

3 种不同规格虎斑乌贼苗种的摄食、生长及存活的比较

严润玄, 蒋霞敏*, 韩庆喜, 彭瑞冰, 江茂旺, 韩庆功, 李建平, 赵晨曦

(宁波大学 海洋学院, 浙江 宁波 315832)

摘要: 为探究苗种规格对虎斑乌贼(*Sepia pharaonis*)养殖效果的影响, 进行了放养 3 种不同规格乌贼苗种(胴长分别为 (4.09 ± 0.15) 、 (5.25 ± 0.48) 和 (6.16 ± 0.19) cm)的养殖实验. 结果表明: 不同规格乌贼苗种的摄食量均波动上升, 饵料系数随养殖时间逐渐降低, 由 8.00 ± 1.01 降至 3.74 ± 0.35 . 乌贼苗种的特定生长率先增加, 在胴长 6 cm 左右时达到峰值, 后减少并稳定至 4% 左右. 3 种规格乌贼苗种养殖 30 d 后的存活率分别为 $(88.50\pm 0.88)\%$ 、 $(92.00\pm 0.60)\%$ 、 $(93.83\pm 0.34)\%$. 大规模乌贼苗种的日均增重量、存活率显著($P<0.05$)高于小规模乌贼苗种. 综上所述, 在虎斑乌贼养殖中苗种放养规格以胴长 6 cm 左右为宜.

关键词: 虎斑乌贼; 规格; 摄食; 生长; 存活率

中图分类号: S917.4

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2020) 03-0001-06

虎斑乌贼(*Sepia pharaonis*)隶属于软体动物门(Mollusca), 头足纲(Cephalopoda), 二鳃亚纲(Dibranchia), 乌贼目(Sepioidea), 乌贼科(Sepiidae), 乌贼属(*Sepia*), 主要分布在太平洋和印度洋沿岸海域, 在浅海岸至 100 m 深的水域中生活^[1]. 由于其具有个体大(体质量可达 5 kg)、生长快(养殖 3~4 个月就可上市)、病害少等特点, 已成为增养殖开发的重要对象. 关于虎斑乌贼的研究, 国外已见表皮和黏液的功能特性^[2-4]、体内微生物^[5-6]、行为学^[7-9]等方面的报道, 国内已见环境因子对幼乌贼的影响^[10-11]、营养成分分析^[12-14]、毒理^[15-17]、胚胎发育^[18-20]等方面的报道. 近年来虎斑乌贼规模化人工繁育技术已有突破^[21], 但规模化养殖技术还处于探索阶段, 特别是放养小规格(胴长 2 cm)苗种, 放苗初期淘汰率高达 30% 以上, 成为制约养殖业发展的瓶颈之一. 为此, 本文采用单因子实验, 在室内水泥池放养不同规格的虎斑乌贼苗种, 对其养殖过程中的生长特性、摄食规律与存活率等进行研究, 以期完善虎斑乌贼养殖技术, 为虎斑乌贼规模化养殖提供理论依据和科学指导.

1 材料与方法

1.1 材料

实验用虎斑乌贼从人工繁育的幼乌贼中选择, 挑选健康、规格整齐、活力好的 40、50、60 日龄虎斑乌贼苗种, 分别记为规格 1 (胴长 (4.09 ± 0.15) cm, 体质量 (11.39 ± 1.71) g)、规格 2 (胴长 (5.25 ± 0.48) cm, 体质量 (19.05 ± 3.74) g)、规格 3 (胴长 (6.16 ± 0.19) cm, 体质量 (30.35 ± 2.76) g).

1.2 方法

实验于 2018 年 7 月 6 日~8 月 5 日在浙江象山来发水产育苗场的室内水泥池(4 m×8 m×1.5 m)中进行, 每种规格的乌贼分 3 个池养殖, 每池放养 600 只. 水泥池在使用前经漂白粉消毒, 冲洗干净; 养殖用海水取自象山港海区, 经沉淀、沙滤、筛绢袋过滤后使用. 水位保持在 60~80 cm, 连续充气. 养殖水质条件: 水温 26.0~31.0 °C, 盐度 26~29, 溶解氧 (6.0 ± 0.5) mg·L⁻¹, pH 值 8.0~8.2.

养殖期间, 投喂冰鲜小杂鱼虾(长×宽: (2.0~3.5) cm×(0.5~1.5) cm), 每日 8 时和 15 时各投喂一次,

收稿日期: 2019-07-31.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journal1g.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家自然科学基金(41806186); 宁波市农业科技专项(2014C11001).

第一作者: 严润玄(1995-), 男, 浙江宁波人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 水产养殖和底栖生态学. E-mail: yanrunxuan@qq.com

*通信作者: 蒋霞敏(1957-), 女, 浙江舟山人, 博导/教授, 主要研究方向: 水产养殖与饵料生物培养. E-mail: jiangxiamin@nbu.edu.cn

日投喂量为乌贼体质量的 15%~25%, 投喂从乌贼抢食至不再摄食为宜, 在每次虎斑乌贼摄食结束后及时用抄网将池底残饵捞出. 若有乌贼死亡, 及时捞出并计数, 以计算乌贼池存数量. 每日换水一次, 日换水率 50%. 每隔 10~15 d 换池一次.

1.3 数据测量和统计

每隔 10 d 从养殖池中随机捞取虎斑乌贼, 每池各 50 只, 测量其体质量 $W(g)$ 和胴长 $L(cm)$, 每天统计养殖池中虎斑乌贼的存池数量 $N(只)$ 、投饵质量 $q(g)$ 和残饵质量 $r(g)$, 按以下公式进行数据计算和处理:

日均增重量 $W_t = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$,

日均增长量 $L_t = (L_2 - L_1) / (t_2 - t_1)$,

特定生长率 $R_{SG} = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1) \times 100\%$,

日平均摄食量 $F_t = (q - r) / N$,

饵料系数 $R_{FC} = Q / (W_{T2} - W_{T1})$,

存活率 $R_S = (N_2 / N_1) \times 100\%$,

式中: W_1 、 W_2 分别为 t_1 、 t_2 时乌贼质量; t_1 、 t_2 分别为前后两次测量的时间, d; L_1 、 L_2 分别为 t_1 、 t_2 时乌贼胴长; Q 为 $t_1 \sim t_2$ 期间的总投饵质量; W_{T1} 、 W_{T2} 分别为 t_1 、 t_2 时乌贼总质量; N_1 、 N_2 分别为 t_1 、 t_2 时乌贼数量.

使用 SPSS 20.0 统计分析软件对数据进行 ANOVA 单因素分析, 并用 Turkey 氏进行多重比较分析. 数据均表示为平均值 $\pm$ 标准差, $P < 0.05$ 作为差异显著的标准, 并用不同字母代表显著性差异.

2 结果与分析

2.1 不同规格虎斑乌贼苗种摄食情况对比

虎斑乌贼苗种在 30 d 养殖过程中的摄食量变化如图 1 所示, 不同规格乌贼的日平均摄食量: 规格 3 (5.70~11.18 g) > 规格 2 (4.48~8.83 g) > 规格 1 (3.87~7.06 g), 所有规格乌贼的日均摄食量皆持续波动升高. 规格 1、规格 2、规格 3 虎斑乌贼的日龄分别为 40、50、60, 经过 30 d 养殖, 它们的日龄分别增长至 70、80、90, 根据图 1 中乌贼的日平均摄食量, 可得虎斑乌贼苗种在不同生长阶段的日平均摄食量: 40~50 日龄阶段日平均摄食量为 3.85~5.00 g; 50~60 日龄阶段日平均摄食量为 4.81~6.60 g; 60~70 日龄阶段日平均摄食量为 6.25~8.67 g; 70~80 日龄阶段日平均摄食量为 7.60~9.31 g; 80~90 日龄

阶段日平均摄食量为 9.41~11.18 g.

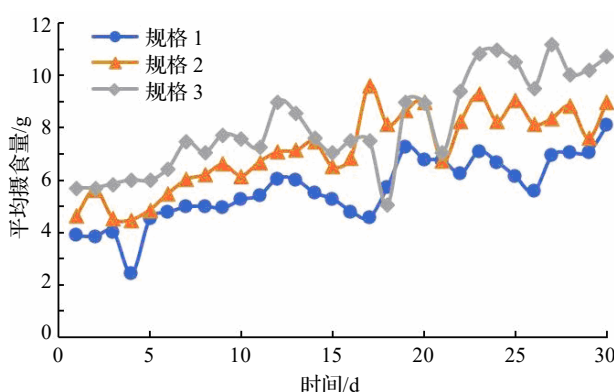


图 1 不同规格虎斑乌贼苗种的日平均摄食量

虎斑乌贼苗种的饵料系数变化如图 2 所示, 规格越大的乌贼苗种饵料系数越低, 在实验前期 (7 月 6 日~7 月 16 日) 规格 1 组乌贼苗种饵料系数 (8.00 ± 1.01) 明显高于其他两组 (5.22 ± 0.73 、 4.30 ± 0.71), 差异显著 ($P < 0.05$); 在实验中期 (7 月 17 日~7 月 26 日) 规格 1 和规格 2 无显著差异 ($P > 0.05$), 规格 2 和规格 3 无显著差异 ($P > 0.05$), 但规格 1 和规格 3 差异显著 ($P < 0.05$); 在实验后期 (7 月 27 日~8 月 5 日) 各组饵料系数无显著差异 ($P > 0.05$). 在养殖过程中虎斑乌贼苗种的饵料系数随着其体质量和胴长的增加不断下降, 最后维持在一个较低水平 (3.74 ± 0.35).

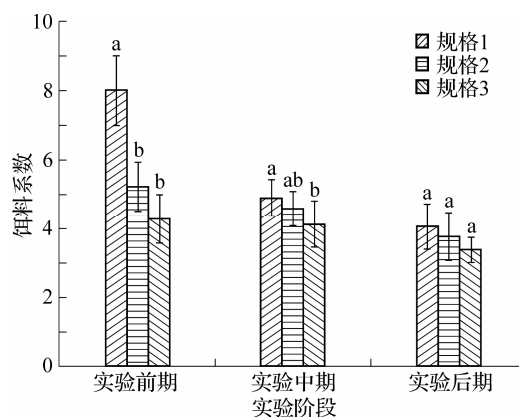


图 2 不同规格虎斑乌贼苗种的饵料系数

2.2 不同规格虎斑乌贼苗种生长情况对比

3 种规格虎斑乌贼苗种的初始胴长和初始体质量都存在显著性差异 ($P < 0.05$), 并且在养殖过程中显著性差异一直存在. 经过 30 d 的养殖, 规格 1、规格 2、规格 3 各组虎斑乌贼苗种胴长增长的平均值分别为 3.22、3.56、3.52 cm, 体质量增长的平均

值分别为 38.51、62.78、70.15 g (表 1)。

表 1 虎斑乌贼苗种的胴长及体质量

养殖时 间/d	胴长/cm		
	规格 1	规格 2	规格 3
0	4.09±0.15 ^c	5.20±0.40 ^b	6.16±0.19 ^a
10	4.96±0.30 ^c	6.24±0.24 ^b	7.35±0.30 ^a
20	6.08±0.24 ^c	7.65±0.37 ^b	8.61±0.14 ^a
30	7.31±0.23 ^c	8.76±0.24 ^b	9.68±0.19 ^a
养殖时 间/d	体质量/g		
	规格 1	规格 2	规格 3
0	11.39±1.71 ^c	19.05±3.74 ^b	30.35±2.69 ^a
10	17.44±2.04 ^c	31.04±2.60 ^b	49.69±4.59 ^a
20	28.48±2.51 ^c	54.04±2.67 ^b	70.20±2.88 ^a
30	49.90±2.57 ^c	81.83±4.60 ^b	100.50±3.18 ^a

注: 数据上标字母不同表示显著性差异($P<0.05$)。

虎斑乌贼苗种的日均增重量和日均增长量如图 3、图 4 所示。放养不同规格虎斑乌贼苗种, 在实验前期, 各组日均增重量差异显著($P<0.05$), 日均增重量按大小排序为: 规格 3 (1.76 g)>规格 2 (1.13 g)>规格 1 (0.57 g); 在实验中期规格 1 和其他两种规格差异显著($P<0.05$), 但规格 2 与规格 3 之间无显著差异($P>0.05$), 日均增重量分别为规格 2 (2.43 g)>规格 3 (2.06 g)>规格 1 (1.06 g); 在实验后期各组日均增重量差异显著($P<0.05$), 分别为规格 3 (3.03 g)>规格 2 (2.69 g)>规格 1 (2.28 g)。虎斑乌贼苗种的日均增重量与规格的大小皆呈正相关(图 3)。实验前期, 规格 3 乌贼的日均增长量显著高于规格 1 ($P<0.05$); 实验中期, 规格 2 乌贼的日均增长量显著高于规格 1 ($P<0.05$); 实验后期, 不同规格乌贼的日均增长量差异不显著($P>0.05$)。同一规格乌贼的日均增长量在为期 30 d 的养殖过程中变化不大(图 4)。

虎斑乌贼苗种的特定生长率变化如图 5 所示, 实验前期, 规格 1 乌贼的特定生长率最小, 规格 2、规格 3 无显著性差异($P>0.05$); 实验中期, 规格 3 乌贼的特定生长率最小, 规格 1、规格 2 无显著性差异($P>0.05$); 实验后期, 规格 1 乌贼的特定生长率最大, 规格 2、规格 3 无显著性差异($P>0.05$)。观察同一规格乌贼的特定生长率, 发现规格 1 随时间增大, 规格 2 先增后减, 规格 3 减小后稳定在 4% 左右。

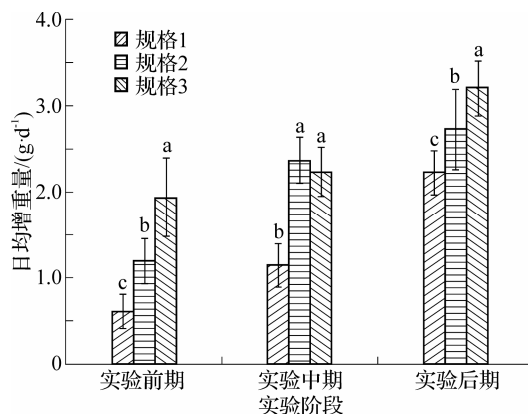


图 3 不同规格虎斑乌贼苗种的日均增重量

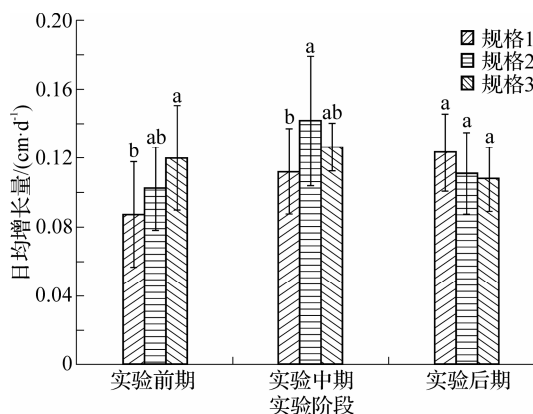


图 4 不同规格虎斑乌贼苗种的日均增长量

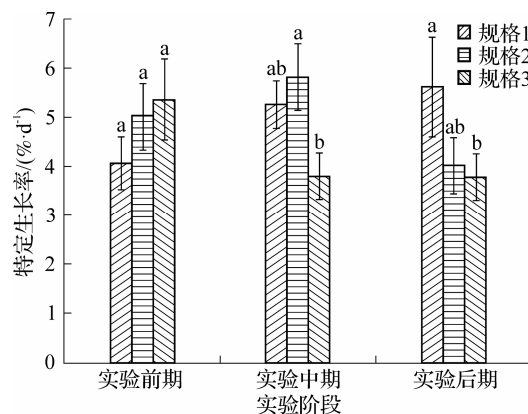


图 5 不同规格虎斑乌贼苗种的特定生长率

2.3 不同规格虎斑乌贼苗种存活率对比

虎斑乌贼苗种存活率如图 6、图 7 所示, 相同养殖时间内, 规格越大的虎斑乌贼苗种存活率越高, 在实验前期和实验后期, 规格 1 的虎斑乌贼存活率显著低于其他 2 组($P<0.05$); 在实验中期, 规格 1 和规格 2 无显著差异($P>0.05$); 规格 3 乌贼的存活率在整个实验周期一直显著高于规格 1 ($P<0.05$)。规格 1、规格 2、规格 3 各组乌贼苗种经过

30 d 养殖的存活率分别为 $(88.50 \pm 0.88)\%$ 、 $(92.00 \pm 0.60)\%$ 、 $(93.83 \pm 0.34)\%$, 三者差异显著($P < 0.05$).

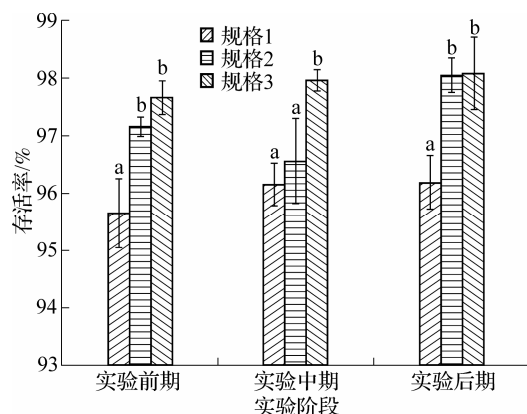


图6 不同规格虎斑乌贼苗种的存活率

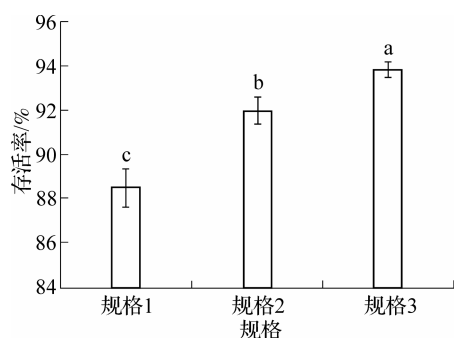


图7 虎斑乌贼苗种养殖 30 d 的存活率

3 讨论

3.1 虎斑乌贼的摄食情况

虎斑乌贼摄食量随生长阶段而变化, 养殖生产上可以根据本实验中得出的乌贼苗种的摄食量来估算投饵量. 虎斑乌贼为近年新开发的养殖种类, 其养殖技术尚未完善, 养殖业者尚缺乏养殖技术经验, 实际养殖生产过程中, 因虎斑乌贼的摄食情况会受温度、盐度、投喂时间、氨氮浓度、养殖密度等多方面的影响^[11,22], 投喂时不能完全依据本实验中乌贼的摄食量, 一般还需根据乌贼的具体摄食情况适当调整, 少量多次投喂. 虎斑乌贼喜食活动饵料, 不食沉底饵料, 故在投喂时尽量放慢投喂速度, 待饵料在下沉漂动过程中被乌贼摄取后再投喂新的饵料, 避免饵料大量沉底造成浪费以及过多饵料泡在水中引起水体污染. 投喂后沉底的饵料及残饵不宜回收后再投喂, 沉底饵料往往不再新鲜, 再次投喂乌贼不会摄取. 虎斑乌贼摄食完毕后会趴在池底^[23], 此行为可作为其饱食的

标志, 饱食半小时后应及时清除池底残饵, 避免污染池水环境^[24].

虎斑乌贼的饵料系数在养殖过程中随时间减小, 规格1乌贼苗种在养殖初期的饵料系数显著高于其他两种大规格的乌贼苗种($P < 0.05$), 养殖中期以后明显下降, 达到与规格2、规格3乌贼苗种相近的水平. 饵料系数反应乌贼对饵料的同化能力, 饵料系数越低, 同化能力越强, 小规格虎斑乌贼苗种对饵料的同化能力较低, 随着规格增大, 对饵料的同化能力快速提高, 在增长至一定规格后, 其饵料系数降低不显著, 对饵料的同化能力保持在一个稳定的水平, 而李建平等^[25]研究显示虎斑乌贼的饵料系数呈现持续降低的趋势. 这可能是饵料系数计算方法略有区别所致: 本实验饵料系数以10 d为一个周期分阶段计算, 以便清晰地反应乌贼每个生长阶段的饵料系数变化情况, 而李建平等每隔10 d计算一次当前全部养殖时间的饵料系数. 在本实验中, 乌贼苗种规格达到规格2的水平以后其饵料系数变化不明显, 说明若想提高饵料的利用率, 可选择放养5 cm以上的苗种.

3.2 虎斑乌贼苗种的生长情况

特定增长率是衡量生长的一个常用指标, 其数值越大, 表示体质量增长越快. 实验初期规格1乌贼苗种的特定增长率最小, 规格2和规格3乌贼苗种的特定增长率相近($P > 0.05$); 实验中期规格1、规格2的特定增长率增加, 规格3的特定增长率减小; 实验后期规格1的特定增长率继续增加至最高, 规格2乌贼特定增长率下降至与规格3同一水平. 乌贼生长过程中要依次经历不同规格的生长阶段, 说明虎斑乌贼养殖过程中的特定增长率呈现先增加后减小, 最后保持稳定的趋势. 实验表明放养胴长6 cm左右的乌贼苗种能够使放养初期的特定生长率达到最大, 之后其特定增长率会减小并稳定至4左右.

在头足类中, 60日龄的欧洲横纹乌贼(*Sepia officinalis*)经过28 d的养殖, 平均体质量仅增长23.3 g^[26]; 曼氏无针乌贼经过6个月的养殖, 平均胴长可达到13.5 cm, 平均体质量达到145 g^[27]; 短蛸(*Amphioctopus fangsiao*)经过4~5个月的养殖, 平均质量约63 g, 最大个体为132 g^[28]; 长蛸(*Octopus minor*)经237 d培育, 平均体质量分别为28.9 g (雄

性)和 21.2 g(雌性), 且存在育苗难度高、对饵料要求高、存活率低的问题^[29]; 网箱养殖条件下真蛸 (*Octopus vulgaris*) 体质量可在 3~4 个月内从 750 g 增长到 2.5~3.0 kg, 但是其对盐度要求高, 幼真蛸生长缓慢, 目前没有成熟的真蛸育苗技术^[30]。相比之下, 虎斑乌贼生长快(养殖 3 个月就可达 500 g 以上)^[23]、存活率高(65%以上)、养殖周期短^[25]、育苗技术成熟, 具有良好的养殖发展前景。

3.3 虎斑乌贼苗种的养殖存活率

实验期间乌贼苗种的养殖存活率与其规格始终保持正相关关系, 放养规格越大养殖存活率越高, 而李建平等^[25]的养殖实验表明虎斑乌贼在 40 日龄前的存活率较低(低于 70%), 蒋霞敏等^[23]养殖的虎斑乌贼在 60 日龄存活率下降至最低(50.01%), 这可能是放养小规格苗种(胴长 2 cm)所致。目前虎斑乌贼养殖一般放养胴长 2 cm 左右的苗种, 有一个饵料的驯化时期(从活糠虾转化成冰鲜小杂鱼), 需要一周左右, 淘汰率较高, 特别是养殖户初次养殖, 缺乏技术, 驯化不当, 养殖初期(放苗后 1 个月)存活率低于 50%。本实验证明放养虎斑乌贼苗种规格越大, 养殖存活率越高, 放养规格 1 的乌贼苗种养殖存活率已达 88.50%, 这说明该规格已能满足养殖的要求。为了提高放养初期乌贼苗种的存活率, 应尽量选择放养规格大的乌贼苗种。建议以后开展乌贼苗种的中间培育, 将胴长 2 cm 左右的苗种培育至胴长 4~5 cm 的苗种, 再进行养成。

参考文献:

- [1] Norman M, Reid A. Guide to squid, cuttlefish and octopuses of Australasia[J]. Nutrition Research, 2000, 1:108-112.
- [2] Hoque M S, Benjakul S, Prodpran T. Effects of hydrogen peroxide and Fenton's reagent on the properties of film from cuttlefish (*Sepia pharaonis*) skin gelatin[J]. Food Chemistry, 2011, 128(4):878-888.
- [3] Hoque M S, Benjakul S, Prodpran T. Effects of partial hydrolysis and plasticizer content on the properties of film from cuttlefish (*Sepia pharaonis*) skin gelatin[J]. Food Hydrocolloids, 2011, 25(1):82-90.
- [4] Karthik R, Manigandan V, Saravanan R, et al. Structural characterization and *in vitro* biomedical activities of sulfated chitosan from *Sepia pharaonis*[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2016, 84:319-328.
- [5] Subramanian T A. Effect of processing on bacterial population of cuttle fish and crab and determination of bacterial spoilage and rancidity developing on frozen storage[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2007, 31(1):13-31.
- [6] Jeyasekaran G, Shakila R J, Sukumar D. Microbiological quality of cuttlefish (*Sepia pharaonis*) fillets stored in dry and wet ice[J]. Food Science and Technology International, 2012, 18(5):455-464.
- [7] Cartron L, Josef N, Lerner A, et al. Polarization vision can improve object detection in turbid waters by cuttlefish[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2013, 447:80-85.
- [8] Okamoto K, Yasumuro H, Mori A, et al. Unique arm-flapping behavior of the pharaoh cuttlefish, *Sepia pharaonis*: Putative mimicry of a hermit crab[J]. Journal of Ethology, 2017, 35(3):307-311.
- [9] Yasumuro H, Ikeda Y. Environmental enrichment affects the ontogeny of learning, memory, and depth perception of the pharaoh cuttlefish, *Sepia pharaonis*[J]. Zoology, 2018, 128:27-37.
- [10] 文菁, 曹观蓉, 李施颖, 等. 环境因子对虎斑乌贼幼体存活率及行为的影响[J]. 水产科学, 2011, 30(6):321-324.
- [11] 乐可鑫, 蒋霞敏, 彭瑞冰, 等. 4 种生态因子对虎斑乌贼幼体生长与存活的影响[J]. 生物学杂志, 2014, 31(4):33-37.
- [12] 彭瑞冰, 乐可鑫, 蒋霞敏, 等. 虎斑乌贼受精卵卵黄营养成分分析[J]. 水产学报, 2015, 39(7):1034-1042.
- [13] Peng R B, Le K X, Jiang X M, et al. Effects of different diets on the growth, survival, and nutritional composition of juvenile cuttlefish, *Sepia pharaonis*[J]. Journal of the World Aquaculture Society, 2016, 46(6):650-664.
- [14] 江茂旺, 蒋霞敏, 梁晶晶, 等. 不同生长时期虎斑乌贼内壳营养成分含量分析比较[J]. 动物营养学报, 2016, 28(7):2300-2308.
- [15] Shi X Y, Zhang L L, Wu F, et al. Kinetics for Cu²⁺ induced *Sepia pharaonis* arginine kinase inactivation and aggregation[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2016, 91:926-933.
- [16] Si Y X, Lee J, Zhao F, et al. Effects of cadmium on the cuttlefish *Sepia pharaonis*' arginine kinase: Unfolding kinetics integrated with computational simulations[J]. Journal of Biomolecular Structure and Dynamics, 2016, 34(8):1763-1777.
- [17] Peng R B, Wang P S, Le K X, et al. Acute and chronic effects of ammonia on juvenile cuttlefish, *Sepia pharaonis*

- [J]. Journal of the World Aquaculture Society, 2017, 48(4): 602-610.
- [18] 陈道海, 文菁, 赵玉燕, 等. 野生与人工养殖的虎斑乌贼肌肉营养成分比较[J]. 食品科学, 2014, 35(7):217-222.
- [19] 王鹏帅, 蒋霞敏, 阮鹏, 等. 虎斑乌贼的胚胎耗氧率[J]. 应用生态学报, 2016, 27(7):2357-2362.
- [20] 周爽男, 吕腾腾, 陈奇成, 等. 光照强度与光周期对虎斑乌贼胚胎发育的影响[J]. 应用生态学报, 2018, 29(6): 2059-2067.
- [21] 蒋霞敏, 彭瑞冰, 唐锋, 等. 虎斑乌贼规模化人工繁育技术研究[C]//2013年全国海水养殖学术研讨会论文集. 绍兴: 中国水产学会, 2013:46-47.
- [22] 谢晓晖, 黄国光, 梁伟峰, 等. 虎斑乌贼幼体的摄食、排泄及不可逆点的研究[J]. 大连海洋大学学报, 2011, 26(4):352-355.
- [23] 蒋霞敏, 罗江, 彭瑞冰, 等. 水泥池养殖条件下虎斑乌贼的生长特性[J]. 宁波大学学报(理工版), 2014, 27(2): 1-6.
- [24] Zang W L, Dai X L, Jiang M, et al. Relation between water temperature, water exchange amount, feed and prawn disease[J]. Chinese Journal of Oceanology & Limnology, 1997, 15(3):212-215.
- [25] 李建平, 蒋霞敏, 赵晨曦, 等. 虎斑乌贼室内规模化养殖技术研究[J]. 生物学杂志, 2019, 36(2):68-72.
- [26] Domingues P, Sykes A, Sommerfield A, et al. Growth and survival of cuttlefish (*Sepia officinalis*) of different ages fed crustaceans and fish. Effects of frozen and live prey [J]. Aquaculture, 2004, 229(1/2/3/4):239-254.
- [27] 常抗美, 吴常文, 吕振明, 等. 曼氏无针乌贼胚胎发育与人工育苗技术的研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2009, 28(3):257-263.
- [28] 钱耀森, 姜典航, 郑小东, 等. 短蛸室内水泥池苗种繁育及养殖技术[J]. 养殖与饲料, 2018(10):35-37.
- [29] 刘畅. 长蛸生活史养殖技术研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.
- [30] 钟建兴, 李雷斌, 宁岳. 章鱼生物学特性及繁养殖研究综述[J]. 福建水产, 2009, 31(4):76-79.

Comparison of feeding, growth and survival rate of three different sizes of *Sepia pharaonis* juvenile

YAN Runxuan, JIANG Xiamin*, HAN Qingxi, PENG Ruibing, JIANG Maowang,
HAN Qinggong, LI Jianping, ZHAO Chenxi
(School of Marine Sciences, Ningbo University, Ningbo 315832, China)

Abstract: The aim of this study was to determine the effect of juvenile size on the culture of *Sepia pharaonic*. A single factor test was used to analyze the data. A total of three groups with different sizes (mantle length: (4.09 ± 0.15) , (5.25 ± 0.48) and (6.16 ± 0.19) cm) were used in the current experiment. The results showed that the food intake increased in 3 size groups and the feed conversion ratio decreased from 8.00 ± 1.01 to 3.74 ± 0.35 with culturing. The growth rate of cuttlefish increased first, reaching the maximum mantle length of approximately 6 cm and subsequently reduced by 4%. The survival of juvenile cuttlefish for 3 size groups after having been cultured for 30 days were $(88.50\pm0.88)\%$, $(92.00\pm0.60)\%$, and $(93.83\pm0.34)\%$ respectively. The average daily weight gain and survival of large-size cuttlefish were significantly greater ($P<0.05$) than those of the small-size group. These results suggested that the optimum mantle length of juvenile would be 6 cm, in order to obtain a rapid growth and high survival of *S. pharaonis* during culture.

Key words: *Sepia pharaonic*; size; feeding; growth; survival rate

(责任编辑 韩 超)