

文章编号: 1004 - 7271(2005)02 - 0149 - 07

不同布苗法对河蟹早期蚤状幼体变态率的影响

沈和定, 黄小军, 张国胜, 沈亨杰

(上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090)

摘要:阐述了河蟹育苗过程中, 清水布苗法和肥水布苗法的概念、特点和注意事项, 分析了影响清水布苗法早期蚤状幼体变态率的因素和对策; 比较了微绿球藻和海链藻影响 Z_1 变态率的原因, 并分析了 Z_2 死亡的原因和预防对策。通过对河蟹育苗过程中的 Z_1 、 Z_2 幼体的死亡原因分析, 认为维持海链藻浓度在每毫升 10 万个左右可大大提高 Z_1 、 Z_2 幼体的变态成活率, 节约育苗成本。同时, 对同一水域不同时期育苗效果, 有害藻类快速繁殖现象作了分析。从幼体变态率、生产成本、稳定性等方面对两种布苗法作了全面比较, 为河蟹育苗生产的科学安排提供了有益参考。

关键词:清水布苗; 肥水布苗; 河蟹; 蚤状幼体; 变态率; 对策

中图分类号: S 966.16 文献标识码: A

Effects of different breeding methods on the metamorphosis rate of early zoea of *Eriocheir sinensis*

SHEN He-ding, HUANG Xiao-jun, ZHANG Guo-sheng, SHEN Heng-jie

(College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: The conceptions of clean water breeding and microalgae water breeding were developed and their characteristics and the precautions to be taken when applied to crab breeding were also discussed in this paper. In addition, the factors affecting the metamorphosis rate of early stages in crab zoea and the corresponding countermeasures were also analyzed. The causes to the different metamorphic rates of Z_1 by using *Thalassiosira* sp. or *Nannochloropsis oculata* as starter food in the breeding were compared and the causes to the high mortality of Z_2 and the precautions were analyzed. The results suggested that it be necessary to maintain the concentration of *Thalassiosira* sp. to achieve the high metamorphosis rate from Z_1 to Z_2 and Z_2 to Z_3 and to save the cost for the growth of harmful algae in the breeding waters were also analyzed. A complete comparison of two breeding methods in the Z_1 metamorphosis rate, production cost and stability etc. was conducted which was of great significance to the guidance of breeding of *Eriocheir sinensis*.

Key words: clean water breeding; microalgae water breeding; *Eriocheir sinensis*; zoea; metamorphosis rate; countermeasure

河蟹工厂化育苗在我国已进行十多年, 育苗规模逐年扩大, 有些沿海县甚至一个村已形成几百家的

收稿日期: 2003-11-03

基金项目: 农业部、上海市重点学科发展基金资助项目(970133)

作者简介: 沈和定(1964 -), 男, 浙江奉化人, 副教授, 硕士, 主要从事海产动物养殖和贝类净化等方面的研究. Tel: 021 - 65710362,

E-mail: hdshen@shfu.edu.cn

河蟹家庭育苗场,出现河蟹苗种产业群。蟹苗产业生产能力过剩,已经进入比单产、比成本、比质量的时代。河蟹育苗过程中布苗的具体方法很多,但可以总结为清水布苗法和肥水布苗法两种。随着育苗水环境的逐年变化,不同时期内的育苗效果相差极大,对其机理和处理技术尚缺乏深刻了解和必要对策;生产过程中常有很多场家的育苗生产不顺利, Z_1 不变态或变态率低;变态为 Z_2 后, Z_2 短期内急剧死亡;这不仅破坏了生产计划,而且造成资源的极大浪费。河蟹育苗过程早期蚤状幼体出现严重死亡的时间主要集中在 $Z_1 - Z_2, Z_2 - Z_3$ 两个阶段,本文总结了多年的研究结果和实践经验,并综合国内外同行的研究成果,分析比较两种布苗法的幼体变态率、育苗成本和可操作性等特点,提出了必要的应对措施,供同行参考,以促进河蟹育苗业的可持续发展。

1 基本情况

1.1 清水布苗法

自然海水或者经过消毒后的自然海水,水体中的单细胞藻类较少,水色清淡,不提前进行单胞藻类的培养,完全依靠人工饵料来满足河蟹蚤状幼体生长、发育和变态所需的营养;所用海水经过简单过滤后即用于河蟹布苗的方法称为清水布苗法。

1.2 肥水布苗法

一般是指在布苗前一段时间或布苗后的 10 h 左右内,苗池海水中施肥培育自然海水中的天然单细胞藻类或添加人工培育的单细胞藻类的方法。育苗池海水因其中的藻类而呈现出不同的颜色。

1.3 Z_1 幼体变态难的两种情况

孵化后的蚤状幼体背刺不挺直、活力差、不摄食或少量摄食,尾部常挺直,背刺易折断;卵黄含量少、个体小,多属于先天不足的原蚤状幼体;另一种是 Z_1 前期摄食正常,生长发育良好,孵化后的第 2 或第 3 d,摄食率突然下降,活力变差,孵化后的第 3 d 大量死亡;这种类型的幼体死亡现象危害巨大,也是目前生产中最为常见的。

1.4 Z_2 幼体变态难的现象

变态后的 Z_2 幼体在 2 d 内大量死亡,难以变态为 Z_3 幼体的现象。

2 清水布苗法中影响河蟹蚤状幼体变态率的因素及对策

2.1 亲蟹质量及控温培育对河蟹蚤状幼体变态的影响及对策

亲蟹的选择、暂养,抱卵蟹的培育、病害防治及与蚤状幼体质量优劣等已有很多报道^[1-3];认为应选择个体大,体质壮,性腺成熟饱满的长江水系河蟹作为育苗种蟹。种蟹交配前应投喂蛋白质含量高、新鲜优质的饵料以增强体质。交配后的抱卵蟹在低温环境下培育,胚胎整齐、发育健康;抱卵蟹移入室内后,应加强营养,逐步升温,日升温不超过 1 °C,按规程精心管理。目前,抱卵蟹培育中水温的控制有两种方法,一种是每日升温 1 °C 左右,到 12 °C 时,每日升温 0.5 °C,15 °C 时稳定该水温 7 d,再每日升温 0.2 °C 到达 17 ~ 18 °C 时,保持该水温直至排幼布苗。另一种是针对没有经过长期低温期的抱卵蟹可日升温 5 °C 左右,一直到 18 ~ 20 °C,稳定该水温直至排幼。采取何种升温模式,需结合观察胚胎发育情况,一般认为胚胎处于新月期前时两者皆可,若已到新月期,幼体的内部器官开始分化形成,此时一般不能采取急剧升温模式,以利内部器官的发育完善,否则很容易出现原蚤状幼体。

多年的研究和实践表明,抱卵蟹卵粒的质量对 Z_1 变态有一定的影响,但不是造成 Z_1 幼体大面积死亡的主要原因,这与王寒冰^[2]、苏鹤声等^[4]的结果相似。

2.2 储水池不良水质对河蟹蚤状幼体变态的影响及对策

同一地区不同时期的海水水质往往有所不同,早期育苗大多使用的是上年腊月储备的天然海水,由

于进水时温度低,水体生物量低,各项化学因子均能满足河蟹溞状幼体的变态要求。一般认为腊水最适合育苗,早期育苗时所用海水一般不需任何特别处理,经几次简单过滤便可直接用于布苗。育苗中后期,随着储水时间的推移,储水池水位不断下降、光照加强、温度逐渐升高,水中藻类、细菌和原生动物大量地繁殖起来;池水水质具有清瘦、起沫、粘浊和易变等特点^[5],水色不断随天气状况、温度高低而转变,尤其是面积大、水位浅的储水池,内中的海水不同时间更易呈现出不同的颜色。

池水随着时间的推移常常会出现难以育苗的情况。其实质是储水池水体生态系统的平衡遭到严重破坏,大大降低了海水对大型生物体的培育负载能力;为此要经常注意观察储水池的水色变化,镜检其中主要生物群落类型的变化;当有害生物或作用暂时不明的生物占绝对优势后,应及时采取池水消毒等必要的预防措施,可用50~100 mg/L的漂白粉处理,几天后即能使用。如发现水质已变坏,应立即排除或停止使用,重新取用新鲜海水。变化后的海水育苗,虽经严格消毒应用清水布苗法仍较难获得成功。这也是经常出现的第一、第二批蟹苗好育,第三批以后比较难育的重要原因之一^[5]。可能是由于储水池出现局部赤潮,赤潮生物死亡后体内的毒素释放到海水中,严重影响水产动物卵的孵化率、幼体变态率^[3]。此时,采用肥水布苗法常能获得良好的效果。储水池水质的合理调控是保证河蟹清水布苗法顺利进行的前提条件。

2.3 饵料质量和数量对河蟹溞状幼体变态的影响及对策

同一时期不同池内溞状幼体变态率的差异可以判断饵料投喂上的差异。饵料变质、幼体消化不良,饵料不适口等对河蟹溞状幼体顺利变态有很大的影响。工厂化育苗时布苗密度往往很高,水体负荷很大,幼体生活环境严重不良,如果饵料供给不足,饵料密度没有达到 Z_1 容易摄食的范围或供应不及时,幼体自身体能消耗过大,也会出现因短暂饥饿而无法恢复摄食的现象,很可能导致 Z_1 的死亡。饵料的质量、数量以及适口性均可能影响溞状幼体的成活和变态。

生产上应选用来源一致、数量充足、质量好、营养齐全的饵料,少投勤喂。一旦投喂过量可加、换水,加换水量不宜过大;因为 Z_1 、 Z_2 是河蟹育苗过程中的敏感期,水质不良时,水环境变化过大也容易导致 Z_1 、 Z_2 的死亡。

正常情况下,给幼体投喂藻粉、酵母、蛋黄、人工配合饲料等代用饵料,并结合投喂冰冻轮虫或鲜活轮虫等动物性饵料, Z_1 到 Z_2 的变态率也可达到80%以上。投饵密度达不到要求,幼体摄食不足,营养积累不够,也会影响幼体变态和同步性;因此,应视 Z_1 个体的大小、培育密度及培育水温的高低灵活掌握投饵量。

2.4 育苗池水质恶化对河蟹溞状幼体变态的影响和对策

工厂化育苗过程中,一定密度(3×10^5 个/ m^3 水体较为适宜)的 Z_1 幼体,由于剩饵少,饵料利用率高,水质容易调控,幼体的变态率较高。幼体密度较低时,残饵过多容易败坏水质,幼体变态率往往不高。育苗过程中总会有一些残饵、粪便下沉成为水体污染的隐患,特别是无常的改变冲气量更易使池底脏物翻起,从而提高了水体的浑浊度、污染水质,这对河蟹溞状幼体生长和成活极为不利;可通过控制充气量、适量换水等方法解决。

育苗过程中, Z_1 时期基本上不换水或极少换水,饵料投喂过早、过多,水中处于优势种群的有害藻类大量繁殖,产生的胞外物能麻痹溞状幼体的神经,出现幼体大量死亡的现象。因此,必须在藻类大量繁殖之前,及时换水以保持水体的清新,并通过控光及药物杀灭等方法,抑制藻类的大肆繁殖。

2.5 病原体侵入对河蟹溞状幼体变态的影响及对策

当病原体、生物体、环境三者出现平衡失调时,病原体方可侵入肌体。 Z_1 期间常见的病害有四种,预防纤毛虫病、丝状细菌病,要做好种蟹消毒,注意用水清洁;附肢弯曲病可通过泼洒EDTA钠盐进行预防和治疗;背刺腐烂病多由水质恶化、海水的碱性下降等原因所引起,可通过换水、泼洒生石灰水或使用抗菌素进行防治。病原体的侵入只是导致幼体死亡的前提,只有在水质不良,幼体免疫力下降时才能发病死亡^[2]。因此,幼体早期培育阶段不应把重点放在病原生物上,而应在水质、营养等方面进行有效的

调控。

3 肥水布苗法对河蟹溞状幼体变态率的影响及对策

肥水布苗法在布苗期间使用单细胞藻类,作为幼体饵料的一部分和全部,并能维持水质的稳定和良性发展。不同的单胞藻组成不同的“肥水”;幼体池中藻类的浓度和维持时间很大程度影响着 Z_1 的成活和变态。以下详细比较微绿球藻与海链藻对河蟹 Z_1 变态率的影响。

3.1 微绿球藻对河蟹 Z_1 变态率的影响

河蟹 Z_1 对微绿球藻的消化率不足 30%,营养效果较差;其初始浓度一般为 20×10^4 cell/mL ~ 200×10^4 cell/mL(多为 50×10^4 cell/mL 左右),如能及时喂以动物性饵料, Z_1 幼体的变态率最高可达 87.4%^[6]。 Z_1 变态前夕,如果动物性饵料质量差、数量跟不上或者藻类繁生过度得不到控制时,容易出现幼体大量死亡现象。虽然使用卤虫无节幼体作为营养补充, Z_1 变态时间也延长了 24 h 左右,一般需要 4 d 才能变态为 Z_2 。

3.2 海链藻对河蟹 Z_1 变态率的影响

我国常见的海链藻有诺氏海链藻(*Thalassiosira nordenskioldi*)、圆海链藻(*Thal. rotula*)、细弱海链藻(*Thal. subtilis*)、太平洋海链藻(*Thal. pacifica*);自然海水中的海链藻常以一种为主,几种并存。细胞圆盘形,或壳面鼓起,由一条中央胶质线相连成链状,细胞壁较薄,容易消化。繁殖迅速,容易大量培养;但易老化,产生对河蟹幼体有毒的胞外物质,影响溞状幼体的变态。海链藻对河蟹 Z_1 变态率的多次试验发现,不喂轮虫、卤虫无节幼体和其他动物性饵料, Z_1 也能顺利变态为 Z_2 ,幼体变态整齐,活力强,胃肠食物饱满,粪便长且呈形,变态率高达 90% 以上。控制海链藻的密度在 $(8 \sim 10) \times 10^4$ cell/mL,是该藻使用的主要技术关键。及时采取控制光照、添加藻类促长物质,保持藻液不老化是避免 Z_1 、 Z_2 掉苗的重要措施。藻类密度一旦急剧下降、水色突然变清,往往会出现 Z_1 大量死亡现象;或出现 Z_2 幼体突然莫名其妙死亡的现象。

使用海链藻育苗, Z_1 变 Z_2 只须 2.5 d,较微绿球藻提前 1.5 d;同时还可节省大量的人力和物力。但必须指出的是微绿球藻对控制水体的效果较海链藻要好,不易老化,稳定水质的效果良好。两种藻水适当混杂,能收到良好的效果。

3.3 开口饵料种类和数量对溞状幼体变态率的影响及对策

多数虾蟹幼体在开口阶段体内仅有少量的能量储存,它们的饥饿耐受性很差,所以开口阶段投喂合适的饵料十分重要^[7]。单胞藻作为 Z_1 的开口饵料非常适口、效果良好,同时还可降解水中的氨氮,维持水体良性循环,抑制菌群、减少病害发生,从而有利于幼体的发育。不仅可以节省其它饵料,降低生产成本;而且变态率较高,可达 90% 以上^[6,8-11]。

一定密度优质新鲜的单胞藻是提高 Z_1 成活率的关键,是各阶段溞状幼体良好变态的辅助因子。单细胞藻类所含的 ω_3 系列的 20C 五烯酸(EPA)是评价饵料质量的主要指标。中肋骨条藻、海链藻、牟氏角毛藻、小新月菱形藻、三角褐指藻等硅藻是河蟹 Z_1 、 Z_2 的优质饵料,金藻和绿藻的饵料效果稍差,而甲藻类等则对幼体有毒害作用^[9,10]。选择单胞藻应考虑与幼体培育温度相应的那些高温种。

苗池内单胞藻的密度一般为海链藻 $(8 \sim 10) \times 10^4$ cell/mL、中肋骨条藻 $(10 \sim 60) \times 10^4$ cell/mL、三角褐指藻 $(10 \sim 25) \times 10^4$ cell/mL、牟氏角毛藻 $(10 \sim 150) \times 10^4$ cell/mL、小新月菱形藻 $(10 \sim 25) \times 10^4$ cell/mL、小球藻 $(60 \sim 80) \times 10^4$ cell/mL、微绿球藻 50×10^4 cell/mL、金藻 3011 或金藻 3012 一般为 $(10 \sim 50) \times 10^4$ cell/mL 左右。布苗池的池水呈现出明显的藻类颜色,如海链藻的布苗池池水呈深茶褐色;河蟹早期溞状幼体(Z_1 、 Z_2)部分或全部依靠藻类作为饵料。藻类密度一旦过大,应适当加、换水,否则藻类老化死亡、水质变清或藻类繁殖过盛产生的有毒物质会造成幼体的大量死亡。同时,搭配少量的蛋黄、活轮虫或冰冻轮虫等动物性饵料,能取得良好的培育效果。

3.4 Z_2 死亡的原因分析及防治对策

多年比较观察认为 Z_2 死亡很有可能与水体中的有害藻类(如小三毛金藻、隐藻)过多或藻类密度急剧下降、水质突然变清这两种情况有密切关系。所以,在掌握水体中海链藻密度的同时,还应保持水体的新鲜度,必须采取措施防止藻类老化。如果发现藻类的密度不足,应查明是由于原生动动物增多、藻类老化,还是由于 Z_1 的滤食造成密度下降。如果为前一种,可增大换水量,注入高浓度的新鲜藻液进行补充。若为后一种,可通过投喂酵母、蛋黄、轮虫等饵料或者添加高浓度的藻水来缓解溞状幼体对海链藻滤食的压力。

4 清水布苗与肥水布苗的比较分析

4.1 本质比较

两种布苗法由于基础饵料的差异,河蟹 Z_1 至 Z_2 的变态率往往有很大的不同。清水布苗法中 Z_1 的变态率随着季节、水质、管理水平不同常有很大的差异,生产不稳定。肥水布苗时 Z_1 的变态率高,生产相对比较稳定。海链藻的育苗效果较好,表现在 Z_1 活力强,摄食旺盛、胃肠饱满,变态时间短,变态率高;且由于藻类个体大,可以被 Z_2 幼体摄食利用,只要控制藻类的密度和新鲜程度, Z_2 即能顺利地变态为 Z_3 ,大大节约生产成本,增强苗种的竞争力。有些地区自然海水中富含海链藻,采用施肥肥水的方法即能快速获得大量的生产用藻,进行河蟹育苗时应充分发挥资源优势,科学合理地利用海链藻为河蟹育苗生产服务。

4.2 技术比较

清水育苗技术含量较高,饵料的质量、数量和适口性均必须满足幼体的需要;严格控制好育苗池的水质。不同时期幼体池中添加海水也会随着添加时间、数量和技术管理水平等的差异出现极不相同的效果;操作要求比较高。肥水布苗法的技术操作相对比较简单,控制苗池水色不突变,藻类不老化,一般均能获得较高的变态率。

4.3 生产成本比较

肥水布苗法,虽然需要投入一些人力和物力进行单胞藻类的培养,但是 Z_1 的变态率高,生产相对比较稳定。清水布苗法采用大量投喂人工饵料和换水的方法,需要配备较多的劳动力,生产成本较高。使用海链藻等大中型硅藻的肥水布苗法可省去 Z_1 和 Z_2 期的大部分饵料,同时可节省劳动力,减少换水量,降低供水和供热费用;能大大降低育苗成本,增强育苗场家的竞争力。

5 讨论

5.1 同一水域后期育苗效果较差的主要原因和对策

储水池水体在育苗中后期,池中藻类大量繁生,形成局部赤潮后会产生大量毒素;采用这样的海水进行清水布苗,会严重影响 Z_1 的变态,甚至导致幼体全部死亡。采用肥水布苗法,藻类老化死亡后产生的胞外产物可以被有益藻类吸收,不会影响 Z_1 幼体的变态,育苗生产相对比较稳定。因此,后期水质不良时,清水布苗法操作难度相对较大,不易掌握和推广;宜采用肥水布苗法。

定期消毒储水池海水,控制水体中生物的平衡;或选择一个储水池施肥培水,培养优势有益藻种,使之与储水池水混合使用;有条件的场家可一直使用新鲜海水布苗;这些也是克服后期育苗难度大的有效方法。建造深度超过3米的海水蓄水池或用海水深井取水,有助于保持育苗用水质的稳定。后期育苗过程中出现的 Z_1 不变态、变态率低或变态时间不正常延长,并不能通过投饵、用药等办法解决,及早消毒海水或用咸井水海水和淡水按比例调配海水等办法有一定的效果^[11]。

5.2 必须重视消毒后水体中有害藻类快速繁殖生长的新现象

消毒处理后的海水有时会残留一些生命力强的藻类;如金藻门中的三毛金藻等,它们均能形成休眠孢子;待环境条件适合(充气)时,这些孢子即能在2~3 d内快速萌发繁殖,引起局部赤潮,影响 Z_1 幼体的摄食和变态。有害藻类虽经杀灭而又能重新快速繁生的新现象必须引起重视。一旦出现上述情况,一般较难获得清水布苗的成功。

5.3 清水布苗法注意事项

在储水池水质良好的情况下,虽然清水中藻类很少,水体的净化能力不如肥水强,但只要布苗密度合理,饵料系列和饵料密度控制得当, Z_1 期间只需少量加水或换水就可以变态为 Z_2 ,变态率与肥水布苗法相当。定期处理储水池海水,保持水质不老化;育苗过程中坚持少投勤喂的投饵原则,辩证地处理饵料密度与幼体数量之间的关系,清水布苗法也能获得较高的变态率。

5.4 海链藻的适口性和营养效果好于微绿球藻

硅藻、金藻和绿藻是河蟹 Z_1 幼体良好的开口饵料,单胞藻类的种类和数量影响 Z_1 幼体的变态^[6,12]。海链藻的直径在20 μm 左右,常由6~7个以上的细胞连成链状,在水体中占据的空间比微绿球藻要大得多;而球形的微绿球藻常由单个细胞存在,个体直径2~4 μm ,很少发现大群体,即使发现群体也为松散的树枝状结构,不会形成链状。随着 Z_1 幼体日龄的增加,个体逐日增大,微绿球藻已不适合于后期 Z_1 幼体的滤食,到 Z_1 第3 d时难以被滤食,往往会出现微绿球藻旺发,而幼体空胃的现象;在此之前控制微绿球藻密度、增投动物性饵料是提高 Z_1 变态率的关键措施。

海链藻对河蟹 Z_1 的适口性比微绿球藻好。同时,海链藻的营养效果较微绿球藻为好,使用海链藻育苗, Z_1 变态为 Z_2 的时间为2.5 d,较微绿球藻提早1.5 d。

5.5 肥水布苗法注意事项

采用海链藻等大中型硅藻进行肥水布苗应根据水质、育苗时间、育苗池的采光能力和天气等状况进行及时调控才能取得良好的效果。不同地区、不同育苗阶段的河蟹育苗行为必须综合考虑上述因素;生产过程应从饵料投喂、光照强度控制、换水等方面综合控制藻类浓度和池水水质。

小球藻、微绿球藻等绿藻类在苗池中生长处于衰亡期产生毒素的说法难以成立^[13],幼体死亡速度同育苗池顶棚的透光度有密切关系;这可能与绿藻类在指数生长期产生可致幼体死亡的胞外产物有关。长期观察比较发现,一般上午 Z_1 幼体出现空胃,由于良好光照的影响,藻类快速繁殖,下午1点半左右幼体大量死亡;生产上应采取控制光照、换水、用药等办法控制绿藻类的密度^[14]。

5.6 维持育苗池池水环境的稳定,已成为影响河蟹 Z_1 变态率的主要原因

单胞藻是育苗池水水体生态系统的重要组成部分,其连续不间断使用可抑制致病微生物,减少疾病发生,河蟹幼体的变态率高^[6,10,15]。硅藻、金藻、绿藻等饵料生物可以在水体中形成种群优势,抑制水体中的弧菌、裸甲藻、夜光虫、有毒金藻等有害生物的生长,改善水质、提高幼体变态率。 Z_3 以后使用单胞藻的饵料意义不大;利用藻菌之间的制约关系能科学地防止病害微生物的繁生^[15,16];微藻虽无限制弧菌生长的作用,但以微藻为基础的微小生物群落,因优先占有生态空间而对弧菌菌群具有排它性^[17],整个育苗过程使用单胞藻类的,蟹苗质量比较优良^[10]。

5.7 尊重科学、合理安排河蟹育苗生产

提高幼体的变态率、降低生产成本和稳定苗种生产是育苗场家为之奋斗的重要目标。组织安排河蟹育苗生产时,应根据不同时期、不同方式的育苗风险,科学地进行筹划,以获得良好的经济效益和社会效益^[18]。早期育苗由于水质、水温等原因,可以安排在工厂化育苗室内进行;中后期生产,从成本、生产稳定性、成功概率等因素综合考虑,建议使用采光能力强的塑料薄膜顶棚育苗室或露天土池育苗场进行河蟹育苗,往往能获得良好的生产效果。

参考文献:

- [1] 孙同秋. 河蟹育苗中 Z_1 和 Z_2 变态困难的原因与对策[J]. 齐鲁渔业, 2002, 5:22-23.
- [2] 王寒冰. 河蟹育苗中 Z_1 至 Z_2 变态率低之原因分析及防治措施[J]. 中国水产, 2002, 11:56-57.
- [3] 邢殿楼, 白国福, 车琳萍, 等. 由沉淀池藻衰败引起河蟹 I 期溞状幼体死亡原因分析[J]. 水产科学, 1999, 1:42-43.
- [4] 苏鹤声, 徐德荣. 关于中华绒螯蟹亲体孵幼期的升温方式对溞状 I 期幼体变态率的影响[J]. 水产科学, 1996, 15(3):12-13.
- [5] 李国信, 张书林. 北方地区海水育苗后期水质特征及对策[J]. 河北渔业, 2002, 2:25-26.
- [6] 沈和定, 黄旭雄. 三种藻类对中华绒螯蟹 I 期溞状幼体培育效果的比较[J]. 上海水产大学学报, 1999, 8(3):202-209.
- [7] 成永旭, 王 武, 吴嘉敏, 等. 虾蟹类幼体的脂类与发育的关系[J]. 中国水产科学, 2001, 1:104-106.
- [8] 周遵春, 庞军辉, 王年斌, 等. 中华绒螯蟹人工育苗中几个技术问题探讨[J]. 水产科学, 2000, 5:43-45.
- [9] 杨玉香, 鲁秀红, 王太和. 河蟹人工育苗高产技术[J]. 水产科学, 2000, 2:33-34.
- [10] 李信书, 阎斌伦. 微藻在河蟹工厂化育苗中的作用[J]. 淡水渔业, 2001, 4:34-35.
- [11] 赵铁柱, 李胜勇. 河蟹育苗中 Z_1 变态难的原因分析及应对措施[J]. 科学养鱼, 2001, 10:28.
- [12] 乔聚海. 影响河蟹溞状 I 期幼体变态因素的探讨[J]. 海洋科学, 1999, 4:71.
- [13] 王 伟. 小球藻对河蟹幼体存活的影响[J]. 齐鲁渔业, 1997, 14(1):26-27.
- [14] 沈和定, 蒋宏雷. 甲醛对中华绒螯蟹各期溞状幼体及隐藻的急性毒性[J]. 上海水产大学学报, 1998, 1:25-32.
- [15] 李玉英, 江定丰. 河蟹育苗的卫生细菌学检测[J]. 水利渔业, 2001, 21(5):41.
- [16] Jan A. Olafsen. Interactions between fish larvae and bacteria in marine aquaculture[J]. Aquaculture, 2001, (200):223-247.
- [17] 林 伟, 刘秀云. 海洋微藻培育系统抗弧菌作用机理[J]. 海洋与湖沼, 2001, 1:7-14.
- [18] 汪晓慧, 潘元潮. 海州湾地区河蟹育苗生产的总量分析[J]. 上海水产大学学报, 2002, 11(4):397-399.