

投喂海水仔鱼的小型浮游动物培养

Culture of Small Zooplankton for the Feeding of Larval Fish

Granvil D.Treece and D.Allen Davis

AQ14-00



轮虫作为活饵料

在世界上，轮虫是大规模人工培育海水鱼苗所需的重要浮游动物。目前，褶皱臂尾轮虫是最常见的一种。褶皱臂尾轮虫是一种广盐性生物，由于它个体小，游动缓慢，营养价值高，通常被作为培育海水鱼苗的开口饵料。轮虫培养技术发展包括以下几个阶段：引种作为饵料、大面积培养开发、营养价值的评估和提高、生物和遗传信息的开发、营养物质的需要、环境控制、自动化生产。

由于褶皱臂尾轮虫繁殖速度快，对各种环境条件适应性强，所以适合于大规模人工培养。轮虫的个体大小应取决于不同品系和培养条件，成熟轮虫的体长约100-300微米。轮虫品系选择是十分重要，因为轮虫的繁殖力，个体大小，最适宜培养条件(如温度和盐度)是因品系的不同而有差异。

在咸淡水轮虫中，两种最好品系是褶皱臂尾轮虫的形态型，通常指L-型(大型)和S-型(小型)。后来，研究结果发现，这两种类型的轮虫属于两个不同的亚种。L-型轮虫是褶皱臂尾轮虫，S-型轮虫是 *B. rotundiformis* (Tschugunoff, 1921年)。每只L-型轮虫和S-型轮虫的平均干重分别为0.33和0.22微克。一组数据表明，S-型轮虫的体长为126-172微米，而另一组数据为100-340微米。在一般情况下，投喂L-型轮虫的仔鱼成活率比S-型轮虫高，这是因为仔鱼摄食S-型轮虫要消耗更多的能量。

轮虫适应盐度范围为1-97‰，最适宜繁殖盐度在35‰以上。生产上通常采用的盐度为10-20‰。温度、盐度和饵料密度都会直接影响到轮虫的生长速度，但是，温度对轮虫生长的影响甚大。最适宜的温度是28-32℃(82.4-89.6°F)。当温度为28℃以上时，盐度和品系之间规格大小就显得不太重要，关键是取决于饵料生物的密度。当温度低于26-28℃(78.8-82.4°F)时，L-型轮虫比S-型轮虫生长速度快。S-型轮虫在水温高于28℃时，生长较快，在室外培养条件下成为优势种。当盐度降低到10-20‰时，两种轮虫的生长速度都会加快。一旦盐度瞬间变化值超过5‰时，就会抑制轮虫的游动能力，造成死亡。因此，盐度调节需缓慢、认真地进行。

轮虫需要广泛的营养需求，只有当这些营养需求得到满足时，轮虫的培养生产才能稳步发展。轮虫是滤食浮游生物，通过轮冠的运动将有机碎屑送入口腔。轮冠是一种长在头部的纤毛器官，这也是轮虫的主要特征，轮冠是轮虫作为运动的工具。轮虫可以摄食许多食物，其中包括规格适口的细菌，由于它们的食性范围广，很多饵料资源都可以用来培养轮虫。但是，室内培养轮虫需要添加维生素B₁₂和维生素A，海水仔鱼的营养需求具有一定的特殊性，因为轮虫的营养成份取决于它所摄食的食物，所以，轮虫作为饲养仔鱼的营养价值也就有着一定的差异。任何含有高度非饱和脂肪酸(HUFAs)的食物，尤其是二十二碳六烯酸(DHA, 22:6n-3)和二十碳五烯酸(EPA, 20:5n-3)都可以作为轮虫的饲料。科学家研究发现，高度非饱和脂肪酸(ω -3或n-3 HUFAs)对提高海水有鳍仔鱼成活率和生长速度是十分重要的。海水仔鱼都需要22:6n-3和20:5n-3，但仔鱼对22:6n-3(DHA)的需求量要大于20:5n-3(EPA)，因此，DHA对培育海水仔鱼显得十分重要。海水仔鱼无法重新生物合成22:6n-3，也不能形成短链前体(如18:3n-3)。根据不同的食物资源，轮虫蛋白质含量为52-

唯一营养源的依赖性在很大程度上有所下降,从而逐步取消仔鱼从摄食活性饵料到人工饲料这一个转换过程。

轮虫生产实例

用藻类进行轮虫分批 / 半连续培养

1. 在玻璃钢池中(1,800升)培育 *Tetraselmis chuii* 藻,玻璃钢池处于高位,有排水装置,这样可以使藻类自流或用水泵抽到轮虫培育池中,最好采用自流的食物,以防止藻类池污染轮虫。轮虫池一般与藻类培养池规格相等(1800升)。轮虫池应备有排水装置、收获筐或网袋(网目为48微米),轮虫和藻类培养池都应装有增氧和光照设备。

2. 接种数日后, *Tetraselmis* 培养液转为藻绿色,其密度约为132,000细胞/毫升。藻类通过自流或水泵注入轮虫培养池,在藻类池中再添加干净消毒的海水和营养物质。然后,在轮虫培养池中即可接种入池(至少1个轮虫/毫升)。接种的密度越大,轮虫达到预期的数量就越快。

3. 培养几天后,藻类数量明显下降,水质变清,轮虫数量急剧增加。这时,将池水和轮虫一起推进网袋或采集网中,采收量为池水的30-50%。采收后立即从藻类培养池中抽入藻液补充所采收的量。起初,采收的轮虫可以放回原培养池。但是,一旦轮虫达到一定的密度时(约100-150个/毫升),每天的采收量应达到总密度的1/2。

4. 继续采收或废弃轮虫,每天向轮虫池中注入新的藻类培养液。轮虫培养池中每天采收量应根据孵化场的需求而定,通常可以采收50%。即使孵化场无需任何轮虫,也必须定期降低培养池的容积,废弃部分轮虫。

5. 除培养池轮虫出现死亡外,排水采收轮虫可以持续一个月。如果出现死亡,应立即干池、清理、消毒,然后重新开始培养。一般是每月重新开始一次。轮虫的始初培养液是采用低密度在不同的池中培养,采收时的轮虫密度是有差异的。采用这种培养技术,轮虫的密度一般为100-150个/毫升。

轮虫的健康状况主要取决于食物的供应情况,因此,必须多加一些藻类培养液。一般情况下,注入藻类培养液后,在24小时以内水质不能变淡(即注入藻类培养液后,水色变浓,在24小时后才变淡)。每天需检查轮虫的数量和健康状况。首先,用解剖镜观察轮虫的游动速度(游动速度快,轮虫健康状况好;反之,游动速度慢,轮虫健康状况差);其次,观察轮虫肠道食物充塞度(肠道中充满食物是易见的,这表明摄食性好;相反,肠道中没有食物则表明藻类密度低或品种不适合);再次,观察身体上挂卵轮虫的百分比(挂卵轮虫的百分比越高,说明培养越好)和挂卵的数量(挂1只卵表示培养较好,挂2只或2只以上卵表示培养很好)。轮虫培养的绝大多数问题是由于藻类供应不足而造成的。造成藻类供应不足的原因主要有两方面:一是藻类培养技术差,二是藻类培养规模小或养殖者无法解决藻类和轮虫的供需矛盾。藻类出现供不应求主要是由于养殖者没有及时废弃密度过大轮虫造成的。

桡足类、枝角类和纤毛虫培养—作为活性饵料

桡足类是淡水和咸淡水中常见的浮游动物,它是许多海水有鳍鱼类和甲壳动物在幼稚阶段的天然饵料。在自然条件下,绝大多数海水仔鱼在前几周都是摄食桡足类的卵和无节幼体。一些桡足类品种具有幼虫期,个体很小(这对一些仔鱼来说是十分必要的),并含有较高的不饱和脂肪酸和其他必需营养成分,所以它们是仔鱼的很好开口饵料。事实上,一些海水鱼苗是无法利用轮虫,而是利用实验室培养或从天然采集的桡足类无节幼体作为开口饵料。除此以外,研究结果表明,有些海水仔鱼(如大菱鲆和鲷鱼)在投喂混合浮游生物饲料时,更喜欢摄食桡足类,而不是轮虫,这是因为两种饲料生物有着不同的个体大小和游动方式。结果,人们产生了利用桡足类培育海水仔鱼的兴趣。

桡足类的特征是圆筒型,胸部由10节组成,分为头、胸、腹三部分。成熟的桡足类个体为0.5-5.0毫米,幼体阶段包括6个无节幼体期和6个桡足幼体期。在咸淡水中,桡足类的主要亚目有哲水蚤目(纺锤水蚤、哲水蚤和 *Pseudocalanus spp.*),猛水蚤目(*Tisbe* 和 *Tigriopus spp.*)和剑水蚤目。

大多数草食性桡足类是滤食性生物,主要摄食微型颗粒。但是,它们有摄食大颗粒能力,这就为它们提供了摄食轮虫的有利条件。桡足类也可以采食碎屑。桡足类与卤虫和轮虫不同,无法进行无性繁殖。桡足类性成熟后,进行有性交配,每个雌性桡足类可产250-860个受精卵(这与雌性桡足类的品种和个体大小有关)。轮虫的怀卵量只有15-25只,繁殖力强,但生命周期只有5-12天;桡足类的生命周期为40-50天,具有较长的增代时间(轮虫为1-3天,桡足类为7-12天)。

与轮虫相比,桡足类的商业性培养较为容易。现在能进行大规模培养的只有几个品种(如 *Tigriopus japonicus*)。桡足类培养是利用轮虫和面包酵母或 ω -3酵母作为饵料。可是,在室外培养桡足类和轮虫所需的酵母量较大。目前,世界上已开发一些室外培养桡足类的生产系统,但是,这些生产系统的效率都很低(指每升水培养桡足类的数量)。因此,在桡足类像轮虫一样广泛使用之前,还需进一步的研究。

有趣的一点是,桡足类的有些品种像卤虫一样在适宜条件下可以产休眠卵。这样,一旦商业性桡足类培养技术发明后,人们可以像收集卤虫和轮虫卵一样,大量地收集桡足类的卵,可储藏数月。据报道,桡足类休眠卵的产量主要是受到光照和温度的影响,在实验室可以获得休眠卵,但是,其经济可行性至今尚未得到证实。人们希望桡足类作为饵料生物,提高一些海水鱼(如红鱼)的规格整齐率和成活率。

在海水鱼养殖中,利用桡足类(尤其是猛水蚤)已有很多报道。研究人员在100升和450升容器中分别培养桡足类和纺锤水蚤(*Acartia tonsa*)。通过这种方法每天可以为仔鱼提供250,000个无节幼体。日本人通常培养桡足类(猛水蚤和纺锤水蚤)喂养体长7毫米的仔鱼。美国研究人员在700升玻璃钢池中,用丰年虫,轮虫和桡足类(尖额谐猛水蚤 *Euterpia acutifrons*)投喂鲱鳅(*Coryphaena hippurus*),并对其生长速度和生化组成进行比较。结果发现,用桡足类投喂的仔鱼在应激条件下,成活率较高。Sun和Fleeger阐述了大规模培养底栖海水桡足类(猛水蚤)对水产养殖是十分有用的。

大规模培养的桡足类品种有:克氏纺锤水蚤(*Acartia clausi*), *A. longiremis*, 太平洋真

参考文献

- Davis, C., 1955. The Marine and Freshwater Plankton. Michigan State University Press, East Lansing, MI.
- Hyman, L.H., 1951. The Invertebrates: Acanthociphala, Aschelminthes and Ectoprocts. Vol. III. McGraw-Hill, New York.
- Fulks, W. and Main, K.L., 1991. Rotifer and Microalgae Culture Systems. The Oceanic Institute, Honolulu, HI.
- Sun, B. and Fleeger, J.W., 1995. Sustained mass culture of *Amphiascoides atopus* a marine harpacticoid copepod in a recirculating system. *Aquaculture* 136:313-321.

附录 1. 轮虫饲料和强化剂供应商地址

Aquafauna Bio-Marine Inc.

P.O.Box 5
Hawthorne, CA 90250
USA
Tel. 001-310-973-5275
Fax. 001-310-676-9387
e-mail: aquafauna@aquafauna.com

Sanders Brine Shrimp Co., L.C.

3850 South 540 West
Ogden, UT 84405
USA
Tel. 001-801-393-5027
Fax. 001-801-621-3825
e-mail bsanders@email.msn.com

INVE Aquaculture, Inc.

P.O. Box 1306
598 W. Clark Street
Grantsville, UT 84029-1306
USA
Tel. 001-435-884-3406
Fax. 001-435-884-6492
e-mail inve@inve-us.com

Reed Mariculture Inc.

511 Pamlar Ave Suite #C
San Jose, CA 95128
USA
Tel. 001-831-768-3830
Fax. 001-815-327-1957
e-mail info@seafarm.com

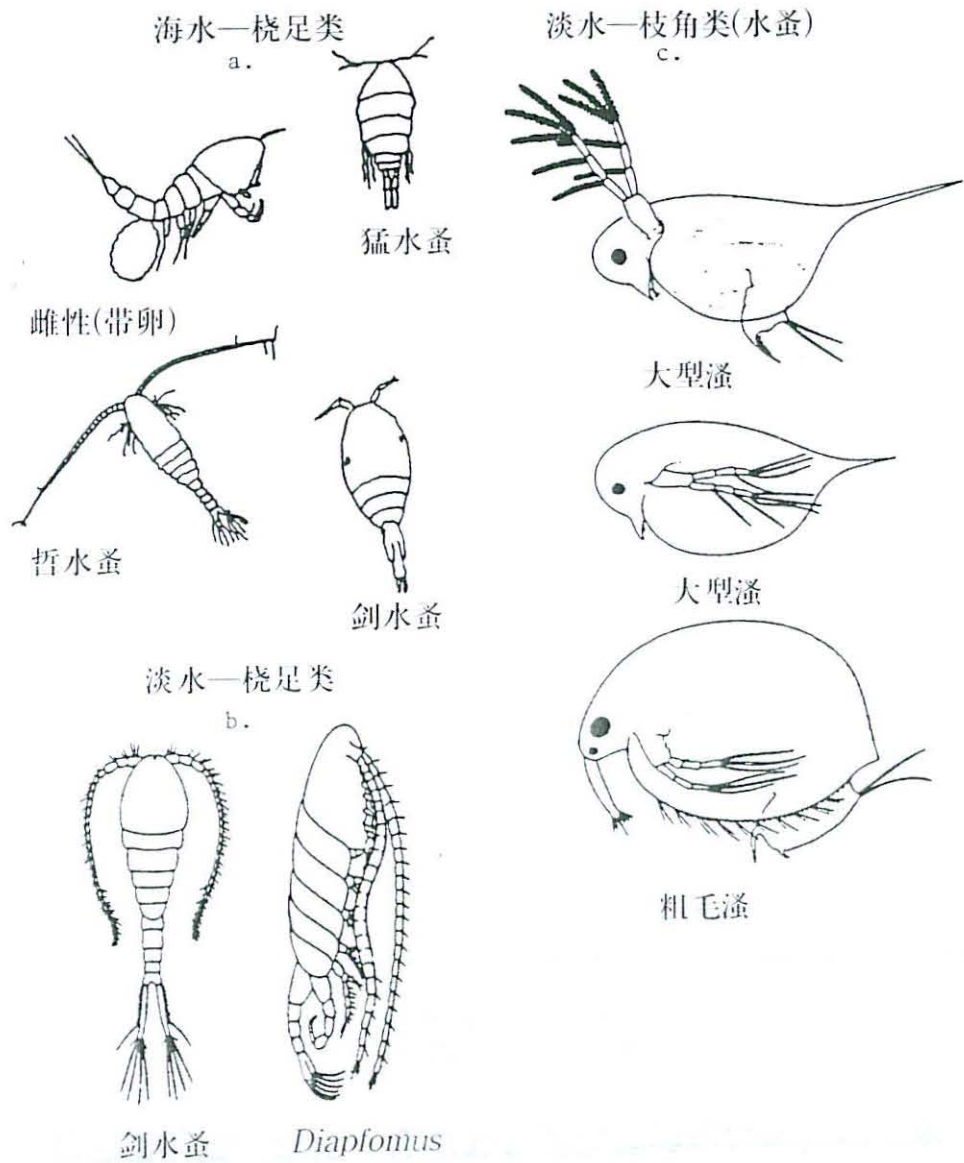


图 2. 桡足类和枝角类

