

不同饵料对真蛸亲体产卵量、受精卵孵化率及初孵幼体大小的影响

刘兆胜¹, 刘永胜², 郑小东¹, 曲海波²

(1. 中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003; 2. 烟台市水产研究所, 山东 烟台 264000)

摘要: 分别采用文蛤(*Meretrix meretrix*)、菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)、缢蛏(*Sinonovacula constricta*)、许氏平鲉(*Sebastes fuscescens*)投喂处于产卵、护卵期的真蛸(*Octopus vulgaris*)亲体, 通过测量亲蛸摄食量、产卵量、受精卵孵化率以及初孵幼体大小, 分析4种不同饵料对亲体和幼体的影响。结果表明: 亲蛸摄食量以文蛤投喂组最高, 每只亲蛸每天平均摄食 19.50 g; 菲律宾蛤仔组次之, 为 18.28 g; 缢蛏组较少, 为 13.39 g; 许氏平鲉组亲体摄食量最少, 为 3.75 g。亲蛸产卵量和受精卵孵化率以菲律宾蛤仔投喂组最高, 平均产卵量为 13.6 万粒, 受精卵孵化率为 94.34%; 缢蛏组平均产卵量最低, 为 9.89 万粒, 对照组孵化率最低, 为 81.11%。初孵幼体全长实验中菲律宾蛤仔投喂组最长, 平均 2.43 mm; 缢蛏文蛤组次之, 为 2.39 mm; 许氏平鲉组较小, 为 2.34 mm; 对照组幼体最小, 为 2.30 mm。处于产卵护卵期的亲蛸仍可以摄食, 摄食量约为亲蛸体质量的 2%~5%。亲体通过摄食能提高受精卵的孵化率和初孵幼体体长。菲律宾蛤仔是较理想的饵料。

关键词: 真蛸(*Octopus vulgaris*); 饵料; 产卵护卵期; 摄食量; 孵化率

中图分类号: S917.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2011)10-0081-05

真蛸(*Octopus vulgaris*)属于软体动物门(Mollusca)、头足纲(Cephalopoda)、八腕目(Octopoda)、蛸科(Octopodidae)、蛸属(*Octopus*), 俗称八爪鱼^[1], 多栖息于浅海沙砾或岩礁处, 广泛分布在温、热带海域, 地中海、日本列岛海域年产量均在万吨以上, 是头足类中重要的捕捞种类^[2], 在中国主要分布于舟山、平潭、霞浦、厦门、汕头等东南沿海海域。真蛸味道鲜美, 营养价值丰富, 具有补血益气、收敛生肌的药用功能^[3]。近年来, 由于过度捕捞和环境恶化, 造成自然资源日益衰竭, 开展人工繁殖成为摆脱困境的出路之一^[4]。

真蛸作为一种很具潜力且广泛分布的增养殖种类倍受学者重视。Gristina 等^[5]描述了真蛸捕食龙虾(*Palinurus elephas*)行为; Smale 等^[6]对真蛸的性腺发育进行了研究, 指出雌性个体体质量达到 900 g 以上时, 性腺可以成熟; Katsanevakis 等^[7]探讨了温度、体质量与真蛸耗氧率、氨分泌物之间的关系; Sonia 等^[8]讨论铅、钙、镉在真蛸体内富积作用以及彼此间的影响; Paloma 等^[9]探讨了真蛸幼体对氨和亚硝酸盐的耐受性。关于真蛸养殖和幼体培育技术方面各国研究日益增加, 相关报道较多^[10-16]。中国沿海真蛸资源丰富, 但人工养殖起步较晚, 随着出口量大幅增

加, 近几年广东福建沿海先后开展了真蛸养成试验, 但是真蛸育苗培育仍是产业化的障碍, 亲蛸护卵是获得发育同步且健康苗种的前提和技术关键, 而饵料对亲体护卵效果和初孵幼体大小有着重要作用。作者选择文蛤、菲律宾蛤仔、缢蛏和许氏平鲉 4 种饵料投喂产卵、护卵期真蛸亲体, 比较不同饵料对亲体摄食效果、摄食量、产卵量、受精卵孵化率、幼体大小的影响, 旨在为亲体培育提供技术支持和参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

真蛸采捕于福建连江海域, 挑选个体大, 活力强, 无外伤, 胴体饱满的个体做亲体, 运至烟台天源水产实验基地。

收稿日期: 2011-06-22; 修回日期: 2011-07-26

资助项目: 山东省博士基金资助项目(2008BS06008); 国家 863 计划资助项目(2010AA10A404)

作者简介: 刘兆胜(1985-), 男, 硕士, 研究方向: 头足类繁育生物学, 电话: 0532-82031630, E-mail: liuzhaosheng_620@163.com; 郑小东, 通信作者, 副教授, E-mail: xdzheng@ouc.edu.cn

1.2 暂养管理

暂养池大小为 6.3 m×3.2 m×1.1 m(长×宽×高), 盐度 28~31、温度 13~20 , 上方搭盖双层遮阳网, 调节光线强度为 800~1000 lx。暂养期间投喂绒毛近方蟹(*Hemigrapsus penicillatus*), 每日 9:00 全量换水一次, 水温变幅控制在 2 以内, 减轻水环境变化过大对亲体的刺激。每日检查记录各组亲体摄食、产卵、护卵情况。

1.3 试验设置

产卵前 7 d 挑选体表完整、规格一致的雌性亲体进行饵料驯化, 消除各组饵料对产卵护卵期的影响。试验共设 5 组, 投喂的饵料分别为文蛤(*Meretrix meretrix*, 壳长 2.5~4.0 cm, 活饵料)、菲律宾哈仔(*Ruditapes philippinarum*, 壳长 1.5~3.5 cm, 活饵料)、缢蛏(*Sinonovacula constrzcta*, 壳长 3.5~6.0cm, 活饵料)、许氏平鲉(*Sebastes fuscescens*, 全长 5.6~12.9 cm, 冰鲜饵料)以及空白对照组(不投喂任何饵料), 每组设置 3 个平行, 每个平行放置两个亲蛸, 每个蛸巢下放置一塑料鲍鱼筐, 大小为 0.50 m×0.31 m×0.24 m (长×宽×高), 饵料投放到筐内, 每天 16:00 投饵, 各组饵料量约 100 g(为真蛸体质量的 16%~20%)。投喂前饵料用 60 目尼龙袋沥干 3 min, 称其质量 M_1 , 次日 9:00 用 60 目网袋收集残饵沥干 3 min, 称其质量 M_2 , 计算摄食量。幼体孵化后取卵串计算孵化率, 并用甲醛溶液固定幼体, 用目镜测微尺测量幼体全长。

1.4 试验数据处理

试验期间测定摄食量(food intake, F_I)、产卵量(spawning amount, F_A)、孵化率(hatching rate, H_R)等指标, 计算方法按照下式:

$$\text{摄食量: } F_I = M_1 - M_2;$$

$$\text{产卵量: } F_A = N \times L;$$

$$\text{孵化率: } H_R = N_1 / N \times 100\%,$$

式中, M_1 表示该饵料投饵前的质量, M_2 表示该饵料被摄食后残壳质量, N 表示每串穗卵粒数, L 表示卵穗总数, N_1 表示一串卵穗幼体孵化数。

实验采用 spss 软件对数据进行显著性检验与多重比较分析。

2 实验结果

2.1 不同饵料对亲体真蛸摄食量的影响

摄食量是摄食效果最直接和有效的指标, 亲体对不同饵料的摄食量见表 1。由表 1 可知, 文蛤组每天平均摄食量为 19.50 g, 菲律宾哈仔组亲体每天平均摄食量为 18.23 g, 在 $A=0.05$ 水平上, 比较其显著性, $P>0.05$, 所以真蛸对文蛤和菲律宾哈仔的摄食量相似。缢蛏实验组每天平均摄食量为 13.39 g, 是文蛤组摄食量的 71.35%。许氏平鲉组每天平均摄食量为 3.75 g, 缢蛏组每天平均摄食量为 13.39 g, 在 $A=0.05$ 水平上, 比较其显著性, $P<0.05$, 由此可见真蛸对缢蛏的摄食量明显大于对许氏平鲉的摄食量。由此可见, 产卵、护卵期真蛸亲体仍然摄食, 文蛤组

表 1 亲蛸对不同饵料的平均摄食量

Tab. 1 Food intake of *Octopus vulgaris* parents under the different diet treatments

日期(月/日)	摄食量(g)											
	缢蛏组			菲律宾哈仔组			文蛤组			许氏平鲉组		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2/12	9.5	9.5	8.0	20.5	18.5	17.5	20.5	18.5	16.5	3.5	4.0	3.5
2/13	9.0	10.5	11.5	21.0	20.0	21.0	18.0	17.5	17.5	5.0	5.5	4.0
2/14	17.5	17.0	13.5	22.5	22.0	21.0	16.0	18.0	21.0	4.0	3.5	2.5
2/15	14.0	7.5	9.5	19.0	17.5	19.0	19.0	25.0	19.0	5.5	6.5	4.5
2/16	13.0	10.5	11.0	22.0	18.0	15.0	15.0	16.5	18.0	1.0	4.5	2.0
2/17	6.5	17.0	13.0	18.0	22.5	18.0	21.5	12.6	21.5	6.5	1.5	4.5
2/18	13.0	19.5	14.5	15.0	12.5	14.5	19.0	25.5	23.5	3.0	3.5	3.5
2/19	18.5	20.5	17.0	16.0	21.0	23.5	23.0	26.5	14.5	3.0	3.0	4.0
2/20	17.0	9.0	9.5	18.0	13.5	16.5	17.0	19.0	19.5	2.5	5.5	2.5
2/21	18.5	17.2	19.5	20.0	13.0	12.0	17.0	25.5	23.5	3.5	3.5	3.0
平均摄食量(g)	13.39			18.28			19.50			3.75		

注: 表中数据为产卵护卵中期连续 10 d 的每天平均摄食量, 水温为 16

摄食量最大, 菲律宾蛤仔组次之, 缢蛭组较少, 许氏平鲉组最少。

2.2 不同饵料对产卵量和孵化率的影响

表 2 为不同饵料对产卵量、产出的卵穗和受精卵的孵化率的影响。缢蛭组产卵量为 9.89 万粒, 其余投喂组亲蛸的产卵量均在 10 万粒以上, 文蛤组和菲律宾蛤仔组略高于对照组, 许氏平鲉组卵量略低于对照组, 各实验组卵量差距较小。说明产卵护卵期不同饵料对亲体产卵量的影响较小。菲律宾蛤仔组和文蛤实验组孵化率都在 93.00% 以上, 是对照组的

1.2~1.1 倍。由此可见, 不同饵料对卵孵化率影响较大, 菲律宾蛤仔组孵化率最高, 文蛤组次之, 缢蛭组较低, 许氏平鲉最低。

2.3 投喂不同饵料对初孵幼体大小的影响

图 1 为投喂不同饵料对初孵幼体大小的影响。饵料实验发现, 投喂 4 种不同饵料的初孵幼体大小差异显著 ($P < 0.01$)。初孵幼体大小依次为菲律宾蛤仔组、缢蛭组、文蛤组、许氏平鲉组, 最长的为菲律宾蛤仔饵料, 初孵幼体平均全长为 2.43 mm, 最短的为许氏平鲉组, 幼体平均全长为 2.24 mm。

表 2 不同饵料处理下亲蛸产卵量和受精卵孵化率

Tab. 2 The spawning amount of parent *Octopus vulgaris* and the hatching rates of fertilized eggs in various diet treatments

饵料	卵穗所含卵数(粒)	卵穗长度(cm)	卵穗数(个)	产卵总数(万粒)	孵化率(%)
缢蛭	391	2.9	253	9.89	89.23
菲律宾蛤仔	490	4.1	279	13.69	95.34
文蛤	472	3.8	256	12.09	93.25
许氏平鲉	372	3.7	276	10.26	87.24
对照组	413	3.6	285	11.79	81.11

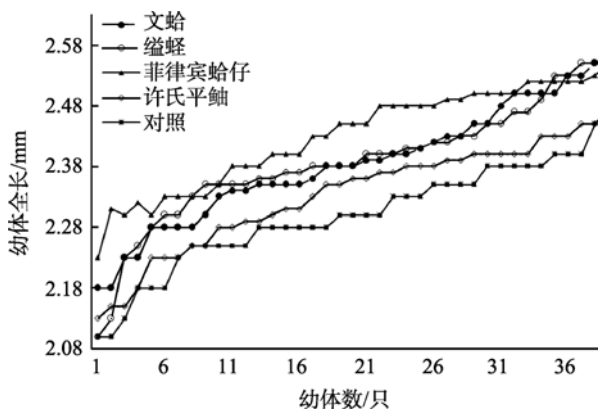


图 1 不同饵料处理下真蛸初孵幼体大小

Fig. 1 The size of newly hatched larvae of *Octopus vulgaris* in various diet treatments

2.4 不同饵料成本计算

真蛸亲体产卵护卵期间, 不同饵料对亲体、卵和初孵幼体效果各异, 生产中养殖成本是一个重要的参考指标, 对比表 3 知, 每只亲体产卵护卵期间饵料成本大小依次为文蛤、缢蛭、菲律宾蛤仔、许氏平鲉。因此, 仅从成本角度考虑, 许氏平鲉为最低廉的饵料。

3 讨论

真蛸卵分批产出, 前后持续 6~10 d, 产卵结束后雌蛸不离开蛸巢, 具有护卵习性, 当其他个体进入自己领域时, 亲体会伸出腕进行攻击, 但一般不

表 3 投喂真蛸亲体的饵料成本估算

Tab. 3 The cost of various diet treatments

饵料	平均摄食量 (g/(d·只))	饵料价格 (元/kg)	总摄食量 (g)	成本 (元/只)
文蛤	19.2	16.8	960	15.4
缢蛭	13.7	19.8	685	9.29
菲律宾蛤仔	18.5	6.7	925	6.19
许氏平鲉	3.8	6.3	190	1.19

注: (1)产卵护卵水温为 13~18℃, 孵化时间为 50 d; (2)许氏平鲉购买于烟台开发区水产市场, 冰鲜, 全长 5.6~12.9 cm

会离开蛸巢追赶。真蛸不断用第二对腕梳理卵群,清理卵群表面脏物,防止细菌滋生,并及时剔除劣质卵,避免坏死卵对周围卵粒造成影响,并用漏斗给卵群喷水,流动的水给卵子孵化带来充足的氧。作者也观察到此现象,亲蛸护卵能保证受精卵同步健康发育。

护卵期间,亲体需要消耗大量体力,空白对照组的亲体在护卵后期躯体消瘦、活力差、眼微睁,护卵 18 d 时一只亲蛸死亡,其余两只在卵孵化后 3 d 内死亡,死亡时表皮松弛,体质量严重下降。对比而言,菲律宾蛤仔和文蛤投喂实验组,亲蛸能量得到补充,活力强,孵化率较高。林国清^[17]指出在无雌蛸护卵情况下,之所以卵孵化率很低是因为卵群易遭受病、敌害如水霉菌、原生虫和桡足类等的侵袭。

饵料是真蛸培育的关键因素,相关研究已有报道^[17-21],但是关于产卵护卵期间真蛸亲体摄食情况鲜有研究。本文作者观察到亲体在此期间仍存在明显摄食现象,摄食量约为体质量的 3%~5%,亲蛸极少外出捕食,时常用第二对腕足在蛸巢外盲目搜寻食物,当蛸巢口处堆放活动能力差且易喜食的菲律宾蛤仔和文蛤饵料(表 1),它们便会用第二对腕的吸盘吸住饵料,通过腕收缩和弯曲将饵料拖动于蛸巢内,摄食后将残壳推出筐外。许氏平鲉试验组摄食较差,真蛸对鱼内脏偏好性明显好于鱼肉,多数许氏平鲉内脏被摄食后鱼体被抛出筐外,部分被直接推出筐外。本文认为文蛤和菲律宾蛤仔是亲蛸喜食的饵料,根据摄食量、孵化率、初孵幼体全长和饵料成本等因素综合分析,菲律宾蛤仔为其产卵护卵期间最适宜的饵料。

蟹类是真蛸生长期的优质饵料^[22-23]。由于本实验期间,未采捕到活蟹,因此,有关产卵护卵期真蛸亲体对蟹等甲壳类的摄食效果需进一步研究。

致谢: 试验过程得到山东烟台天源水产有限公司的大力支持,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 董正之. 中国动物志, 软件动物门, 头足纲[M]. 北京: 科学出版社, 1988: 182-184.
- [2] Francesca B, Giuseppe P, Ermelinda P. Influence of natural diet on growth and biochemical composition of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797[J]. Aquaculture International, 2010, 18(6): 1163-1175.
- [3] Paulo V P, Pedro S, Alexandra B. Aquaculture potential of the common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797): a review[J]. Aquaculture, 2004, 238: 221-238.
- [4] Villanueva, R. Experimental rearing and growth of planktonic *Octopus vulgaris* from hatching to settlement [J]. Aquaculture Science. 1995, 52: 2639-2650.
- [5] Gristina M, Sinopoli M, Fiorentino F, et al. Shelter selection of the spiny lobster *Palinurus elephas* under different levels of *Octopus vulgaris* predation threat[J]. Marine Biology, 2011, 158(6): 1331-1337.
- [6] Smale M J, Buchan P R. Biology of *Octopus vulgaris* off the east coast of South Africa[J]. Marine Biology, 1981, 65(1): 1-12.
- [7] Katsanevakis S, Stephanopoulou S, Miliou H, et al. Oxygen consumption and ammonia excretion of *Octopus vulgaris* (Cephalopoda) in relation to body mass and temperature[J]. Marine Biology, 2004, 146(4): 725-732.
- [8] Sonia S, Graham P. Bioaccumulation of Lead, Calcium and Strontium and their Relationships in the *Octopus vulgaris*[J]. Water, Air, Soil Pollution, 2005, 163(1-4): 137-152.
- [9] Paloma F, Rodrigo R, Beatriz C F, et al. Tolerance response to ammonia and nitrite in hatchlings paralarvae of *Octopus vulgaris* and its toxic effects on prey consumption rate and chromatophores activity[J]. Aquaculture International, 2011, 19(1): 193-204.
- [10] Nixon M, Mangold K. The early life of *Sepia officinalis*, and the contrast with that of *Octopus vulgaris*(Cephalopod) [J]. Journal of Zoology, 1998, 254: 401-425.
- [11] Iglesias J, Otero J, Moxica C, et al. The octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier) under culture conditions: paralarval rearing using *Artemia* and zoeae, and first data on juvenile growth up to 8 months of age [J]. Aquaculture International, 2004, 12 (4/5): 481-487.
- [12] Estefanell J, Socorro J, Alonzo J M, et al. Evaluation of two anaesthetic agents and the passive integrated transponder tagging system in *Octopus vulgaris* (Cuvier 1797) [J]. Aquaculture Research, 2011, 42: 399-406.
- [13] Mangold K M, Boletzky S V. New data on reproductive

- biology and growth of *Octopus vulgaris*[J]. Mar Biol, 1973, 19: 7-12.
- [14] Villanueva R, Koueta N, Riba J, et al. Growth and proteolytic activity of *Octopus vulgaris* paralarvae with different food rations during first feeding, using *Artemia nauplii* and compound diets[J]. Aquaculture, 2002, 205: 269-286.
- [15] Navarro J C, Villanueva R. The fatty acid composition of *Octopus vulgaris* paralarvae reared with live and inert food: deviation from their natural fatty acid profile[J]. Aquaculture, 2003, 219: 613-631.
- [16] 王如才, 王昭萍主编. 海水贝类养殖学 [M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2008: 504-507.
- [17] 林国清. 真蛸人工繁殖初步试验[J]. 福建水产, 2008, 3: 17-20.
- [18] 林祥志, 郑小东, 苏永全, 等. 蛸类养殖生物学研究现状及展望[J]. 厦门大学学报, 2006, 45: 213-218.
- [19] Pedro D, Sandra, Diego G. Effects of three culture densities on growth and survival of *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) [J]. Aquaculture International, 2010, 18: 165-174.
- [20] Benjamin G G, Felipe A G. Influence of diet on on-growing and nutrient utilization in the common octopus (*Octopus vulgaris*) [J]. Aquaculture, 2002, 211: 171-182.
- [21] Gimenez F A, Garcia B G. Growth and food intake models in *Octopus vulgaris* Cuvier (1797): influence of body weight, temperature, sex and diet [J]. Aquaculture International, 2002, 10: 361-377.
- [22] Benjamin G G, Jesus C. V. Optimal proportions of crabs and fish in diet for common octopus (*Octopus vulgaris*) on growing [J]. Aquaculture, 2006, 253: 502-511.
- [23] Jesus C V, Maria D H, Felipe A G, et al. Growth, feed efficiency and condition of common Octopus fed two formulated moist diets[J]. Aquaculture, 2008, 275: 266-273.

Effects of the different diets on *Octopus vulgaris* in spawning numbers, hatching rate and the size of newly hatching larvae

LIU Zhao-sheng¹, LIU Yong-sheng², ZHENG Xiao-dong¹, QU Hai-bo²

(1. Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. Yantai Aquatic Product Research Institution, Yantai 264000, China)

Received: Jun., 22, 2011

Key words: *Octopus vulgaris*, diet, spawning and protecting period, food intake, hatching rate

Abstract: The parent *Octopus vulgaris* in spawning and protecting period were fed on *Meretrix meretrix*, *Ruditapes philippinarum*, *Sinonovacula constrzct* and *Sebastes fuscescens*, respectively. The effects of those diets on food intake, spawning numbers, hatching rate of eggs as well as the size of newly hatching larvae were investigated. The results showed that average food intake per individual parent per day was such an order, *M. meretrix* (19.50 g) > *R. philippinarum* (18.28 g) > *S. constrzct* (13.37 g) > *S. fuscescens* (3.75 g). The highest number of spawning was 136 000 and the highest hatching rate of fertilized eggs was 94.34%, which occurred in the group fed on *R. philippinarum*. The minimum number of spawning was 98 900 in the group fed on *S. fuscescens*, and the lowest of the hatching rate was 81.11% found in the control group. The average size of newly hatching larvae was 2.43 mm (*R. philippinarum* group) > 2.39 mm (*M. meretrix* and *S. constrzct* groups) > 2.34 mm (*S. fuscescens* group) > 2.30 mm (control group). During the period of spawning and protecting, *O. vulgaris* can take food, about 2%~5% of its own weight, in order to improve hatching rate of eggs and the size of newly hatching larvae. *R. philippinarum* is the ideal food.

(本文编辑: 梁德海)