

# 大海马幼苗人工养殖条件的研究

戴广谱 徐永健\* 孙 彬

(宁波大学 生命科学与生物技术工程学院, 315211)

**摘 要** 研究了在人工养殖条件下,大海马幼苗在不同的温度、盐度、光照强度和放养密度下的生长状况及其成活率。实验在室内进行,分别对每一个环境因子设置不同的梯度,每 15 d 测量记录 1 次大海马幼苗的体长和成活率,共记录 4 次,并做了 3 次重复,最后进行统计分析。结果表明,大海马幼苗生长的最适温度为 28℃,水体温度在 24~32℃ 时,其生长速率没有明显的差异;大海马幼苗较喜欢高盐度且盐度较稳定的海水环境(20 以上),至 60d 时,盐度为 30 的幼苗生长速率最快,成活率也最高;阴暗的环境较适宜幼苗生长,但光照强度过低会降低其成活率;最佳的放养密度为 250 ind/m<sup>3</sup>。

**关键词** 大海马 幼苗 温度 盐度 光照强度 放养密度

**中图分类号** S968.9 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2011)04-0062-05

## The optimum industrial culture conditions for larval seahorses, *Hippocampus kuda* Bleeker

DAI Guang-pu XU Yong-jian\* SUN Bin

(College of Life Science and Biotechnology, Ningbo University, 315211)

**ABSTRACT** The growth and survival rates of larval seahorses, *Hippocampus kuda* Bleeker, were studied under industrial culture conditions of different temperature, salinity, light intensity, and stocking density. The results showed that the optimum temperature for the growth of the larval seahorses was 28℃, and the larval seahorses preferred high and stable salinity (above 20). Till 60 days, the seahorses which were reared at a salinity of 30 grew faster and the survival rate was the highest. Low light intensity was more suitable for their growth, and the most suitable stocking density was 250 ind./m<sup>3</sup>.

**KEY WORDS** *Hippocampus kuda* Bleeker Larval Temperature Salinity  
Light intensity Stocking density

海马属海龙科 Syngthidae、海马属 *Hippocampus*, 是一种经济价值很高的海产药用鱼类,素有“南海人参”的美称。自 20 世纪 50 年代以来,国内许多科研工作者对海马的形态分类、自然环境条件、繁殖、饵料、病害以及幼苗成活率等多方面进行了研究,取得了一系列的成果(郑葆珊等 1957;林华英 1982;邹贵发等 1989;杜庆红等 2004)。近 10 年来,原本制约工厂化大规模生产的幼苗期高死亡率问题也被攻克,幼苗成活率达到 50%~80%(杜庆红等 2004),最高达到 90%(赵平孙等 2003)。国外对海马的研究多集中在形态分类和地

浙江省钱江人才计划(2009R10012)和宁波市种子种苗工程项目(2009040)共同资助

\* 通讯作者。E-mail: xuyongjian@nbu.edu.cn

收稿日期: 2010-09-25; 接受日期: 2011-11-12

作者简介: 戴广谱(1987-), 男, 硕士研究生, 主要从事水产经济动物繁殖研究。E-mail: daiguangpu2@126.com, Tel: 15258258370

域分布、生理生态和生殖等方面,关于人工养殖方面尚停留在水族箱阶段(Woods 2003;Borys 2006),且针对的多为大肚海马 *Hippocampus abdominalis*。目前,国内在大海马 *Hippocampus kuda* Bleeker 的人工养殖方面虽有研究,但对于大海马幼苗期间的最适宜养殖条件尚不明确,本文选取温度、盐度、光照强度、放养密度4个方面进行了研究,旨在提高人工养殖条件下大海马幼苗的成活率和生长率。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

本研究于2009年5~9月在浙江省宁海县长街镇得水育苗场进行。实验用大海马幼苗均来自作者在该育苗场的人工培育。试验用幼苗为同批孵化的7日龄海马,体长1.10~1.50 cm,大海马亲鱼为2008年7月自美国进口,已经对其进行了1年的驯化培养。

### 1.2 实验设施

温度、盐度、光照3组实验采用安放于室内的玻璃箱体(60cm×40cm×40cm),设进、排水口,箱底铺设气石,充气大小可调节,养殖用水为经过沉淀、过滤的天然海水,每天换水50%~100%。箱内设置经消毒处理的塑料吊绳和小树枝等附着物。放养密度实验在水泥育苗池内进行,育苗池是产业化养殖中的幼海马的培养池,规格为1.5m×1m×1m,池内全天通气且放置附着物。投喂饵料为大塘内捕捞的桡足类和糠虾,早6:00和晚16:00各投喂1次,投喂量依摄食情况而定,约占大海马幼苗体重的10%,每日定时吸污换水。

### 1.3 方法和测量

#### 1.3.1 温度对大海马幼苗生长的影响

温度实验采用6个梯度组,分别为10、15、20、24、28、32℃,每个梯度使用1个玻璃箱,各放入大海马幼苗50尾,每组设3个重复(用不同的幼苗),用电热棒及冰浴来控制各组的温度,严格控制温度波动在±1℃,观察记录4次,实验时间为60 d。

#### 1.3.2 盐度对大海马幼苗生长的影响

盐度实验共分6个梯度,盐度分别为10、15、20、25、30、35,每个梯度使用1个玻璃箱,各放入大海马幼苗50尾,用不同的幼苗做3个重复。水体盐度用饱和食盐水和蒸馏水调配。观察记录4次,实验时间为60 d。

#### 1.3.3 光照对大海马幼苗生长的影响

光照实验过程中,白天采用自然光照,夜晚使用2盏100W的白炽灯增加光强。取3个玻璃箱,其中一个加盖遮阳布,测定光照范围为3 000~6 000 lx;一个加盖双层遮阳布,测定光照范围为800~2 000 lx;一个不做任何处理,测定光照范围为10 000~60 000 lx。控制水体温度在24~28℃,盐度为25~28,其他环境条件与暂养不变。每组玻璃箱中放入大海马幼苗50尾,用不同的幼苗做3个重复,实验时间为60 d。

#### 1.3.4 放养密度对大海马幼苗生长的影响

采用8个水泥池,预先经过消毒处理,均加水至水深66.7cm(1m<sup>3</sup>)。分别放入大海马幼苗50、250、500、1 000 ind,控制水温在25~31℃之间;养殖海水比重为1.020~1.035,每组设3个重复,实验时间为60 d。

#### 1.3.5 测量和数据处理

每15 d,测量各个处理中幼苗的体长,并记录存活数。将结果输入MS-Excel 2003进行计算,采用SPSS v 13.0统计软件对数据进行方差分析。

## 2 结果

### 2.1 温度

表1为不同温度条件下大海马幼苗的生长状况。10℃时,幼苗生长慢,成活率也低,试验进行到第38天

时全部死亡;15℃时,尽管幼苗的生长速率也较慢,但有50%以上的成活率。适宜温度是24~32℃,幼苗的生长及成活率都较理想,28℃时的成活率与其他处理温度存在显著差异,因此大海马幼苗的最适生长温度为28℃,成活率为 $70.5\% \pm 3.5\%$ 。

表1 不同温度处理间大海马幼苗的生长速率

Table 1 Growth rate of larval *H. kuda* at different temperature

温度处理 Temperature (°C)	15d		30d		45d		60d	
	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate
10	1.65±0.12	43.5±2	2.41±0.15	32.5±3.5				
15	1.86±0.11	65±1.4	3.24±0.16	61.5±2.6	4.16±0.2	56±2.4	5.16±0.5 <sup>c</sup>	53±2.1 <sup>c</sup>
20	2.16±0.04	73±1.4	3.46±0.12	67±2.8	4.82±0.2	59±2.7	6.02±0.3 <sup>b</sup>	56±2.5 <sup>c</sup>
24	2.34±0.12	78.5±1	3.68±0.15	71±1.2	5.16±0.1	65±1.8	6.57±0.3 <sup>a</sup>	61±2.4 <sup>b</sup>
28	2.55±0.14	81.5±2	3.96±0.22	75±1.6	5.33±0.1	70.5±3.1	7.03±0.2 <sup>a</sup>	70.5±3.5 <sup>a</sup>
32	2.48±0.14	73.0±2.5	3.87±0.15	68±3.2	5.19±0.3	63±2.3	6.83±0.3 <sup>a</sup>	62±3.8 <sup>b</sup>

注:体长指标、成活率指标中 a、b、c 分别表示差异显著

Note: The significant difference was represented by a, b, c respectively

## 2.2 盐度

表2为不同盐度对大海马幼苗生长的影响。可以看出,至60d时,盐度为10的海水中幼苗体型最小,成活率也最低。盐度为30的海水中幼苗的生长速率最快,成活率也最高,且成活率与其他处理盐度存在显著差异。从本试验结果可以得出,大海马幼苗较喜欢高盐度且盐度较稳定的海水环境(20以上),这与大海马生活的自然环境相符。过高和过低的盐度均不利于大海马幼苗的生长,所以在人工养殖过程中应控制盐度在25~35之间。

表2 不同盐度处理间大海马幼苗的生长速率

Table 2 Growth rate of larval *H. kuda* at different salinity

盐度处理 Salinity	15d		30d		45d		60d	
	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate
10	2.04±0.1	63.5±2	3.22±0.11	48.5±3.5	3.47±0.1	43±2.83	4.83±0.2 <sup>d</sup>	42±2.8 <sup>e</sup>
15	2.22±0.07	71±1.4	3.48±0.1	61.5±2.1	4.52±0.1	56±1.4	5.86±0.1 <sup>c</sup>	53.5±2.1 <sup>d</sup>
20	2.36±0.04	76±1.4	3.67±0.12	66±2.83	5.03±0.1	59±1.7	6.21±0.2 <sup>b</sup>	57±2.8 <sup>c</sup>
25	2.57±0.12	80.5±1	3.98±0.12	76±1.4	5.29±0.2	70±1.1	6.87±0.1 <sup>a</sup>	69±1.4 <sup>b</sup>
30	2.54±0.1	80.5±3	3.94±0.17	74±1.2	5.25±0.2	68.5±4.9	6.89±0.1 <sup>a</sup>	76.5±3.5 <sup>a</sup>
35	2.34±0.1	79.5±2	3.92±0.16	73.5±2.1	5.03±0.2	66±2.8	6.69±0.1 <sup>a</sup>	64.5±0.7 <sup>b</sup>

## 2.3 光照

表3为适宜生长光照强度的选择。经分析,有遮阳布的水泥池大海马幼苗的生长较好,成活率也较高( $P < 0.05$ )。这与大海马自然生活环境相符,在自然情况下,大海马生活在水面下几米至十几米的环境中,相对光线较少。

表3 不同光强处理间大海马幼苗的生长速率

Table 3 Growth rate of larval *H. kuda* at different light intensity

天数 Days (d)	N		O		T	
	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate
15	2.32±0.06	76±1.4	2.60±0.12	88±1.4	2.30±0.06	81±2.8
30	3.48±0.11	57.5±5	4.06±0.1	76±1.4	3.94±0.1	69±2.1
45	4.59±0.16	54±4.2	5.72±0.1	74.5±0.7	5.36±0.1	68.5±2.1
60	5.32 <sup>b</sup> ±0.17	52 <sup>b</sup> ±2.8	6.87 <sup>a</sup> ±0.1	74 <sup>a</sup> ±1.6	6.61 <sup>a</sup> ±0.3	67.5 <sup>b</sup> ±1.7

注:自然光(N)、遮阳布(O)、双层遮阳布(T);a,b,c 分别表示差异显著

Note: Natural light(N), Fabric shade(O), Double fabric shade(T); The significant difference was represented by a,b,c respectively

## 2.4 密度

从表4可以看出,放养密度为50 ind/m<sup>3</sup>(P50)的系统中的大海马幼苗生长速率最快,成活率也最高;放养密度为250 ind/m<sup>3</sup>的系统(P250)中幼苗的生长速率及成活率略低于50 ind/m<sup>3</sup>处理,但两处理间的差异不显著( $P>0.05$ )。放养密度为500、1 000 ind/m<sup>3</sup>(P500和P1 000)的系统中幼苗成活率远远低于前两个处理,存在显著的差异。

表4 不同放养密度对大海马幼苗生长速率的影响

Table 4 Growth rate of larval *H. kuda* at different stocking densities

天数 Days (d)	P50		P250		P500		P1000	
	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate	体长(cm) Body length	成活率(%) Survival rate
15	2.56±0.07	88±5.4	2.45±0.08	84.5±3.7	2.27±0.1	68±4.4	2.30±0.19	52±8.8
30	3.49±0.11	72±5.2	3.46±0.06	74.8±5.4	3.30±0.07	61±3.7	3.18±0.2	37.8±6.1
45	5.07±0.26	70±4.2	5.00±0.15	72.8±2.8	4.72±0.1	54.5±7.0	4.36±0.5	30.5±4.5
60	6.68 <sup>a</sup> ±0.32	70 <sup>a</sup> ±6.8	6.38 <sup>ab</sup> ±0.51	68.6 <sup>a</sup> ±3.5	6.11 <sup>b</sup> ±0.2	45.6 <sup>b</sup> ±5.6	5.61 <sup>c</sup> ±0.3	25.6 <sup>c</sup> ±7.2

注:a,b,c 分别表示差异显著

Note: The significant difference was represented by a,b,c respectively

## 3 讨论

目前,海马市场需求量的绝大部分靠捕捞野生海马来满足,这就造成了天然海域海马资源的日渐贫乏,而海马的需求量日益增多,因此扩大海马的人工养殖规模迫在眉睫。近年来,我国在大海马的工厂化养殖方面取得了一系列丰硕的成果(吕军仪等 2001a,b;许实波等 2002),大大提高了人们养殖大海马的积极性。大海马幼苗期是整个养殖过程中的重要和关键环节,研究这期间的适宜养殖条件具有重要意义。

大海马是热带、亚热带海域生长的小型鱼类,温度对其生长、成活具有决定性的作用。研究发现,大海马幼苗对环境条件的变化非常敏感,换水前后的水温差大于2℃,大海马幼苗当天就会出现死亡。在10℃的条件,幼苗的存活不超过30 d。而温度超过32℃,其成活率也明显地受到影响。因此,在养殖过程中要做好控温工作,冬季越冬要做好保温工作,保证水体温度在15℃以上。夏季高温期养殖池上应加盖遮掩物,防止温度过高造成的减产。28℃是其理想的生长温度,因此浙江地区选择7、8月份育苗最佳。

大海马是广盐性鱼类,在7~32的盐度范围内均能存活,但是海水盐度过低或过高,会使大海马幼苗的活动失去平衡,对生长和成活率产生巨大影响。研究表明,要想得到较为理想的成活率,养殖水体盐度应保持在

25以上,连续晴好天气要及时补充蒸发水分;而在阴雨天需及时排除上层的淡水,保持池内盐度的相对稳定。低盐度的养殖水域,不宜作为大海马的养殖场地。

大海马由视觉发现食物,光线过强或者过弱都会影响幼苗的活动和摄食。大海马幼苗在单层遮阳物的成活率最高,而在自然光下最低,此结果与林华英等(1982)对三斑海马 *Hippocampus trimaculatus* Leach 的研究一致。因此作者建议在养殖池内适当栽培大型海藻,可起到了一定的遮阳作用,幼苗休息时缠绕在海藻丛中,并且能够增加其安全感,提高成活率。建议在阴天不遮盖光线,而仅在晴好天气采取遮阳措施。

实验结果表明,大海马幼苗最适养殖密度为  $250 \text{ ind/m}^3$ ,这与 Lin 等(2009)对线海马 *Hippocampus erectus* 幼苗养殖密度的研究结果相符。幼苗放养密度过低,会造成资源浪费,降低产量;而密度过高则会因为摄食不均匀、竞争加剧导致大量幼苗的死亡,同时,过高的密度也容易滋生病菌,暴发疾病。所以在实际的养殖生产过程中,建议放养密度控制在  $200\sim 300 \text{ ind/m}^3$ ,这样才能达到经济效益的最大化。

## 参 考 文 献

- 吕军仪, 吴金英, 杨大伟, 曾 华, 李秉记, 黄 琨, 陈 琳. 2001a. 大海马在人工养殖条件下的生长速率. 中国水产科学, 8 (1): 59~63
- 吕军仪, 许实波, 许东晖, 梅雪婷, 巫志峰, 李秉记, 黄 克. 2001b. 海马工厂化健康养殖成果及开发前景. 中药材, 24(9): 629~631
- 许实波, 许东晖, 吕军仪, 梅雪婷, 巫志峰, 李秉记. 2002. 我国海马中药材的研究开发前景. 中草药, 33(1): 80~82
- 杜庆红, 陈 栩, 朱长寿, 林永德. 2004. 大海马人工繁殖和育苗技术研究. 台湾海峡, 23(2): 186~191
- 杜庆红, 陈 栩, 朱长寿, 林永德. 2004. 饥饿与投喂方式对养殖大海马生存和生长的影响. 海洋水产研究, 25(4): 52~56
- 邹贵发, 谢 莹. 1989. 大海马幼苗成活率的研究. 中药材, 12 (3): 15
- 林华英. 1982. 环境因子对三斑海马生长的影响: II. 幼苗死亡的危险期. 水产科技情报, 4: 21~23
- 郑葆珊, 张有为. 1957. 海马. 生物学通报, 7: 302~304
- 赵平孙, 文子能, 周生禄. 2003. 人工养殖条件下大海马幼鱼的生长. 海洋水产研究, 24(3): 15~19
- Borys, D. 2006. Effect of parental age and associated size on fecundity, growth and survival in the yellow seahorse, *Hippocampus kuda*. The Journal of Experimental Biology, 209: 3 055~3 059
- Lin, Q., Zhang, D., and Lin, J. D. 2009. Effects of light intensity, stocking density, feeding frequency and salinity on the growth of sub-adult seahorses *Hippocampus erectus* Perry. Aquaculture, 292: 111~116
- Woods, C. M. C. 2003a. Effect of stocking density and gender segregation in the seahorse, *Hippocampus abdominalis*. Aquaculture, 218: 167~176
- Woods, C. M. C. 2003b. Growth and survival of juvenile seahorse reared on live, frozen and artificial foods, *Hippocampus abdominalis*. Aquaculture, 220: 287~298