

文章编号: 1004 - 7271(2003)01 - 0001 - 05

饵料和日采收率对轮虫生长繁殖的影响

张登沥, 周洪琪

(上海水产大学渔业学院, 上海 200090)

摘要 采用 10 种饵料、不同日采收率进行试验, 通过观察轮虫的密度和怀卵率变化, 比较饵料、日采收率对轮虫生长繁殖的影响。结果表明: (1) 采用酵母、光合细菌和小球藻混合饵料, 轮虫的密度和怀卵率比单独使用酵母高。轮虫的密度差异极显著 ($P < 0.01$), 怀卵率差异显著 ($P < 0.05$)。投喂第 6 种饵料时轮虫达到的密度最高, 最高密度达 2123 个/mL, 怀卵率也最高, 最高达 59.9%, 轮虫怀卵率高低提前反映轮虫密度的变化。(2) 采用酵母、光合细菌和小球藻混合饵料, 酵母的不同用量对轮虫密度有极显著影响 ($P < 0.01$), 酵母最适投喂率为 2.0。(3) 日采收率 20% 对提高轮虫培养的密度和怀卵率有显著作用, 明显高于 10% ($P < 0.01$)。

关键词 轮虫; 饵料; 日采收率; 培养

中图分类号 S966 文献标识码: A

Effects of diets and daily harvesting ratios on growth and reproduction of *Brachionus plicatilis*

ZHANG Deng-li, ZHOU Hong-qi

(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract Effects of diets and daily harvesting ratios on the growth and reproduction of *Brachionus plicatilis* were studied, by observation of the change of the density and fecundity (eggs carried), using 10 different diets and different daily harvesting ratio. The results showed: (1) The density and fecundity rate of *B. plicatilis* fed on the mixed diets of bread yeast, PSB and *Chlorella autotrophica* were higher than those fed on bread yeast. The difference of rotifer density between the two group was greatly significant ($P < 0.01$), while the difference of the fecundity was significant ($P < 0.05$). The density and fecundity rate reached the highest when fed on the diet of No. 6 with a density of 2123 individuals/mL and the high average fecundity rate of 59.9%. The change of the density could be reflected predictively by the fecundity of *B. plicatilis*. (2) The amount of the bread yeast in the mixed diets significantly affected the density of the cultured rotifers with the best ratio of the bread yeast of 2.0 to achieve the highest density ($P < 0.01$). (3) It was more effective of the daily harvesting ratio at 20% to increase the density and fecundity of cultured *B. plicatilis*, significantly better than the effect of daily harvesting ratio at 10% ($P < 0.01$).

Key words *Brachionus plicatilis*; diet; daily harvesting rate; culture

褶皱臂尾轮虫 (*Brachionus plicatilis*) 以下简称轮虫) 是一种小型的多细胞浮游动物, 据陈明耀^[1]介绍至少有 60 种海洋有鳍鱼类和 18 种甲壳动物幼体的培育应用轮虫, 轮虫已被认为是人工培育海水鱼类及甲壳类幼体的优质生物饵料。国内外学者在轮虫培养方面做了不少研究^[1]。其中, 饵料是轮虫生长繁殖过程中最关键的因素之一, 本试验采用酵母、光合细菌和小球藻混合饵料进行轮虫培养, 也采用不同日采收率进行轮虫培养, 试图从不同途径提高轮虫培养的效果, 从而为生产提供一定的参考。

1 材料与方法

1.1 培养用水

用盐卤和自来水兑制而成, 盐度为 19.5, 经煮沸消毒, 用于小球藻培养的海水加热前加营养盐。

1.2 培养条件

容器采用大三角烧瓶, 海水 5.5L, 培养过程使用控温仪自动控温, 恒温 28℃, 空压机连续充气, 气量调节到连续冒细小气泡; 日光灯连续光照, $32.1 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 。

1.3 饵料及投喂方法

小球藻按 F/2 配方, N、P 加 1 倍, 大量培养的新鲜藻液, 密度 1.28×10^7 cell/mL, 光合细菌 (PSB) 东海水产研究所培养, 密度 1.0×10^9 cell/mL, 面包酵母: 上海酵母厂生产。投喂时用天平称取酵母, 加少量蒸馏水制成悬浊液, 加小球藻和光合细菌配成混合饵料, 每天投喂 2 次, 上午采收后投喂一次, 间隔 12 小时后再投喂一次。

1.4 轮虫记数

在气泡均匀处用注射器吸取 1 mL, 经碘液固定后, 用浮游动物记数框在显微镜下记数全部轮虫数量, 同时计数轮虫怀卵量。

1.5 试验分组方法

(1) 不同饵料的培养试验: 酵母取投喂率 (酵母重/轮虫湿重) 1.5、2.0、2.5, 光合细菌取投喂浓度 200、250、300 mg/L, 小球藻取投喂浓度 10、15、20 万细胞/mL, 相互组合分成 9 组, 对照组单独投喂酵母, 投喂率 2.0, 饵料组成见表 1, 各设一平行组。

表 1 饵料组成

Tab.1 The compositions of each diet

饵料组成	试 验 组									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
酵母	2.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5
PSB	0	200	250	300	200	250	300	200	250	300
小球藻	0	10	15	20	15	20	10	20	10	15

(2) 不同日采收率的培养试验: 取轮虫密度最高的第 6 种饵料和投喂量最大的第 10 种饵料, 做日采收率分别为 10% 和 20% 的试验, 各设一平行组。

2 结果

2.1 饵料对轮虫密度、怀卵率的影响

2.1.1 饵料对轮虫密度的影响

按试验分组投喂 10 种饵料, 每天计数轮虫的密度, 结果第 1-5 种饵料见图 1(a), 第 6-10 种饵料见图 1(b)。

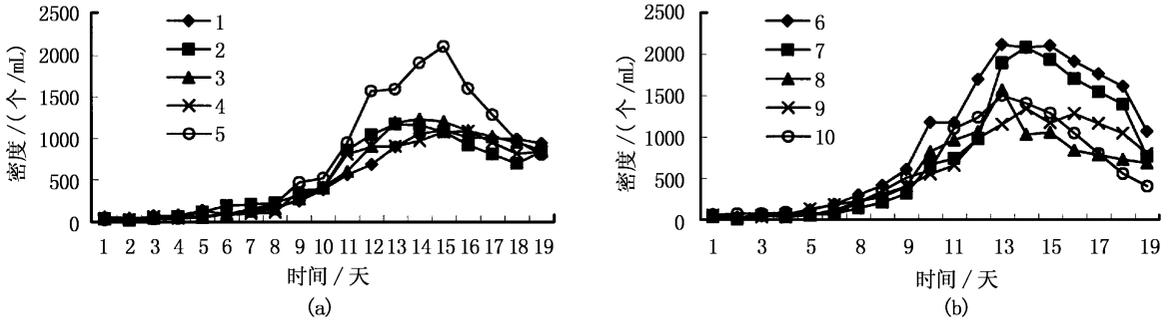


图 1 不同饵料轮虫的密度变化

Fig.1 Density of *B. plicatilis* fed on different diets

由图 1(a)(b)可见 使用不同饵料 轮虫密度的变化都表现出特定的模式曲线 ,但不同饵料轮虫的密度各组间差异极显著 ($P < 0.01$),都高于对照组 ,其中第 6 种饵料轮虫的密度最高 ,最高密度为 2123 个/mL。第 1、2、4 种之间差异不显著 ($P > 0.05$),第 3、8 种分别与第 4、10 种 ,第 9 种与第 1、4 种之间差异显著 ($P < 0.05$),第 5、6、7 种分别与第 1、2、3、4、8、9、10 种之间差异极显著 ($P < 0.01$)。经分析因素主次顺序为 酵母→小球藻→PSB 酵母是影响轮虫密度的主要因素。酵母不同用量 ,轮虫密度的差异极显著 ($P < 0.01$) 酵母的最适投喂率为 2.0。PSB、小球藻在本试验对轮虫密度的影响差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.1.2 饵料对轮虫怀卵率的影响

按试验分组投喂 10 种饵料 ,每天测定轮虫怀卵率 ,结果第 1-5 种饵料见图 2(a) 第 6-10 种饵料见图 2(b)。

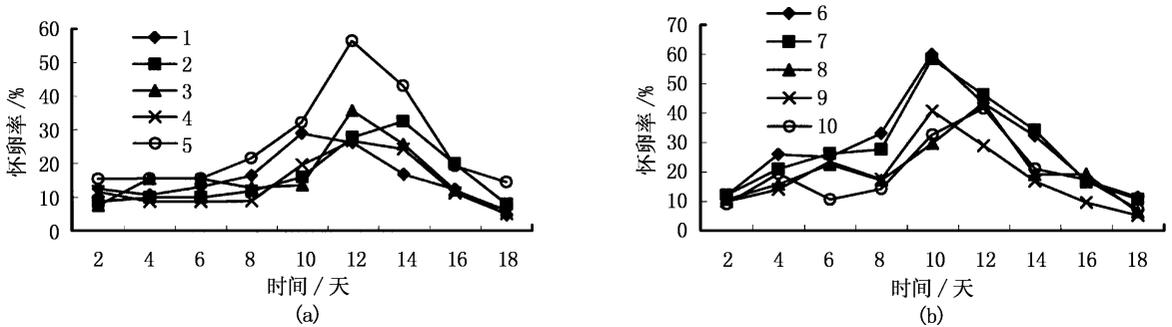


图 2 不同饵料轮虫的怀卵率变化

Fig.2 Fecundity of *B. plicatilis* fed on different diets

由图 2(a)(b)可见 轮虫的怀卵率不是很稳定 ,波动较大 ,怀卵率变化的趋势与轮虫密度的变化基本一致 ,经过数天培养后出现怀卵率高峰 ,但是轮虫怀卵率的最高峰比密度的最高峰早 1-2 天 ,轮虫怀卵率的变化提前反映轮虫密度的变化。轮虫怀卵率之间差异显著 ($P < 0.05$),投喂第 6 种饵料轮虫的怀卵率最高 ,最高达 59.9%。

2.2 日采收率对轮虫密度、怀卵率的影响

2.2.1 日采收率对轮虫培养密度的影响

采用不同日采收率进行轮虫培养 ,测定轮虫的密度 ,投喂第 6 种饵料时结果见图 3 ,投喂第 10 种饵料时结果见图 4。

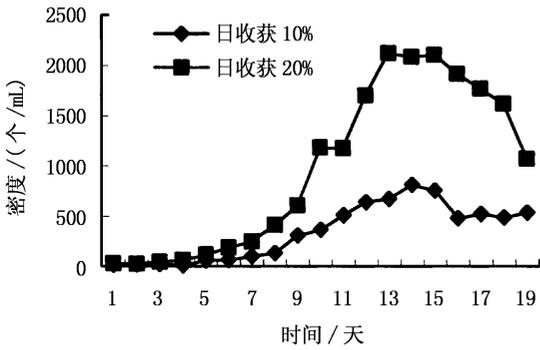


图3 投喂第6种饵料时,不同日采收率轮虫的密度变化

Fig.3 Density of *B. plicatilis* fed on diet of No.6 in different daily harvesting ratios

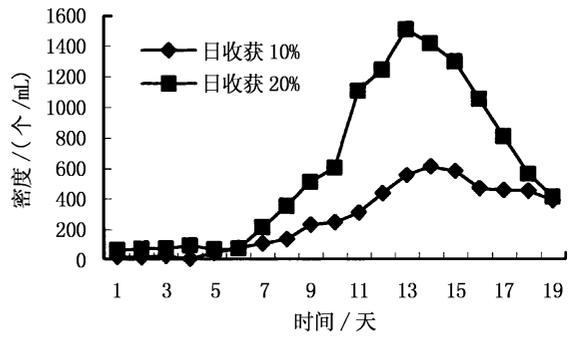


图4 投喂第10种饵料时,不同日采收率轮虫的密度变化

Fig.4 Density of *B. plicatilis* fed on diet of No. 10 in different daily harvesting ratios

由图3可见,投喂第6种饵料,日采收率20%、10%试验组的轮虫最高密度分别为2123个/mL,814个/mL;由图4可见,投喂第10种饵料,日采收率20%、10%试验组的轮虫最高密度分别为1506个/mL及613个/mL。不同日采收率在两种饵料情况下,结果都是日采收率20%试验组的轮虫的密度高于日采收率10%的,组间差异都是极显著($P < 0.01$)。

2.2.2 日采收率对轮虫怀卵率的影响

采用不同日采收率进行轮虫培养,测定轮虫的怀卵率,投喂第6种饵料时结果见图5,投喂第10种饵料时结果见图6。

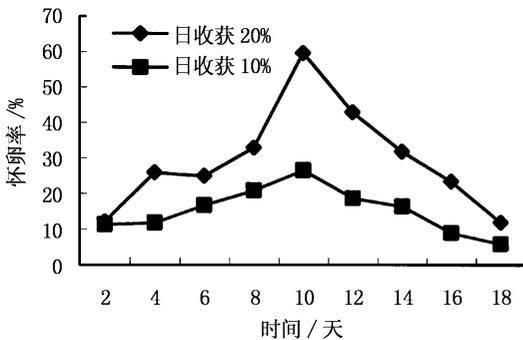


图5 投喂第6种饵料时,不同日采收率轮虫的怀卵率变化

Fig.5 Fecundity of *B. plicatilis* fed on diet of No.6 in different daily harvesting ratios

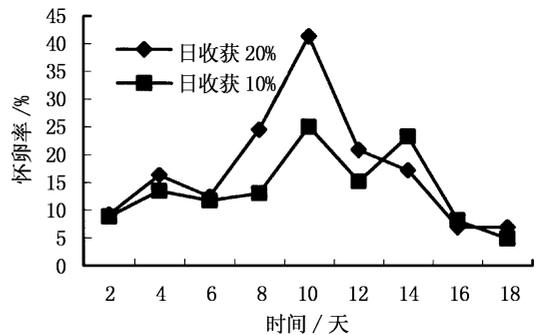


图6 投喂第10种饵料时,不同日采收率轮虫的怀卵率变化

Fig.6 Fecundity of *B. plicatilis* fed on diet of No. 10 in different daily harvesting ratios

由图5和图6可见,不同日采收率在两种饵料情况下,轮虫的怀卵率曲线都呈波浪式,变化趋势与密度变化基本一致,经过几天培养出现一次高峰。同一种饵料时,日采收率20%实验组的轮虫怀卵率极显著高于日采收率10%的($P < 0.01$)。

3 讨论

轮虫的培养是一个很复杂的过程,影响轮虫生长繁殖的因素很多,如饵料、接种密度、温度、盐度、光照、pH、溶氧及非离子氨等各种因子,而且轮虫的培养是建立在一个生态体系中的,各因子之间还相互关联,相互影响。但在此间,饵料是影响轮虫生长繁殖的最重要因子之一,饵料不仅直接影响轮虫的生

长繁殖,而且在高密度培养条件下残饵伴随排泄物、轮虫尸体等分解后还可能败坏水质,影响轮虫的生长繁殖。

(1)采用酵母、光合细菌和小球藻混合饵料,轮虫的密度和怀卵率比单独使用酵母高。小球藻营养价值高,用来培养轮虫,轮虫个体肥壮、成活率高,怀卵量多。Hirata^[2]发现酵母是轮虫的适合饵料,渡边武^[3]、福所邦彦^[4]使用面包酵母作饵料成功地使轮虫的密度达到 400~600 个/mL,甚至 1000 个/mL 以上。本试验对照组单独使用面包酵母为饵料,投喂率为 2.0,结果轮虫的最高密度达 1105 个/mL,和渡边武^[3]和福所邦彦^[4]的结果基本一致。光合细菌菌体含有丰富的营养物质,粗蛋白达到 65%,B 族维生素种类和含量在总体上超过了酵母,尤其是酵母中特别缺少的维生素 B₁₂、维生素 K、叶酸和生物素的含量相当丰富,特别是作为生物体内重要生理活性物质的辅酶 Q,在光合细菌中的含量远远超过其他生物。小林正泰^[5]认为光合细菌对轮虫的增殖效果比酵母、小球藻好。王金秋等^[6]用种群累积培养法,面包酵母中加入光合细菌培养萼花臂尾轮虫,添加 1%~10%的光合细菌菌液(菌液浓度为 $10 \times 10^8 \sim 13 \times 10^8$ cell/mL)对种群增长有明显的促进作用。在本次轮虫培养试验中,采用酵母、光合细菌和小球藻配成的不同混合饵料与单独投喂酵母作对照比较,不同饵料轮虫的密度各组间差异极显著($P < 0.01$),都高于对照组 1105 个/mL,其中第 6 种饵料轮虫达到的密度最高,最高密度为 2123 个/mL。轮虫怀卵率的变化与轮虫密度的变化趋势一致。说明采用酵母、光合细菌和小球藻混合饵料,可以优势互补,提高轮虫的密度和怀卵率,尤其以第 6 种搭配效果最好,这个结果和以上观点一致,并有所发展和突破。

(2)采用酵母、光合细菌和小球藻混合饵料,酵母的最适投喂率为 2.0。王鉴和祝国芹^[7]认为在一定浓度的小球藻(1800 万个细胞/mL)海水中添加浓度为 2.5×10^{-4} 光合细菌对轮虫的增殖最有利。王金秋等^[6]认为添加光合细菌对轮虫的促长作用,是因为光合细菌的加入降低水体的 BOD,降解有机物质,具有净化水质的作用,在饵料方面只是起到补充作用。本次在不同饵料的轮虫培养试验中,试验过程轮虫密度的变化都表现出一特定的模式曲线,但是不同饵料轮虫的密度差异极显著($P < 0.01$),第 6 种饵料轮虫达到的密度最高,最高密度为 2123 个/mL,其次是第 5 种和第 7 种,最高密度分别为 2114 个/mL 和 2088 个/mL,其余各种最高密度都比这三种低。经分析因素主次顺序为:酵母→小球藻→PSB,酵母是影响轮虫密度的主要因素。酵母不同用量,轮虫密度的差异极显著($P < 0.01$),酵母的最适投喂率为 2.0。PSB、小球藻在试验范围内对轮虫密度的差异不显著($P > 0.05$),怀卵率最高的前三种也都是酵母投喂率为 2.0 的试验组。因此,本试验结果认为在轮虫培养中,采用酵母、光合细菌和小球藻混合饵料,酵母的最适投喂率为 2.0。这个观点与张道南等^[8]认为 28℃面包酵母的最佳投喂率为 2 相吻合。

(3)日采收率 20%对提高轮虫培养的密度和怀卵率有促进作用。从本试验结果看,日采收率 20%和 10%轮虫培养的密度和怀卵率有极显著差异($P < 0.01$),日采收率 20%比 10%轮虫有更高的怀卵率,能达到更高的密度。其中原因可能是适当换水量,可改善水质,促进轮虫繁殖,并达到更高的密度。但有人认为日采收率为 40%时,轮虫密度低于 20%,是因为过大的换水率稀释了轮虫的密度,其增殖率跟不上稀释耗损所致^①。同样在半连续培养中,如果日采收率达到 50%,轮虫密度只能维持在 200~300 个/mL,都说明并非日采收率越大的轮虫能达到的密度越高。

参考文献:

- [1] 陈明耀. 生物饵料培养[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 93-111.
- [2] Hirata H, Mori Y. Culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* fed on baker's yeast[J]. Fish Farming, 1967 (5): 36-40.
- [3] 渡边武. 养鱼饲料脂质[M]. 东京: 恒星社厚生阁, 1979. 93-107.
- [4] 福邦邦彦. ワムシの高密度培养[J]. 北试水月报(日刊), 1980, 37(7): 44-51.
- [5] 小林正泰. 养鱼と光合成細菌[J]. 养殖(日刊), 1981, 18(8): 57-59.
- [6] 王金秋, 李德尚, 董双林, 等. 面包酵母添加光合细菌和 Vc 后培养轮虫的效果[J]. 水产科技情报, 1999, 13(1): 25-27.
- [7] 王鉴, 祝国芹. 不同浓度的光合细菌对轮虫繁殖的影响[J]. 水产科学, 1994, 13(5): 23-25.
- [8] 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): 113-124.

①周林军. 褶皱臂尾轮虫的培养及营养强化. 上海水产大学 2000 届本科毕业论文.