



# 卤虫在养殖中的应用

李茂堂

(中国科学院海洋研究所)

卤虫(*Artemia salina* L.)的研究,已有二百多年的历史。直到本世纪三十年代,美国的 Seale (1933)和挪威的 Rollefson (1939)发现卤虫的无节幼体是鱼类幼体的最好饵料以后,卤虫就逐渐成了海水养殖中最主要的活饵料来源。不少国家已开始大量培养卤虫。美国夏威夷州的水产养殖计划中,就把卤虫列为第一位,东南亚一些国家人工培养卤虫也取得很大成绩。

卤虫具有很高的营养价值,繁殖能力强,能广泛适应各种环境,而且容易培养。尤其是它的休眠卵(冬卵),易于保存使用。卤虫还是各个学科,如组织学、遗传学、放射生物学、生物化学、分子生物学以及生态学等研究的一种较理想的实验材料。因此,卤虫的研究,已引起了世界各国的重视。1979年8月在美国召开了卤虫国际学术讨论会,有25个国家、一百多个单位的二百多名科学家出席了会议。会上发表了114篇论文,内容涉及到卤虫研究的各个领域。其中,有关养殖方面的就达30篇。由此可见这项研究工作意义的重大。

目前,卤虫在养殖中的应用是呈指数增加(Bardach et al., 1972; Goodwin, 1976)。卤虫既可和其它饵料配合使用,也可单独使用。当前,利用成体卤虫作为某些养殖对象的饵料,也收到了很好的效果。

在我国,已利用卤虫幼体作为饵料,对十几种鱼类进行了实验,都获得了比较好的结果。在虾、蟹的养殖中,卤虫已得到了广泛的利用,并已成为育苗中的主要活饵料之一。为了促进卤虫研究工作的开展和有效地开发利用这一资源,更好为我国的养殖事业服务,现就利用卤虫作为饵料所遇到的几个急待解决的问题综述如下。

## 一、卤虫卵的加工和贮存

在收集卤虫卵的过程中,有不少杂质混入而需要清除。清除杂质的方法很多,但比较经济、简便易行的是比重分离法(图1)。该法分两步进行,首先将待加工的卵放入饱和食盐水中,充气搅拌、洗去卵上的污垢;当充气停止后,比重大的杂质沉至容器底部,卵浮在表面,然后用筛网将卵捞出,其次是把捞出的卵用海水或自来水冲洗,再放入盛有淡水的容器中,卵壳和其他比重小的杂质浮于表面,质量

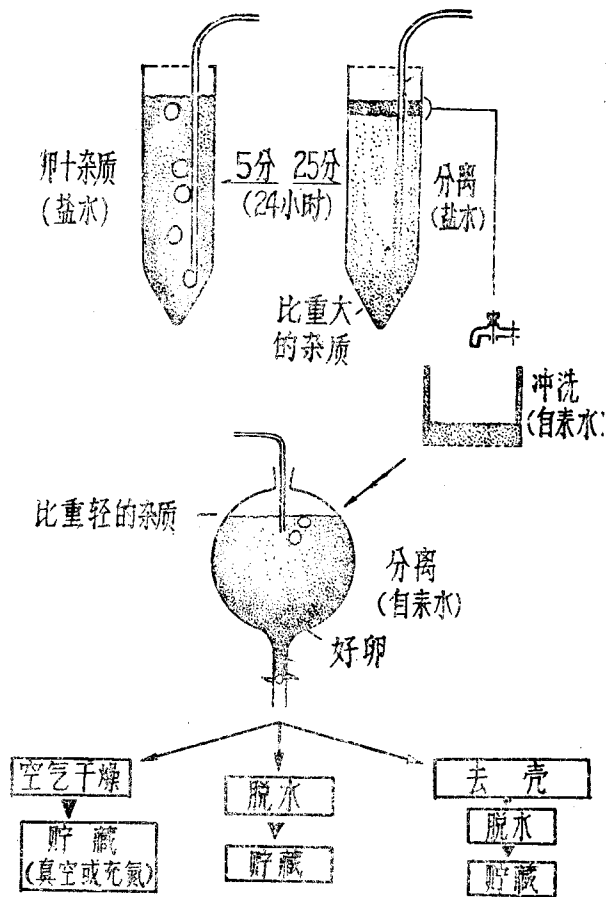


图1 卤虫卵的清洗加工方法(根据 P. Sorigeloos 等, 1978)

好的卵则沉至容器底部，然后从底部放出。我们用这个方法，将购买来的卵进行分离试验，分离出的杂质占产品重量的20—30%。

经过分离的卵，可以直接使用，也可贮存起来供以后使用。卵的贮存方法主要有以下三种：（1）卵在饱和食盐水中脱水后，贮存于食盐水中。（2）制成去壳卵，脱水保存。

（3）在空气中干燥后，贮存于真空或充氮的容器中。

## 二、卤虫卵的孵化

孵化少量的卤虫卵，是一件很简单的工作。但是在大量孵化时，要做到孵化速度快而又保持卵的最高孵化率，就不那么容易。必须在了解卤虫生物学特性的基础上，采用适当的技术，控制其孵化条件，才能收到应有的效果。影响卤虫卵孵化的因子很多，本文只扼要介绍几个主要因子。

**温度** 温度是影响卤虫卵孵化的重要因素。Boone 和 Bass Becking (1931)指出，卤虫卵的最适孵化水温是30°C左右。Von Hentig (1971)发现，水温在20—30°C之间都可获得最大孵化率，但温度在30°C时，孵化速度最快。P. Sorgeloos (1977)指出，不同地理品系的卵，孵化时对温度的要求不同。在同一温度下，孵化所需的时间也不一样。例如，水温同为28°C、盐度为28—32‰的情况下，美国加利福尼亚州的卵，达到孵化高峰需要18小时，而犹他州的卵则需24小时。

另外一个有意义的现象是，卵在孵化过程中，卵壳未破裂之前，把水温提高到大约33—40°C的温度范围就会引起卵的代谢中止。几小时甚至几天以后，把水温再调至它发育的正常水温，则卵的代谢恢复并仍能孵出幼体。但是孵化速度明显降低 (P. Sorgeloos, 1979)。水温低于7°C或高于45°C，卵的代谢就完全停止 (C. G. Vallejo, 1979)。

**盐度** 大量事实证明，卤虫卵孵化的最适盐度是在5‰—70‰之间 (Boone & Bass Becking, 1931; Bass Becking 等, 1936; Clegg,

1964; Von Hening, 1971)。但是为了方便起见，孵化通常是利用自然海水（盐度30‰左右）。在没有海水的地方，也可用食盐水代替。不同地理品系的卵，孵化时需要的盐度也不完全相同。在某些情况下，生产一定量的幼虫，用5‰的海水来代替35‰的海水进行孵化，可以节省20—30%的卵。而且，一龄期的无节幼体，还可直接以5‰的海水中过渡到150‰的卤水中去，而不影响其生命 (P. Sorgeloos, 1979)。孵化的最低盐度尚未测定，最高盐度在140‰。

在低盐度下，卵孵化成功的关键是水的pH值，Sato 曾报道，卤虫无节幼体前期的E—2阶段，孵化是由一种孵化酶引起的。这种酶的最大活性是在pH 8—9的溶液中。因此，在稀释的海水中进行孵化时，如果卵的密度很大，可适当加入碳酸钠或氧化钙，使水的pH值保持在8—9。这样可获得最大孵化率。

**溶解氧** 卤虫卵孵化的最低溶解氧浓度是1 ppm左右。溶解氧保持在2—8 ppm之间，卵的孵化速度是稳定的。低于这个浓度，孵化率就会降低。溶解氧在0.6—0.8 ppm时，卵的孵化就完全停止 (Nimura, 1968)。为了获得卵的最大孵化率，溶解氧的浓度要维持在近饱和状态。为此，需要连续充气，使卵始终保持悬浮状态。如果卵沉至底部，就会产生一个缺氧带，卵的代谢就会中断。由于溶解氧浓度与卵的密度有关，因此孵化密度要适当。Kurata 证明，在各种孵化条件满足的情况下，一升水可孵化17克卵，而不影响其孵化效果。但是，在大量孵化时，一升水只能孵化10克以下的卵。因为要维持溶解氧的一定浓度，而又不使幼虫受到机械损伤，还有许多技术问题需要解决。

**光照** 光照也是影响卤虫孵化的重要因素。P. Sorgeloos (1973)已证明，在黑暗中大约只有一半多的卵能孵出幼虫，其余的卵，在光照条件下仍可孵出。他的实验还证明，光照不仅影响卵的孵化率，而且还影响其孵化速度。如美国加利福尼亚州的卵，用2000 Lux

的光强度，照射十分钟，是非常有效的，在一般情况下，用 1000 Lux 的连续光照，就可获得好的结果。

**孵化容器** 目前采用的孵化容器，大小不一，形状多样，孵化效果也很不相同。长方形的孵化器，由于底部面积大而平，充气时，卵很容易被挤到容器的角落中去，从而影响了孵化效果。这种孵化装置，每升水只能孵化 0.3—1克卵 (Shelbourne, 1963, 1969; Nish, 1973)。用大的不透光的塑料圆桶作为孵化容器，由于不透光而影响其孵化效果。每升水只能孵化 0.3克卵 (Jones, 1972)。实验证明，效果最好的是用玻璃或透明塑料做成的圆桶状孵化器，底部呈漏斗形，从底部连续通气，能够使所有的卵都保持悬浮状态，从而提高孵化率。另外，用聚乙烯薄膜粘合成漏斗形塑料袋，使用起来既方便又经济。

### 三、幼虫的分离

幼虫孵出后，需要解决的另一个问题，就是如何把幼虫从未孵化的卵和卵壳中分离出来。因为卵壳被鱼、虾等养殖对象吞食以后，会产生非常有害的影响，有时引起肠梗塞，甚至死亡。除此之外，卵壳还会污染水质，危害养殖对象。

卤虫幼体的分离，主要是利用卤虫的趋光性。最简单的方法是通过光诱，使幼虫集中，然后，利用虹吸将幼虫分离出来。由于这种方法不需要什么特殊设备，因此，人们通常都采用这个方法。其缺点是分离效果不好，容易把幼虫和卵一起吸出来；花费时间长；分离效率低；整个分离过程不能充气，容易引起幼虫缺氧。为了改进分离效果 G. Persoone 和 P. Sorgeloos 在 1972 年设计了圆筒状分离器 (图 2)。

这种装置主要由三个不透光的塑料圆筒构成。圆筒 2 的侧面，相对有几条宽一厘米、长小于其周长四分之一的切口，筒的一端固定在大圆筒 1 的底部。圆筒 3 紧紧套在圆筒 2 的外面，侧面也有和圆筒 2 同样的几条切口。

分离过程如下：卵孵化后，首先用浮游生

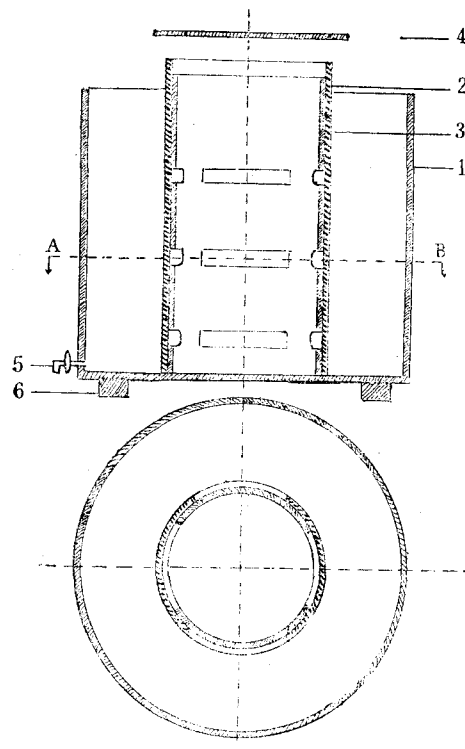


图 2 卤虫分离器的侧面与横切面示意图 (根据 G. Persoone & P. Sorgeloos, 1972)

1. 为不透明的大圆桶，2, 3. 为具有切口的分离筒，4. 为盖，5. 为出水龙头，6. 为支座。

物网把幼虫和卵壳一起捞出并冲洗，然后放至新鲜海水中并一起倒入圆桶 2 内，水放至预定的高度，上面盖紧。将外面大圆桶 1 放入和圆筒 2 液面高度完全相同的海水，上面设有光源。此时，将圆筒 3 旋转 90°，使圆筒 2 和圆筒 3 侧面的切口对齐，圆筒 2 通过切口和外面大圆桶 1 相通。黑暗中的幼虫由于喜光便通过切口游至外面的大圆桶 1 中。10—15 分钟后，将圆筒 3 转回原来位置。圆筒 2 和圆筒 1 又互相隔开，即达到分离的目的。分离效果可达 90—95%。

### 四、去壳卵的应用

所谓“去壳卵”，就是用次氯酸盐溶液，除去卵壳中的正铁血黄素 (Haematine)，使卵仅留下一层透明的膜。这层膜可以被动物消化吸收。处理后的卵，其活力不受影响。

去壳卵应用于养殖中是卤虫应用研究近几年来的一个重要进展。经过去壳的卵，幼虫孵出后，不需进行分离就可直接投喂。而且，去壳卵还可以不经孵化就能直接投喂，这就节约了人力物力。另外，有些品系的卵，去壳后可以提高其孵化率。因此，科学家相信，去壳卵的研究成功，对卤虫在养殖中的应用，将是一个突破。

至于去壳卵的加工方法，P. Sorgeloos 和 E. Bossuyt 等在1977年已作了详细描述。其过程是，首先把待加工的干卵，放在盛有海水或自来水的漏斗形容器中，从容器底部连续充气。一小时后，加入次氯酸盐溶液，其有效成分浓度为2.12%。此时，卵的颜色开始变化，由深棕色变白，最后变为橙黄色。

在7—10分钟内，壳溶解。然后立即用筛网把去壳的卵过滤出来。再用海水和自来水冲洗，直至把氯的气味冲干净为止。经过处理的卵，可以直接孵化使用，也可经饱和食盐水脱水后贮存起来。贮存的方法是把经过脱水的卵，装入盛有饱和食盐水的瓶内，放入-4℃或更低温度的冰箱内。

卵在去壳过程中，由于氧化作用，溶液的温度会升高。当温度升至一定高度(40℃)时，就会影响胚的活力。温度升高的程度与卵的密度有关。为了保持溶液的温度不超出规定的范围(40℃)，卵的密度一般在1克卵/15毫升水以下。这就给去壳卵的大量生产带来了不少困难。为了解决这个问题，P. Sorgeloos 等又利用冷却的办法，在次氯酸盐溶液未加入以前，先把水冷却，以保持卵在去壳的整个过程中溶液的温度低于40℃。用这个方法，他们用美国旧金山湾的卵进行试验，30升水可处理1公斤卵。近年来他们对上述方法作了进一步的改进。一是增加溶液的pH值，提高去壳效率。二是卵去壳后，经过去活性处理、脱水，放入盛有饱和食盐水的有颜色的瓶内，保存于室温下。

去壳卵在我们实验室里已试验成功，并研究了较大规模加工卤虫去壳卵的方法。

我国卤虫资源极为丰富，是世界上卤虫资源最多的国家之一。但已利用的只是其中极小的一部分。为了更好地开发利用这一资源，除了解决技术方面的问题外，还必须加强卤虫生态习性及生理生化方面的研究。

(上接第62页)

低值。因为贻贝对甲基汞的100%吸收效率的任何偏离，将会要求海水中有较高浓度的甲基汞。

表2 计算海水中甲基汞浓度所用的数据

福恩湾内湾
海水中的平均总汞 = 20—50毫微克/升
潮汐体积 = $200 \cdot 10^6 \text{米}^3$
水中甲基汞浓度 = $\frac{\text{贻贝中积累率}}{\text{滤水率}}$
$= \frac{4 \text{毫微克/天}}{64 \text{升/天}} = 0.06 \text{毫微克/升}$

注：贻贝的滤水率 =  $3.36W \cdot 0.40 \text{升/天}$ ，式中W是贻贝的干重(毫克)，即笼贝平均值为64升/天。

据我们所知，水俣湾是唯一测量了海水中甲基汞含量的水域，其甲基汞浓度为 <5—32毫微克/升，近似于福恩湾(图1)的总汞浓度。我们的实验是在接受工业上排出无机汞的环境中进行的。但不了解有甲基汞的输入。在福恩湾的海水中总汞是北海开阔海区水平的2—7倍(7—10毫微克/升)。因此，北海的本底甲基汞浓度可能大大小于0.06毫微克/升，这将远远超过一般现有分析技术的能力。

这种生物鉴定法的意义是，将本实验中所使用的“标准化”的贻贝，放在笼中放养一定时间，并比较其后甲基汞的累计量，这样可能获得不同地区甲基汞的相对丰度。

(陈子强摘译自 <Marine Chemistry>, 1979年第7卷第2期第111—116页; 黎 增校)