

克氏原螯虾同步化与非同步化育苗效果分析

刘伟杰, 严维辉, 张成亮, 黄成, 唐建清*

(1. 南京大学生命科学学院, 江苏南京 210093; 2. 江苏省淡水水产研究所, 江苏南京 210017; 3. 江苏省宿迁市水产局, 江苏宿迁 223800)

摘要 [目的] 为不同规模的克氏原螯虾养殖单位提供相应的育苗技术。[方法] 利用克氏原螯虾秋冬季节生殖需要一定水位的生态习性, 采用降低育苗池水位的方法同步化培育苗种, 并与非同步化育苗技术的效果进行比较。[结果] 同步化育苗的苗种规格较小, 但在同一时间内获得规格较整齐的苗种, 适合大规模养殖单位同期进苗。非同步化育苗的苗种规格较大, 能在夏季养成商品虾提早上市, 但无法获得大量规格整齐的苗种, 只能分期分批获得不同规格的苗种, 适合在不同时期供应小规模养殖单位。同步化育苗累计出苗尾数、出苗重量和商品虾收获重量分别是非同步化育苗的1.78、0.93、0.80倍。[结论] 同步化育苗能满足大规模养殖单位的需要; 非同步化育苗可以不断收获苗种和商品虾, 能满足小规模养殖单位的需要。

关键词 克氏原螯虾; 苗种培育; 同步化; 非同步

中图分类号 S968.22 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)34-15029-03

Analysis of the Effect of the Synchronization and Asynchronization Young Shrimps-cultivating of *Procambarus clarkii*

LIU Wei-jie et al (College of Life Science, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093)

Abstract [Objective] The technique of young shrimp-raising of *Procambarus clarkii* was presented through the experiment. [Method] According to the habit of *Procambarus clarkii* needing the water in reproductive period during fall and winter, the effect of the synchronization young shrimp-raising with low water level and asynchronization young shrimp-raising was compared. [Results] The young shrimps with same size could be cultured by means of the technique of synchronization young shrimp-raising and the small-sized raising method could provide large amount of young shrimps at same time for large scale aquaculture units. The large-sized young shrimp cultured from the asynchronous raising technique could meet the demand of commercial products for market at early period of summer season, but for large amount of young shrimp with same-sized. Thus, the different sized shrimp products should be cultured according to the plan in time and raising measure for market's need. The number and weight of young shrimp and the weight of commodity shrimps from the technique of synchronization young shrimp-raising were 1.78, 0.93 and 0.80 times higher than the technique asynchronization young shrimp-raising, respectively. [Conclusion] The technique of synchronization young shrimp-raising could meet the demand of large aquaculture units at same time and the technique of asynchronization young shrimp-raising could meet the demand of small aquaculture units for both commercial shrimp and young shrimp.

Key words *Procambarus clarkii*; Young shrimp-raising; Synchronization; Asynchronization

克氏原螯虾 (*Procambarus clarkii*) 原产于北美洲, 现已成为全球重要的经济水产品之一。在我国, 随着“小龙虾经济”的火热发展, 克氏原螯虾的基础生物学与科学养殖等方面研究受到广泛关注^[1-3]。随着养殖规模的不断扩大, 规模化养殖场需要在同一时间内提供规格整齐的苗种, 而不同时期的养殖散户则根据自身需要选择不同规格的苗种。根据不同规模养殖单位的需求, 亟需开展相应的克氏原螯虾苗种培育技术研究。该试验运用了同步化育苗技术进行苗种培育, 并与非同步化育苗进行了比较, 探讨了这2种不同技术下所得苗种的规格及收获量的差异, 以期为不同规模的养殖单位提供相应的育苗技术。

1 材料与方 法

1.1 材料 试验地点为江苏省淡水水产研究所盱眙试验基地; 试验时间为2006年9月至2007年10月。

1.2 方 法

1.2.1 同步化育苗技术。 根据克氏原螯虾秋冬季交配产卵的习性, 在10月中下旬克氏原螯虾入冬穴居时, 降低试验池水位, 迫使亲虾钻洞, 延缓产卵时间, 待翌年3月上中旬, 气温回升时一次性提高水位, 刺激产卵孵化, 使其同步繁育苗种。

1.2.2 非同步化育苗技术。 克氏原螯虾种群自秋冬穴居, 早春出洞各季节均有雌雄个体交配产卵的习性, 任其自然产卵孵化, 各个季节均有苗种孵出。

1.2.3 试验分组。 作为苗种生产的同步化育苗池3个, 平均0.213 hm²/池, 水位1.3 m, 2006年9月中旬投放亲虾(32 g/尾) 1 350 kg/hm², 待10月中下旬降低水位, 从130 cm水位2 d内降至80 cm左右, 5 d内降至30 cm左右, 7 d内降至5 cm之内, 迫使亲虾集中、批量入穴。2007年3月中旬待气温回升, 一次性加足育苗池水位, 刺激成熟亲虾大批量出穴产卵孵化。2007年4~5月收获苗种, 6月留塘苗种规格为7.3 g/尾, 约31.5万尾/hm², 7~10月收获商品虾。

非同步化育苗池2个, 分别为0.293 hm²/池和0.204 hm²/池, 水位130 cm, 2006年9月中旬投放种虾(32 g/尾) 1 350 kg/hm², 保持育苗池水位, 2007年3~6月收获苗种, 并在7~10月收获商品虾。

1.2.4 试验记录。 3~4月随机采样并测量2种育苗技术的苗种规格, 统计分析所测数据的极差、平均离差、标准差、变异系数及偏斜度。极差 $R = X_{\max} - X_{\min}$, 平均离差 $MD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$, 标准差 $s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$, 变异系数 $CV = \frac{s}{\bar{x}}$, 偏斜度 $g_1 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^3 - 3\bar{x}(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2) + 2(\bar{x})^3}{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2]^{\frac{3}{2}}}$ 。

3~10月分别记录苗种及商品虾收获量。商品虾即能上市的虾, 包括由苗种生长达到一定体重的当年虾和上年存塘种虾。

2 结果与分析

2.1 同步化与非同步化苗种规格 由表1计算得出同步化育苗获得苗种平均体重为1.396 g, R 为6.0, MD 为0.186 4, S 为0.618 6, CV 为0.443, g_1 为7.39。非同步化育苗获得的苗种平均体重为6.745 g, R 达到12.7, MD 为4.487 8, S 为4.888, CV 为0.725, g_1 仅为0.205。

基金项目 水产三项工程项目(PJ2006-47) 2006.6-2008.6 资助。

作者简介 刘伟杰(1984-), 女, 江苏金坛人, 硕士研究生, 研究方向: 水生生物学。* 通讯作者, 研究员。

收稿日期 2008-10-09

表1 3~4月同步化育苗与非同步化育苗的苗种规格统计结果

Table 1 The young shrimp size statistical results of synchronous and asynchronous cultivation from Mar to Apr.

体重规格 g Size of weight	同步化育苗 Synchronous cultivation		非同步化育苗 Asynchronous cultivation	
	平均 g Mean	数值 个 Number	平均 g Mean	数值 个 Number
	1.0 ~3.0	1.3	364	1.2
3.1 ~5.0	3.2	6	3.8	66
5.1 ~7.0	5.5	3	5.7	26
7.1 ~9.0	7.3	2	8.2	38
9.1 ~11.0	0	0	9.6	33
11.1 ~13.0	0	0	12.3	66
13.1 ~15.0	0	0	13.9	58

2.2 同步化与非同步化育苗苗种及商品虾收获量

2.2.1 苗种整齐性及频数分布。由表2可知,同一时期非同步化的苗种平均体重6.745 g,约为同步化的4.83倍,极差为

表2 3~10月克氏原螯虾同步化和非同步化育苗苗种和商品虾收获量

Table 2 The harvest yield of young shrimp and commodity shrimp of *Procambarus darkii* by synchronous and asynchronous cultivation from Mar to Oct

月份 Month	存塘苗种数量 10 ⁴ 尾/hm ² Number of young shrimp in ponds		苗种规格 g Size of young shrimp		苗种收获重量 kg/hm ² Weight of harvested young shrimp		苗种收获数量 10 ⁴ 尾/hm ² Number of harvested young shrimp		苗种死亡率 % Mortality of young shrimp		收获商品虾 kg/hm ² Harvested commodity shrimps		商品虾规格 g Size of commodity shrimp	
	同步化 Synchronous	非同步化 Asynchronous	同步化 Synchronous	非同步化 Asynchronous	同步化 Synchronous	非同步化 Asynchronous	同步化 Synchronous	非同步化 Asynchronous	同步化 Synchronous	非同步化 Asynchronous	同步化 Synchronous	非同步化 Asynchronous	同步化 Synchronous	非同步化 Asynchronous
	3	324.0	130.5	< 10.00	2.91	0	1 290	0	44.4	0	0	0	0	0
4	228.0	78.0	1.400	3.68	1 410	810	100.5	22.05	29.6	9.4	510*	705*	32*	42*
5	84.0	48.0	3.96	8.32	1 425	690	36.0	8.25	34.1	14.2	270*	315*	36*	43*
6	31.5	33.0	7.30	10.06	-	255	-	2.40	34.4	17.0	60*	840	32*	34
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	885	-	34
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	840	720	31	42
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 470	540	36	40
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	270	345	34	37
累计 Total	-	-	-	-	2 835	3 045	136.5	76.7	-	-	3 420	4 260	-	-

注: * :4~6月同步化育苗收获的商品虾为上一年度的种虾。4~5月非同步化育苗收获的商品虾为上一年度的种虾。

Note: * indicated that the commodity shrimps obtained from the synchronous cultivation from Apr. to Jun were the seed shrimps in the last year. The commodity shrimps obtained from the asynchronous cultivation in Apr. and Mar were the seed shrimps in the last year.

2.2.2 苗种死亡率。同步化育苗3月苗种个体密度最大,但死亡率比其他月份低,这可能是由于苗种规格过小,竞争尚不强烈。4~6月随着苗种体重的不断增大,个体之间竞争不断增强,苗种死亡率升高。由表2计算可得总存活率达51.8%(6月份苗种存塘量加出苗量除以初始的存塘量即为存活率)。

由表2可知,非同步化育苗3~6月的死亡率均比同步化低得多,这可能是由于该期间苗种个体密度小,竞争不激烈,规格大,生存能力强。但非同步化育苗从上年10月开始即有虾苗产出,并发生部分死亡,尚不能精确计算总成活率。若假设同数量亲虾在不同育苗条件下产苗种数量相同,即324万尾/hm²,则将非同步化育苗总存活率按照同步化的计算可得32.1%。

同一时期内同步化育苗的死亡率较高,但总死亡率非同步化育苗高。这可能是由于非同步化育苗周期较长,产出的苗种经历了冬季,已有研究证明低温下虾苗死亡率高^[4-5]。

2.2.3 苗种放养。在克氏原螯虾养殖实践中,对苗种的规格是否整齐都有很高的要求^[6]。若放养的苗种不整齐,同时投

同步化的2倍多,标准差为同步化的近8倍,变异系数约为同步化的1.64倍。标准差是度量数据变异程度的方法之一,但非同步化的平均体重比同步化大,仅用标准差作为判定数据变异程度还不够,为更客观地比较2者的变异程度需引入变异系数加以判定。统计结果表明,无论是极差、平均离差、标准差以及变异系数都能得出非同步化苗种规格差异较大,而同步化育苗的苗种规格较为整齐。倾斜度是度量数据围绕众数呈不对称分布的程度,同步化苗种的体重众数为1.3,占97.1%,仅2.9%的苗种体重分布不对称,苗种规格只有一个波峰,表明同一时期内获得规格相同的苗种数量大且较集中,能够满足大规模养殖单位的同期进苗需求。而非同步化育苗的倾斜度接近0,数据的频数分布接近正态略微正偏,苗种规格有多个波峰,表明同一时期内获得的苗种规格不整齐,但可以分多个规格等级投放不同的养殖水体,适合在不同时期供应小规模养殖单位。

放大量规格相差较大的苗种,则容易引起大虾吃小虾的种内亲杀现象,不利于克氏原螯虾的正常生长与发育,将严重影响最终收获量^[7-8]。同步化育苗得到的苗种时间集中、数量多且整齐性高,能满足大规模养殖单位的需要。非同步化育苗过程中可以不断收获苗种和商品虾,能满足小规模养殖单位的需要。

2.2.4 苗种及商品虾收获量。由表2可知,同步化育苗累计出苗136.5万尾/hm²,计2 835 kg/hm²,商品虾收获量为3 420 kg/hm²;非同步化育苗累计出苗76.7万尾/hm²,计3 045 kg/hm²,商品虾收获量为4 260 kg/hm²。同步化育苗累计出苗尾数是非同步化的1.78倍,而出苗重量和商品虾收获重量分别是非同步化的0.93倍和0.80倍。

同步化育苗同期收获苗种的数量多且规格整齐,但总体规格及总重量较小,出苗时间较晚,3月尚未出苗,4月底出苗平均体重仅达1.40 g。非同步化收获的育苗数量较少且规格不整齐,但规格及总重量较大,3月就有苗种孵出,4月底出苗平均体重已达3.68 g。

就同期收获商品虾的重量而言,同步化较非同步化小,8

月前无法收获由苗种长成的商品虾上市,非同步化6月就能收获由苗种长成的商品虾在夏季早期提前上市。

3 结论与讨论

(1) 由于克氏原螯虾怀卵量小,又有抱幼的习性,繁殖工作很难做到批量化,难以满足苗种市场需求。为解决这一难题,周洵等提出将抱卵虾收集到网箱或孵化池内集中孵化,批量获得苗种^[9]。舒新亚等采用控制光照、控制水温、控制水位、改善水质、加强投喂的“五位一体”法人工诱导克氏原螯虾同步产卵的方法在同一时间内获得大量苗种^[10]。虽然上述方法能获得数量较大的苗种,但成本较高,需投入的人力物力较多,且不能满足不同养殖单位的要求。该试验在前人研究的基础上,根据克氏原螯虾秋冬季节生殖需要一定水位的生态习性,结合当地自然气候特征,通过逐步降低水位的方法来达到同一时间内获得大量苗种的要求,并且与自然条件下的非同步化育苗相比较,分析各自的优势,为不同的苗种需求单位提供不同的育苗技术。同步化可以通过控制亲虾繁育的时间,获得规格整齐的苗种。

(2) 该研究采用降低育苗池水位的方法,该方法的生态学原理基于 Maita 等进行的“干旱缺水条件下克氏原螯虾可利用洞穴避难度过不良环境”研究成果,确保了降低水位不会导致种虾大量死亡而造成同步化育苗失败^[11]。但该方法一定程度上打乱了克氏原螯虾原有的自然生长发育规律,对

(上接第15015页)

阻止微生物细胞的生长,表现为刺激组的抗菌活性比对照组有显著的提高。昆虫抗菌物质的出现、上升和消失有一定的时序性^[1]。该试验中诱导3~4d后普遍出现抗菌高峰,以后缓慢下降。

(4) 某些情况下,诱导产物与诱导源之间没有特异性的对应,即不同的诱导源可诱导产生类似的抗菌物质。例如用超声波、电波和微振荡等物理因子处理昆虫滞育蛹,也能达到用大肠杆菌诱导的水平。但是进一步的试验表明,昆虫的体液免疫是专一性的,并非如有的研究所报道的那样是非专一性的^[12]。不同诱导源诱导产生的抗菌物质的活性大小有所不同,达到最大活性的时间亦不同,更重要的是在抗菌特性上也有一些差异^[16]。不同的诱导源作用后都可产生抗菌肽和抗菌蛋白,但产生的机制可能有所不同^[2]。该试验结果同样表明,黄粉虫对2种不同的真菌刺激有特异性反应,即不同真菌诱导的抗菌物质的活性不一致,且不同真菌诱导表达样品对于相应的诱导真菌均表现出很高的抗真菌活性。其产生的抗真菌物质的种类及其具体的诱导机制和诱导通路还需进一步研究。

通过用真菌直接诱导黄粉虫幼虫可以产生抗真菌物质,3~4d 抑菌活性达到最高峰,菌饲诱导比菌刺诱导效果好。同时,不同真菌诱导表达样品对于相应的诱导真菌均表现出明显地抗真菌活性,不同真菌诱导产生的抗真菌物

其后期的苗种质量可能产生一定的影响,是否可作为下年的存塘种虾,仍待进一步研究。

参考文献

- [1] 刘孝华.克氏原螯虾养殖探讨[J].安徽农业科学,2006,34(22):5884-5885.
- [2] 吕佳,宋胜磊,唐建清,等.克氏原螯虾受精卵发育的温度因子数学模型分析[J].南京大学学报:自然科学版,2004,40(2):226-231.
- [3] 唐建清,宋胜磊,潘建林,等.克氏原螯虾对几种人工洞穴的选择性[J].水产科学,2004,23(05):26-28.
- [4] CHENS L, WU J W, MALONE R F. Effects of temperature on mean molt interval, molting and mortality of red swamp crayfish (*Procambarus darkii*) [J]. *Aquaculture*, 1995, 131: 205-217.
- [5] 李铭,董卫军,邢迎春,等.温度对克氏原螯虾幼虾发育和存活的影响[J].水利渔业,2006,26(2):36-37.
- [6] 李林春,段鸿斌.克氏螯虾人工繁殖与育苗技术[J].安徽农业科学,2005,33(8):1464-1510.
- [7] LAURA AQUILONI, MILCS BURC FRANCESCA. Crayfish females eavesdrop on fighting males before choosing the dominant mate [J]. *Current Biology*, 2008, 18(11):462-463.
- [8] MICHAEL H, HIGLER HOLLY MCHEVERTON, GRANT S BLANK. Shelter competition in juvenile red swamp crayfish (*Procambarus darkii*): the influences of sex differences, relative size, and prior residence [J]. *Aquaculture*, 1999, 178(1/2):63-75.
- [9] 周洵,储益新.克氏原螯虾规模化网箱育苗技术的研究[J].江西水产科技,2008(2):22-24.
- [10] 舒新亚,龚珞军,陶忠虎,等.人工诱导克氏原螯虾同步产卵试验[J].淡水渔业,2006,36(5):45-47.
- [11] ILHEU M, ACQUISTAPACE P, BENVENUTO C. Shelter use of the red swamp crayfish (*Procambarus darkii*) in dry-season ponds [J]. *Arch Hydrobiol*, 2003, 157(4):535-547.

质活性不同。

参考文献

- [1] 宋春满,雷朝亮.昆虫免疫的研究[J].湖北植保,1999(4):31-37.
- [2] 冯丽.虫草菌诱导柞蚕蛹产生抗菌物质的研究[J].安徽农业科学,2004,32(6):1189-1190.
- [3] 张杰,张双全.抗菌肽对真菌作用机制研究进展[J].生物化学与生物物理进展,2005,32(1):3-17.
- [4] 韩润林,孙庆林,额尔敦夫,等.黄粉甲幼虫抗菌肽的诱导及其抗菌活性的初步研究[J].内蒙古农牧学院学报,1998,19(3):114-117.
- [5] 王小平,徐冠军,刘毅琳.黄粉虫幼虫抗菌物质的抑菌作用研究[J].华中农业大学学报,1998,17(6):534-536.
- [6] 王小平,徐冠军,汪忠信.大肠杆菌对黄粉虫不同虫态诱导动力学的研究[J].华中农业大学学报,2000,19(3):223-226.
- [7] JUNG Y H, PARK B Y, LEE D K, et al. Biochemical and molecular characterization of an antifungal protein from *Tenebrio molitor* [J]. *Mol Cell Biol*, 1995, 15:292-298.
- [8] 贾春生,由士江,高文韬.利用黄粉虫分离土壤昆虫病原真菌[J].昆虫知识,2006,43(2):260-261.
- [9] 郭鄂,靳介六.昆虫学实验技术[M].北京:科学出版社,1988:354-356.
- [10] 沈萍,范秀容,李广武.微生物实验[M].3版.北京:高等教育出版社,1999:215.
- [11] 邢来君,李明春.普通真菌学[M].北京:高等教育出版社,1999:207-208.
- [12] 翟朝阳.昆虫抗菌物质的研究[J].昆虫学报,1996,39(1):99-103.
- [13] 侯利霞,翟培,施用晖,等.不同细菌对家蝇幼虫抗菌蛋白肽的诱导效应[J].昆虫知识,2006,43(6):821-837.
- [14] 黄文.黄粉甲幼虫抗菌物质的诱导及其抗菌活性[J].昆虫知识,2005,48(1):7-12.
- [15] LAMBERTY M, ZACHARY D, LANOT R, et al. Constitutive expression of a cysteine-rich antifungal and a linear antibacterial peptide in a tenebrionid insect [J]. *J Biol Chem*, 2001, 276(6):4085-4092.
- [16] 王萌长.昆虫生物化学[M].北京:中国农业出版社,2001:270-271.