

文章编号:1674-7054(2012)01-0083-05

管角螺幼螺网笼吊养技术初探

王兵兵, 王梅芳, 李双波, 余祥勇

(广东海洋大学水产学院, 广东 湛江 524025)

摘 要: 分别采用不同网笼养殖密度和海区网笼吊养的方法, 对管角螺进行养殖试验, 结果表明: 经过 60 d 的不同养殖密度养殖, 各密度组幼螺壳高、体质量的生长均呈指数生长, 除 10 个·笼⁻¹ 密度组生长离散 (SV) 增加外, 其他 4 个密度组 (20, 30, 40, 50 个·笼⁻¹) 生长离散 (SV) 均降低; 不同密度组间生长表现差异显著, 20, 30 个·笼⁻¹ 密度组的生长速度最快; 生长率、特定生长率和日增质量都随密度的增大而降低, 特定生长率与养殖密度存在着显著的 3 次项回归关系 ($SGR = 0.8573 + 0.1532D - 0.0051D^2 + 0.00005D^3$, $R^2 = 0.9991$)。海区网笼吊养结果表明: 选取养殖密度为 30 个·笼⁻¹, 经过 100 d 的海区吊养, 管角螺壳高增加了 34.7%, 体质量增加了 157.4%, 壳高平均日增长 0.18 mm, 体质量平均日增长 0.173 g, 成活率为 98%; 网笼吊养模式适合管角螺养殖。

关键词: 管角螺幼螺; 养殖密度; 网笼养殖; 生长率

中图分类号: S 968.3

文献标志码: A

管角螺 (*Hemifusus tuba* Gmelin) 属腹足纲 (Gastropod)、盔螺科 (Galeodidae), 是浅海较大型的经济螺类, 俗称为角螺、响螺^[1-2], 主要分布在我国浙江以南、福建、广东、广西和海南沿海, 生活在近海潮下带 11~40 m 的软泥和泥沙质的海底。其肉肥大、味美、营养丰富, 属名贵海鲜, 深受国内外市场欢迎。近年来, 由于沿海过度捕捞, 管角螺资源日趋减少, 市场价格昂贵, 供不应求, 养殖开发前景广阔。目前, 国内外有关管角螺的研究报道不多, 国外主要报道了摄食、繁殖及饥饿对管角螺幼螺生长的影响及种内残杀^[3-5]、呼吸和循环方面的研究^[6], 国内研究主要集中在繁殖发育^[7-11]、人工育苗^[12-13]、营养成分分析^[14-15]和代谢^[16-17]等方面。而有关管角螺养成及养殖方式方面报道较少, 除段雪梅等人^[18]开展了室内养殖管角螺幼体生长特性的研究外, 尚未见其他有关管角螺养殖方式的研究报道。因此, 笔者于 2010 年 8 月和 2011 年 4 月在阳江允泊湾开展了网笼养殖密度对管角螺幼螺生长影响和管角螺海区网笼吊养试验, 研究管角螺海区网笼吊养模式, 旨在深入了解管角螺养殖生态学特征, 探索管角螺增养殖方式。

1 材料与方法

1.1 试验海区 试验海区位于广东省阳江市东平镇允泊湾 (21°43′28.05″~21°44′04.35″N, 112°14′12.45″~112°14′34.33″E)。养殖区域为大型的海区围塘, 潮水深度为 2.5~4 m, 泥沙底质, 水流平缓, 海水盐度为 15~29, 温度 26~32℃。

1.2 实验材料 供试的管角螺幼螺由本实验室培育提供, 于 2010 年 8 月进行网笼密度养殖实验。试验螺初始规格为: 壳高 (45.53±2.78) mm、壳宽 (22.18±1.38) mm、体质量 (4.16±0.10) g。采用直径为 50 cm, 高 10 cm 的柱形单层网笼 (网目为 10 mm) 进行养殖, 吊养水深 1.5~2 m, 网笼间距 1 m, 养殖时间为 60 d。

采用最佳养殖密度, 于 2011 年 4 月开展管角螺的网笼吊养实验。养殖所用螺的初始规格为: 壳高

收稿日期: 2011-12-28

基金项目: 广东省科技计划项目 (2010B031300011); 珠海万山海洋开发试验区项目 (1010061)

作者简介: 王兵兵 (1987-), 男, 江西九江人, 广东海洋大学水产学院 2009 级海洋生物学专业硕士研究生。

通信作者: 余祥勇, 男, 教授, 博士生导师。E-mail: topearly@126.com

(51.64 ± 3.61) mm、壳宽(25.71 ± 2.42) mm、体质量(11.00 ± 3.12) g。养殖时间为 100 d。

1.3 养殖密度设计 试验设计 5 个养殖密度(D)组,分别为 D₁, D₂, D₃, D₄, D₅, 试验密度为 10, 20, 30, 40, 50 个·笼⁻¹, 每个密度组设置 3 个网笼, 养殖期间, 每 7 d 投喂饵料 1 次, 饵料主要为人工采集的养殖海区天然牡蛎、翡翠贻贝(注:翡翠贻贝需开壳投喂, 否则分泌的足丝会缠绕管角螺, 影响其生长)等低值双壳类贝类。每次投喂前清除网笼内贝类空壳, 清理网笼上附着生物, 投喂足量。

1.4 生长指标测量和数据处理 试验期间, 用游标卡尺和电子秤定期测量管角螺的壳高、壳宽和体质量(D₁ 密度组全部测量, D₂, D₃, D₄, D₅ 密度组随机抽样 30 个)。每天测量海水的盐度、温度, 记录好数据。

试验数据用 SPSS17.0 统计软件和 Excel 进行处理分析, 利用方差分析(ANOVA)来检验密度对管角螺幼螺生长影响的显著性, 并对 SGR 进行回归统计分析, $P < 0.05$ 为显著性水平, $P < 0.01$ 为极显著性水平。生长指标及其计算公式为: 日增质量(DWG) = $(W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$; 日增高(DHG) = $(H_2 - H_1) / (t_2 - t_1)$; 日增宽(DW'G) = $(W'_2 - W'_1) / (t_2 - t_1)$; 体质量特定增长率(SGR) = $(\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1) \times 100\%$; 壳高增长率(SHGR) = $(H_2 - H_1) / H_1 \times 100\%$; 壳宽增长率(SWGR) = $(W'_2 - W'_1) / W'_1 \times 100\%$; 质量增加率(BWGR) = $(W_2 - W_1) / W_1 \times 100\%$; 大小变动系数(SV) = $SD / Mean \times 100\%$; 存活率 = 存活个体数/总数 × 100%。式中, W_1, W_2 为时间 t_1, t_2 时的体质量(g), H_1, H_2 为时间 t_1, t_2 时的壳高(mm), W'_1, W'_2 为时间 t_1, t_2 时的壳宽(mm), SD 为标准差, $Mean$ 为均值。

2 结果与分析

经过 60 d 的密度养殖试验, 5 个密度的养殖网笼中管角螺的生长情况见表 1。

表 1 5 种不同养殖密度条件下管角螺幼螺的生长参数

$\bar{x} \pm s$

组别	初始体质量 /g	初始体质量 SV	初始壳高 /mm	初始壳高 SV	初始壳宽 /mm	初始壳宽 SV
D ₁	4.50 ± 0.86a	19.29	47.47 ± 3.44a	6.85	23.24 ± 1.88a	7.80
D ₂	4.02 ± 1.00a	25.00	45.42 ± 4.52a	9.94	23.28 ± 3.13a	13.45
D ₃	4.16 ± 0.99a	23.98	46.24 ± 4.51a	19.59	21.73 ± 2.06a	9.47
D ₄	4.14 ± 0.66a	15.90	45.53 ± 2.78a	6.10	22.18 ± 1.38a	6.21
D ₅	4.45 ± 0.37a	8.24	46.67 ± 1.00a	2.15	22.54 ± 1.42a	6.32

组别	最终体质量 /g	最终体质量 SV	最终壳高 /mm	最终壳高 SV	最终壳宽 /mm	最终壳宽 SV
D ₁	14.45 ± 3.12ab	21.58	56.20 ± 4.34ab	7.72	28.81 ± 2.70ab	9.36
D ₂	15.44 ± 2.57b	16.63	57.29 ± 3.20b	5.59	29.95 ± 2.10b	7.02
D ₃	15.13 ± 1.72b	11.36	56.43 ± 2.20ab	3.90	28.77 ± 1.73ab	6.00
D ₄	12.91 ± 1.57a	12.17	54.03 ± 2.31a	4.28	28.11 ± 1.63b	5.79
D ₅	12.89 ± 1.28a	9.94	53.85 ± 1.44a	2.68	28.01 ± 1.07a	3.82

组别	SGR/%	SHGR/%	SWGR/%	BWGR/%	DWG/(g · d)	DHG/(mm · d)	存活率/%
D ₁	1.93 ± 0.20a	18.42 ± 4.77ab	23.93 ± 4.89a	220.1 ± 36.12a	0.17 ± 0.039ab	0.146 ± 0.04ab	100
D ₂	2.27 ± 0.16b	26.66 ± 6.13c	29.65 ± 9.09ab	291.6 ± 36.47b	0.19 ± 0.028b	0.20 ± 0.026c	100
D ₃	2.18 ± 0.38b	23.02 ± 12.58bc	33.27 ± 13.58b	280.3 ± 95.45b	0.18 ± 0.028b	0.17 ± 0.08bc	100
D ₄	1.90 ± 0.13a	18.81 ± 3.30ab	26.81 ± 3.32ab	213.9 ± 24.97a	0.15 ± 0.018a	0.142 ± 0.02ab	100
D ₅	1.77 ± 0.05a	15.38 ± 1.31a	24.48 ± 4.26a	189.1 ± 8.54a	0.14 ± 0.016a	0.12 ± 0.01a	98

注: 同一行中参数后字母相同代表无显著性差异, 不同则有显著性差异($P < 0.05$)。

2.1 不同养殖密度条件下管角螺幼螺的生长情况 从表 1 可以看出, 不同密度组管角螺生长有明显的差异, 除壳宽增长无显著差异外($P > 0.05$), 其壳高增长率、体质量增加率、特定增长率均随着养殖密度的增大而明显下降。D₁, D₂, D₃ 密度组的幼螺最终壳高、体质量之间差异不显著($P > 0.05$), 但与 D₄, D₅ 相比密度差异性显著($P > 0.05$), D₄, D₅ 组之间差异不显著; 特定增长率(SGR), D₂, D₃ 组之间差异不显著, 但与 D₁, D₄, D₅ 相比有显著差异($P < 0.05$); 壳高增长率和体质量增加率都是 D₂, D₃ 高于 D₁, D₄, D₅ 组; D₁, D₂, D₃ 组之间幼螺的壳高日增高差异不显著, 但与 D₄, D₅ 组之间相比差异显著; D₂ 组幼螺日增体质量最高, 与 D₃ 组相比差异不显著($P > 0.05$), 但与 D₁, D₄, D₅ 组之间相比差异显著($P < 0.05$)。从生长速度

的角度考虑, D_2, D_3 密度组较其他密度组好, 但从成本的投入、单位面积产出比以及管理角度考虑, D_3 组为最佳养殖密度, 密度为 $30 \text{ 个} \cdot \text{笼}^{-1}$ 。 D_1 组的壳高、壳宽、体质量生长离散(SV) 增大, D_2, D_3, D_4, D_5 组生长离散(SV) 减小。

对密度和特定生长率进行回归分析发现, 养殖密度(D) 和特定增长率(SGR) 之间存在显著 3 次项回归关系(见图 1) , 其相关回归方程式为: $SGR = 0.8573 + 0.1532D - 0.0051D^2 + 0.00005D^3$, $R^2 = 0.9991$ 。

2.2 不同密度条件下幼螺的生长规律 在 60 d 的密度养殖试验过程中, 各密度组中的管角螺幼螺壳高、体质量的生长速度逐渐加快。各密度组的管角螺体质量、壳高随时间的增长均呈指数生长(见图 2, 图 3) 。

体质量生长方程分别为: $W - D_1 = 3.3303e^{0.2978t}$; $W - D_2 = 2.9013e^{0.3414t}$; $W - D_3 = 3.0935e^{0.3329t}$; $W - D_4 = 3.3092e^{0.2881t}$; $W - D_5 = 3.4751e^{0.2733t}$; (W 为体质量, D 为密度, t 为时间) 。

壳高生长方程分别为: $H - D_1 = 44.925e^{0.0429t}$; $H - D_2 = 41.978e^{0.0579t}$; $H - D_3 = 43.441e^{0.0497t}$; $H - D_4 = 42.987e^{0.0438t}$; $H - D_5 = 44.237e^{0.0365t}$; (H 为壳高, D 为密度, t 为时间) 。

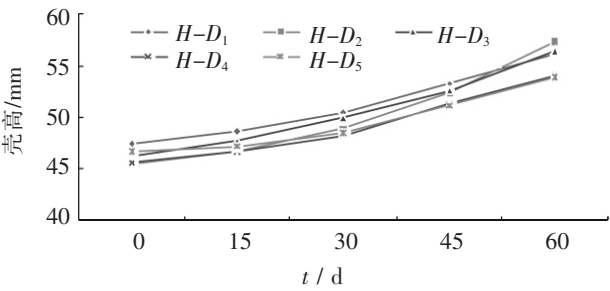


图 2 5 种密度组管角螺幼螺壳高的生长曲线

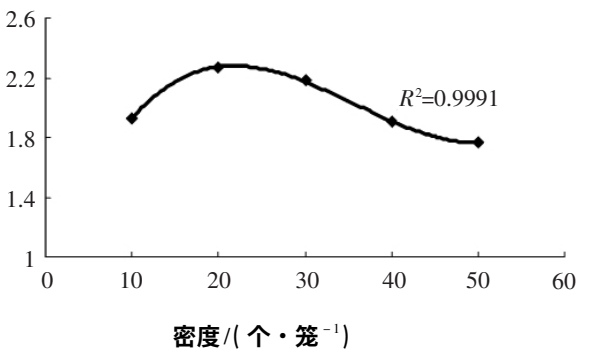


图 1 养殖密度对管角螺幼螺特定增长率(SGR) 的回归曲线

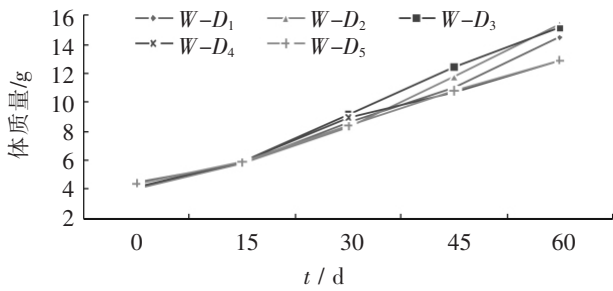


图 3 5 种不同密度组管角螺幼螺体质量的生长曲线

管角螺壳高、体质量在前 15 d 增加较少, 可能是养殖的生活环境突然改变而影响了幼螺生长, 但之后的幼螺生长开始加快。

2.3 海区网笼吊养 选取 D_3 密度组($30 \text{ 个} \cdot \text{笼}^{-1}$) , 进行养殖。经过 100 d 的养殖, 管角螺的生长情况见表 2。

表 2 管角螺的生长情况

时间/d	壳高/mm	壳宽/mm	体质量/g	DHG/ (mm · d)	DWG/ (mm · d)	DWG/ (g · d)	SHGR/ %	SWGR/ %	BWGR/ %	成活率/%
0	51.64 ± 3.61	25.71 ± 2.42	11.00 ± 3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
20	58.26 ± 3.88	29.11 ± 1.82	15.11 ± 2.95	0.33	0.17	0.21	12.80	13.2	37.40	100
40	61.73 ± 4.51	30.78 ± 2.17	17.75 ± 3.34	0.17	0.08	0.13	6.00	5.80	17.40	98
60	64.51 ± 4.63	32.98 ± 1.80	22.32 ± 4.01	0.14	0.11	0.23	4.50	7.10	25.80	100
80	66.60 ± 4.41	33.15 ± 1.64	24.14 ± 3.70	0.10	0.01	0.09	3.20	0.50	8.10	100
100	69.55 ± 4.03	34.87 ± 1.86	28.31 ± 4.10	0.15	0.09	0.21	4.40	5.20	17.30	100

从表 2 可以看出, 养殖 100 d 后, 管角螺的平均规格为: 壳高(69.55 ± 4.03) mm、壳宽(34.87 ± 1.86) mm、体质量(28.31 ± 4.10) g。壳高增加了 34.7%, 壳宽增加了 35.6%, 体质量增加了 157.4%。管角螺的生长主要是表现在体质量和壳高的增长, 前 40 d 管角螺的壳高增加明显, 后 40 d 体质量的增长明显。

2.4 海区网笼吊养管角螺幼螺体质量与壳高的关系 管角螺的生长主要体现于壳高和体质量的增长, 壳宽的增加不明显。对海区网笼吊养($30 \text{ 个} \cdot \text{笼}^{-1}$) 的管角螺幼螺壳高与体质量进行回归分析, 根据拟合

度 R^2 和显著水平综合评价,亮高和体质量之间呈幂函数回归关系(见图 4),回归方程为: $W = 0.000\ 07H^{3.040\ 7}$, $R^2 = 0.921\ 2$ 。

管角螺的体质量随壳高的增加而增加,前期管角螺的壳高生长明显,后期体质量的生长明显。

3 讨论

1) 试验过程中幼螺保持了较高的养殖成活率, D_1, D_2, D_3, D_4 密度组之间的存活率均为 100%,只有 D_5 密度组在养殖期间死亡 1 个幼螺,为空壳。管角螺之间有相互残杀的习性,死亡的螺被网笼内其他的螺摄食。养殖成活率高与养殖海区良好的水质、充足的饵料量(避免了自相残杀)以及管角螺本身对环境的耐受性比较强^[1]有关。

2) 陈远等人^[8]在滩涂围网养殖文蛤时发现,文蛤随着养殖密度的增加,平均日增质量速度减慢。本试验管角螺幼螺的最终体质量、最终壳高、体质量日增量(DWG)、壳高日增加量(DHG)、特定增长率(SGR)、壳高增长率($SHGR$)、体质量增长率(BWG)都同样随养殖密度的增大而降低。这说明高密度养殖在一定程度上影响管角螺的生长。 D_1 密度组的生长未达到试验预期目标,低于 D_2, D_3 实验组,可能与养殖的管角螺规格有关。笔者在养殖中观察到此规格的幼螺在摄食过程中,经常会出现多个幼螺攻击 1 个牡蛎的现象,所以,笔者认为管角螺在幼螺阶段摄食可能是相互协作、共同完成摄食鲜活饵料的。

3) 养殖密度过大会导致种内对水域空间和食物资源的竞争,使生长优势种分割 1 个不平等的资源百分数,而处于劣势缓慢生长。当水域空间和食物资源趋于紧张时,由于竞争作用通常使从属劣势种更处于劣势,生长率进一步下降,而优势种则受影响较小,因此整个群体的平均生长率下降,生长离散加剧。邵邻相等人^[9]研究养殖密度对地图鱼幼鱼生长发育的影响,地图鱼幼鱼的生长离散(SV)随着密度的增加而加剧,在贝类的养殖中还未见有关养殖密度对生长离散影响的报道。本试验中,各试验组的 SV 在试验前后发生了显著性变化,最低密度 D_1 组幼螺的壳高、壳宽、体质量 SV 增大, D_2, D_3, D_4, D_5 密度组的壳高、壳宽、体质量 SV 都减小。这可能与试验期间提供了充足的饵料而未引起种内对食饵的强烈竞争,以及在自然海区条件下良好的水质和充足的溶氧而保证了管角螺良好的生长环境有关。

4) 海区网笼吊养的管角螺幼螺壳高和体质量之间呈幂函数 $W = 0.000\ 07H^{3.040\ 7}$, $R^2 = 0.921\ 2$ 。蒋霞敏等人^[10]在室内水泥池养殖管角螺时发现,稚螺体质量与壳高之间呈幂函数 $W = 0.000\ 1L^{2.770\ 8}$, $R^2 = 0.956\ 9$ 。这说明管角螺在不同的生长阶段,其生长规律是不同的。根据管角螺不同生长阶段体质量与壳高的函数关系式,能准确地了解管角螺的生长情况,并进行合理的投喂和科学管理,从而提高养殖技术水平和经济效益。

参考文献:

- [1] 齐钟彦. 中国经济软体动物 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 102 - 103.
- [2] 蔡英亚, 张英, 魏若飞. 贝类学概论 [M]. 修订版. 上海: 上海科学技术出版社, 1995: 158 - 164.
- [3] MORTON B. Prey preference, capture and ration in *Hemifusus tuba* (Gmelin) (Prosobranchia: Melongenidae) [J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1985, 94(1/3): 191 - 210.
- [4] MORTON B. Reproduction, naiaid growth, consumption and the effects of starvation upon the south china sea whelk *Hemifusus tuba* (Gmelin) (Prosobranchia: Melongenidae) [J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1986, 102(2/3): 257 - 280.
- [5] MORTON B. Naiaid growth of the south china sea whelk *Hemifusus tuba* (Gmelin) (Prosobranchia: Melongenidae) and the importance of sibling cannibalism in estimates of consumption [J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1987, 109(1): 1 - 14.
- [6] PHILLIPS D J H, DEPLEDGE M H. Circulation, respiration and fluid dynamics in the gastropod mollusc, *Hemifusus tuba* (Gmelin) [J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1986, 95(1): 1 - 13.
- [7] 林志华, 王铁轩, 夏彩国. 管角螺生态及繁殖习性观察 [J]. 海洋科学, 1998, 13(5): 11 - 12.
- [8] 罗杰, 刘楚吾, 黄翔. 盐度对管角螺胚胎发育的影响 [J]. 广东海洋大学学报, 2007, 27(3): 24 - 28.
- [9] 杨铭. 角螺的繁殖生物学观察 [J]. 海洋与渔业, 2008(4): 20 - 29.

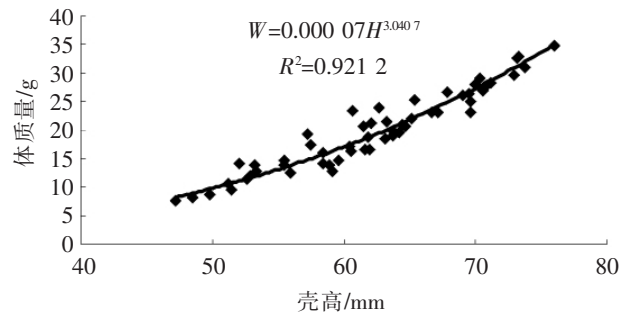


图 4 管角螺壳高与体质量相关曲线

- [10] 潘英, 庞有萍, 罗福广, 等. 管角螺的繁殖生物学 [J]. 水产学报, 2008, 32(2): 217–222.
- [11] 潘英, 陈锋华, 庞有萍, 等. 管角螺的生物学特性及养殖 [J]. 水产科学, 2008, 27(1): 24–26.
- [12] 张正道. 管角螺的人工育苗 [J]. 科学养鱼, 2001(4): 25.
- [13] 潘英, 王强哲, 庞有萍, 等. 管角螺全人工育苗试验 [J]. 水产科技情报, 2007, 34(2): 84–85.
- [14] 傅余强, 顾谦群, 刘睿, 等. 管角螺肌肉中性糖蛋白的化学组成及抗肿瘤活性研究 [J]. 中国海洋药物, 2002, 21(6): 20–24.
- [15] 朱爱意, 赵向炯, 杨运琪. 东极海区管角螺软体部的营养成分分析 [J]. 南方水产, 2008, 4(2): 63–68.
- [16] 罗杰, 刘楚吾, 唐洪超, 等. 温度对管角螺 *Hemifusus tuba* (Gmelin) 耗氧率和排氨率的影响 [J]. 广东海洋大学学报, 2008, 28(1): 85–88.
- [17] 罗杰, 刘楚吾, 李锋, 等. 盐度及规格对管角螺耗氧率和排氨量的影响 [J]. 海洋科学, 2008, 32(5): 46–50.
- [18] 陈远, 李大成, 王志松, 等. 滩涂围网养殖文蛤不同密度对生长的影响 [J]. 水产科学, 2009, 28(9): 532–533.
- [19] 邵邻相, 谢炜, 叶菲菲. 养殖密度对地图鱼幼鱼生长发育的影响 [J]. 水产科学, 2005, 24(4): 7–9.
- [20] 段雪梅, 蒋霞敏, 王春琳, 等. 室内养殖管角螺幼体的生长特性 [J]. 宁波大学学报: 理工版, 2010, 23(4): 6–9.

Suspended net cage culture of juvenile *Hemifusus tuba*

WANG Bing-bing, WANG Mei-fang, LI Shuang-bo, YU Xiang-yong
(Fisheries College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025, China)

Abstract: Juvenile *Hemifusus tuba* were net cage cultured at different stocking densities (10, 20, 30, 40, 50 shells/cage) to select optimum stocking density and then cultured in suspended net cages in Yunbo bay, Yangjiang city, Guangdong Province. The juvenile *H. tuba* reared under different stock densities for 60 days in natural conditions showed an exponential growth in shell height and body weight. The coefficients of variance (CVs) for the growth of the juvenile *H. tuba* in all the treatments except D₁ (10 juveniles/cage) were significantly reduced. The juvenile *H. tuba* grew significantly different among the all the treatments, but fastest in the treatments D₂ (20 juveniles/cage) and D₃ (30 juveniles/cage). The growth rate, specific growth rate (SGR) and daily weight growth (DWG) of the juvenile *H. tuba* decreased with the increase of the stocking densities. The SGR had a significant cubic polynomial regression with the stocking density ($SGR = 0.8573 + 0.1532D - 0.0051D^2 + 0.00005D^3$, $R^2 = 0.9991$). Juvenile *H. tuba* in the treatments D₂ and D₃ grew the fastest in all stocking densities, but the D₃ (30 juveniles/cage) was the optimum stocking density and selected for net cage culture when the rearing cost and management were considered. The juvenile *H. tuba* were cultured in suspended net cages at the stocking density of 30 juveniles/cage in Yunbo bay. After 100 days of suspended net cage culture of the juveniles, the shell height increased by 34.7%, and body weight by 157.4%. The DWG and daily height growth (DHG) were 0.18 mm · d and 0.173 g · d, respectively. The survival rate was 98%. The suspended net cage culture is found fit for culture of juvenile *H. tuba*.

Key words: juvenile *Hemifusus tuba*; stocking density; net cage-cultured; growth rate