

不同饵料对褶皱臂尾轮虫 种群生长繁殖的影响*

田景波 孙广德 张庆文 宋德敬

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘要 用3种饵料、4个组合培养褶皱臂尾轮虫, 研究饵料对轮虫种群生长、繁殖的影响。结果表明: 用光合细菌和鲜酵母混合为饵组, 轮虫的最高培养密度达到了 $1\ 820\ \text{mL}^{-1}$, 高于其它3组; 轮虫的日平均增殖率为 0.435 1, 比光合细菌组和鲜酵母组分别增加了 6.4% 和 25.0%。对轮虫生长、繁殖有明显的促进作用。

关键词 褶皱臂尾轮虫, 混合饵料, 种群生长, 繁殖

褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*) 是多数海产动物幼体理想的开口活饵料。它具有易培育、繁殖快、营养丰富, 并能保持良好育苗水质的优点。自本世纪 60 年代轮虫首次作为仔鱼的饵料以来, 许多海水鱼的繁育获得了成功。国内外许多学者对轮虫的繁殖生态、饵料营养、培养技术等方面作了大量的试验研究。然而, 随着海水鱼人工育苗规模的不断扩大, 对轮虫供应数量和培养稳定性的要求也越来越高。轮虫活饵料的培养已成为育苗生产的关键环节。日本从 90 年代开始进行轮虫工厂化连续培养技术的研究, 并已取得初步成果。我国在这方面的研究较少。本文研究几种主要饵料对褶皱臂尾轮虫种群生长、繁殖的影响, 以探讨高密度培养轮虫的最佳饵料组合, 为工厂化培养奠定基础。

1 材料和方法

1.1 实验材料

轮虫原种取自中国科学院海洋研究所, 经培养获得休眠卵保存。试验前经孵化、扩大培养供试验使用。测量成体轮虫的背甲长为 $204\sim 212\ \mu\text{m}$ 。

光合细菌属红螺菌科的荚膜红假单胞菌(*Rodo Pseudom*), 简称 PSB。原种取自青岛海洋大学, 用细口瓶扩大培养到浓度为 $3\times 10^9\ \text{mL}^{-1}$ 。投喂前经离心机去上清液后使用。

小球藻经实验室培养, 藻液浓度在 $2\times 10^7\ \text{mL}^{-1}$ 以上。

鲜酵母平时贮存在冰箱中(4.0℃), 使用前用淡水稀释成 5% 的悬浊液。

收稿日期: 1998-07-03

* 本文为中国水产科学研究院 96 年院基金项目的部分内容

1.2 试验设施

在水浴箱中进行,用温控仪控制水温在 $(28 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ 。试验容器为2 000 mL的锥形瓶,内置150号充气石,用微型气泵连续充气。试验期间光照度为3 000 lx左右。每组设2个平行样,轮虫的接种密度为 50 mL^{-1} 左右。试验用海水经沉淀→砂滤→陶瓷过滤器处理。海水盐度用经曝气、静置12 h的自来水调至25。

1.3 饵料投喂

日投饵2次。投喂前测定水体中的饵料密度,小球藻组密度控制在 10^7 mL^{-1} 。光合细菌组密度控制在 $2 \times 10^7 \text{ mL}^{-1}$,混合饵组的光合细菌密度在 $6 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ 。鲜酵母的投喂量随轮虫的密度增减而随时调整(见表1)。

表1 鲜酵母日投喂量
Table 1 Daily feeding level of fresh yeast

组别 group	天数 days									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
混合组 mixed feed	3.0	2.0	1.5	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5
酵母组 fresh yeast	6.0	4.0	3.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0

1.4 测量方法

每日早晨用1.0 mL的刻度吸管分别随机取样,置于培养皿中,加福尔马林固定,在解剖镜下测定轮虫和卵的数量。

用血球计数板测定小球藻和光合细菌的密度,再补充到试验设计水平。

轮虫抱卵率(R) = 卵的总数/轮虫的总数 $\times 100$

日平均增殖率(K) = $(\ln N_c - \ln N_o) / (t_c - t_o)$ 式中 N_o 和 N_c 分别表示增殖率

计算开始和计算结束时轮虫的培养密度/ mL^{-1} ; t_o 和 t_c 分别表示增殖率计算开始和计算结束时的时间/d。

2 试验结果

2.1 饵料对轮虫种群生长繁殖的影响

本试验鲜酵母的投喂量参照叶振江^[3]和张道南^[6]的试验结果,根据轮虫的绝对摄饵量,制定了动态投饵方案(表1)。从图1可看出,小球藻组和混合饵组在轮虫种群生长、繁殖方面具有明显的优势。相比之下,混合饵组能使轮虫达到最高的培养密度 $1\ 820 \text{ mL}^{-1}$,小球藻组却能使轮虫最早达到其密度的峰值。各试验组轮虫的日平均增殖率差异也较显著。小球藻组为0.587 3,混合饵组为0.435 1,光合细菌组为0.409 9,鲜酵母组为0.348 1。结果表明:小球藻能促进轮虫种群的迅速增殖。用光合细菌和鲜酵母的混合饵培养轮虫均比两者单独使用效果好。

2.2 饵料对轮虫抱卵率的影响

轮虫的产卵数量是影响轮虫种群生长的主要因素。从表2可看出,各组的平均抱卵率和所达到的抱卵率峰值均以小球藻组最高,其次是混合饵组,光合细菌组和鲜酵母组最差。在试验中还观察到每个轮虫的抱卵数量,小球藻组2~3个多见,酵母组1~2个多见,而后2组大多数为1个卵。

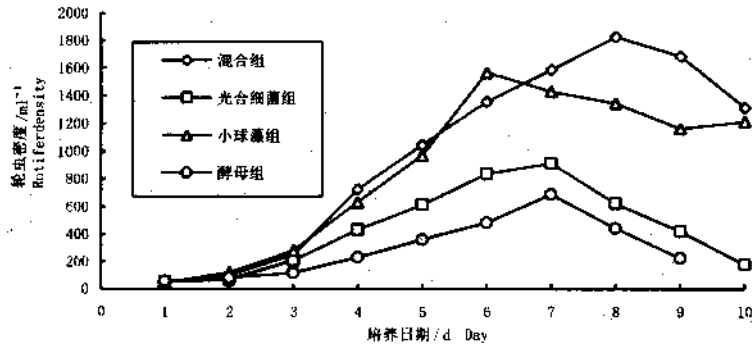


图 1. 不同饵料对轮虫群体生长的影响

Fig. 1 Effects of different feeds on population growth of rotifer

表 2 轮虫抱卵率的比较

Table 2 Percentage of brood rotifer

组别 group	培养日期 days										均值 average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
混合组 mixed feed	21	62	64	57	85	105	144	128	34	31	75
光合细菌组 PSB	27	54	64	72	96	66	24	12	16	18	45
小球藻组 chlorellasp	31	72	124	102	184	92	61	34	38	49	79
鲜酵母组 fresh yeast	17	19	36	57	74	62	28	18	0	11	33

3 讨论

3.1 轮虫饵料的选择

工厂化高密度培养轮虫,要求其饵料不但能使轮虫快速增殖,而且能保证大量稳定的供应。虽然小球藻是培养轮虫的适宜饵料,但由于轮虫摄食速度远大于藻类的繁殖速度,要完全依靠藻类来维持轮虫的高密度培养难度相当大,并且需要相当规模的藻类培养配套设施。因此,小球藻作为轮虫高密度培养的饵料有一定的局限性。日本研究用啤酒酵母培养轮虫,使培养密度增加了 10 几倍。其不足之处是,酵母细胞在高渗海水中极易分解,不仅降低了自身的饵料价值,还污染了水质,使培养水体中有机物含量增高,细菌和原生动物大量繁生,很难达到高密度培养轮虫的目的。本试验利用光合细菌能充分利用低分子有机物净化水质的特性,与鲜酵母混合作为轮虫饵料,既净化了培养环境,同时光合细菌又可作为饵料来源,明显提高了轮虫的种群密度。其综合饵料效果优于其它 3 个试验组,是工厂化培养轮虫最佳的饵料组合。

3.2 光合细菌作为轮虫饵料的值

光合细菌营养丰富,内含多种能促进动物幼体生长发育的生理活性物质。它们以轮虫为中间载体,供给海产动物幼体,促进其生长发育,预防疾病^[4,6]。光合细菌中维生素 B₁₂ 含量高,每克菌体中高达 21 μg。丁建平^[1]把产生维生素 B₁₂ 的假单胞杆菌添加到培养水中,对轮虫生长繁殖有明显的促进作用。王鉴^[2]和许兵^[5]用光合细菌分别混以小球藻、扁藻、海洋酵母为饵培养轮虫,能明显提高其增殖率。坂本久等^[7]的试验证明,单独用光合细

菌为饵培养轮虫价值甚小,而与面包酵母或小球藻混合为饵,则可明显地促进轮虫的增殖。这是由于酵母细胞的分解使水体中的有机物含量增加,有助于光合细菌的生长、繁殖,使其继续保持对数生长期状态,从而对轮虫增殖发挥作用。因为坂本久和许兵的试验表明,处于对数生长期光合细菌均比稳定期对轮虫的增殖效果好。这也可解释单独使用光合细菌培养轮虫效果较差的原因。另外,水体中有机物含量的增加也使光合细菌容易形成团絮,便于轮虫摄食,从而提高了光合细菌的饵料利用率。但是,用混合饵培养的轮虫也缺少不饱和脂肪酸^[4,7],在投喂前需进行营养强化。如果把小球藻、光合细菌、鲜酵母混合为饵,能否改善轮虫的营养价值并获得更好的饵料效果,还需深入研究。

3.3 轮虫抱卵率与繁殖的关系

轮虫的抱卵率与饵料种类和水质状况有直接关系。试验表明:抱卵的数量与轮虫的密度呈正相关,但在轮虫密度高峰期过后其死亡率超过产卵数。因此,种群密度开始下降。但本试验结果与陈世杰(1984)的试验相比,其抱卵高峰偏低,维持的时间也较短,可能与饵料种类及投喂密度不同有关。

3.4 饵料密度与轮虫种群增殖的关系

以前用鲜酵母培养轮虫时,往往只强调投喂量因素而忽视饵料密度对轮虫种群生长的影响,使轮虫的增殖潜力未能得到充分发挥。叶振江等^[3]用鲜酵母培养轮虫试验表明:在固定投喂率条件下,培养之初投喂量高,轮虫在短暂的较快增殖后,由于饵料过剩,便会出现水质恶化,增殖率下降;投喂量低,则轮虫增殖缓慢。本试验在轮虫培养的初始阶段,以轮虫对饵料的需求量为依据,考虑到轮虫摄食几率,相应加大了鲜酵母浓度,使轮虫迅速增殖,随着轮虫密度的递增而逐步减少投喂量,最后降至轮虫对饵料的绝对需求值(1×10^{-6} g/个)。同时,以光合细菌为水质净化剂和辅助饵料。试验结果证明,这种投喂策略能保持水环境的相对稳定,对轮虫高密度稳定培养是非常有效的。

参 考 文 献

- 1 丁建平,等. 添加维生素 B₁₂ 生产菌高密度培养褶皱臂尾轮虫的效果. 青岛海洋大学学报, 1994, 24(4): 167~174
- 2 王 鉴,等. 不同浓度的光合细菌对轮虫繁育的影响. 水产科学, 1994 (5): 23~25
- 3 叶振江,等. 若干因子对褶皱臂尾轮虫增殖的影响. 齐鲁渔业, 1993, 增刊: 63~65
- 4 史家梁,等. 光合细菌与日本的水产养殖. 水产科技情报, 1995, 22(2): 212~216
- 5 许 兵,等. 光合细菌对褶皱臂尾轮虫的饵料价值. 海洋与湖沼通报, 1992 (2): 17~22
- 6 张道南. 利用啤酒酵母污泥培养褶皱臂尾轮虫的研究. 水产学报, 1983, 7 (2): 113~123
- 7 坂本久,等. 光合细菌桃红美硫菌对轮虫饵料价值. 国外水产, 1980 (4): 46~48

Effects of different feeds on population growth and reproduction of *Brachionus plicatilis*

Tian Jingbo Sun Guangde Zhang Qingwen Song Dejing

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

Abstract The *Brachionus plicatilis* were cultured with 4 kinds of combinations composed of 3 different feeds. With the mixed feed containing PSB and fresh yeast, the density of rotifer

reached $1\ 820\ \text{mL}^{-1}$, which was the highest among the 4, and the average daily growth rate of the rotifer was 0.435 1, increased by 6.4% and 25.0% more than those of the groups fed separately with PSB and fresh yeast. Furthermore, this kind of mixed feed can enhance the growth and reproduction of rotifer significantly.

Key words *Brachionus plicatilis*, mixed-feed, population growth, reproduction

国际海洋生物工程学进展与展望学术会议

在青岛隆重举行

由青岛海洋大学、青岛市科协联合主办的国际海洋生物工程学进展与展望学术会议于 1998 年 10 月 6 日~9 日在青岛黄海饭店隆重举行。

出席本次会议的正式代表共 182 名,其中来自美、英、法、德、加、日等 22 个国家、地区和国际组织的著名学者 90 名。会议共收到学术论文 135 篇。

本次大会主席 Rita R. Colwell 教授在开幕式致词说:“生命来自于海洋,海洋生物工程学的发展对人类,尤其是对发展中国家保护环境,有效地开发和利用海洋资源具有重要意义”。

会议期间,马伦业副市长代表青岛市政府祝贺大会的召开并热烈欢迎来自世界各国的代表,还向与会代表介绍了市海洋科技和海洋产业的发展情况,希望国内外有关机构和海洋科学家能够以不同的途径和方式与青岛市进行交流与合作。另外,青岛海洋大学、青岛市科协、中科院海洋所、海洋局一所、水科院黄海所、省海水养殖所等单位还同有关国际组织的代表进行了交流,探讨了今后的合作意向。

本次大会所收到的论文代表了当今国际海洋生物工程学研究领域的较高水平,是一次高水平的学术会议。会议的召开必将进一步促进我国在该领域学术水平的提高并加大我国与国际合作的力度。

会议得到了青岛市政府、中国科协、中国科学院、国家科学技术部、国家自然科学基金委员会和联合国教科文组织、欧洲联盟欧洲委员会、美国国家科学基金会等国际组织的大力支持,被联合国教科文组织定为 98 国际海洋年的一次重大活动。

徐怀恕(供稿)

(联合国教科文组织中国海洋生物工程中心,青岛海洋大学)