

河蟹幼体饵料轮虫的营养强化

刘晓玲, 周忠良, 王敏强 (1. 烟台大学生化系, 山东烟台264005; 2. 华东师范大学生命科学学院, 上海200062)

摘要 [目的] 初步探讨用50-DE微囊强化剂对褶皱臂尾轮虫进行强化培养, 找出新的强化培养方案。[方法] 用不同浓度的50-DE微囊脂肪酸强化剂对褶皱臂尾轮虫进行营养强化。[结果] 轮虫浓度为250 ind/ml时, 强化剂有效浓度为 $3 \times 10^6 - 3 \times 10^8$ ind/ml, 最佳浓度为 3×10^7 ind/ml。强化最佳效应时间为12~16 h, 强化48 h后强化组轮虫脂类含量仍高于对照组(酵母培养组)。[结论] 强化剂浓度太高不仅不能有效提高轮虫的总脂含量, 而且会导致被强化轮虫的密度下降, 水体环境质量改变也与之有关。轮虫的生活需要洁净的水体, 水体中含有过多的脂质强化剂微囊时, 轮虫的活动空间以及水质都会受到不同程度的影响, 从而影响轮虫的存活和生长。

关键词 褶皱臂尾轮虫; 营养强化; 脂肪酸

中图分类号 S968.25 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)22-06799-02

Nutrition Enhancement of Rotifers as Food of Crab Larva

LIU Xiao-ling et al (Biochemical Department, Yantai University, Yantai, Shandong 264005)

Abstract [Objective] The purpose was to discuss preliminarily the strengthening culture with 50-DE microcapsule strengthener to *Branchionus plicatilis* and find a new strengthening culture plan. [Method] The strengthening nutrition culture was conducted with 50-DE microcapsule strengthener with different concentrations on *B. plicatilis*. [Result] When the concentration of rotifer was 250 ind/ml, the effective concentration of strengthener was $3 \times 10^6 - 3 \times 10^8$ ind/ml and the best concentration was 3×10^7 ind/ml. The best effect time of strengthening was 12~16 h, and after strengthening for 48 h, the lipids content of strengthened rotifer was also higher than that of CK (yeast culture group). [Conclusion] The strengthener with too high concentration not only couldn't enhance the total lipids content of rotifer effectively, but also could cause the density of strengthened rotifer to decrease, which was related to the change of water-body environmental quality. The life of rotifer needed clean water-body. When the water-body contained too many lipid strengthener microcapsules, the active room of rotifer and water quality was influenced to different extents, so its survival and growth were influenced.

Key words *Branchionus plicatilis*; Nutrition enhancement; Fatty acid

轮虫是微小的多细胞动物, 大量分布于淡水、半咸水和海水中, 是一种应用广泛的生物饵料。作为河蟹幼体的活饵料, 轮虫可以提高幼体存活率, 增强幼体体质, 减轻有机物对养殖水体的污染等。长期以来, 轮虫的培养饵料多以小球藻等藻类或酵母为主, 但在施用中发现用藻类培养的轮虫繁殖较慢, 而用酵母培养的轮虫存活率不高, 并且用酵母培养的轮虫中缺乏河蟹幼体所必需的二十二碳六烯酸和二十碳五烯酸等高不饱和脂肪酸。近年来, 许多单位开发了诸多强化剂以对轮虫进行强化培养, 山东海洋水产研究所也推出50-DE微囊等强化剂, 而在生产实践中关于强化技术的应用研究却较少。为此, 笔者以褶皱臂尾轮虫营养强化的小型培养为例进行了该方面的初步探讨。

1 材料与方 法

1.1 材料 褶皱臂尾轮虫和小球藻(*Chlorella* sp.)由浦东新区孙桥名特水产开发有限公司饵料培养室提供。50-DE微囊(轮虫专用M型)购于山东省水产研究所, 主要营养成分有DHA、EPA、脂溶性维生素A、D、E等。鲜酵母购于上海酵母厂。

1.2 轮虫培养方法 按照曾国权提出的方法, 将轮虫逐步扩增培养至75 L水族箱。当轮虫密度低于50 ind/ml时, 以小球藻为主, 以鲜酵母为辅进行投喂; 当轮虫密度大于50 ind/ml时, 以酵母为主, 以小球藻为辅进行投喂, 每天投喂3~4次(以多投少喂为原则)。培养轮虫的海水浓度为1.5%~1.6%, 水温为 (28 ± 1) ℃, 光照时间(L/D)为14/10, 24 h不间断充气。当轮虫密度大于150 ind/ml时, 进行强化试验。

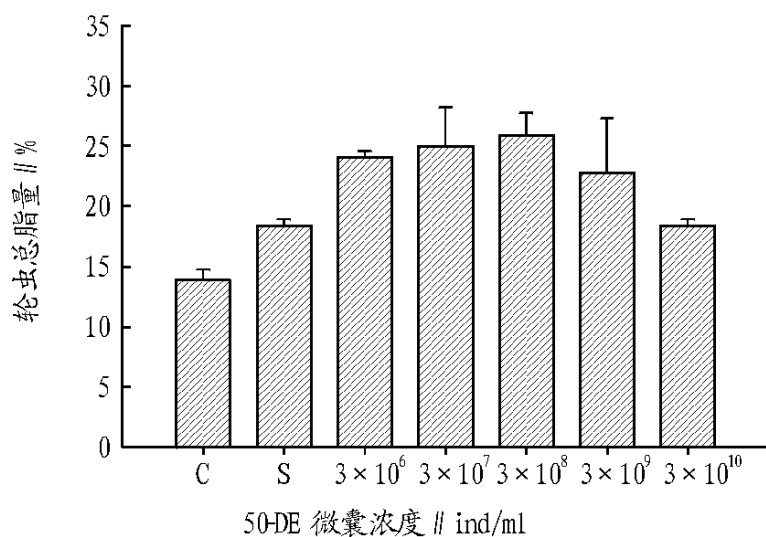
1.3 轮虫强化方法 强化试验在10 L玻璃水族箱中进行, 水温、光照条件与培养时相同。接种前, 采用虹吸法取样并用新鲜海水清洗一次后, 将轮虫接种入试验水族箱, 每组50

万轮(2 L, 250 ind/ml)。试验组投喂50-DE微囊, 2个对照组分别投喂酵母0.5 g和小球藻 10^7 cell/ml。投喂分2次进行, 第1次投喂后4 h投喂第2次。

1.4 脂类和脂肪酸分析 在装有干轮虫的抽提瓶中, 加2 ml G/M抽提液(氯仿/甲醇=2/1, V/V), 静置24 h后取上清液过滤于指管内, 再加2 ml G/M抽提液于抽提瓶中, 静置4 h后过滤, 并用2 ml G/M抽提液洗涤样品。抽提液真空干燥, 并用电子天平称重。脂肪酸分析由上海水产大学化学中心实验室测定。

2 结果与分析

2.1 强化剂的浓度效应 用5组不同浓度的50-DE微囊强化轮虫, 浓度分别为 3×10^6 、 3×10^7 、 3×10^8 、 3×10^9 、 3×10^{10} ind/ml, 16 h后取样, 测定总脂含量, 并以投喂酵母和海水小球藻为对照。从图1可以看出, 强化16 h时, 50-DE微囊强化的轮虫体内平均脂类含量普遍高于酵母轮虫。在试验浓度范围内, 50-DE微囊浓度与强化后轮虫总脂的平均含量之间没有明显的线性关系。在50-DE微囊浓度为 $3 \times 10^6 \sim 3 \times 10^9$ ind/ml时, 总脂平均含量基本接近, 为轮虫干重的 $(24.02 \pm$



注: C、S 分别代表投喂酵母的轮虫、投喂小球藻的轮虫。

图1 强化剂浓度与轮虫总脂量的关系

基金项目 上海市科技兴农重点攻关项目(农科技字(98)045号)。

作者简介 刘晓玲(1976-), 女, 山东莱州人, 硕士, 讲师, 从事生化与分子方面的研究。

收稿日期 2007-04-07

0.56) % 至 (22.73 ± 4.57) %; 但是, 当 50-DE 微囊浓度为 3×10^{10} ind/ ml 时, 总脂平均含量却低于前者。

从表1 可以看出, 起始密度为 250 ind/ ml 的轮虫, 经 16 h 强化后, 密度都有不同程度的下降, 其中, 下降最为明显的是 50-DE 微囊浓度为 3×10^{10} ind/ ml 的强化组, 小个体数也明显低于其他组。理想的 50-DE 微囊浓度是 $3 \times 10^6 \sim 3 \times 10^8$ ind/ ml。

表1 强化剂浓度对轮虫生长的影响

50-DE 微囊浓度 ind/ ml	挂卵率 %	小个体数 %	轮虫最终 密度
酵母对照	27.5	35.4	225
3×10^6	27.7	34.5	220
3×10^7	31.3	27.7	240
3×10^8	35.4	21.6	235
3×10^9	22.5	22.2	195
3×10^{10}	21.3	13.5	130

2.2 强化的时间效应 强化时间效应试验在 75 L 的水族箱中进行。50-DE 微囊浓度为 3×10^7 ind/ ml, 每 12 h 取样分析。从图2 可以看出, 与酵母投喂的对照组相比, 在试验开始阶段经强化的轮虫体内脂类含量迅速提高, 强化后 12 h 平均脂类含量达最高, 平均为干重的 (28 ± 0.5) %, 是对照组的 2 倍以上, 以后逐渐下降, 但 48 h 后平均脂类含量仍高于对

表2 不同饵料培养的轮虫体内脂肪酸组成 %

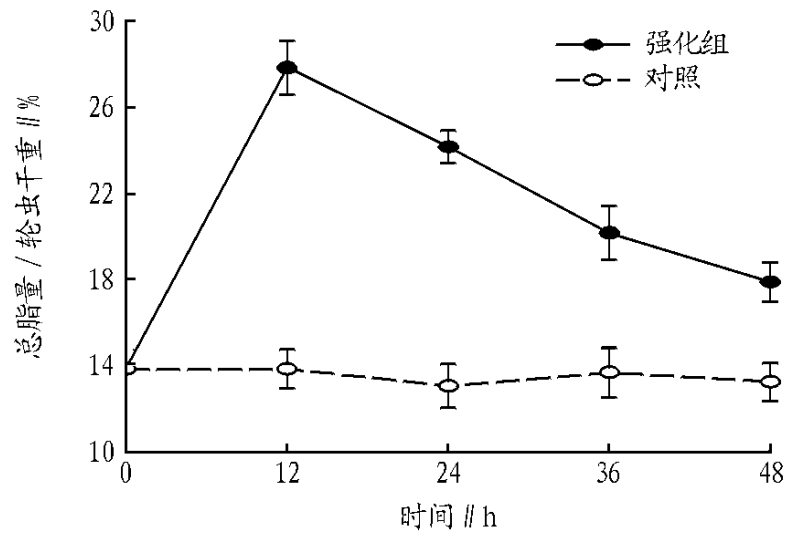
脂肪酸	C14:0	C16:0	C16:1 7	C18:0	C18:1 9	C18:2 6	C18:3 3	C20:4 6	C20:5	3(EPA)	C22:6	3(DHA)	EPA+DHA
酵母轮虫	0.719	7.523	28.475	2.031	40.565	4.699	1.572	-	-	-	-	-	-
小球藻轮虫	-	9.603	29.18	-	37.098	4.880	-	-	1.832	-	1.200	-	3.032
强化剂轮虫	-	7.172	28.66	2.672	39.819	5.074	-	-	0.870	-	3.715	-	4.585

3 讨论

研究表明, 用 50-DE 脂类强化剂对酵母培养的轮虫进行 2 次强化, 可以提高轮虫的 n3HUFA 含量, 使其总脂含量超过海水小球藻轮虫。由于海水小球藻能够转换形成 n-3 20 碳的不饱和脂肪酸 (EPA), 因此在脂肪酸成分分析中可以看到小球藻培养的轮虫所含的 EPA 百分含量高于经强化的轮虫, 而强化培养轮虫的 DHA 含量高于小球藻培养的轮虫, 且 DHA、EPA 总和也高于小球藻培养的轮虫。由此可知, 强化培养是一种有效途径。

强化开始时间的确定在实际生产中是非常重要的。用富含 HUFA 的脂类物质强化轮虫的机理, 是利用油脂微囊在轮虫体内降解较慢的原理, 由轮虫携带富含 HUFA 的脂类强化剂供鱼、虾、蟹幼苗摄食。试验表明, 强化 12 h 时, 轮虫的总脂含量最高, 以后逐渐下降, 48 h 时下降至 36 %, 但仍高于酵母轮虫。所以, 合理的强化开始时间应该是在轮虫被投喂前 12 ~ 16 h。投放的轮虫若未被鱼或虾蟹幼体摄食, 则表明在 48 h 内仍含有较高的有效脂类。

研究还表明, 强化剂浓度过高不仅不能有效提高轮虫的总



注: 50-DE 微囊浓度为 3×10^7 ind/ ml; 轮虫的浓度为 250 ind/ ml。

图2 50-DE 的强化时间效应

照组。

2.3 强化后轮虫不饱和脂肪酸含量 比较酵母、海水小球藻、50-DE 微囊 (3×10^7 ind/ ml) 培养各组轮虫体内脂肪酸的组成。表2 表明, 经强化的轮虫 EPA+DHA 的总百分含量明显高于海水小球藻轮虫, 而海水小球藻轮虫中 EPA 的百分含量稍高于经强化轮虫, DHA 的百分含量高于经强化轮虫。酵母培养轮虫的高不饱和脂肪酸 (HUFA) 含量极低, 未能检测到 20 碳以上的脂肪酸。

脂含量, 而且会导致经强化轮虫的密度下降。张利民等认为, 这主要是由于轮虫对突然更换饵料种类、组成的不适应所造成的。所以, 可用多次投喂法或逐步增加强化剂的方法来增强轮虫的适应性。小个体百分数的增加说明轮虫的不适只是暂时现象, 一段时间后即会逐渐恢复。这与水体环境质量改变有一定的关系。轮虫的生活需要洁净的水体。当水体中含有过高的脂质强化剂微囊时, 轮虫的活动空间、水质都会受到不同程度的影响, 从而影响轮虫的存活和生长。

参考文献

- [1] FERNANDEZ RHIZ MJ, LABARIA U, FERREIRO MJ. Effect of commercial enrichment diets on the nutritional value of the rotifer [J]. *Aquaculture*, 1993, 112: 195 - 206.
- [2] 田景波, 孙广德, 张庆文. 不同饵料对褶皱臂尾轮虫的种群生长繁殖的影响 [J]. *中国水产科学*, 1998, 5(4): 37 - 41.
- [3] 袁成玉, 吴春平. 褶皱臂尾轮虫饲料研究的概况 [J]. *水产科学*, 1998, 17(1): 30 - 32.
- [4] BARCLAY W, ZELLER S. Nutrition enhancement of n-3 and n-6 fatty acids in rotifers and Aetia Nauplii by feeding spray-dried Schizochytrium sp [J]. *Journal of the World Aquaculture Society*, 1996, 27(3): 314 - 322.
- [5] 张利民, 常建波, 张秀珍, 等. n-3 多价不饱和脂肪酸营养强化轮虫技术研究 [J]. *水产学报*, 1997, 21(4): 415 - 420.
- [6] 曾国权. 褶皱臂尾轮虫室内高密度培养技术 [J]. *河北渔业*, 1997(1): 13 - 14.