

厦门港尖额真猛水蚤室内培养的研究*

陈世杰

(福建省水产研究所)

提 要 由厦门港潮间带筛选的小型桡足类——尖额真猛水蚤 (*Eutерpe acutifrons*), 在鱼、虾育苗中具有明显的应用价值。进行周年室内培养试验, 单一雌体生命周期67天, 培养两个半月后, 个体数达15万个, 平均培养密度3689个/升, 日增殖率0.149。夏季怀卵10次, 间隔3—9天, 总怀卵量174个; 冬季怀卵3次, 间隔12—16天, 总怀卵量86个。使用单种饵料——微型黄藻的异胶藻 (*Heterogroea* sp.) 周年培养该种桡足类是可行的。饵料浓度以 100×10^4 个/毫升较适, 当 350×10^4 个/毫升时繁殖尚顺利, 但在 $850—1680 \times 10^4$ 个/毫升以上, 生长繁殖受抑制, 浓度太高甚至死亡。

主题词 尖额真猛水蚤, 异胶藻, 室内培养

海产桡足类的培养, 在鱼、虾人工育苗中具有明显的应用价值, 特别是以小型滤食性种类对其进行单种繁殖的培养技术, 深受国内外的重视。六十年代起, Bernard (1963)、Heinz 等 (1965)、Neunes 等 (1965) 和 Nassogne (1969) 曾先后做过连续世代培养; 七十年代后, Haq (1972, 1973)、Vernberg 等 (1974)、Moreina (1975)、Zurlini 等 (1978)、D'Apolito 等 (1979) 和 Kahan (1982) 也对其繁殖及生态条件关系做了研究^[8-21]; 我国广东省电白县王村海马场和吴川县沙田海马场曾在养殖池中获得该种的优势 (1978)⁽¹⁾; 厦门大学、南海水产研究所 (1972)、浙江水产学院 (1981)⁽²⁾ 和台湾省 (1984)^[6] 也分别做过双齿许水蚤和虎斑猛水蚤的室内外培养研究^[1-5,7]。

本实验是对厦门港鼓浪屿海区潮间带筛选的尖额真猛水蚤 *Eutерpe* (= *Eutерpina*) *acutifrons* 进行周年室内培养。在45升培养水中获得个体数15万只, 平均密度3689个/升。同时还探讨使用单种饵料——微型黄藻的异胶藻 (*Heterogroea* sp.) 进行尖额真猛水蚤培养的可行性、适宜饵料浓度以及温度与尖额真猛水蚤繁殖特性的关系。

材 料 与 方 法

1983年5月11日 在厦门港鼓浪屿海滨退潮后的礁石水洼中, 采集尖额真猛水蚤并选得一怀卵亲

* 文稿承厦门大学海洋系郑重教授审阅, 藻种经请湖北省武汉水生生物研究所 (1977年) 鉴定、桡足类由本所洪幼环同志协助鉴定, 谨致谢忱。

(1) 吴川县沙田海马养殖场等, 1978。桡足类大面积养殖试验初报。(湛江水产学院) 水产与教育, (2): 37—51。

(2) 欧阳怡然等, 1981。海水鱼、虾苗种活饵料——桡足类的培养初报。(浙江水产学院) 水产科技, (1): 35—47。

体。经镜检，其腹部卵囊中有正在发育中的胚胎，发育程度均一。即以阻菌过滤海水及异胶藻单种培养。

室内培养条件：常温培养，夏季最高达 30.8°C，冬季最低达 7.6°C；比重一般为 1.020—1.022；容器为宽口缸及有机玻璃水族箱，实际容水量分别为 5 升和 40 升，均置于南窗下，有挂纱窗布避免长时间的强烈直射光照。投放异胶藻浓度为 80—350 × 10⁴ 个/毫升，并分别以不同投饵浓度进行对照培养。

繁殖特性的观测：取雌雄体抱接后的雌体，用吸管引入试管内单独培养。在每次怀卵后，检计卵数；孵化卵囊脱落后，即将亲体依次移入另一个试管继续单独培养；原试管内留下的脱落卵囊，用以观察孵化无节幼体(N₁)的时间与孵化率，并用显微镜进行观测镜检；桡足类成体，包括桡足期幼体(Copepodid)的总数，则在双筒解剖镜下抽样统计。

实验结果

1. 生物学特征

尖额真猛水蚤体呈纺锤形，前、后体部在最末胸节之前，但不明显。额角向前突出成鸟喙状。小触角短小，雄体的左右触角都成为执握器。第五胸足左右对称，单节，呈叶片状；雌体第五胸足顶端具 4 个较大的刺，雄体第五胸足顶端和外缘各具 2 个细长的刺。

本属只有尖额真猛水蚤一种，个体较小，一般性成熟的雌体体长 350—700 μ，雄体 300—400 μ。在本实验中，已抱卵可区分出性别的雌、雄的成体性比约为 2.5:1(♀:♂)，体长都比较接近，均以 720—750 μ 居多，且雄体比雌体稍大。在水温偏高时，大雄体抱接小雌体(有的仍属桡足后期幼体)的比例增多，所以个体大小差别悬殊。曾测量过最大个体体长为 950 μ(表 1)。

表 1 尖额真猛水蚤成体性比与体长

Table 1 Sexual proportion and body length of adult of *Eutерpe acutifrons*

组别 Group	日期(年.月) Date (Y, M)	月平均水温(°C) Average water temp. of a month (°C)	性比(%) Sexual proportion (%)		体长(μ) Body length (μ)	
			♀	♂	♀	♂
1	1983.7	28.4	73	27	734(500—950)*	779(700—850)
2	1983.10	24.9	74.5	25.5	689(450—850)	707(550—850)
3	1984.3	18.8	68	32	746	800(600—950)
平均 Average			71.8	28.2	723	751

* 括号内数字为各组测定 200 只中的最小与最大成体体长

The figures in the brackets are the largest and the smallest of the 200 *Eutерpe acutifrons* determined by each group

本种为自由生活的小型底栖滤食性桡足类，一般生活在近岸表层水中，在我国广泛分布于东、南海及台湾海峡。筛选并单种培养作为鱼、虾苗种的活饵料是比较理想的。

2. 培养密度与增殖率

通过试验可以看到，室内培养的尖额真猛水蚤，在不同容器中大部分都附栖于容器壁

部和底部,小部分自由游泳于水中。因此,必须从包括静栖状态的附栖个体密度(个/厘米²)和自由游泳状态的游泳个体密度(个/毫升),合计出总的培养个体密度(个/升)。

静栖于容器壁、底的桡足类,容易计数,所以附栖个体密度,以容器壁与底部每平方米面积栖息的个体数平均而得;游泳个体密度由抽取每毫升水样中自由游泳的个体数平均而得。经多次对比抽测并依容水量换算成的密度,得知后者约为前者的0.26倍。因此,将所得附栖个体总数乘以1.26,则得培养总个体数,再除以容水量(升)就得到了总的培养密度(个/升)。

宽口缸和水族箱壁与底面的桡足类附栖个体密度如表2所示,统计后的培养密度为:宽口缸——4115个/升;水族箱——3263个/升,本实验总平均培养密度为3689个/升。

表2 尖额真猛水蚤的附栖密度(个/厘米²)

Table 2 The berthing density of *Euterpae acutifrons* (individual/cm²)

附栖密度 Berthing density 容器(容量) Volume (capacity)	位置 Place	壁 Wall			底面 Bottom		总平均密度 A cumulative average density
		上位 upper	中位 middle	下位 descend	最密 largest density	平均 average	
宽口缸(5升) Wide mouth volume (5 litre)		7	7	15	44	23	13
水族箱(40升) Aquarium (40 litre)		5	11	18	32	24	14

尖额真猛水蚤在培养40—75日后,按下列公式计算增殖率:

$$\mu = \frac{1}{t_1 - t_0} \ln \frac{N_t}{N_0}$$

式中, N_0 为开始培养时桡足类的密度; N_t 为 t 时间(日)时桡足类的密度; t_0 与 t_1 为起始与终止的培养日; μ 为桡足类的日平均增殖率。

增殖率试验有三组。第一组由23只培养40日达12260只,其日平均增殖率为0.157;第二组由单个抱卵雌体培养75日达20573只,日平均增殖率为0.133;第三组由单个抱卵雌体培养75日达130536只,日平均增殖率为0.157。三组总平均日增殖率为0.149。

3. 摄食与饵料浓度

以往报导培养尖额真猛水蚤所用的饵料,主要有金藻类的 *Dicrateria* sp.; 硅藻类的 *Phaeodactylum tricornutum*、*Chaetoceros danicus*; 绿藻类的 *Platymonas suecica*、*Tetraselmis micropapillata*; 也有用过甲藻类的 *Gymnodinium* sp.。这次周年培养尖额真猛水蚤,采用并验证了以黄藻类的异胶藻(细胞长3—5 μ)培养是可行的,技术关键在于控制适宜的饵料浓度。

一般培养时均授予80—135 $\times 10^4$ 个/毫升的藻类浓度,但因异胶藻的增殖速度较快,特别是5—7月份水温升高,繁殖间隔时间缩短,很容易使培养液中藻类浓度猛增,即使1—3月份水温较低的情况下,也因培养时间长而使藻类浓度很高,对桡足类生长繁殖有较明显的影响。不同饵料浓度对尖额真猛水蚤培养的效果如表3所示。

当尖额真猛水蚤出现数量增长缓慢、甚至停滞以及半数死亡时,对其饵料浓度多次计

表3 藻类的六种浓度培养尖额真猛水蚤的效果比较
 Table 3 The culture results of *Eutерpe acutifrons* applied
 with six kinds of algae density

年. 月 (Y, M)	平均水温 Average water temp. (°C)	藻类浓度 Algae density ($\times 10^4$ cell/ml)	容器, 容量(升) Volume capacity (litre)	桡足类 Copepoda	
				数量 Number	繁殖情况 Situation of reproduction
1983.5-6	25.5	80-135	锥形瓶 Triangle glass (5)	增 add	正 常 normal
		1680	宽口缸 Wide mouth volume (5)	减 reduce	大量死亡 a great quantity of death
1983.8-9	28.4	352	水族箱 Aquarium (40)	增 add	正 常 normal
		1360	宽口缸 Wide mouth volume (5)	减 reduce	只剩少量 a small quantity left
1984.1-2	11.6	352	锥形瓶 Triangle glass (5)	增 add	缓 慢 slow
		864	锥形瓶 Triangle glass (5)	半数死亡 half quantity of death	缓 慢 slow

数平均值得知: 80×10^4 个/毫升时, 桡足类繁殖缓慢; 350×10^4 个/毫升时, 繁殖尚顺利; $864-1680 \times 10^4$ 个/毫升时, 繁殖出现停滞状态, 也有出现半数死亡甚至绝大部分死亡的现象。

4. 水温与繁殖的关系

在周年培养中, 观察到水温对该种的繁殖关系密切。就其夏季和冬季(1983年7—8月和1984年1—2月)相比较, 高温与低温季节的怀卵次数与怀卵量分别由表4和表5表示。

表4 夏季尖额真猛水蚤的怀卵次数与怀卵量*

Table 4 Berried number of time and quantity of *Eutерpe acutifrons* in summer

怀卵次数 Berried number of time		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	小 计 brief summary	备 注 notes
日 期 Date	月 month	7				8						1983.7.1 怀卵 berried, 1983.9.6 死亡 death.	
	日 day	5	13	18	26	3	10	13	17	22			31
间隔时间(日) Interval time (day)		5	7	5	8	8	7	3	4	5	9	6	
累积时间(日) Accumulative time (day)		5	12	17	25	33	40	43	47	52	61	67	
怀卵量(个) Berried quantity (cell)		23	18	17	16	19	27	18	14	13	9	174	

* 水温 (Water temp.) 25.6—30°C, 平均 (average) 28.4°C; 1983.7—8

表 5 冬季尖额真猛水蚤的怀卵次数与怀卵量*

Table 5 Berried number of time and quantity of *Euterpe acutifrons* in winter

怀卵次数 Berried number of time		1	2	3	小计 brief summary	备注 notes
日期 date	月 month	1		2		1983.12.28 怀卵 berried, 1984.2.17 死亡 death.
	日 day	12	24	9		
间隔时间(日) Interval time (day)		15	12	16	8	
累积时间(日) Accu mulative time (day)		15	27	43	51	
怀卵量(个) Berried quantity (cell)		82	24	30	26	

* 水温 (Water temp.) 7.6—14.5°C, 平均 (average) 11.1°C; 1984. 1—2

比较结果表明,水温偏高时(25.6—30°C,平均28.4°C),怀卵次数增多,达10次;每一次的间隔时间也较短,3—9日不等,平均6日;怀卵总量多,达174个,且于最后几次有递减的趋势;雌性亲体由首次怀卵到死亡的生命周期为67天。而水温偏低时(7.6—14.5°C,平均11.1°C),怀卵次数显然减少,本实验仅见3次;每一次的间隔时间延长,12—16日不等,平均14.3日,怀卵总量稍少,为86个,但每次怀卵量稍多,24—32个不等,平均28.7个,各次怀卵量差别较小,雌性亲体由首次怀卵到死亡的生命周期为51天。

水温可以说是尖额真猛水蚤在调整各次产卵时间中的一个重要变动因素。在不同水温条件下,产卵的间隔时间各不相同。在本实验中,11.1°C时为14.3日,28.4°C时为6日,与其他以往报导的低温时延长、高温时缩短的趋势相一致(表6);

表 6 尖额真猛水蚤在不同温度条件下的产卵间隔时间

Table 6 Interval time of spawning of *Euterpe acutifrons* in different temperature

水 温 Water temp. (°C)	产卵间隔时间(天) interval time(day)	作 者 authors
10	5.5	Haq (1972)
11.1	14.3(12—16)	本实验 this test (1983—1984)
15—17	约 about 14	D'Apolito <i>et al.</i> (1979)
18	25	Bernard (1963)
16	13	Haq (1972)
18	17.5	Neunes <i>et al.</i> (1969)
18	14—16	Zurlini <i>et al.</i> (1978)
20	约 about 14	D'Apolito <i>et al.</i> (1979)
20	12—14	Haq (1963)
23	15	Bernard (1963)
25	9	Haq (1972)
25	10.3	D'Apolito <i>et al.</i> (1979)
28.4	6(3—9)	本实验 this test (1983—1984)

该种桡足类由卵子孵化出无节幼体(N)的时间,也与水温的高低有着密切的关系。1983年5月11日采集时,代号“一号雌体”的单个卵囊怀卵23个,色均匀,5月14日脱落

于试管底,卵胚见眼点。5月17日孵出无节幼体,孵化时间6日(平均水温 23.8°C);8月13日代号“G雌体”的单个卵囊怀18个卵子,于8月17日孵出无节幼体,孵化时间4日(平均水温 27.3°C);8月24日,代号“试管I雌体”单个卵囊怀17个卵,于8月27日孵出无节幼体,孵化时间3日(平均水温 27.3°C),无节幼体长 126μ 、宽 113μ ,8月29日发育到长 150μ 、宽 142μ 。1984年1月24日代号“冬桡一号雌体”的单个卵囊怀24个卵子,于2月6日脱落;2月9日代号“冬桡C雌体”刚刚脱落的卵囊于2月15日孵出无节幼体,总共可间接推算孵化时间在18日左右(平均水温 11.6°C)。

因此,在适温范围内,由卵子孵化出无节幼体的时间,有着随温度升高而缩短和随温度下降而延长的趋势。

小结与讨论

1. 筛选尖额真猛水蚤进行单种培养,以作为经济鱼、虾类的种苗饵料生物,很有实用价值。其优点是:1)尖额真猛水蚤具有个体小、繁殖快的特点,成体均在1毫米以内,培养中还包括了大量的无节幼体(N)和桡足幼体(C),可供鱼、虾种苗提早摄食;2)它还具有静栖和浮游的双重习性,对鱼、虾种苗的摄食大为有利;3)周年易于培养,适合作为各种季节鱼、虾苗种的活饵料。尤其是高温季节,其世代繁殖次数增多,重新怀卵和孵化的时间均缩短,加之它是非动物食性,不啻为良好的活饵料种类之一。

2. 在桡足类的培养中,饵料种类及浓度是否适宜也很重要。本文采用微型黄藻类的异胶藻为饵,单种周年培养尖额真猛水蚤,证实是可行的;在培养中,还需控制其藻类浓度,一般以 $100-350 \times 10^4$ 个/毫升为宜,如果过密(如 $850-1680 \times 10^4$ 个/毫升)会使桡足类的繁殖受抑制,甚至导致桡足类死亡。

3. 在适温范围内,偏高的水温能促进桡足类的繁殖、增加怀卵次数和怀卵个数以及缩短产卵周期与孵化出无节幼体的时间。实验中观察到,在较高温时,雄性成体与雌性桡足幼体的抱接个体比例增加、抱接时间缩短。所以培养中适当增温很有必要。

4. 在实验过程中,作者试行改进对静栖与浮游双重特性的尖额真猛水蚤个体数量的检测方法。操作中,使用分级网筛选无节幼体、桡足幼体及大、小成体;利用涡旋水流静止后以集中虹吸取弃桡足类的排泄物(即短柱状粪便,一般长径 $206-308\mu$,宽径 $56-71\mu$)等,也作了一些尝试,这些都是浮游动物培养中必须解决的问题,当引起重视。

参 考 文 献

- [1] 王渊源, 1984. 海产植物性活饵料的比较培养. 水产学报, 8(4):259—273.
- [2] 陈世杰等, 1979. 一种海产微型黄藻——异胶藻(*Heterogroea* sp.)的大量培养. 福建水产, (1):99—104.
- [3] 陈柏云, 1983. 海洋桡足类与渔业关系. 海洋渔业, (3):108—109.
- [4] 郑重, 1980. 海洋浮游动物的培养研究——浮游生物学的新动向之五. 自然杂志, 3(2):134—138.
- [5] 郑重等, 1964. 中国海洋浮游桡足类(上卷). 上海科学技术出版社.
- [6] 袁昌贤, 1984. 海产水蚤之大量培养与利用. 养鱼世界(台湾), (8):14—17.
- [7] 湛江水产专科学校主编, 1979. 海洋饵料生物培养. 农业出版社.
- [8] 日本饵料プランクトン大量培养研究連絡協議会, 1979. 饵料用动物プランクトン的大量培養.(日本水产資源保護協会)水产増養殖叢書(23).

- [9] 古贺文洋, 1981. チグリバスの培養法。養殖, (7):54—57。
- [10] 平野礼次郎, 大島泰雄(林学钦译), 1968. 海产动物幼体培养及其饵料。日本水产学会誌, 29(3):282—297。
- [11] 代田昭彦, 1975. 水产饵料生物学。恒星社厚生阁版。
- [12] D'Apolito, L. M. and S. E., Stancyk, 1979. Population Dynamics of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) from Noth Inlet, South Carolina, With Reference to Dimorphic Meles, *Mar. Biol.* 54: 251—260.
- [13] Davis, C. S., 1983. Laboratory Rearing of Marine Calanoid Copepods. Dep. Biol. Woods Hole Oceanogr Inst. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 71(2): 119—133
- [14] Haq, S. M., 1972. Breeding of *Euterpina acutifrons*, a harpacticid copepod, with special reference to dimorphic males, *Mar. Biol.*, 15: 221—235.
- [15] —, 1973. Factors Affecting Production of Dimorphic Males of *Euterpina acutifrons*. *ibid.* 19: 23—26.
- [16] Kahan, D. et al., 1982. A Simple Method for Cultivating Harpacticoid Copepods and Offering Them to Fish Larvae. *Aquaculture*, 26(3, 4): 303—310.
- [17] Moreira, G. S., 1975. Studies on the Salinityresistance of the Copepod *Euterpina acutifrons* (Dana). In: *Physiological Ecology of Estuarine Organisms*. 73—79. Ed. by F. J. Vernberg. Columbia, S. C.: University of South Carolina Press.
- [18] Makoto Omori and Tsutomu Ikeda, 1984. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. pp. 290.
- [19] Neunes, H. W. and G. F. Pongolini, 1965. Breeding a pelagic copepod, *Euterpina acutifrons* (Dana) in the laboratory *Nature*, 208: 571—573.
- [20] Vernberg, W. B. and G. S. Moreira, 1974. Metabolic-temperature responses of the copepod *Euterpina acutifrons* (Dana) from Brigil. *Comp Biochem. Physiol.* 49A: 757—761.
- [21] Zurlini, G. et al., 1978. Reproduction and growth of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) under experimental conditions. *Mar. Biol.* 46: 59—64.

LABORATORY CULTURE OF *EUTERPE ACUTIFRONS* IN XIAMEN HARBOUR

Chen Shijie

(Fisheries Research Institute of Fujian Province)

ABSTRACT The *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) which was cultured with *Heterogroea* sp. (Xanthophyta: Heterocapsales) all the year round was sampled and sifted from Xiamen Harbour. The laboratory experiment showed that the higher density of *Heterogroea* sp. was unfavourable for culture, but the higher temperature was favourable for interval spawning and hatching process of copepoda. The *Euterpina acutifrons* was one of the fine living food for larvae of fish and prawns.

KEYWORDS *Euterpina acutifrons*, *Heterogroea* sp., laboratory culture