

# 几种单胞藻对婆罗异剑水蚤群体增殖的影响\*

黄加祺 黄辉洋

(厦门大学海洋学系 361005)

**提要** 研究了不同浓度的三角褐指藻(*Phaeodactylum tricornutum*)和不同种单胞藻单独喂养及混合喂养对婆罗异剑水蚤 *Apocyclops borneoensis* 群体增殖的影响。经 10 d 的培养,初步得出:三角褐指藻对婆罗异剑水蚤适宜的浓度为  $20 \times 10^4 \sim 50 \times 10^4$  cell/ml;在 4 种单胞藻中,等鞭金藻(*Isochrysis* sp.)效果最好,扁藻(*Platymonas helgolandica*)次之,小球藻(*Chlorella* sp.)最差;几种单胞藻混合喂养婆罗异剑水蚤,其群体增殖效果总体上比单种藻类喂养来得显著。还就不同浓度的藻类及不同种藻类单独或混合喂养对婆罗异剑水蚤群体增殖的影响进行讨论。

**关键词** 婆罗异剑水蚤,群体增殖,三角褐指藻,单胞藻

有关桡足类培养, Mullin 1963 年、Haq 1972 年、Zurlini 1978 年、Kahan 1982 年和 Davis 1983 年先后做过连续世代培养、繁殖及与生态条件关系的研究<sup>[1]</sup>国内曾就细巧华哲水蚤(*Sinocalanus tenellus*)、日本虎斑猛水蚤(*Tigriopus japonicus*)、双齿许水蚤(*Schmackeria dubia*)、尖额真猛水蚤(*Eutерpe acutifrons*)和婆罗异剑水蚤等进行过培养研究,有的还做过饵料实验<sup>[2~4]</sup>。

一般说来,发育快,生殖周期短,而且是广温、广盐和广分布,生活力较强,食物链较短的近岸半咸水种类较易培养成功<sup>[3]</sup>。婆罗异剑水蚤是符合上述条件的种类,因此选择它作培养对象。本文对厦门筲筴湖采集的婆罗异剑水蚤进行室内培养,研究不同单胞藻单独喂养和混合喂养以及同一种藻类不同浓度对其群体增殖的影响,以筛选出适合藻类和浓度,为今后大面积培养提供参考。

## 1 材料与方 法

婆罗异剑水蚤系 1995 年 4~5 月份在厦门筲筴湖采集的。

实验室所用的海水经 60  $\mu\text{m}$  孔径的滤膜过滤,自然海水比重为 1.020,盐度约 28。实验所用的烧杯为 500 ml,装入已配好各种实验藻液 150 ml,放入 6 只带卵囊的婆罗异剑水蚤。每天先配好含相应浓度的

新鲜藻液水,然后虹吸实验杯中大部分水,再倒入新鲜藻液水,虹吸管头部套 400 目筛绢,以防止幼体被吸出。所有实验均于 28  $^{\circ}\text{C}$  的恒温培养箱进行。每个浓度均设有 2 个平行组。经过 10 d 的群体培养,然后用 3% 福尔马林同时加入所有实验的烧杯中,以固定所实验的动物,后鉴定各期幼体并计算其数量。

婆罗异剑水蚤雌体两侧各挂 1 个卵囊,每个卵囊平均 17 个卵粒,每只则以 34 个卵粒计算其增殖率。

日平均增殖率参考了陈世杰(1988)的公式:

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

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

## 2 结 果

### 2.1 不同浓度的三角褐指藻对婆罗异剑水蚤群体增殖的影响

三角褐指藻的浓度分别为  $10 \times 10^4, 20 \times 10^4, 40 \times 10^4, 50 \times 10^4, 80 \times 10^4, 100 \times 10^4$  和  $200 \times 10^4$  cell/

\* 国家自然科学基金资助项目 49636220 号。

收稿日期:1998-11-14;修回日期:1999-02-11

ml 等 7 个梯度组。从图 1 可见,经过 10 d 不同浓度三角褐指藻的培养,婆罗异剑水蚤的幼体出现不同的数量。在藻类浓度  $20 \times 10^4 \sim 50 \times 10^4$  cell/ml 的浓度中,婆罗异剑水蚤有高的增殖率。最高增殖率出现在  $40 \times 10^4$  cell/ml 的藻类浓度中;其中,无节幼体数量达 30 只,桡足类幼体达 28 只,日平均增殖率高达 0.22 (表 1)。藻类浓度超过  $40 \times 10^4$  cell/ml 后,其增殖率随藻类浓度的升高而下降。在三角褐指藻浓度  $200 \times 10^4$  cell/ml 时,仅见到 1 只无节幼虫和 6 只桡足幼体,其日平均增殖率仅为 0.02。说明高的藻类浓度对婆罗异剑水蚤的繁殖有抑制作用。

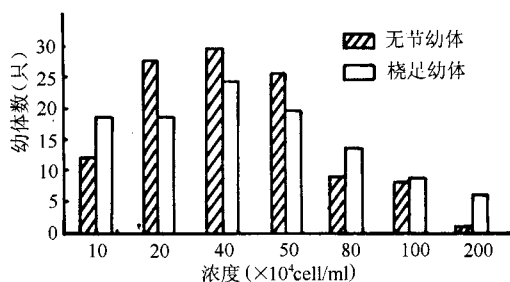


图 1 不同浓度的三角褐指藻对婆罗异剑水蚤增殖的影响(10 d, 28 °C)

Fig. 1 Effect of the concentration of *Phaeodactylum tricornerum* on the reproduction of *Apocyclops borneoensis* (10 d, 28 °C)

表 1 婆罗异剑水蚤在不同浓度三角褐指藻中的增殖率

Tab. 1 The reproduction rate of *Apocyclops borneoensis* under the cultivation of different concentrations of *Phaeodactylum tricornerum*

藻类浓度 ( $\times 10^4$ cell/ml)	增殖率 (%) <sup>1)</sup>	日平均增殖率 (%)
10	9	0.16
20	9	0.21
40	12	0.22
50	12	0.20
80	7	0.13
100	4	0.10
200	3	0.02

1) 仅以桡足类幼体数除以(6×34)得增殖率,因为存在多次挂卵现象。

## 2.2 不同藻类对婆罗异剑水蚤群体增殖的影响

三角褐指藻、等鞭金藻、小球藻和扁藻,饵料浓度均为  $10 \times 10^4$  cell/ml。经过 10 d 的群体培养,可以看出,在相同浓度的 4 种藻类中,婆罗异剑水蚤群体在等鞭金藻中的繁殖率最高,其桡足类幼体数量高达

82 个(图 2),日平均增殖率达 0.28。其次为扁藻,其增殖率也达 22%,日平均增殖率达 0.25,而效果最差为小球藻,经 10 d 培养仅有 6 只桡足幼体,日平均增殖率仅为 0.13(表 2)。

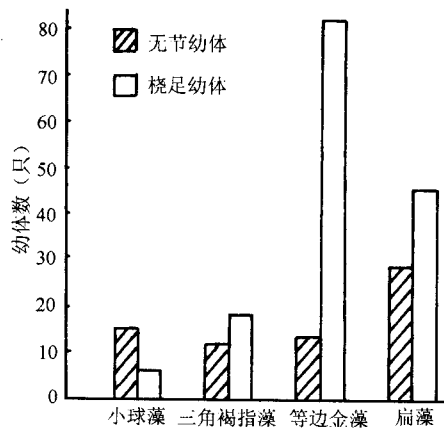


图 2 不同藻类对婆罗异剑水蚤增殖的影响(10 d, 28 °C)

Fig. 2 Effect of different algae on the reproduction of *Apocyclops borneoensis* (10 d, 28 °C)

表 2 不同藻类中婆罗异剑水蚤的增殖率( $10 \times 10^4$  cell/ml)

Tab. 2 The reproduction rate of *Apocyclops borneoensis* under the cultivation of different algae (concentration of  $10 \times 10^4$  cell/ml)

饵料	增殖率 (%)	日平均增殖率 (%)
小球藻	3	0.13
三角褐指藻	9	0.16
等鞭金藻	40	0.28
扁藻	22	0.25

## 2.3 混合饵料对婆罗异剑水蚤群体增殖的影响

本实验采用小球藻+三角褐指藻、小球藻+等鞭金藻和三角褐指藻+等鞭金藻 3 组混合藻类进行婆罗异剑水蚤群体培养。每种藻类浓度均为 50 000 cell/ml,而每组总浓度为  $10 \times 10^4$  cell/ml。经过 10 d 群体培养,以三角褐指藻+等鞭金藻这组的增殖效果最好,其无节幼虫数和桡足幼体数分别为 61 只和 79 只,日平均增殖率高达 0.31,而小球藻+三角褐指藻效果最差,2 种幼体数分别为 35 和 39 只(图 3),日平均增殖率仅为 0.25(表 3)。但总体来说,混合投喂比单独投喂的增殖效果较好。

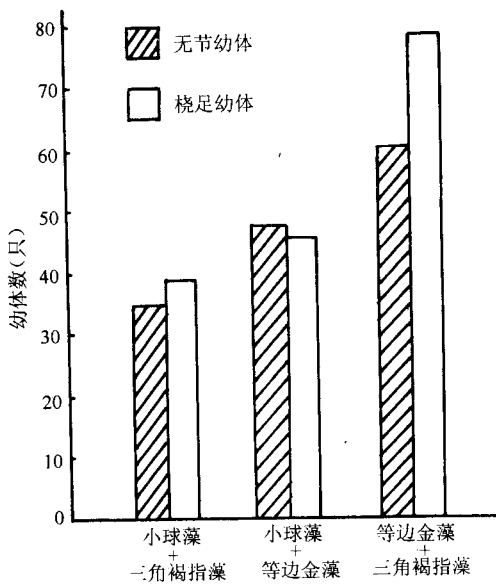


图3 混合饵料对婆罗异剑水蚤群体增殖的影响 (10 d, 28 °C)

Fig. 3 Effect of mixture diets on the reproduction of *Apocyclops borneoensis* (10 d, 28 °C)

表3 婆罗异剑水蚤在混合饵料中的增殖率(总浓度  $10 \times 10^4$  cell/ml)

Tab. 3 The reproduction rate of *Apocyclops borneoensis* under the cultivation of mixture diets (Total concentration of  $10 \times 10^4$  cell/ml)

饵料	增殖率 (%)	日平均增殖率 (%)
小球藻+三角褐指藻	19	0.25
小球藻+等鞭金藻	22	0.28
三角褐指藻+等鞭金藻	39	0.31

### 3 讨论

本研究发现,在藻类浓度为  $20 \times 10^4 \sim 50 \times 10^4$  cell/ml 时,婆罗异剑水蚤群体繁殖率高,这比一般的浓度高出 4~5 个数量级,是否与不同种类要求饵料浓度不同有关。据刘卓 1989 年报道,岩崎用单鞭金藻和双鞭金藻(浓度各  $20 \times 10^4$  cell/ml),再加骨条藻长链 9 000 条①/ml 为饵料,培养海洋伪镖水蚤(*Pseudodiaptomus marinus*),取得很好的培育效果。该藻类的浓度与作者的结果十分接近。

由实验结果可以看出,不同种单胞藻对婆罗异剑水蚤的群体增殖有不同的影响。王渊源 1984 年比较

了几种藻类氨基酸的含量,由高到低依次为三角褐指藻、扁藻、小球藻和金藻,这与本实验结果藻类排列的顺序不大一致。在这 4 种藻类中,等鞭金藻是最好的饵料生物,在不少桡足类和其他种类培育中已显示其良好效果<sup>[3]</sup>。由于它无真正的细胞壁,只有十分薄的固质膜,易被消化,并富含类胡萝卜素、金藻昆布糖及脂肪<sup>[5]</sup>,营养丰富,同时它和扁藻一样,具有运动的鞭毛,在静止状态培养中,不易沉底,显示出良好的饵料效果。而小球藻和三角褐指藻培养婆罗异剑水蚤效果较差,可能与它们有较厚的细胞壁有关,其中前者有纤维素细胞壁,后者有硅质细胞壁较不易消化,它们均无运动能力并易沉底。此外,它们能分泌有毒的代谢产物,特别是小球藻<sup>[1]</sup>。因此,用它来作为婆罗异剑水蚤的饵料是不适宜的。另外,在这 4 种藻类的培养中,小球藻和三角褐指藻先于金藻和扁藻进行培养,因此也可能受到藻龄的影响。Loozanoff 等 1963 年曾指出,当藻类培育达到生长停滞期或下降期时,用它来培养幼虫,则幼虫生长停止。

等鞭金藻单独投喂婆罗异剑水蚤,其群体的增殖效果也相当不错。可以判断,在混合饵料中它起着重要作用,甚至在预备实验中,出现金藻单独投喂效果(增殖率 55%)优于混合投喂(小球藻与等鞭金藻 45%,三角褐指藻与金藻 51%)。一般说来,两种合适饵料混合投喂,可提供一些综合性物质,不仅能促进生长发育,还能提高成活率,一般比单独投喂效果更好<sup>[1,3,4]</sup>。本实验的结果也表明,混合投喂的效果总体上优于单种投喂。但 Mullin 1963 年也曾指出,混合饵料中对浮游植物大个体的摄食要比小个体快得多,即使当大个体细胞的藻龄比小个体来得大的时候。本实验中,金藻、扁藻个体比较大,培养时间又相对短,因此,是否存在饵料选择的问题,即在混合饵料中桡足类只选择一种饵料,而忽视另一种饵料,造成实际饵料浓度的不足,而出现混合投喂效果不如单种投喂。

厦门筭筭湖在治理之前污染十分严重,婆罗异剑水蚤是该湖中的优势种类,也说明了它的耐污性。在不同饵料的预备实验中,每天投饵不换水,最终幼体数量比有换水的正式实验来得多。也就是说,采用虹吸法换水后,水质洁净,加上操作中的损伤,婆罗异剑水蚤的增殖率反而下降。这与张其永、吴慧端 1988 年的观察结论是一致的。因此,对于耐活性种类的培养,既要保持水中恒定的饵料浓度,又要避免过于清

① 1 条长链约 5~20 个细胞

净的水质,才能达到理想的效果。

#### 参考文献

- 1 郑 重. 海洋浮游生物生态学文集. 厦门: 厦门大学出版社, 1986. 1~
- 2 陈世杰、刘 敏. 福建水产, 1994, 2: 36~37
- 3 郑 重、李少菁等. 海洋桡足类生物学. 厦门: 厦门大学出版社, 1992. 1~
- 4 湛江水产专科学校主编. 海洋饵料生物培养. 北京: 农业出版社, 1979. 1~
- 5 郑 重、李少菁等. 海洋浮游生物学. 北京: 海洋出版社, 1984. 1~

## EFFECTS OF SEVERAL UNICELLULAR ALGAE UPON THE REPRODUCTION OF *Apocyclops borneoensis* POPULATION

HUANG Jia-qi HUANG Hui-yang

(*Oceanography Department, Xiamen University 361005*)

Received: Nov. 14, 1998

Key Words: *Apocyclops borneoensis*, Reproduction cultivation, *Phaeodactylum tricorutum*, Unicellular algae

### Abstract

The reproduction of *Apocyclops borneoensis* population has been investigated by feeding *Phaeodactylum tricorutum* of different concentrations, and different unicellular in mixture. Preliminary conclusions were drawn after a 10 d period. The optimum concentration of *P. tricorutum* for *A. borneoensis* lies between  $20 \times 10^4$  cell/ml and  $50 \times 10^4$  cell/ml. Among the four species of unicellular algae, the effect of *Isochrysis* sp. is best, while *Platymonas helgolandica* the second, and *Chlorella* sp. the worst. Generally, the effects of mixture feeding are significant than those of single-species feeding. Corresponding discussions are followed.