

文章编号: 1004 - 7271(2008)05 - 0559 - 05

环境因子对大竹蛭稚贝生长及存活的影响

陈爱华¹, 张志伟¹, 姚国兴¹, 张曹进¹, 刘广丰², 吴旭峰², 沈和定²

(1. 江苏省海洋水产研究所, 江苏 南通 226007;

2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 200090)

摘 要:采用实验生态学的方法,研究了底质、养殖密度及饵料密度对大竹蛭稚贝生长及存活的影响。结果表明:(1)不同底质对大竹蛭稚贝生长、存活均有影响,生长速度细砂组 > 粗砂组 > 细粉砂组,细砂组存活率(64.25%) > 粗砂组(62.79%) > 细粉砂组(60.41%);但各组间差异不显著。(2)随着养殖密度增大,大竹蛭稚贝的生长速度减慢,存活率也逐渐降低。(3)随着饵料密度增加,大竹蛭稚贝生长速度加快,存活率表现为先高后低,饵料密度为 20×10^4 ind/mL 时的成活率最高。可见,粒径在 0.25 ~ 0.063 mm 的细砂为大竹蛭稚贝培育的最佳底质,壳长 5 ~ 10 mm 稚贝的适宜培育密度为 1×10^4 ind/m²,每日 2 次投喂时的饵料密度应控制在 20×10^4 ind/mL。

关键词:大竹蛭;底质;养殖密度;饵料密度;生长;存活

中图分类号:S 968.3 文献标识码:A

The influence of different environmental factors on the growth and survival rate of juvenile of bamboo clam *Solen grandis*

CHEN Ai-hua¹, ZHANG Zhi-wei¹, YAO Guo-xing¹, ZHANG Cao-Jin¹,

LIU Guang-feng², WU Xu-feng², SHEN He-ding²

(1. *Institution of Marine Fisheries, Jiangsu Province, Nantong 226007, China*

2. *College of Fisheries and Life, Shanghai Ocean University, Shanghai 200090, China*)

Abstract: This paper reports the growth and survival rates of juvenile of bamboo clam *Solen grandis* reared in different kinds of sediments, rearing densities and food concentrations. Results showed that (1) sediments affected both the growth and survival rates of juvenile. The group with fine sand had the highest growth rate, while the group with fine silt had the lowest. The survival rates ordered by the group with fine sand (64.25%) > the group with coarse sand (62.79%) > the group with fine silt (60.41%). (2) With the increasing of rearing density, the growth and survival rates of juvenile of *S. grandis* decreased. (3) With the increasing of food concentration, the growth rate of juvenile increased, while the survival rate rose at first, then dropped. The survival rate of the group with 20×10^4 ind/mL food concentration was the highest. It is obvious that the diameter of sediment particle ranging from 0.25 mm to 0.063 mm was the best sediment

收稿日期:2008-01-23

基金项目:江苏省科技厅高新技术研究项目(BG2006335);南通市农业创新科技计划项目(AL2006021)

作者简介:陈爱华(1966-),女,江苏海安人,高级工程师,主要从事贝类生态学、增养殖学方面的研究。Tel:0513-85228272, E-mail: chenah540540@yahoo.com.cn

media. It is suggested that the juvenile of *S. grandis* with shell length ranging from 5 mm to 10 mm, the rearing density be kept about 1×10^4 ind/m² and the food concentration be kept about 20×10^4 ind/mL.

Key words: *Solen grandis*; sediment; rearing density; food concentration; growth; survival

大竹蛭(*Solen grandis* Dunker)生活在潮下带至负 20 m 水深的浅海区,是我国重要的珍稀经济贝类。目前大竹蛭商品来源仅依靠自然资源,至今已开展了大竹蛭人工育苗试验^[1],并进行了亲体暂养^[2]、盐度对成贝的影响^[3]等相关研究。2007 年江苏省海洋水产研究所在国内首次实现了大竹蛭大规模生产性人工繁殖技术的突破,培育规格 1.0 ~ 1.5 cm 大竹蛭稚贝 2 000 余万粒。随着人工繁殖技术的突破,环境因子对大竹蛭生长和成活的影响成了当前亟待解决的问题,国内外未见相关报道。本试验通过研究环境因子对大竹蛭稚贝生长及存活的影响,以期为大竹蛭苗种中间培育及成体养殖奠定技术基础。

1 材料和方法

1.1 材料

2007 年 7 月 5 日至 8 月 4 日在江苏省文蛤良种场育苗室内进行本试验研究;所用大竹蛭稚贝均选自场内当年繁育的稚贝,试验稚贝活力好、无破损、个体平均壳长 5.50 mm。

1.2 试验方法

试验容器为 65 cm × 35 cm × 35 cm 的长方形塑料桶。底质试验共设三组,分别为 A 组(粗砂)、B 组(细砂)、C 组(细粉砂);养殖密度设四组,分别为 A'组、B'组、C'组和 D'组;饵料密度设四组,分别为 A''组、B''组、C''组和 D''组(表 1)。另外,每个试验组均设两个重复,试验周期为 30 d。每天早晨换水一次,换水量为 90%。试验所用饵料为球等鞭金藻 3011(*Isochrysis galbana*),用血球计数板测量饵料密度。底质组和养殖密度组在换水后和 12 h 后各投喂一次金藻,投饵量为 $(10 \sim 15) \times 10^4$ ind/mL;饵料密度组在换水后,按试验要求投喂饵料;养殖密度组和饵料密度组底质都为细砂。各试验组连续充气,试验期间海水盐度为 19.5 ~ 23.4, pH 值为 8.05 ~ 8.25,水温为 26.3 ~ 34.2 °C。每天观察稚贝死亡情况,每隔 5 天随机抽取 30 个样本测量稚贝壳长。

表 1 试验分组表

Tab. 1 Different groups in the study

不同底质(Φ: mm)			不同养殖密度(ind/m ²)				不同饵料密度(ind/mL)			
A 组	B 组	C 组	A'组	B'组	C'组	D'组	A''组	B''组	C''组	D''组
1.0 < Φ < 0.5	0.25 < Φ < 0.063	Φ < 0.016	0.5×10^4	1×10^4	2×10^4	4×10^4	5×10^4	10×10^4	20×10^4	40×10^4

1.3 数据分析

采用生长曲线反映大竹蛭稚贝生长变化的动态过程,用总增长率、存活率来反映各组稚贝生长及存活的结果。试验数据用 SPSS13.0 软件进行统计分析。

总增长率即在整个试验过程中试验大竹蛭稚贝平均壳长的生长程度。公式如下:

$$y(\%) = \frac{x_n - x_0}{x_0} \times 100$$

式中, y : 总增长率; x_n : 试验结束时的大竹蛭稚贝平均壳长(mm); x_0 : 试验开始时大竹蛭稚贝的平均壳长(mm)。存活率: 试验结束统计每组的存活个体数与试验初始个体数的比值。

$$\text{存活率}(\%) = \frac{\text{存活个体数}}{\text{起始个体总数}} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 底质对大竹蛭稚贝生长情况和存活率的影响

表 2 所示,在试验开始的 5 d 中,底质对大竹蛭稚贝生长即产生明显的影响,各底质组生长曲线的斜率差异较大,可能是由于栖息环境的改变造成的;到了试验后期,各组的大竹蛭稚贝生长趋势相近,各组生长速度无显著差异,表明大竹蛭稚贝对栖息环境适应很快,试验结束时细粉砂组总增长率显著低于粗砂组和细砂组。图 1 表明,粒径在 0.25 ~ 0.063 mm 的细砂更适合其生长。

从图 2 可知看出,不同底质对大竹蛭稚贝存活率影响不大,细砂组最高 64.25%,粗砂组次之 62.79%,细粉组最低为 60.41%,各组之间的差异不显著($P > 0.05$)。

表 2 不同底质组大竹蛭稚贝的生长情况

Tab. 2 The growth performance of juvenile *Solen grandis* over different sediment groups mm, Mean \pm S. E

测量时间	A 组	B 组	C 组
2007-07-05	5.505 \pm 0.122	5.505 \pm 0.122	5.505 \pm 0.122
2007-07-10	6.448 \pm 0.133 ^a	6.294 \pm 0.134 ^a	5.708 \pm 0.124 ^b
2007-07-15	6.796 \pm 0.149	7.083 \pm 0.134	6.516 \pm 0.122
2007-07-20	7.604 \pm 0.121	7.464 \pm 0.142	7.112 \pm 0.108
2007-07-25	7.885 \pm 0.146	7.553 \pm 0.181	7.327 \pm 0.124
2007-07-30	8.691 \pm 0.142	8.592 \pm 0.124	8.051 \pm 0.138
2007-08-04	8.989 \pm 0.141 ^b	9.526 \pm 0.178 ^a	8.725 \pm 0.152 ^b

注:同一行的平均值中具不同上标字母者表示差异显著($P < 0.05$),以下各表同

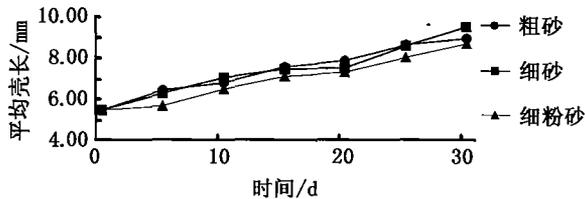


图 1 不同底质组大竹蛭稚贝生长情况

Fig. 1 The growth performance of juvenile *Solen grandis* over different sediment groups

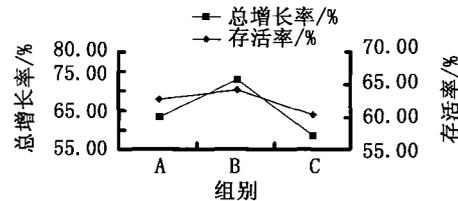


图 2 不同底质组大竹蛭稚贝生长及存活率

Fig. 2 The survival rate of juvenile *Solen grandis* over different sediment groups

2.2 养殖密度对大竹蛭稚贝生长情况和存活率的影响

从图 3 可以看出,生长速度与养殖密度成反比。

表 3 所示,试验开始前 5 天,各组生长速度曲线斜率相差不大($P > 0.05$),仅 A' 组与其他组存在差异($P < 0.05$);但随着个体的增大,试验 10 ~ 15d 后,不同养殖密度组即出现明显差异($P < 0.05$),养殖密度 2×10^4 ind/m² 的 C' 组和 4×10^4 ind/m² 的 D' 组两组的斜率明显小于养殖密度 0.5×10^4 ind/m² 的 A' 组和 1×10^4 ind/m² 的 B' 组两组,即生长速度明显低于密度较小的两组,但 A' 组和 B' 组曲线斜率始终相接近。图 4 的结果表明,A' 组和 B' 组成活率显著

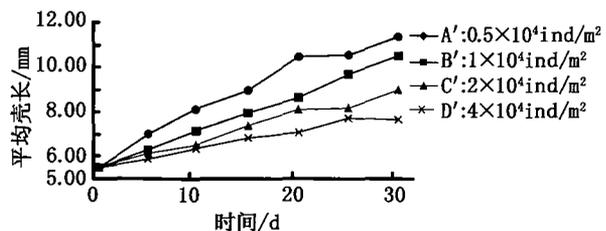


图 3 不同养殖密度组的大竹蛭稚贝生长曲线

Fig. 3 The growth rate of juvenile *Solen grandis* over different rearing density groups

大于 C' 组和 D' 组,并且与 D' 组间差异极显著($P < 0.01$),表明当养殖密度大于 2×10^4 ind/m² 时已严重影响其存活率。结果表明,该规格下的养殖密度控制在 1×10^4 ind/m² 左右不会限制其生长及存活。

表3 不同养殖密度下大竹蛭稚贝生长情况

Tab.3 The growth rate of juvenile *Solen grandis* over different stocking density groups

测量时间	A'组	B'组	C'组	D'组
2007-07-05	5.505 ± 0.122	5.505 ± 0.122	5.505 ± 0.122	5.505 ± 0.122
2007-07-10	7.015 ± 0.173 ^a	6.308 ± 0.155 ^b	6.149 ± 0.159 ^b	5.889 ± 0.153 ^b
2007-07-15	8.129 ± 0.202 ^a	7.159 ± 0.176 ^b	6.525 ± 0.157 ^b	6.365 ± 0.134 ^b
2007-07-20	8.964 ± 0.277 ^a	7.964 ± 0.157 ^a	7.384 ± 0.166 ^b	6.836 ± 0.121 ^b
2007-07-25	10.475 ± 0.196 ^a	8.642 ± 0.193 ^b	8.106 ± 0.161 ^b	7.075 ± 0.118 ^c
2007-07-30	10.554 ± 0.263 ^a	9.698 ± 0.179 ^a	8.181 ± 0.180 ^b	7.737 ± 0.143 ^b
2007-08-04	11.374 ± 0.159 ^a	10.516 ± 0.165 ^b	8.996 ± 0.174 ^b	7.668 ± 0.153 ^c

2.3 饵料密度对大竹蛭稚贝生长及存活率的影响

表4和图5结果表明,饵料密度越高,增长速度越快。当饵料密度为 5×10^4 ind/mL时,大竹蛭稚贝的生长已经严重受阻。图6的结果揭示,饵料密度在 20×10^4 ind/mL以下时,随着饵料密度的增加,成活率逐渐增大,各组间无显著差异,但当饵料密度达到 40×10^4 ind/mL时,成活率反而下降,可能是饵料密度过大,改变了其他环境因子。由此可见,饵料密度应当控制在 20×10^4 ind/mL左右。

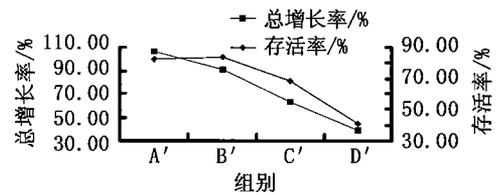


图4 不同养殖密度组大竹蛭稚贝生长及存活率
Fig.4 The survival rate of juvenile over different rearing density groups

表4 不同饵料密度下大竹蛭稚贝生长情况

Tab.4 The growth performance of juvenile *Solen grandis* over different food concentration groups

测量时间	A''组	B''组	C''组	D''组
2007-07-05	5.505 ± 0.122	5.505 ± 0.122	5.505 ± 0.122	5.505 ± 0.122
2007-07-10	5.764 ± 0.154	5.744 ± 0.143	6.098 ± 0.180	6.178 ± 0.297
2007-07-15	6.082 ± 0.122 ^a	6.270 ± 0.158	6.603 ± 0.163	7.507 ± 0.243 ^b
2007-07-20	6.103 ± 0.122 ^a	6.804 ± 0.132 ^a	6.899 ± 0.125 ^a	8.253 ± 0.193 ^b
2007-07-25	6.516 ± 0.144 ^a	6.862 ± 0.149 ^a	7.699 ± 0.153 ^a	8.541 ± 0.270 ^b
2007-07-30	7.067 ± 0.167 ^a	7.686 ± 0.141 ^a	8.486 ± 0.186 ^b	9.828 ± 0.237 ^c
2007-08-04	6.987 ± 0.158 ^a	8.420 ± 0.156 ^b	9.002 ± 0.181 ^b	9.949 ± 0.240 ^c

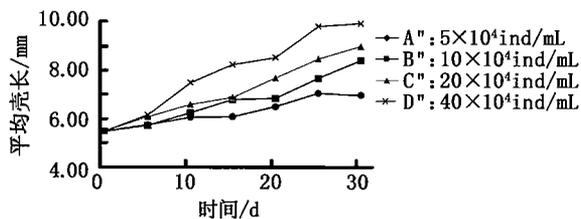


图5 不同饵料密度组的大竹蛭稚贝生长曲线
Fig.5 The growth performance of juvenile *Solen grandis* over different food concentration groups

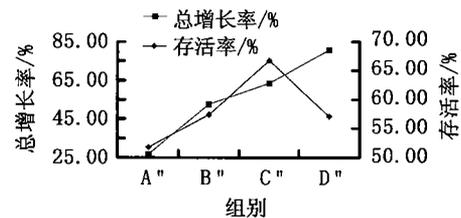


图6 不同饵料密度组大竹蛭稚贝生长及存活率
Fig.6 The survival rate of juvenile *Solen grandis* over different food concentration groups

3 讨论

3.1 不同底质对大竹蛭稚贝生长情况和存活率的影响

海洋经济贝类的分布与海水盐度、水温、水深和底质等有关,但在特定区域内与底质的关系更为密切。它们大多对底质性状有明显的选择适应性,因而可分为栖息于砂质、泥砂质或泥质的贝类^[4],自然海区的大竹蛭生活在潮下带至负 20 m 水深的浅海,底质多为细砂质。张涛等^[5]研究表明硬壳蛤稚贝在纯砂底质中的成活率和日生长率均高于在纯海泥底质中,砂的粒径大小对硬壳蛤稚贝成活率和日生长率没有明显影响,这与本研究的结果很相似。于业绍等^[6]认为青蛤稚贝适宜底质为砂质和细砂质,纯泥质不适合青蛤稚贝的生长。同样底质对甲壳动物的生长及存活存在一定的影响,臧维玲等^[7]研究发现不同规格的雌雄日本对虾在有砂底质的环境下生长及存活高于无砂组。李惠玉等^[8]研究揭示在提供砂质底质的条件下,小褐虾的存活率提高,蜕皮间隔明显缩短,蜕皮增长率增大,更有利于小褐虾的生长。底质有无及其他底质(如泥底质)对大竹蛭稚贝的生长及成活的影响有待进一步研究。

3.2 不同养殖密度和饵料密度对大竹蛭生长及存活的影响

有关养殖密度和饵料密度对鱼类生长及存活的影响报道较多,庄平等^[9]研究表明史氏鲟稚鱼的特定生长率与养殖密度之间存在着显著的负相关。张雅芝等^[10]研究揭示饵料密度对花鲈稚鱼生长及存活有显著影响,花鲈稚鱼的生长率和存活率在饵料密度为 250 ~ 1 125 ind/L 至 2 000 ~ 9 000 ind/L 范围内呈增长趋势,当饵料密度增加到 4 000 ~ 18 000 ind/L 时,花鲈稚鱼存活率反而下降。本研究结果也体现出上述相同的趋势,饵料密度增大到一定程度,养殖对象成活率反而下降,这可能是由于饵料密度过大,改变了其他环境因子,从而使其他环境因子成为关键因子所引起的。谢仰杰等^[11]研究结果表明,在轮虫密度为 10 ind/mL 的条件下,花鲈仔鱼的摄食量较大、生长最快、存活率最高、耐饥饿能力较强;本研究结果也揭示出大竹蛭稚贝培育时饵料密度应控制在 20×10^4 ind/mL 左右。

有关温度、盐度对贝类生长及存活影响的报道比较多^[12-13],而有关养殖密度和饵料密度对贝类生长与存活影响的报道很少。张朝晖等^[14]研究表明九孔鲍的生长率随着放养密度的增加而呈直线下降;这与本研究结果相似;试验发现在大竹蛭稚贝的培育阶段每隔 10 天左右进行适时分池移苗,更利于稚贝的生长与存活。本研究结果表明,底质、养殖密度、饵料密度对大竹蛭稚贝生长、存活均有影响,底质为细砂的试验组中大竹蛭幼体生长速度及存活率均显著高于粗砂组和细粉砂组;养殖密度 0.5×10^4 ind/m² 和 1×10^4 ind/m² 两组生长及存活率显著大于 2×10^4 ind/m² 和 4×10^4 ind/m² 两组;饵料密度达到 40×10^4 ind/mL,生长速度最大,但成活率反而下降。由此可见,粒径在 0.25 ~ 0.063 mm 的细砂为大竹蛭稚贝培育的最佳底质,培育规格为 5.5 ~ 10.0 mm 的大竹蛭稚贝时,培育密度控制在 1×10^4 ind/m² 左右,饵料密度控制在 20×10^4 ind/mL 左右。

参考文献:

- [1] 侯和要,牟乃海,宋全山,等. 大竹蛭人工繁育技术研究[J]. 齐鲁渔业, 2004, 21(6): 32-35.
- [2] 侯和要,彭作波,林玉川,等. 大竹蛭亲体暂养技术简报[J]. 齐鲁渔业, 2004, 21(7): 3-4.
- [3] 侯和要,王君霞,彭作波,等. 不同盐度对大竹蛭存活的影响[J]. 齐鲁渔业, 2004, 21(5): 5-6.
- [4] 王如才,王昭萍,张建中. 海水贝类养殖学[M]. 青岛:青岛海洋大学出版社,1993.
- [5] 张涛,杨红生,刘保忠,等. 环境因子对硬壳蛤 *Mercenaria mercenaria* 稚贝成活率和生长率的影响[J]. 海洋与湖沼, 2003, 34(2): 142-150.
- [6] 于业绍,周琳,黄则平,等. 海水比重、温度和底质对青蛤稚贝成生长、存活的影响[J]. 海洋渔业, 1997, (1): 13-16.
- [7] 臧维玲,戴习林,姚庆祯,等. 底质对日本对虾幼虫生长的影响[J]. 上海水产大学学报, 2003, 12(1): 72-75.
- [8] 李惠玉,洪性润. 底质对小褐虾生长和存活率影响的实验研究[J]. 中国水产科学, 2007, 14(1): 90-98.
- [9] 庄平,李大鹏,王明学,等. 养殖密度对史氏鲟稚鱼生长的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 735-738.
- [10] 张雅芝,戴立欣,叶兆弘. 养殖密度和饵料密度对花鲈稚鱼生长及存活的影响[J]. 集美大学学报, 2003, 8(1): 1-7.
- [11] 谢仰杰,翁朝红,蔡仪. 饵料密度对花鲈仔鱼生长和存活的影响[J]. 海洋科学, 2004, 28(3): 23-26.
- [12] 王丹丽,徐善良,尤仲杰,等. 温度和盐度对青蛤孵化及幼虫、稚贝存活与生长变态的影响[J]. 水生生物学报, 2005, 29(5): 495-501.
- [13] 尤仲杰,陆彤霞,马斌,等. 温度对墨西哥湾扇贝幼虫和稚贝生长与存活的影响[J]. 水产学报, 2003, 22(1): 8-10.
- [14] 张朝晖,丛娇日,朱明远. 养殖密度对九孔鲍生长的影响[J]. 海洋科学, 2003, 27, (10): 10-14.