

# 接种密度、食物量及温度对萼花臂尾轮虫 (*Brachionus calyciflorus*)种群增长的影响\*

田宝军, 丁茜, 李英文

(重庆师范大学 生命科学学院 重庆市生物活性物质工程研究中心 重庆市动物生物学重点实验室, 重庆 400047)

**摘要**: 萼花臂尾轮虫(*Brachionus calyciflorus*)是淡水仔鱼的理想开口饵料,许多环境因子对其生长繁殖都有影响。研究了不同接种密度、不同食物量、不同温度对萼花臂尾轮虫种群生长的影响。接种密度选择5、15、20、35个/mL等4个梯度,食物量选择每日每百万只1、5、10 g酵母3个梯度,温度选择20、25、30、35℃等4个梯度。结果表明:1)利用干酵母培养萼花臂尾轮虫时,接种密度每20个/mL左右为宜;密度过低时,种群很难适应新环境;密度过高时,平均增长率低下;2)每日每百万只5 g酵母比其它食物量更适合萼花臂尾轮虫种群的增殖;食物量过低,生长慢,个体小;食物量过高时,水体污染严重;3)30℃萼花臂尾轮虫大量快速增殖,温度低于30℃繁殖缓慢,温度高于30℃无法生存。

**关键词**: 萼花臂尾轮虫; 接种密度; 食物量; 温度; 种群增长

中图分类号: Q145+.1; Q178.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2009)01-0026-04

萼花臂尾轮虫(*Brachionus calyciflorus*)隶属轮虫动物门(Rotatoria)、单巢纲(Monogononta)、游泳目(Ploima)、臂尾轮虫科(Brachionidae)、臂尾轮虫属(*Brachionus*)。因其具有营养丰富、分布广泛、适口性好、适应性强、繁殖迅速、大小适中、不污染水体等优点,是仔鱼理想的开口饵料,现用已作几十种鱼类的活饵料<sup>[1]</sup>。与海水轮虫培养相比,淡水轮虫培养技术还不成熟,产量不高,常用的培养容器仅为各种玻璃器皿、水族箱、水泥池等,而海水轮虫的培养已经达到了工厂化的连续培养水平,尤其像日本这样的水产种苗生产技术先进的国家,甚至已经建立了超高密度培养系统。究其原因,应与淡水养殖不太注重工厂化育苗有关。随着淡水养殖鱼类工厂化育苗及提早繁殖技术的日渐成熟与展开,生产上亟待解决其幼体期活饵料的供应问题,所以,淡水轮虫批量培养的迫切性也日益明显。根据实验研究和生产上的需要,本研究中探索了不同接种密度、不同食物量及不同温度对萼花臂尾轮虫种群生长的影响,以确定萼花臂尾轮虫种群生长适宜的接种密度、食物

量及温度,从而为实现萼花臂尾轮虫持续稳定地大批量生产和促进淡水鱼类苗种顺利生产提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料来源及培养

从西南大学荣昌水产学院取得一定数量萼花臂尾轮虫,采用“单克隆”方法培养后,其子代供实验使用。培养用酵母采用安琪牌活性干酵母,并先以95 mL蒸馏水溶解5 g酵母配成5%悬浊液,取上清液4℃冰箱保存备用。其基本培养条件为:实验期间每日早晚两次投喂酵母,每日每百万只轮虫5 g。每次投喂后,轻轻搅拌,即可使饵料均匀,又可增加水中氧气<sup>[2]</sup>。实验中培养用水采用双重蒸馏水,容器为100 mL三角瓶(水体50 mL,实验过程中不充气)。使用恒温棒将温度控制在(30±1)℃。培养光照采用自然光照。

### 1.2 实验处理设计

1)接种密度对萼花臂尾轮虫种群增长的影响。在基本培养条件下,按接种密度设置4个处理梯度,

\* 收稿日期 2008-06-28 修回日期 2008-10-02

作者简介: 田宝军,男,硕士研究生,研究方向为动物生理学;通讯作者: 李英文, E-mail: liyingwen@live.cn.

分别为5、15、20、35个/mL。

2)食物量对萼花臂尾轮虫种群增长的影响。在其他基本培养条件不变的情况下,按食物量高低设置3个处理组。低食物量组为每日每百万只轮虫1g酵母;中食物量组为每日每百万只轮虫5g酵母;高食物量组为每日每百万只轮虫10g酵母。轮虫接种密度为15个/mL。

3)温度对萼花臂尾轮虫种群增长的影响。在其他基本培养条件不变的情况下,按培养温度高低设置为4个处理梯度:20、25、30、35℃(使用恒温棒控温)。轮虫接种密度为15个/mL。

以上3组实验均设置2个平行组。

### 1.3 实验方法

每日进行生长情况的检查,注意轮虫的游动是否活泼正常、分布是否均匀、密度是否每日增大等情况,做好记录。每日定时进行一次镜检,取水体

1 mL,数出轮虫个数,重复3次,求出每mL水体含有轮虫数的平均值。轮虫数量的增长倍数和平均日增长率计算方法分别为

$$\text{增长倍数} = \text{轮虫总量} / \text{接种轮虫数}$$

$$\text{平均日增长率 } R = (\ln N_1 - \ln N_0) / t$$

其中  $N_0$  和  $N_1$  分别表示实验开始时和结束时轮虫种群密度,  $t$  表示实验天数<sup>[3]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 不同接种密度对萼花臂尾轮虫种群增长的影响

从表1可以看出,接种密度为5个/mL的处理组生长较慢,但平均日增长率最高,为0.367,最高增长倍数达39.4;接种15、20、35个/mL的实验组,生长良好,但平均日增长率随着接种密度增加而减少,分别为0.322、0.301和0.259,最高增殖倍数分别为73.2、145.9和92。

表1 不同接种密度条件下萼花臂尾轮虫数量变化

Tab.1 Variation of quantities of *Brachionus calyciflorus* under different conditions of initial population densities

实验时间/d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	最高增殖倍数	平均日增长率 $R$
接种密度/(个·mL <sup>-1</sup> )	轮虫数量变化/(个·mL <sup>-1</sup> )											
5	8	7	8	6	2	6	24	89	175	197	39.4	0.367
15	28	42	37	63	172	460	1 098	646	469	376	73.2	0.322
20	25	21	35	118	476	1 178	2 918	1 514	756	405	145.9	0.301
35	54	187	497	814	1 328	2 120	3 220	1 856	836	468	92	0.259

### 2.2 不同食物量对萼花臂尾轮虫种群增长的影响

从表2和图1可以看出,低食物量组和高食物量组培养轮虫的峰值出现早于中食物量组,而其它方面,中食物量组占明显优势:平均日增长率0.431,高于低食物量组的0.242;最高增长倍数74.5,高于低食物量组的11.3及高食物量组的19.1;最高种群密度1 118个/mL,同样远远高于其它两组。其中,高食物量组在第9天全部死亡。

表2 不同食物量下萼花臂尾轮虫的增长倍数、平均日增长率

Tab.2 The increasing multiples and average increasing rates of *Brachionus calyciflorus* under different conditions of quantities of food

不同食物量	平均日增长率	最高增长倍数	最高种群密度/(个·mL <sup>-1</sup> )	达最高密度时间/d
低食物量	0.242	11.3	169	7
中食物量	0.431	74.5	1 118	10
高食物量	-	19.1	286	6

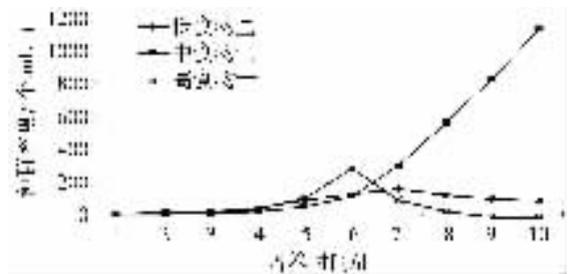


图1 不同食物量对萼花臂尾轮虫种群增长的影响

Fig.1 Effects of different conditions of quantities of food on the growth of population of *Brachionus calyciflorus*

### 2.3 不同温度对萼花臂尾轮虫种群增长的影响

从图2可以看出,培养前4天增殖并不快,但第5天开始出现差异,25、30℃实验组增殖迅速,而20℃实验组轮虫数逐渐减少,最终全部死亡,35℃实验组在第3天就全部死亡。25、30℃实验组最高种群密度都在第8天达到最大值,分别为754和1 089个/mL。从表3可知,25、30℃实验组在整个实验过程中,平均日增长率分别为0.329和0.382,

最高增殖倍数 30 ℃ 实验组 126.5, 明显高于 25 ℃ 实验组 50.3。

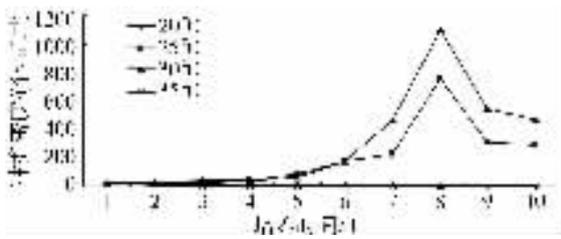


图 2 不同温度对萼花臂尾轮虫种群增长的影响

Fig. 2 Effects of on different conditions of temperature the growth of population of *Brachionus calyciflorus*

表 3 不同温度下萼花臂尾轮虫增长倍数、平均日增长率

Tab. 3 The increasing multiples and average increasing rates of *Brachionus calyciflorus* under different conditions of temperature

处理温度 /℃	平均日增长率	最高增长倍数	最高种群密度 / (个 · mL <sup>-1</sup> )	达最高密度时间 /d
20	-	1.3	20	2
25	0.329	50.3	754	8
30	0.382	126.5	1 098	8
35	-	-	15	-

### 3 讨论

#### 3.1 不同接种密度对萼花臂尾轮虫种群增长的影响

接种 5 个/mL 的实验组在处理前几天里种群密度始终不见升高,可能是由于还没有适应新环境的缘故。虽然该组在第 7 天种群密度开始升高,但与其它组相比晚很多。因此,低密度接种对萼花臂尾轮虫培养意义不大。这也与张道南等<sup>[4]</sup>在用 3 L 容器培养褶皱臂尾轮虫实验得到的低密度接种轮虫不能很好繁殖的结果相一致。接种 15、20、35 个/mL 实验组却都能够快速适应新环境且增殖迅速,种群密度分别在第 7、6 和 5 天超过了 1 000 个/mL,并均在第 7 天到达峰值,分别为 1 098、2 918 和 3 220 个/mL(这里出现的种群密度超过 3 000 个/mL 是在实验条件下取得的,实际生产中不一定能达到)。但随着实验水体中轮虫数目增多,排泄物随之增多,酵母投喂量也在加大,从而导致水体污染严重,含氧量下降,氨氮含量升高,轮虫密度开始下降。一些研究<sup>[5,6]</sup>结果显示,轮虫生产量随接种密度增加而增大,而增长率则随接种密度的增加而下降。本实验中萼花臂尾轮虫平均日增殖率同样随着接种密度的增加而降低依次为 0.367、0.322、0.301 和 0.259。而最高增殖倍数依次为 39.4、73.2、145.9

和 92。综合考虑最大种群密度、平均日增长率和最高增长倍数,认为利用干酵母培养萼花臂尾轮虫时,接种密度 20 个/mL 左右为宜,与徐继林等<sup>[5]</sup>在 250 mL 容器中培养褶皱臂尾轮虫实验得到的接种密度 20~25 个/mL 为宜的研究结果基本一致。

#### 3.2 不同食物量对萼花臂尾轮虫种群增长的影响

食物量对轮虫的增殖有很大影响。廖永岩<sup>[7]</sup>认为,面包酵母投喂量以 0.8~1.2 g 每日每百万只轮虫较理想。游岚等<sup>[8]</sup>采用的投喂量为 2 g 每日每百万只轮虫。本实验用低食物量投喂轮虫发现,轮虫个体小,运动缓慢,抱卵率低,水体比较清澈。中食物量实验组情况刚好相反,轮虫个体大,运动迅速,抱卵率高,水体污染比较严重。高食物量组水体污染十分严重,但出现峰值较早,之后轮虫数量迅速下降,最后全部死亡。出现上述情况原因在于:1)低食物量组中可能由于食物数量不够,酵母剩余量少,从而水体中有机物含量增加不明显,少量有机物分解产生的有害物质如氨、硫化氢等对水体污染小,所以水体比较清澈。2)高食物量组中则是因轮虫排泄物增多,氨氮含量增多,从而水体污染严重,水质恶化,最终导致轮虫全部死亡。采用低食物量投喂,虽然种群密度峰值在第 7 天就出现,较中食物量处理组第 10 天种群密度才出现峰值早,但平均日增长率、最高增长倍数和最大种群密度都不如后者且差异显著。因此,本实验中设置的中食物量处理更有利于萼花臂尾轮虫的增殖。另外,考虑到有些仔鱼口径较小,个体大的轮虫不适宜作为其开口饵料,因此可以适当降低饵料密度,使培养的轮虫个体较小,以便解决口径较小的仔鱼捕食问题。此外,本研究与廖永岩、游岚等人的研究相比,其结果不完全一致,其原因可能是他们使用的褶皱臂尾轮虫为海水轮虫,与本研究中采用的淡水轮虫——萼花臂尾轮虫存在一定的差异性;同时实验环境和实验条件的差异性也是原因之一。

#### 3.3 不同温度对萼花臂尾轮虫种群增长的影响

温度是影响轮虫种群增长的主要因素之一。黄祥飞<sup>[9]</sup>认为,在适温范围内,随着温度的升高,轮虫的世代时间缩短,产量则随之增加。游岚等<sup>[8]</sup>认为,在 15~35 ℃ 范围内,随着水温的升高,褶皱臂尾轮虫繁殖速度加快,最适水温为 25~35 ℃,40 ℃ 是轮虫生活和繁殖的临界高温。廖永岩<sup>[7]</sup>认为,30 ℃ 是培养轮虫的最适温度。本实验 20 ℃ 实验组萼花臂尾轮虫只在最初几天增长,随后降低,最后死亡。究

其原因,可能与接种密度和温度不高,导致轮虫很难快速繁殖以及不能适应新环境有关。35℃实验组在第3天全部死亡,可见35℃的高温萼花臂尾轮虫无法生存和繁殖。25℃和30℃实验组轮虫在第5天后增殖迅速,产量增加。30℃实验组在平均日增殖率、最高增殖倍数和最高种群密度3项指标都高于25℃实验组,且差异明显。因此,30℃能够使萼花臂尾轮虫大量、快速地增殖,这一实验结果与游岚、廖永岩等人的报道基本一致。

#### 参考文献:

- [ 1 ] Fu Y , Hada A , Yamashita T , et al. Development of a continuous culture system for stable mass production of the marine rotifer *Brachionus* [ J ]. *Hydrobiologia* ,1997 ,358 : 145-151.
- [ 2 ] 孙颖民,石玉,郝彦周. 水产生物饵料培养实用技术手册 [ M ]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [ 3 ] Park H G , Lee K W , Cho S H , et al. High density culture of the freshwater rotifer , *Brachionus calyciflorus* [ J ]. *Hydrobiologia* ,2001 ,446 :369-374.
- [ 4 ] 张道南,白利平,张毅,等. 利用啤酒酵母活菌株培养褶皱臂尾轮虫的研究 [ J ]. *水产学报* ,1983 ,7( 2 ) :113-123.
- [ 5 ] 徐继林,王丹丽. 食物、光照及接种密度对褶皱臂尾轮虫种群增殖的影响 [ J ]. *浙江海洋学院学报( 自然科学版)* 2003 ,22( 1 ) :26-29.
- [ 6 ] 刘新富,雷霖霖,刘忠强. 真鲷饵料生物褶皱臂尾轮虫和眼点拟微绿藻的大量培养 [ J ]. *海洋科学* ,2000 ,24( 5 ) :47-51.
- [ 7 ] 廖永岩. 褶皱臂尾轮虫室内高密度培养及在远海梭子蟹育苗中的应用 [ J ]. *海洋科学* ,2003 ,27( 4 ) :68-71.
- [ 8 ] 游岚,陈品健,唐晓刚. 褶皱臂尾轮虫大面积培养技术 [ J ]. *海洋科学* ,1994( 5 ) :4-6.
- [ 9 ] 黄祥飞. 武汉东湖若干轮虫卵和胚后发育时间的观察 [ J ]. *海洋与湖沼* ,1989 ,20( 2 ) :184-195.

## Effects of Initial Population , Food Quantities and Temperature on Population Growth of *Brachionus calyciflorus*

TIAN Bao-jun , DING Qian , LI Ying-wen

( College of Life Science , Engineering Research Center of Bioactive Substances , Chongqing Key Laboratory of Animal Biology , Chongqing Normal University , Chongqing 400047 , China )

**Abstract :** *Brachionus calyciflorus* is the great starting food to freshwater larval. There are many environment factors effecting their growth and increase. The different initial population densities , food quantities and temperature of *Brachionus calyciflorus* cultured under different conditions are studied in this paper. Initial population densities are chosen from 4 grads : 5 , 15 , 20 and 35 individuals per mL ; food quantities are chosen from 3 grads : 1 g of yeast for a hundred million individuals of rotifer per day , 5 g of yeast for a hundred million individuals of rotifer per day , 10 g of yeast for a hundred million individuals of rotifer per day ; temperatures are chosen from 4 grads : 20 25 30 and 35 °C . The results show as follow : 1 ) about 20 individuals per mL of initial population densities is the optimum density for rotifer with yeast in this experiment. The population can not adapt the new environment in lower initial population densities. The average increasing rate is lower in higher initial population densities. 2 ) 5 g of yeast for a hundred million individuals of rotifer per day is more suitable than other food quantities for the population. The rotifers grow slowly and the body size is small in lower food quantities. The water is polluted seriously in higher food quantities. 3 ) The growth of *Brachionus calyciflorus* is better at 30 °C ; the rotifers breed slowly when temperature is lower than 30 °C ; and they can not live when the temperature higher than 30 °C .

**Key words :** *Brachionus calyciflorus* ; initial population density ; food quantities ; temperature ; population growth

( 责任编辑 方 兴 )