

文章编号: 1000-0615(2004)01-0068-06

硬壳蛤稚贝的中间培育技术

常亚青¹, 王国栋¹, 王喜福², 李俊², 丁君¹, 赵国锋¹

(1. 大连水产学院 农业部海洋水产增养殖学与生物技术重点开放实验室, 辽宁 大连 116023;

2. 大连市海洋与渔业局, 辽宁 大连 116000)

摘要: 2001 年 6 月至 10 月和 2002 年 8 月至 10 月对硬壳蛤稚贝中间培育进行了试验研究。中间培育选择了潮间带池塘底播、池塘网箱、海区吊挂网袋和育苗池网箱等方式。池塘底播试验在黄海北部庄河海域潮间带池塘(泥底)和渤海营城子海区的潮间带池塘(砂底)进行。结果表明:不同中间培育方式稚贝的日生长量和成活率存在显著性差异($P < 0.05$),采用网箱和网袋的中间培育方式能够明显地提高稚贝的生长速度和成活率,海上网袋、池塘网箱和育苗池网箱稚贝壳长日生长量分别为 $0.16\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ 、 $0.14\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ 、 $0.15\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$,成活率大于 98.0%,试验结束时稚贝的壳长大于 10mm。底播方式培养稚贝在试验结束时壳长小于 7mm,壳长日生长量小于 $0.06\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ 。两地潮间带池塘的成活率差异极显著($P < 0.01$),试验结束时渤海营城子的成活率为 96.0%。

关键词: 硬壳蛤;稚贝;中间培育;培育方式

中图分类号: S968.317 **文献标识码:** A

The seed nursery of juvenile *Mercenaria mercenaria*

CHANG Ya-qing¹, WANG Guo-dong¹, WANG Xi-fu², LI Jun², DING Jun¹, ZHAO Guo-feng¹

(1. Key Lab of Mariculture and Biotechnology, Ministry of Agriculture, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China;

2. Dalian Fisheries Bureau, Dalian 116000, China)

Abstract: The seed nursery of hard clams (*Mercenaria mercenaria* Linnaeus) was developed in 2001 (June to October) and 2002 (July to October). Ponds bottom nursery, ponds mesh bags nursery, sea mesh cages nursery and tanks mesh cages nursery were applied. Ponds, which are located in the North Yellow Sea and Bo Hai Sea, were chosen in the experiment. Large variations were found at growth and survival rate of seed clams in different nursery methods ($P < 0.05$). Mesh cages in ponds and mesh bags nursery in sea can greatly improve seed clams' growth and survival rate, which were more than $0.14\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ and 98.0% respectively. Shell length of mesh cages and mesh bags was more than 10mm at the end of nursery. The growth of mesh bags in sea, mesh cages in ponds and mesh cages in tanks were $0.16\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$, $0.14\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$, $0.15\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ respectively. At the end of nursery, shell length and growth of bottom nursery were less than 7mm and $0.06\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ respectively. There were large variations in survival rate of two kinds of pond bottom nursery. The survival rate of pond in Bohai was 96.0%.

Key words: *Mercenaria mercenaria*; juvenile; seed nursery; rearing methods

收稿日期: 2003-05-23

资助项目: 辽宁省海洋水产厅(2001002)和大连市重点攻关项目资助

作者简介: 常亚青(1967-)男,教授,博士,河北邢台人,从事海洋动物遗传育种、育苗和增养殖研究。E-mail: yqchang@dlfu.edu.cn

硬壳蛤 (*Mercenaria mercenaria* Linnaeus) 原分布于美国东海岸, 是美国大西洋沿岸浅海和滩涂主要的经济双壳贝类之一, 营养和经济价值较高, 贝壳又可作为高级工艺品、装饰品的原料, 由硬壳蛤提取的蛤素能够抑制肿瘤生长。硬壳蛤的价格较高, 去壳以后几乎同鲍的价格相当。硬壳蛤在美国新英格兰和中大西洋各州、纽约、新泽西和弗及尼亚等地沿海是最重要的经济贝类之一, 1995 年美国东北地区各州的总产值达 4990 万美元。美国各州对硬壳蛤养殖比较重视, 都有各自的增养殖计划。

该种对低盐和高温的耐受力均较强, 适合在多种底质条件下生活^[1]。我国沿海、滩涂可养面积广阔, 此外, 沿海养虾池众多, 如开展硬壳蛤的滩涂和浅海增养殖、硬壳蛤与其他经济动物的综合养殖意义较大。2000 年大连水产学院进行人工育苗和稚贝附着基研究^[2,3]。在美国, 硬壳蛤养殖的主要问题是苗种供给不足, 养殖中购买苗种是最大的投资^[4-10]。在中间培育期间如何降低成本、缩短周期、提高成活率是硬壳蛤养殖的关键问题^[4-13]。美国硬壳蛤中间培育方式大多采用涌流桶^[14]进行集约化室内培育。这种方法虽然能够大幅的提高稚贝的成活率但生产成本高。本文报道了硬壳蛤稚贝不同方式的中间培育试验。

1 材料与方 法

1.1 稚贝的获得

试验所用硬壳蛤稚贝是大连水产学院 2001 和 2002 年人工培育的稚贝, 壳长在 300 ~ 400 μm 。

1.2 稚贝的潮间带池塘底播中间培育

分别在北黄海大连庄河和渤海大连营城子养虾池进行, 密度为 2000 ind \cdot m⁻²。庄河养虾池的底质粒径一般在 10 μm 以下, 20% 在 50 ~ 100 μm , 以细泥为主。

1.3 稚贝的潮间带池塘网箱中间培育

培育地点同潮间带池塘底播中间培育。网箱用 40 目筛绢作底, 侧面用 20 目筛绢, 网箱大小为 2m \times 2m \times 0.5m, 吊挂在浮梗上。放养密度为 6000 ind \cdot m⁻²。试验期间每 10d 用淡水浸泡网箱和稚贝一次。

1.4 浅海网袋中间培育

地点在北黄海(大连庄河)沿海。网袋用 60 目筛绢缝制而成, 大小为 40cm \times 100cm。网袋培育密度每袋 3000 ind。网袋内放聚缩网作为支撑物。培育期间每 10d 用淡水清洗浸泡网袋和稚贝一次。8 月 30 日, 更换 40 目网袋, 网袋培育密度调整为每袋 1000 ind。

1.5 稚贝的室内池网箱中间培育

地点在北黄海(大连庄河)。网箱用 40 目筛绢作底, 侧面用 20 目筛绢。网箱与池底距离 5cm 以上, 网箱大小 2m \times 2m \times 0.5m。培育密度为 6000 ind \cdot m⁻²。其它条件同室内池底播中间培育, 试验期间每 10d 用淡水浸泡网箱和稚贝一次。

1.6 观测指标的计算

每隔 1d 测量各试验组稚贝的壳长和壳高。稚贝的日生长量和生长率的计算公式如下:

$$G_{SL} = (SL_n - SL_{n-1}) / (t_n - t_{n-1})$$

$$G_{SH} = (SH_n - SH_{n-1}) / (t_n - t_{n-1})$$

$$GR_{SL} \% = (SL_n - SL_{n-1}) / SL_{n-1} \times 100$$

$$GR_{SH} \% = (SH_n - SH_{n-1}) / SH_{n-1} \times 100$$

其中 G_{SL} 为壳长日生长量 ($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$), G_{SH} 为壳高日生长量 ($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$), GR_{SL} 为壳长生长率, GR_{SH} 为壳高生长率, SL_n 为 n 日龄稚贝的壳长, SL_{n-1} 为稚贝第 $n-2$ 日龄的壳长, SH_n 为 n 日龄稚贝的壳高, SH_{n-1} 为稚贝 $n-1$ 日龄的壳高。

2 结果

2.1 底播池塘的环境

11 月试验结束时, 大连庄河虾池发现有大型蝼蛄虾 (*Upogebia major*) 洞穴, 洞穴密度约为 2 700 ind \cdot m⁻², 池塘底 2 ~ 3cm 以下出现大量黑泥。营城子虾池为砂底, 粒径在 100 ~ 150 μm 间, 有少量大于 1mm 以上的砂, 池底小型螺类较多, 其中古氏滩栖螺 (*Batillaria cumingi*) 的数量最大, 达 200 ind \cdot m⁻², 占螺类总数的 99% 以上。11 月试验结束时, 也发现有大型蝼蛄虾洞穴, 洞穴密度约为 1300 ind \cdot m⁻², 池塘底 5 ~ 6cm 以下出现少许黑泥。

2.2 稚贝的生长

不同培育方式的稚贝的生长分别见表 1。

表 1 不同培育方式稚贝的生长

Tab.1 Growth of seed clam of different ways

培育方式 nursery method	试验终壳长 (mm) shell length	试验终壳宽 (mm) shell width	壳长生长 (mm·d ⁻¹)	壳高生长 (mm·d ⁻¹)	试验地点 site	试验日期 date
泥沙池塘底播 mud bottom nursery	5.04	4.92	0.041	0.040	黄海北部庄河	2001-06-26 - 2001-10-16
砂池塘底播 sand bottom nursery	5.30	5.17	0.043	0.042	渤海营城子	2001-06-26 - 2001-10-16
池塘网箱 pond mesh cage	10.41	9.12	0.137	0.120	黄海北部庄河	2002-08-05 - 2002-10-16
浅海网袋 sea mesh bag	11.78	10.49	0.155	0.138	黄海北部庄河	2002-08-05 - 2002-10-16
室内池网箱 indoor tank mesh bag	11.40	9.04	0.150	0.119	黄海北部庄河	2002-08-05 - 2002-10-16

将不同培养方式稚贝的生长量进行方差分析,结果表明不同的培养方式对稚贝生长有明显影响($P < 0.05$)。网箱和网袋培养稚贝壳长的日生长量大于 $0.14 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$,快于底播培养(小于 $0.6 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$)($P < 0.05$)。浅海网袋稚贝的壳长日生长量最快,为 $0.155 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

2.3 稚贝的成活率

网箱和网袋培养稚贝的成活率较高,大于 98.0%。不同地点底播稚贝的成活率变化非常大。庄河养虾池在 2001 年 6 月末至 2001 年 8 月末的成活率为 1.6%。试验结束时几乎全部死

亡,2001 年 11 月 17 日仅发现 170ind 活稚贝,8 月至 11 月成活率只有 0.01%。渤海营城子养虾池底播稚贝成活率达到 96.0%。

2.4 稚贝的生长曲线

对 2002 年室内网箱培育的稚贝的壳长、壳高进行了连续的观测,每隔 2~3d 测量一次,结果见图 1、图 2。由图 1 和图 2 可见从 7 月到 8 月稚贝日生长量逐渐加快。由图 2 可见稚贝的日生长量和生长率具有阶段性,日生长量和生长率都是快慢间隔排列。

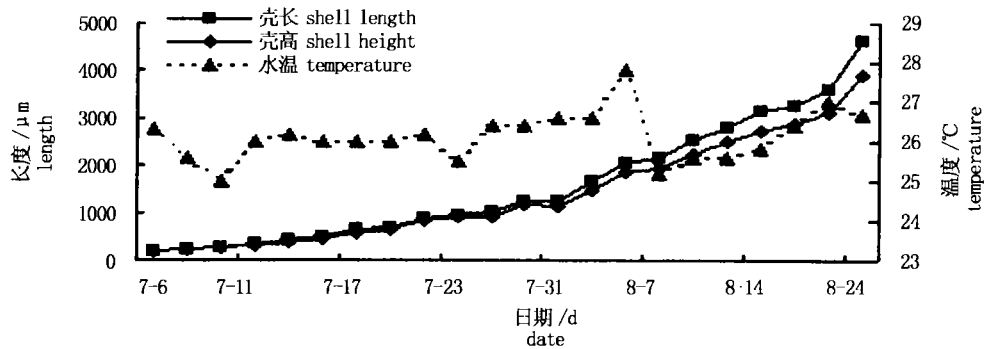


图 1 2002 年室内网箱稚贝生长记录

Fig.1 Growth report of seed clam in mesh cage indoor in 2002

回归分析表明,稚贝的壳长和壳高与日龄存在指数回归关系,壳高与壳长存在直线回归关系。壳长对日龄的回归公式为:

$$\ln(SL_d) = 0.0626d + 4.61041,$$

$$\text{或 } SL_d = 4.61041e^{0.0626d}, R^2 = 0.98.$$

$$\ln(SH_d) = 0.0609d + 4.5828,$$

$$\text{或 } SH_d = 4.61041e^{0.0626d}, R^2 = 0.97.$$

壳高对壳长的回归公式为:

$$SH = 0.856SL + 0.0547, R^2 = 0.99.$$

回归拟和曲线见图 3~图 5。其中 SL_d 表示日龄 d 时的壳长, SH_d 表示日龄 d 时的壳高。

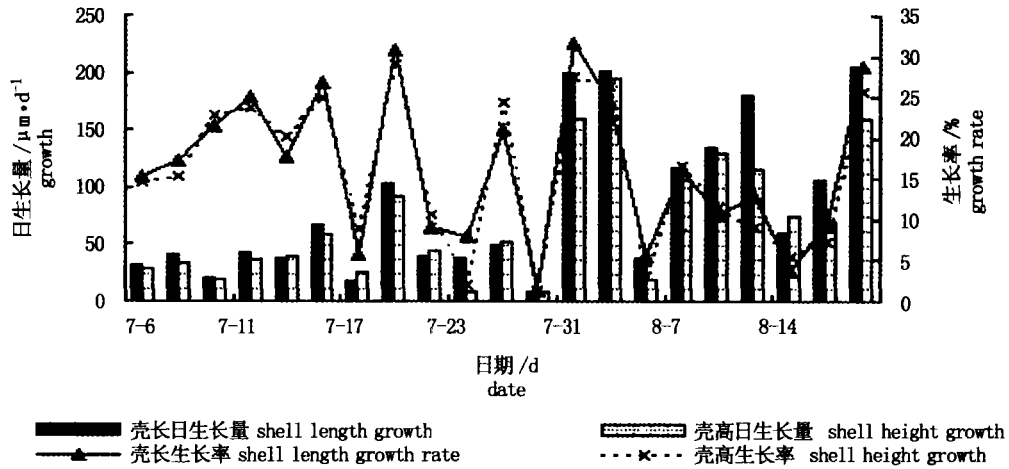


图 2 稚贝的生长速度(2002 年室内网箱)

Fig. 2 Growth rate of seed clam in mesh cage indoor in 2002

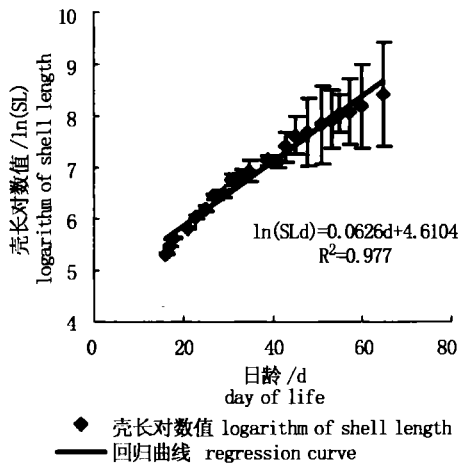


图 3 壳长对日期的回归曲线

Fig. 3 The regression of shell length to day of life

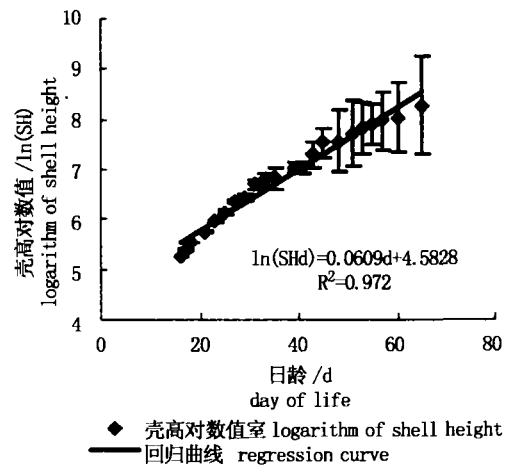


图 4 壳高对日期的回归曲线

Fig. 4 The regression of shell height to day of life

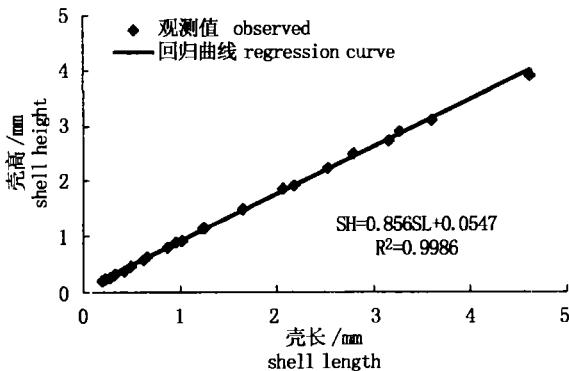


图 5 壳高对壳长的回归

Fig. 5 The regression of shell height to shell length

3 讨论

3.1 稚贝的生长

不同培养方式稚贝的生长 试验所用的稚贝培养方式中网箱、网袋比底播培养更具有优势。网箱、网袋培养稚贝的稚贝生长速度快,壳长日生长量大于 $0.13 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$,是底播稚贝生长速度的2~3倍。这主要是由于网箱和网袋培养的水流状况优于底播培养。适宜的水流可以带来丰富的饲料和丰富的溶氧,带走稚贝的排泄废物,保持优良培养环境。虾池底播培养稚贝缺乏充分的水流,

稚贝难以获得足够的饵料和溶氧,排泄废物也不易清除。由于硬壳蛤活动能力有限,附着变态后生活在一个很小的范围内仅仅限于非常短距离的水平移动和上下潜沙活动,即使在逃避敌害时硬壳蛤的活动距离也非常有限。这种生活习性决定了硬壳蛤不可能主动逃离不良环境。网袋、网箱的培养方式保证了饵料的供应,提供了比较适宜生长的水质条件,比底播培养的方式更利于硬壳蛤的生长。

不同地点稚贝的生长 影响硬壳蛤稚贝的生长因素复杂^[10],在不同的海区进行中间培育和养成时生长往往不同,其中饵料是一个重要的因素,饵料丰富则生长比较快^[6,9,11]。北黄海庄河海域的庄河滩涂有“东方蚬库”的美誉,海区饵料丰富且种类多适合滩涂贝类生长,稚贝中间培育期间,温度一般在 25~28℃之间,正是硬壳蛤生长的最适温度。在饵料和温度等影响生长的主要因素处于适宜的情况下,稚贝生长的速度是比较快的。庄河培育稚贝经 2 个月的生长就可达到 8mm 以上,可以作为养殖苗种出售。这大于美国培育稚贝的生长速度^[9,13-15]。同北黄海相比,渤海营城子海域饵料贫乏,稚贝生长速度小于庄河,但基本与美国培育稚贝的生长速度相当。

3.2 稚贝的存活率

网箱、网袋培养稚贝的存活率 网箱、网袋的培养方式对稚贝具有一定的保护作用,可以提高稚贝的存活率。与幼贝和成贝相比稚贝受振动、摇摆等外界刺激后能较快的开启双壳进行摄食和呼吸活动,稚贝的这些生态习性能够适应网袋和网箱培养中缺乏泥沙附着基和经常摇摆的特性。所以稚贝能够在网箱和网袋培养环境中较好的生长存活。

不同地点稚贝的存活率 2001 年稚贝的存活率以营城子养虾池最高,达到 96.0%,庄河养虾池仅剩 170 枚,成活率极低。这与不同地点的底质、生物组成关系较大而且水温等理化因子对硬壳蛤成活率的影响也是比较复杂的^[5,6,9,11,15]。有时高温对成活率无影响并可以促进生长,有时则导致高的死亡率^[11]。由于庄河和营城子两处虾池的底质不同,生物组成也不一样,所以成活率相差大。

营城子养虾池是砂底,粒径在 50~100 μ m 之间,5~6cm 以下开始出现黑泥。这样的池底具有

良好的通气性和保水性,不易发生缺氧、烂底等不良情况。庄河养虾池是泥沙底,粒径在 10 μ m 以下,2~3cm 以下出现黑泥,而且池底存在死亡的水草。这样的池底不利于通气,易发生缺氧和烂底对底栖的贝类不利。

试验期间稚贝潜砂的深度大部分在 3~5cm 以内。营城子养虾池中大部分稚贝处在黑泥层之上。但是庄河养虾池大部分稚贝则处在黑泥层中。处在黑泥中的稚贝大多死亡,这一点在实验室中非常明显。实验室中用沙子铺在水槽底 5~6d 就会有部分沙子变黑,在其中的硬壳蛤全部死亡。营城子养虾池稚贝处在正常的底质中。庄河养虾池稚贝则长期处于不良的底质中。这是营城子和庄河两地虾池稚贝成活率差别的主要原因。另外,大螯蛄虾也可能对稚贝的成活率有影响。

3.3 网箱、网袋中间培育的优越性

网箱、网袋的培养方式具有一定的保护作用,满足稚贝生长对环境的要求,可以显著提高稚贝的成活率。这种培养方式适合在多种环境条件下开展稚贝的中间培育。这与底播培养强烈依赖培养地点的底质类型、生物组成类型等环境条件不同。降低了稚贝中间培育对培养场地的依赖性。

网箱和网袋培养方式利于操作管理。可以定期的进行干露和淡水浸泡操作,以清除污损生物保持网箱、网袋的清洁和通水性。淡水浸泡还可以有效的清除有害微生物和敌害生物。这都有效的提高了稚贝的成活率。同时,网箱和网袋培养稚贝利于观察稚贝的生长和存活率。并且稚贝容易收集,可以定期的进行分筛分级培养。

由于网箱、网袋培养方式水交换条件较好,能够提供稚贝生长适宜的溶氧和饵料。同时具有一定的保护作用,可以防止稚贝敌害捕食。所以,采用网箱、网袋进行中间培育稚贝的成活率比较高,生长速度比较快,是一种进行硬壳蛤中间培育的较为有效的方式。

3.4 稚贝壳长壳高的回归

Nathalie 等^[16]曾提出过硬壳蛤的 4 种生长模型,Dan 等^[5]对稚贝壳长、壳高与日龄的关系及壳长壳高的回归关系也进行过报道。但并未对 5mm 以下稚贝的生长进行过专门的研究。本文所取稚贝的壳长在 5mm 以下,弥补了硬壳蛤稚贝壳长与日龄、壳高与日龄以及壳高与壳长回归关系的缺陷。Dan 等^[5]提出壳高与日龄的回归曲线

为指数曲线, $R^2 = 0.959$, 与作者报道的曲线不同。这可能是由于用于回归分析的稚贝的大小所致。

参考文献:

- [1] Kraeuter J N, Michael C. Biology of the hard clam [M]. Amsterdam: Elsevier Science B V, 2001. 616.
- [2] Chang Y Q, Song J, Wang G D, et al. Breeding of hard clam (*Mercenaria mercenaria*) [J]. J Fish Sci China, 2002, 9(1): 43-47. [常亚青, 宋 坚, 王国栋等. 硬壳蛤的人工育苗技术[J]. 中国水产科学, 2002, 9(1): 43-47]
- [3] Wang G D, Chang Y Q, Fu Q, et al. Study on settlement substrata and poly-layer rearing technics of three species of clams spatfall [J]. J Dalian Fish Univ, 2003, 18(2): 104-108. [王国栋, 常亚青, 付 强, 等. 三种滩涂贝类稚贝附着基和多层育苗技术的初步研究[J]. 大连水产学院学报, 2003, 18(2): 104-108]
- [4] Carrie J D, Michael P R. Assessing manipulations of larval density and culling in hatchery production of the hard clam, *Mercenaria mercenaria* [J]. J Shellfish Res, 1999, 18(1): 99-105.
- [5] Dan C M, William S A. Growth and mortality of transplanted juvenile hard clams, *Mercenaria mercenaria*, in the northern Indian River lagoon, Florida [J]. J Shellfish Res, 1996, 15(3): 709-713.
- [6] Charles H P, Henry C S, Joseph H. Replenishment of hard clam stocks using hatchery seed: Combined importance of bottom type, Seed size, Planting season, and density [J]. J Shellfish Res, 1995, 14(2): 293-300.
- [7] Jonathan H G, Sean P P, Mark H. Balancing tradeoffs between predator protection and associated growth penalties in aquaculture of northern quahogs, *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758): A Comparison of two common Grow - Out methods [J]. J Shellfish Res, 2000, 19(2): 957-962.
- [8] Gregory S M, Sharon E M. Quahog parasite unknown (QPX) in the northern quahog *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758) and *M. Mercenaria* var. *Notata* from Atlantic Canada, Survey results from three Maritime Provinces [J]. J Shellfish Res, 2000, 19(1): 43-50.
- [9] Kraeuter J N, Stephen F, Flimlin G E, et al. The use of mesh bags for rearing northern quahog (hard clam), *Mercenaria mercenaria*, seed [J]. J Shellfish Res, 1998, 17(1): 205-209.
- [10] Crenshaw J W, Heffernan P B, Walker R L. Effect of growout density on heritability of growth rate in the northern quahog, *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1785) [J]. J Shellfish Res, 1996, 15(2): 341-344.
- [11] Henry C S, Charles H P, Mark H. Aquacultural production of northern quahogs, *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758): High water temperatures in the nursery and growth penalties of predator control by gravel [J]. J Shellfish Res, 1995, 14(1): 25-31.
- [12] Michael A R, April V, Angela C. A Review of shellfish restoration and management projects in Rhode Island [J]. J Shellfish Res, 2000, 19(1): 401-408.
- [13] Castagna M. Methods of growing *Mercenaria mercenaria* from postlarval-to preferred-size seed for field planting [J]. Aquac, 1984, 4(2): 355-359.
- [14] Manzi J J, Hadley N H, Battey C, et al. Culture of the northern hard clam *Mercenaria mercenaria* (Linne) in a commercial - scale. upflow, nursery system [J]. J Shellfish Res, 1984, 4(2): 199-124.
- [15] Wolliam C W, William C W. Problems, Predators, and Perception: Management of quahog (Hardclam), *Mercenaria mecenaria*, Stock enhancement programs in southern new England [J]. J Shellfish Res, 2001, 20(1): 127-134.
- [16] Nathalie D, Arnold G E, Jeffery J I. A comparison of four growth models for evaluating growth of the northern quahog *Mercenaria mercenaria* (L.) [J]. J Shellfish Res, 1998, 17(1): 191-194.