够大量捕食近亲真宽水蚤成体^[9]。吴旭干等研究发现背刺胸刺水蚤 (*Centropages dorsispinatus*) 可以完全代替卤虫无节幼体投喂给 Z_4 之后的中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 幼体^[10]。而且桡足类富含 DHA 和 EPA 等蟹类幼体发育所必需的高度不饱和脂肪酸, 营养丰富, 并在适温条件下能迅速繁殖等特点, 被认为是海水养殖不可或缺的优质生物饵料^[10-13]。桡足类替代卤虫无节幼体应用于拟穴青蟹育苗目前仅有少量研究^[14-15]。本试验选取了价格便宜、容易获得而且个体大小与卤虫无节幼体相差不大的轮虫池桡足类进行实验室研究与生产性试验。

收稿日期: 2014-05-16

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金 (编号: 2011M10); 上海市科委项目 (编号: 12DZ1909303)。

作者简介: 齐计兵 (1988—), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 从事海水甲壳类繁育技术研究。E-mail: sjqb024088@163.com。

通信作者: 顾孝连, 博士, 主要从事生态学研究。E-mail: guxl@sstm.

org.cn。

[29] Huang Y, Wang X, Cui Z, et al. Possible use of ail and foxA polymorphisms for detecting pathogenic *Yersinia enterocolitica* [J]. BMC Microbiology, 2010 (10): 211–217.

[30] Vipond R. Defined deletion mutants demonstrate that the major secreted toxin are not essential for the virulence of *Aeromonas salmonicida* [J]. Infection and Immunity, 1988, 66(5): 1990–1998.

[31] 张璐, 张书仁, 孙铂光. 丝氨酸蛋白酶 Pic 在迟缓爱德华氏菌感染鱼类中的作用 [J]. 山东农业科学, 2014, 46(7): 15–19.

[32] 朱大玲, 李爱华, 汪建国, 等. 嗜水气单胞菌毒力与毒力基因分布的相关性 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2006, 45(1):

82–85.

[33] 付乔芳, 邱军强, 胡 鲲, 等. 嗜水气单胞菌国内分离株的毒力因子分布与致病性相关性分析 [J]. 生物学杂志, 2011, 28(6): 53–57.

[34] 黄 钧, 黄艳华, 胡大胜, 等. 黄沙鳖白底板病原菌的分离鉴定及 6 种毒力基因检测 [J]. 水生生物学报, 2013, 37(5): 844–854.

[35] Lambert – Rouvrot C, Sluiter C, Cornelis G R. Role of the transcriptional activator, VirF, and temperature in the expression of the pYV plasmid genes of *Yersinia enterocolitica* [J]. Mol Microbiol, 1992, 6(3): 395–409.

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点和材料来源、处理方法

试验于 2012 年 7—9 月和 2013 年 5—9 月进行,实验室研究在东海水产研究所海南试验基地进行,池塘生产性育苗试验在海南省文昌市会文镇沙港村海水养殖池塘内进行。试验用亲蟹为海南文昌青澜沿海野生青蟹,种质鉴定为拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*)^[16]。每批试验用的溞状幼体均取自同一只亲蟹孵化的幼体。试验用轮虫和桡足类取自基地附近的商业性轮虫培养池。经鉴定,轮虫种类以圆形臂尾轮虫(*Brachionus rotundiformis*,以下简称轮虫)为主^[17],桡足类种类以短角长腹剑水蚤(*Oithona brevicornis*,以下简称桡足类)为主^[7]。轮虫、桡足类各自的培养水体中氟苯尼考和聚维酮碘浓度均为 2 mg/L,抑菌处理 12 h 以上;同时按暂养水体 10%~15% 的比例投喂密度为 3 000 万 ind/mL 的微绿球藻(*Nanochloriopsis oculata*)藻液;轮虫添加 50DE-微囊轮虫强化剂,桡足类添加 50DE-微囊卤虫强化剂,配成 4 mg/kg 的营养强化剂,对饵料进行 12 h 以上的营养强化。试验使用的桡足类采用 80 目、100 目筛网过滤获得,获得的不同规格桡足类的平均体长分别为 0.84 mm(80 目筛网上的)和 0.63 mm(80 目与 100 目筛网之间的)。轮虫投喂前用 100 目筛网过滤。卤虫(*Artemia salina*)无节幼体是将卤虫体眠卵在 28~30 ℃ 水温条件下孵化 24 h 后获得。

1.2 试验容器与培养条件

实验室研究:试验在 1 000 mL 玻璃烧杯中进行(有效水体 900 mL)。每个烧杯配置 1 个充气石,试验期间连续充气,充气量根据拟穴青蟹幼体发育的阶段而定, Z_1-Z_2 水面呈微波状, Z_3-Z_4 水面呈波状, Z_5-M (溞状幼体 V 期至大眼幼体)水面呈轻度沸腾状;试验期间,采用水浴法保持水温在(29±1)℃;以 200 W 白炽灯作为照明光源,通过调节光源与水面的距离,调控光照度为 3 000~3 500 lx,光暗周期 12 h/12 h;试验用水为沙滤自然海水,海水盐度为 2.8‰~3.2‰,经 5 μm 孔径滤水袋过滤后用有效氯浓度为 5 mg/L 的次氯酸钠消毒处理 12 h 以上,使用前按次氯酸钠投放量的 10% 加入硫代硫酸钠中和余氯,并分别加入乙二胺四乙酸二钠(EDTA-Na₂)和氟苯尼考,使其浓度分别为 8 mg/L 和 2 mg/L。

生产性试验在有效水面积为 533 m² 的池塘中进行。该池塘为长方形,泥底质,四周铺设黑色土工膜防止渗漏;池底按 0.8 m 间距设置微孔充气管,孔距 0.5 m,由设于池塘边的风机提供气源,池内另外设置功率 0.75 kW 水车式增氧机 1 台,用以辅助增氧和搅动池水防止幼体集群。自池内幼体全部排放后第 2 天起开启增氧机至育苗结束。

1.3 试验方法

实验室研究参照张胜负等的报道^[18]。每个烧杯放入 30 ind 不同发育阶段的拟穴青蟹溞状幼体,加入 15 mL 密度 3 000 万 ind/mL 的微绿球藻藻液。单独投喂轮虫试验,设计轮虫密度为 20 ind/mL。桡足类试验则根据获得的 2 种规格桡足类(平均体长分别为 0.84 mm 和 0.63 mm)进行分组试验,设计密度相同,均为 1、3、5、7、9 ind/mL;对照组投喂卤虫无节幼体,密度为 10 ind/mL,此密度为育苗中常用的卤虫无

节幼体密度。每个试验设置 3 个平行试验组。采用每天换杯的培养方式,每天上午 08:00 用小勺将存活幼体从试验烧杯中逐个移出,放入已放置新鲜海水及轮虫或桡足类的同规格烧杯中。为便于比较不同规格桡足类对不同发育阶段拟穴青蟹溞状幼体的捕食能力,试验采取分阶段试验的方法,即 1 个试验批次仅对 1 个发育阶段的拟穴青蟹溞状幼体进行试验,幼体变态为下一发育阶段后试验结束;为避免大眼幼体(M)互残,影响试验结果,变态为大眼幼体后及时取出。记录各试验拟穴青蟹幼体的变态成活情况。

生产性试验:幼体排放前 5 d 清池、进水,投放 250 g 市售培藻膏(商品名卓越六抗培藻膏)和 2 L 益生菌(商品名卓越新活菌王),3 d 后向池内接种轮虫(500 ind/L)。幼体排放采取将卵色已发黑的抱卵蟹(体质量 400 g)放置于蟹笼中在池塘中自然排放的方式。育苗期间,于每天投喂饵料前检测轮虫、桡足类的数量,根据池塘中饵料密度和幼体发育情况,酌情补充投喂轮虫、桡足类。幼体变态为 Z_4 后,苗池内每 3 d 施放 2 L 益生菌。

1.4 数据统计

汇总处理在不同饵料条件下拟穴青蟹溞状幼体各发育阶段的变态成活情况,计算变态成活率。相关数据采用 SPSS 19.0 单因素 ANOVA Duncan's 多重比较分析。每天投饵前取样检测池塘中轮虫与桡足类的密度,并汇总数据。

2 结果与分析

2.1 轮虫对拟穴青蟹溞状幼体变态发育的影响

单独投喂轮虫,拟穴青蟹 Z_1-Z_2 、 Z_2-Z_3 以及 Z_3-Z_4 的变态成活率平均值分别为 47.78%、42.22% 和 24.44%,轮虫作为饵料的效果在 Z_3-Z_4 阶段急剧下降(表 1)。

表 1 投喂轮虫拟穴青蟹各期溞状幼体的变态成活率

发育阶段	变态成活率(%)
Z_1-Z_2	47.78±5.09
Z_2-Z_3	42.22±1.92
Z_3-Z_4	24.44±1.93

2.2 桡足类对拟穴青蟹溞状幼体变态发育的影响

表 2 和表 3 为桡足类在 1、3、5、7、9 ind/mL 的投喂密度条件下,不同发育阶段拟穴青蟹溞状幼体的变态成活率。 Z_3-Z_4 阶段,小规格桡足类投喂密度为 3 ind/mL 试验组的拟穴青蟹溞状幼体的平均变态成活率(48.89%)优于同步进行的 1、5、7 ind/mL 密度试验组,高于投喂卤虫无节幼体的对照组(平均变态成活率为 47.78%),但无显著差异($P>0.05$);而在试验设计下的大规格桡足类每个密度组的平均变态成活率均低于卤虫对照组,且与卤虫对照组的平均变态成活率差异显著($P<0.05$)。在试验设计的密度范围内, Z_4-Z_5 和 Z_5-M 阶段,拟穴青蟹幼体的平均变态成活率均随小规格桡足类投喂密度的增大而提高,小规格桡足类各密度组均低于相对应密度的大规格桡足类密度组,且大规格桡足类密度组均在 5 ind/mL 时达到最大平均变态成活率(分别为 73.33% 与 47.78%),均与相应阶段卤虫对照组的平均变态成活率(分别为 67.78% 和 43.34%)无显著差异($P>0.05$),且均高于相应的卤虫对照组。

综上所述,本试验中投喂适宜规格、最佳密度的桡足类,

表 2 小规格桡足类投喂拟穴青蟹溞状幼体的效果

饵料种类	饵料密度 (ind/mL)	体长规格 (mm)	变态成活率(%)		
			Z ₃ - Z ₄	Z ₄ - Z ₅	Z ₅ - M
卤虫幼体	10	0.45 ~ 0.60	47.78 ± 1.92ab	67.78 ± 1.92a	43.34 ± 3.34a
小规格桡足类	1	0.63	32.22 ± 6.94c	44.45 ± 10.72c	21.11 ± 3.85c
小规格桡足类	3	0.63	48.89 ± 1.92a	53.33 ± 10.00b	24.45 ± 3.85c
小规格桡足类	5	0.63	42.22 ± 1.92ab	53.33 ± 6.67b	34.45 ± 6.94b
小规格桡足类	7	0.63	41.11 ± 1.92b	56.67 ± 3.34ab	36.67 ± 5.77ab
小规格桡足类	9	0.63	—	61.11 ± 3.85ab	37.78 ± 3.85ab

注:(1)桡足类规格为平均体长。(2)Z₃ - Z₄ 9 ind/mL 试验组因故终止。(3)同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。表 3、表 4、表 5 同。

表 3 大规格桡足类投喂拟穴青蟹溞状幼体的效果

饵料种类	饵料密度 (ind/mL)	体长规格 (mm)	变态成活率(%)		
			Z ₃ - Z ₄	Z ₄ - Z ₅	Z ₅ - M
卤虫幼体	10	0.45 ~ 0.60	47.78 ± 1.92a	67.78 ± 1.92a	43.34 ± 3.34ab
大规格桡足类	1	0.84	32.22 ± 3.85b	51.11 ± 5.09b	24.44 ± 1.93c
大规格桡足类	3	0.84	34.45 ± 3.85b	63.33 ± 6.67a	38.89 ± 1.92b
大规格桡足类	5	0.84	30.00 ± 3.33b	73.33 ± 5.77a	47.78 ± 1.92a
大规格桡足类	7	0.84	27.78 ± 5.09b	65.55 ± 3.85a	42.22 ± 1.92ab
大规格桡足类	9	0.84	—	64.44 ± 1.93a	41.11 ± 1.92ab

Z₃ - Z₄、Z₄ - Z₅ 以及 Z₅ - M 这 3 个发育阶段的幼体平均变态成活率,均稍高于工厂化育苗生产中投喂卤虫无节幼体的对照组,表明设计的试验条件能够满足不同发育阶段拟穴青蟹溞状幼体的生长需求,试验结果可作为生产性应用的参考。

2.3 拟穴青蟹池塘育苗的生产性试验结果

拟穴青蟹池塘育苗共收获大眼幼体 20 万 ind, 375 ind/m²,按孵化幼体 150 万 ind 计算,本试验 Z₁ - M 成活率为 13.3%。

采取育苗前在池塘内接种饵料生物,育苗期间根据检测结果酌情补充饵料生物相结合的方式,维持苗池水体内的饵料生物密度。由图 1 可知,育苗开始时的轮虫密度为 2 ind/mL,之后逐渐上升,育苗第 5 天(Z₃ 出现)达到 6 ind/mL,育苗第 8 天(Z₄ - Z₅)达到最高峰(10 ind/mL),之后轮虫数量迅速下降。由图 2 可见,桡足类的起始密度为 0.45 ind/mL(育苗第 1 天),几个峰值分别出现在育苗第 5 天(Z₃ 出现)、第 8 天(Z₄ - Z₅ 阶段)和第 14 天(Z₅ - M 阶段)。

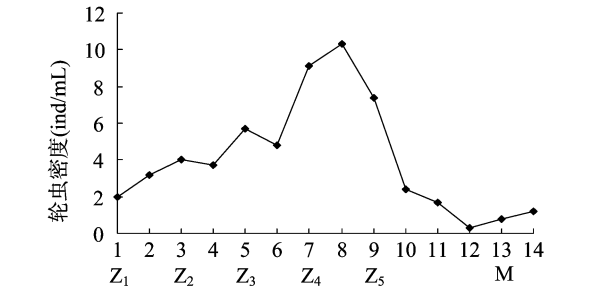
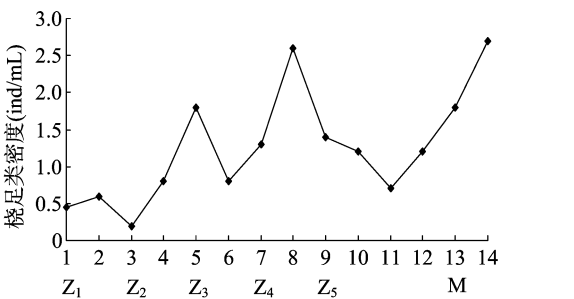


图 1 拟穴青蟹育苗水体中轮虫的密度变化

分析上述拟穴青蟹池塘育苗试验中轮虫、桡足类密度变化的检测值,参考实验室研究结果,笔者认为,拟穴青蟹池塘育苗中采取布幼前接种轮虫,育苗期间酌情补充相结合的饵料供应方式,可有效保持育苗期间苗池内轮虫数量的稳定,避



育苗时间(d)及对应的拟穴青蟹各期幼体首次出现的时间
图 2 拟穴青蟹育苗水体中桡足类的密度变化

免因轮虫投喂量过多,苗池水体因藻类大量被食而变清,导致后期育苗失败的情况出现。在育苗第 5 天(Z₃ 出现)到第 9 天,轮虫有着较高密度,可能是进入到 Z₃ 时期,拟穴青蟹幼体对轮虫的捕食率下降,轮虫自身繁殖的缘故;之后轮虫数量迅速下降,可能是与桡足类的不断加入以及不再向育苗池投喂轮虫有关。此外,育苗早期检测到的桡足类为混杂在轮虫中进入苗池的,在完全进入到 Z₃ 时期(第 6 天),桡足类数量下降,可能是由于 Z₃ 时期的幼体开始捕食桡足类的缘故,第 6 天蟹类幼体完全进入到 Z₃ 时期开始投喂桡足类,第 7 天起检测到的桡足类密度与人工补充投喂有关。

3 讨论

3.1 拟穴青蟹池塘育苗方式的意义和技术难点

拟穴青蟹池塘育苗方式的技术原理是将原来在工厂化条件下实施的苗种生产过程移至室外养殖池塘中进行。相对于工厂化育苗而言,池塘育苗方式具有基建投入低、有利于普及推广的特点。此外,由于池塘育苗苗种放养密度低、光照充足,藻类、轮虫、桡足类等自然生物饵料可在池塘中自然繁殖,有利于降低育苗成本、增加育苗收益,池塘育苗技术的突破对拟穴青蟹养殖产业的发展具有重要意义。

与梭子蟹、河蟹相比,拟穴青蟹池塘育苗方式至今未能应用于生产的原因:一是由于拟穴青蟹蚤状幼体对二十碳五烯酸(EPA,20:5n3)、二十二碳六烯酸(DHA,22:6n3)等高度不饱和脂肪酸的需求高于中华绒螯蟹和梭子蟹,如单纯投喂豆浆、鸡蛋黄、微囊饲料等非生物饵料,拟穴青蟹 Z_1 到 Z_2 的变态成活率极低^[19];二是与梭子蟹、中华绒螯蟹蚤状幼体阶段的低温培育环境相比,拟穴青蟹蚤状幼体阶段的高温培育环境维持稳定的难度较大,这是因为在高温条件下三角褐指藻、新月菱形藻等营养丰富,可直接被早期幼体摄食的耐低温藻类完全不能生存,即使是能够在高温条件下正常生长的海水小球藻、云微藻等绿藻类,其生长周期也由原来的 10~15 d 缩短至 5~7 d^[1];三是在南方沿海开展池塘育苗,高温与强光常常相伴而至,如忽视气候条件、池塘底质条件和海区水质条件的差异,简单采用梭子蟹、中华绒螯蟹的池塘育苗方法,在幼体孵出前施肥繁殖藻类,不仅在育苗前期会由于藻类的过度繁殖而使苗池水体的 pH 值达到 9 以上,影响幼体的变态成活率,育苗后期还会因藻类死亡分解后产生的有机物而增加苗池水质管理的难度;四是高温条件下剑水蚤等肉食性桡足类繁殖速度加快,如引种时机或引种密度控制不当,极易对轮虫等饵料生物和拟穴青蟹早期幼体造成伤害。笔者对此进行的相关研究结果(表 4 和 5)表明,无论是大规格桡足类还是小规格桡足类,在桡足类密度达到 333 ind/L 时,会显著影响轮虫的存活($P<0.05$,24 h),在桡足类密度达到 556 ind/L 时对 Z_1 的变态成活率有显著影响($P<0.05$)。

表 4 桡足类对轮虫存活率的影响(24 h)

桡足类密度 (ind/L)	大规格桡足类存在下的 轮虫存活率(%)	小规格桡足类存在下的 轮虫存活率(%)
0	58.33±1.15a	58.33±1.15a
222	57.00±1.73a	57.33±0.58a
333	53.33±1.53b	53.67±1.53b
444	52.00±1.73b	52.67±0.58b
556	45.33±1.53c	41.67±1.53c

表 5 桡足类对 Z_1 变态成活率的影响

桡足类密度 (ind/L)	大规格桡足类存在下的 Z_1 变态成活率(%)	小规格桡足类存在下的 Z_1 变态成活率(%)
0	51.11±1.92a	51.11±1.92a
222	46.67±3.34a	45.56±1.93a
556	31.11±3.85b	30.00±5.77b
889	28.89±1.92b	28.89±5.09b
1 222	33.33±3.34b	31.11±3.85b
1 556	28.89±1.92b	30.00±3.33b

3.2 拟穴青蟹池塘育苗中的技术问题探讨

根据本研究的结果,笔者认为:在拟穴青蟹池塘育苗中实施以轮虫、桡足类饵料系列的育苗工艺,技术关键是 Z_3 阶段必须严格控制苗池内轮虫密度以及桡足类的规格和密度。这是因为轮虫尽管具有个体小、游动速度慢、易被蟹类幼体捕食等优点,可作为拟穴青蟹 Z_1 、 Z_2 时期的理想饵料,但由于蚤状幼体变态到 Z_3 之后对轮虫的选择性捕食几率减少,如残剩在苗池内的轮虫过多,会大量摄食苗池内的单细胞藻类,影响苗池的生态平衡。因此,在 Z_3 阶段适当控制苗池内轮虫密度,

投喂经 80 目与 100 目筛网之间过滤的小规格桡足类,对幼体的生长和苗池后期的水质管理都是有利的。桡足类由于其兼有在 Z_3 之前可视为是苗池的敌害生物, Z_3 及以后时期又是拟穴青蟹蚤状幼体优质饵料的双重身份,因此,在 Z_1 — Z_2 阶段尽量防止桡足类进入育苗水体, Z_3 期及以后严格控制投入苗池的桡足类规格及密度,即进入 Z_3 期时投喂小规格桡足类, Z_4 时期及以后投喂大规格的桡足类,采取人工补充投喂的方式将投喂后的桡足类密度控制在 5 000 ind/L 左右,是拟穴青蟹池塘育苗获得成功的关键。

参考文献:

[1] 顾孝连,乔振国. 我国蟹类土池育苗技术研究进展[J]. 海洋渔业,2012,34(1):110-116.

[2] 曾朝曙,李少菁. 饵料对幼体存活与发育的影响[C]//王 乐. 甲壳动物学论文集:第三辑. 青岛:青岛海洋大学出版社,1992:85-94.

[3] 乔振国,高露娇. 海水蟹类安全生产技术指南[M]. 北京:中国农业出版社,2012:62-69.

[4] 李树国. 河蟹育苗可用生物饵料替代卤虫无节幼体[J]. 科学养鱼,2001(9):45.

[5] 顾小英. DB 3302/T 058—2014 三疣梭子蟹土池育苗技术规范[S].

[6] 金中文,柳 海,戴海平,等. DB 3302/T 150—2014 青蟹围隔池塘生态育苗技术规范[S].

[7] 王建钢,乔振国,于忠利. 在轮虫培养中用敌百虫杀灭桡足类的试验[J]. 海洋渔业,2006,28(1):83-86.

[8] 李晓东. 河蟹生态养殖的理论与技术研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2007:39-40.

[9] 张清靖,李晓东,朱 华,等. 生态育苗池中的桡足类与河蟹苗产量的关系[J]. 应用生态学报,2007,18(1):174-178.

[10] 吴旭干,于智勇,成永旭,等. 4 组生物饵料对中华绒螯蟹 Z_4 到大眼幼体生长发育和脂肪酸组成的影响[J]. 中国水产科学,2007,14(6):911-918.

[11] 蒋建斌,陆建学. 海水桡足类的营养分析及在鱼、虾蟹幼体培育中的应用[J]. 水产养殖,2012,33(9):1-3.

[12] 杨 薇. 石斑鱼池塘育苗水体生态系统的研究(Ⅱ)——轮虫,桡足类的种群生长[D]. 海口:海南大学,2011:12-19.

[13] 朱地琴,吴旭干,潘迎捷,等. 土池肥水培育的生物饵料与卤虫无节幼体的脂类及脂肪酸组成的比较研究[J]. 上海水产大学学报,2007,16(5):448-453.

[14] 陈 凯,乔振国,王朝新. 不同饵料对拟穴青蟹后期幼体变态及成活率的影响[J]. 现代渔业信息,2010,25(11):25-27.

[15] Qi J B,Gu X L,Ma L B,et al. The research progress on food organism culture and technology utilization in crab seed production in ponds in China[J]. Agricultural Sciences,2013,4(10):563-569.

[16] 中国水产科学研究院东海水产研究所. 一种快速鉴定青蟹属 4 种青蟹的 PCR 方法:中国,201010140012.6[P]. 2010-08-04.

[17] 吕延红,于忠利,王建钢,等. 几种营养强化材料应用于拟穴青蟹种苗培育的初步研究[J]. 海洋渔业,2009,31(3):270-278.

[18] 张胜负,蒋科技,顾孝连,等. 光照强度对拟穴青蟹幼体生长及能量收支的影响[J]. 海洋渔业,2011,33(2):187-194.

[19] 龚孟忠. 锯缘青蟹和三疣梭子蟹幼体饵料的研究[J]. 水产科技情报,1994,21(5):207-210,206.