

# 不同放养密度对日本囊对虾生长性能的影响

林 星 邱金海

福建省莆田市生物工程研究所, 福建莆田 351100

**摘要** 为研究日本囊对虾不同养殖密度(150、200、250、300尾/m<sup>2</sup>)对其生长性能的影响,揭示日本囊对虾养殖密度与其生长间关系,在闲置的鲍鱼育苗池进行 90 d 的养殖试验。结果表明,不同养殖密度条件下日本囊对虾增长率、增重率、特定生长率及存活率均随着养殖密度增大而呈现出明显下降趋势( $P < 0.01$ ),但变异系数(体长或体重)却随着养殖密度增大而上升,其中各试验组体长变异系数存在显著差异( $P < 0.05$ ),而体重变异系数却不存在显著差异( $P > 0.05$ )。说明日本囊对虾养殖密度为 213 尾/m<sup>2</sup>时,其养殖产量最高。

**关键词** 日本囊对虾;养殖密度;生长性能;产量

放养密度是影响水体生产力的重要因素,也是易于人为控制的主要因子之一。随着高密度、集约化养殖模式的兴起,养殖从业者盲目地增加放养密度,致使养殖种群内个体对空间、资源的竞争加剧,引起水生动物生长率和存活率降低以及养殖水体环境恶化。Andrews<sup>[1]</sup>研究表明,养殖密度作为环境胁迫因子使虾类机体处于应激状态,可改变其内部生理状况,导致种内对水域空间和食物资源竞争更激烈,降低养殖群体生长率和存活率,增加虾病发生可能性。因此,研究放养密度与水生动物生长之间的关系,探索适宜的放养密度,充分利用养殖空间,实现经济效益和生态效益的同步提升,是水产养殖业亟需解决的问题。

日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus* Bate, 1988)俗称沙虾、车虾、竹节虾、斑马虾,隶属十足目、对虾科、囊对虾属,是一种生活周期短、生长迅速的甲壳类动物,在中国主要分布在浙江以南的沿海各省<sup>[2-3]</sup>。该虾因其食性杂、生长快、适应性强,肉质鲜嫩,营养丰富,味道鲜美,鲜活食用别具风味,深受国内外广大消费者的青睐,已成为中国南、北方沿海地区对虾养殖的主要品种之一<sup>[4]</sup>。目前国内对日本囊对虾的研究主要集中在形态特征、繁殖生

物学和分子生物学及池塘养殖等方面,而关于在室内不同放养密度对日本囊对虾生长性能的研究却未见报道。同时由于当前鲍鱼(*Haliotis discus hannai* Ino)价格行情低迷,鲍鱼养殖业大面积亏损,大量鲍鱼育苗场基本处于停产或关门状态,面临着被废弃的状况。为充分利用这部分闲置着的设施资源,本研究在莆田市南日岛开展了将鲍鱼育苗池改养日本囊对虾的关键试验,通过研究日本囊对虾养殖密度与其生长间关系,揭示不同养殖密度条件对其生长的影响,以期日本囊对虾室内养殖的健康发展提供技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材 料

1) 供试苗种。试验所用日本囊对虾,挑选体表洁净、健康无病、体色鲜艳、虾体透明、平游、逆水性好、活力强、规格整齐的个体作为试验虾,平均体长( $4.48 \pm 0.03$ ) cm,体重( $1.49 \pm 0.02$ ) g。

2) 试验池。试验地点位于莆田市海发水产有限公司鲍鱼育苗养殖场,选择 12 个大小一致的养殖池室内水泥池(长方形,6.0 m × 1.5 m × 1.0 m,池底平整,向排水口倾斜,坡度 1.5% ~ 2.0%)作为试验

收稿日期:2016-11-30

基金项目:福建省科技计划重点项目(2014S0014)

林 星,男,1967 年生,高级工程师,研究方向:水产养殖技术。

池;在放苗前对鲍鱼育苗池进行改造,即在养殖池底部配套建设增氧设施,用 2~5 个纳米管增氧(外周长 1.2~1.5 m/个)或 2~3 根 PVC 管打孔曝气(每根管上钻 4 个小孔,直径 0.5 cm,分布均匀),通过充气管网,连接气泵,形成底部增氧系统;试验池的 2/3 面积铺上 10~15 cm 细沙,同时安装一套具备排底污和表层水管道的排水设施。在试验前每个养殖池都经过浸泡消毒。

3) 养殖用水。在养殖场附近海区打造沙下深度 5~10 m 的沙滤井,日出货量达 18 000 m<sup>3</sup>。从海区沙滤井抽上来的海水,在 1 个蓄水池中用 2 g/m<sup>3</sup> 二溴海因和 2 g/m<sup>3</sup> 过硫酸钠溶液消毒及增氧处理后,通过安装孔径为 0.250 mm 筛绢网进水口注入虾池中作为养殖水源。放苗前 3~5 d,每池进水水位到 60 cm 后,选择 2~3 g/m<sup>3</sup>“硅藻王”配合 3~5 g/m<sup>3</sup>“益藻灵”全池均匀泼洒,次日上午使用 3~5 mL/m<sup>3</sup> EM 菌或 2 g/m<sup>3</sup> 芽孢杆菌制剂和 4 g/m<sup>3</sup> 红糖进行活化 2~4 h;随之与 2 g/m<sup>3</sup> 乳酸菌制剂混匀全池泼洒,辅助肥水,待藻相和菌相达到平衡,水色为棕褐色或黄绿色,透明度达 30~40 cm 时,即可准备放苗。

## 1.2 方法

1) 试验设计。本试验设计 4 个养殖密度梯度试验组,养殖密度分别为 150、200、250 和 300 尾/m<sup>2</sup>,每个处理设 3 次重复。试验自 2015 年 9 月 8 日-12 月 6 日,历时 90 d。

2) 试验管理。试验期间,各处理虾试验条件基本保持一致,采用福州海马饲料有限公司生产的全价优质对虾 2# 配合饵料(粗蛋白含量为 42%),按虾体重 5%~7% 投喂,每天投喂 3 次(18:00、21:00、24:00,其投喂量分别为全日投喂量的 50%、35%和 15%),投喂量视前 1 d 的摄食情况酌情增减,不定期使用芽孢杆菌制剂、硝化细菌制剂、反硝化细菌制剂、乳酸菌制剂及 EM 菌剂等微生物制剂处理养殖用水。每天定时检测池水透明度、水温、盐度和 H<sub>2</sub>S、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N、DO、pH 值等水质理化因子,观察记录对虾的摄食、活力及死亡情况,及时清除死亡对虾。

3) 生物学测量。试验开始用游标卡尺和电子秤逐尾测定试验虾的体长和体重。试验结束停食 1 d 后,每个试验组随机采样 30 尾对虾(即每个重复随机采样 10 尾对虾)进行体长和体重的测定,并以增

长率、增重率、特定生长率和体长(或体重)变异系数作为评价指标对日本囊对虾生长性能进行评定,其计算公式如下:

$$\text{增长率} = 100\% \times (L_t - L_0) / L_0;$$

$$\text{增重率} = 100\% \times (W_t - W_0) / W_0;$$

$$\text{特定生长率} (\%/d) = 100\% \times (\ln W_t - \ln W_0) / t;$$

$$\text{变异系数} = 100\% \times S / X_i;$$

式中, L<sub>0</sub>、L<sub>t</sub> 分别为试验虾的初始体长和终末体长(cm); W<sub>0</sub>、W<sub>t</sub> 分别为试验虾的初始体重和终末体重(g), t 为饲养天数(d), S 为体长(或体重)的标准偏差。X<sub>i</sub> 为试验虾的终末体长(或体重)。

4) 数据分析。试验数据以平均值 ± 标准误(X ± S.E)表示,采用 Excel 对所有试验数据进行统计分析,若有显著性差异,再进行多重比较。

## 2 结果与分析

放养密度对日本囊对虾生长性能的影响如表 1 所示。从表中可以看出:随着放养密度的增加,日本囊对虾终末体长、终末体重、增长率、增重率、特定生长率均表现出下降趋势,试验 1 组的终末体长、终末体重、增长率、增重率、特定生长率、存活率最大,分别为 10.35 cm、12.64 g、132.85%、752.58%、2.38%/d、75.48%;而体长(或体重)变异系数则随着放养密度的增加呈现出升高趋势。

### 2.1 不同养殖密度对日本囊对虾存活率的影响

在整个试验过程中通过采取较好的综合防控措施,各组未发生大的病害。从表 1 可以看出:试验结束时,4 种养殖密度下日本囊对虾的存活率分别是 75.40%、72.73%、64.83%和 57.23%。在同等养殖条件下,随着养殖密度的增加,日本囊对虾存活率呈现下降趋势,其中试验 1 组存活率较高,达到 75.40%,与试验 3 组和 4 组差异极显著(P < 0.01),而与试验 2 组却无显著差异(P > 0.05)。

### 2.2 不同养殖密度对日本囊对虾体长增长的影响

从表 1 可以看出,试验 90 d 后,日本囊对虾的体长增长率随着养殖密度增大而呈现出明显下降趋势(P < 0.01),试验 1 组比 2、3、4 组平均增长分别提高 0.31、0.72、0.97 cm;试验 1 组的体长增长率最高,为 132.85%,极显著高于试验 3 组和 4 组(P < 0.01),但与试验 2 组相比,存在显著差异(P < 0.05),而试验 3 组和 4 组间存在不显著差异(P > 0.05)。在体长变异系数上,却随着养殖密度增大而

表 1 放养密度对日本囊对虾生长性能的影响

指标	处理			
	1 组(150 尾/m <sup>2</sup> )	2 组(200 尾/m <sup>2</sup> )	3 组(250 尾/m <sup>2</sup> )	4 组(300 尾/m <sup>2</sup> )
初始体长/cm	4.44±0.05	4.47±0.07	4.47±0.06	4.52±0.07
初始体重/g	1.48±0.04	1.49±0.04	1.50±0.04	1.49±0.04
终末体长/cm	10.35±0.10	10.04±0.13	9.63±0.16	9.38±0.17
终末体重/g	12.64±0.27	11.77±0.32	10.69±0.34	9.92±0.36
增重率/%	752.58±6.73Bbc	690.38±26.55ABb	614.65±24.25Aa	564.52±25.90Aa
增长率/%	132.85±1.83Cc	124.87±1.91BCb	114.06±2.63ABa	107.47±3.09Aa
特定生长率/(%/d)	2.38±0.01Bb	2.29±0.04ABb	2.18±0.04Aa	2.15±0.03Aa
体长变异系数/%	5.41±1.16a	7.53±0.21ab	9.06±0.94b	9.40±0.93b
体重变异系数/%	13.72±0.60	14.89±3.09	15.94±2.58	17.71±1.37
存活率/%	75.40±0.79Cc	72.73±1.47Cc	64.83±0.50Bb	57.23±1.71Aa
养殖产量/(kg/m <sup>2</sup> )	17.18±0.08	18.33±0.28	17.80±0.62	16.86±0.57

注:同行标注不同大写字母者表示差异极显著( $P < 0.01$ ),不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),相同字母表示差异不显著( $P > 0.05$ )。

上升,其中试验 1 组的体长变异系数最小,为 5.41%,显著低于试验 3 组和 4 组( $P < 0.05$ ),与试验 2 组相比,却存在不显著差异( $P > 0.05$ )。

### 2.3 不同养殖密度对日本囊对虾体重增长的影响

日本囊对虾初始体重差异不显著,最终体重随养殖密度的增大而降低。由表 1 可见,不同养殖密度条件下日本囊对虾的生长指标表现出明显不同,特定生长率及增重率均随着养殖密度的增大而呈现出明显下降趋势,其中特定生长率由 2.38%/d 下降为 2.11%/d,增重率由 752.85%下降为 564.52%/d,降幅明显( $P < 0.01$ ),但体重变异系数却随着养殖密度增大而上升。方差分析可以看出试验 1 组与试验 3 组、试验 4 组的增重率、特定生长率差异极显著( $P < 0.01$ ),试验 1 组与试验 2 组的增重率、特定生长率差异不显著( $P > 0.05$ )。试验期间不同密度组的体重变异系数差异不显著( $P > 0.05$ ),体重变异系数为 13.72%~17.71%。

为进一步探讨室内养殖模式中日本囊对虾的适宜养殖密度,以表 1 中 4 个试验组中日本囊对虾密度为  $X$ ,产量为  $Y$ ,通过回归分析获得  $Y = -0.0002X^2 + 0.0911X + 8.2855$  ( $R^2 = 0.9372, P < 0.01$ );根据回归方程可计算出,当日本囊对虾密度为 228 尾/m<sup>2</sup>时,日本囊对虾产量达到最高。

## 3 讨论

1)充分利用闲置的海水育苗设施资源。20 世纪 90 年代末莆田市鲍鱼养殖蓬勃兴起,鲍鱼育苗场如雨后春笋般地兴起,但近几年鲍鱼行情低迷,鲍鱼养殖业大面积亏损,大量鲍鱼育苗场基本处于停产

或关门状态,面临着被废弃的状况。通过试验发现,将鲍鱼苗养殖池改养日本囊对虾具有保温,不受外界气候影响,养殖面积小、水质易控制、放苗密度大、养殖成活率高、收虾快速彻底,对虾个体生长均匀、产量高、饲料系数低、生产效率高的特点,这对充分利用这些闲置的和将被废弃的海水育苗设施资源,具有重大的现实意义。

2)不同养殖密度对日本囊对虾存活率的影响。国内学者研究表明<sup>[5-6]</sup>,对虾随着密度的升高,其存活率也呈不断下降趋势,适合的养殖密度不但能够阻止虾类疾病的发生,还可以降低养殖成本,改善养殖生态环境,使虾机体抵抗力增强。一般认为,养殖存活率与放养密度存在着相关关系,密度愈高存活率愈低。在本试验中 4 个不同放养密度的存活率分别为 75.40%、72.73%、64.83%和 57.23%。试验 1 组与试验 4 组间存活率最大相差 18.17%,后者仅为前者的 75.9%,从各组的存活率来看,可反映对虾随着养殖密度的升高,其存活率也呈不断下降趋势。

3)不同养殖密度对日本囊对虾生长性能的影响。高放养密度可以提升水体利用率,充分提高水生生物生产力。但是,高密度养殖容易导致水生动物体表受损、能量消耗增加、生长率降低和死亡率升高。刘永士等<sup>[7]</sup>报道,罗氏沼虾幼虾的成活率和增长率随着养殖密度的增加而下降。本试验中日本囊对虾终末体重、增重率、特定生长率和存活率都随养殖密度增大而降低,高密度养殖抑制日本囊对虾生长,原因是高密度条件下导致养殖虾类摄食不均匀或者为适应密度胁迫调节自身正常的生理功能而增加额外能量消耗,影响虾类生长。养殖密度增大

使个体活动空间受限,导致个体的生长受抑制。此外,随着放养密度增加,日本囊对虾体长变异系数增大,说明个体间差异变大。原因可能是优势个体在种群中占有较高地位、较多食物及空间,而弱势个体资源占有量相对有限,形成这样的格局后,加速了个体间的生长差异,放养密度越大,群体内的差距就越明显<sup>[6]</sup>。

### 4 结 论

综上所述,随着养殖密度的不断上升,日本囊对虾生长情况受到影响,增重率、终末体重、特定生长率、体长增长率和存活率不断降低。适宜的养殖密度设定应综合考虑养殖条件、养殖成本及养殖技术水平等因素。结果表明:经过 90 d 的养殖试验,不同养殖密度条件下日本囊对虾增长率、增重率、特定生长率及存活率均随着养殖密度增大而呈现出明显下降趋势( $P < 0.01$ ),但变异系数(体长或体重)却随着养殖密度增大而上升,其中各试验组体长变异系数存在显著差异( $P < 0.05$ ),而体重变异系数却存在不显著差异( $P > 0.05$ )。结果显示,日本囊

对虾养殖密度为 228 尾 /m<sup>2</sup> 时,其养殖产量最高。

### 参 考 文 献

- [1] ANDREWS J W, KNIGHT L H, PAGE J W, et al. Interactions of stocking density and water turnover on growth and food conversion of channel catfish reared in intensively stocked tanks [J]. The Progressive Fish Culturist, 1971, 33(4): 197-203.
- [2] 方民杰, 杜琦, 陈月忠, 等. 日本囊对虾精养池放养密度试验 [J]. 福建水产, 2001(4): 7-13.
- [3] 张国新. 不同养殖密度对日本囊对虾的影响 [J]. 河北渔业, 2008(8): 12-15.
- [4] 刘国兴, 李玲, 彭刚, 等. 放养密度对日本囊对虾生长和养殖水质的影响 [J]. 江西农业学报, 2014, 26(4): 86-89.
- [5] 王亚君, 孙龙生, 刘晓翠, 等. 不同养殖密度与饲料蛋白质水平对罗氏沼虾生长性能的影响 [J]. 科学养鱼, 2014(1): 67-69.
- [6] 林琼武, 单保党, 刘立东, 等. 北方地区秋季日本囊对虾室内高密度精养的试验 [J]. 台湾海峡, 2011, 20(4): 510-514.
- [7] 刘永士, 臧维玲, 侯文杰, 等. 室内罗氏沼虾幼虾养殖密度对水质与生长的影响 [J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(2): 184-189.
- [8] 陈弘成. 病毒危害下虾类养殖的精优管理的研究 [J]. 中山大学学报(自然科学版), 2000, 39(增刊): 11-15.

## 如何使奶牛在冬季多产奶

1) 饲喂多样、洁净的饲草。一定要喂优质干草, 冬季奶牛食枯草较多, 而枯草在春秋收贮时易混入杂物, 会伤害奶牛的肠胃, 在饲喂前应仔细检查饲草, 剔除杂物。对块根饲料, 饲喂前应洗净切碎, 以防引起奶牛食道梗塞。

2) 不喂冷冻饲料和冷水。饲喂冷冻饲料和冷水, 容易刺激牛的肠胃, 引发胃肠疾病。正确的方法是, 用温水饮牛和调配精料, 并及时清除槽内剩余的水和饲料。

农业科技报