

利用EDTA钠盐提高中国对虾(*Penaeus orientalis* Kishinouye)幼虫成活率的初步报导

中国科学院海洋研究所虾类实验生态组*

EDTA钠盐，全名Ethylene diamine tetraacetic acid disodium salt，化学名称乙二胺四乙酸二钠盐，是一种具有较强络合能力的化学试剂。本品为白色结晶粉末，易溶于水，2%水溶液的pH值约4.7，分子式为 $C_{10}H_{14}O_8N_2Na_2 \cdot 2H_2O$ ，分子结构如下：

$$\begin{array}{c} NaOOC\text{--}CH_2\text{--}C \\ | \\ NaOOC\text{--} >N\text{--}CH_2\text{--}N< \text{--}COONa \\ | \\ HOOCH_2\text{--}C \\ | \\ HOOCH_2\text{--} \end{array} \cdot 2H_2O$$

上述药物在对虾培育方面的用途长期以来极少受人注意。1969年，H.L.Cook曾经在《A method of rearing penaeid shrimp for experimental studies》一文中扼要地提到过

它在褐对虾(*P.aztecus* Ives)等受精卵发生和幼虫生长过程中的作用⁽²⁾。然而由于当时的叙述过简，加上对药物的作用机制不太清楚，因此并未引起我国有关培育工作者的普遍重视。

1976年初，中国科学院海洋研究所虾类实验生态组的科研人员，在进行中国对虾(*Penaeus orientalis* Kishinouye)幼虫成活率的研究中首先使用了EDTA钠盐。经过观察比较，证明上述药物在中国对虾的幼虫培育中具有显著的效果。现将观察所得的初步结果介绍于后(见表1，图1)。

表1 各观察对比组的试验条件

试验条件 观察对比组	1	2	3
水温(℃)	21	19—21.5	20—22.5
盐度(‰)	26	26	26
培育容器大小(毫升)	40,000	15,000	15,000
投放受精卵的密度	较密	较密	密
培育用水的处理经过	自然海水经80℃铝锅加热消毒	自然海水经52 GG 筛绢过滤	自然海水经52 GG 筛绢过滤后加入EDTA 钠盐(10 p.p.m.)

图1中，横轴所列为不同的观察对比组。其中1是铝锅加热消毒后的自然海水；2是经过52 GG尼龙筛绢过滤后的自然海水；3是添

* 参加试验的有：林如杰、张乃禹、梁羨圆、张伟权。本文由张伟权执笔。

加EDTA钠盐(浓度为10.p.p.m)后的培育海水。纵轴表示从受精卵开始到第三期蚤状幼虫的生长、发育情况。

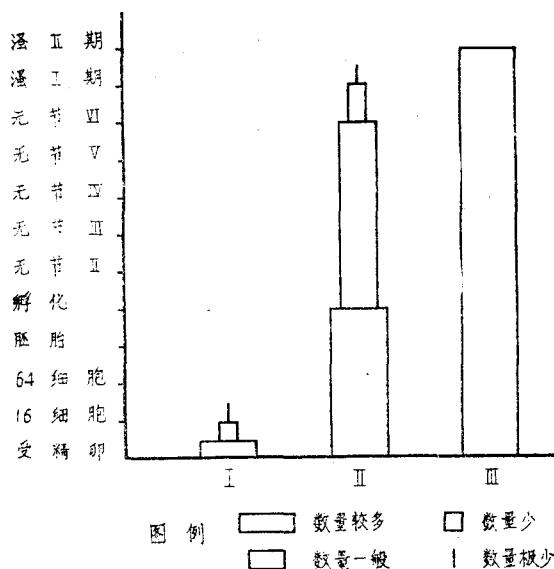


图 1 EDTA 钠盐在对虾育苗试验中的效果

由图和表可知，中国对虾幼虫在不同性质的海水中进行培育时，尽管其它方面的试验条件大体一致（本实验的盐度是26%，水温19—22.5℃，都在生活的适宜范围之内；实验用的受精卵产自同一亲体），但是它们的生长、发育情况却有着极其明显的差别。通过对照，可以清楚地看到：

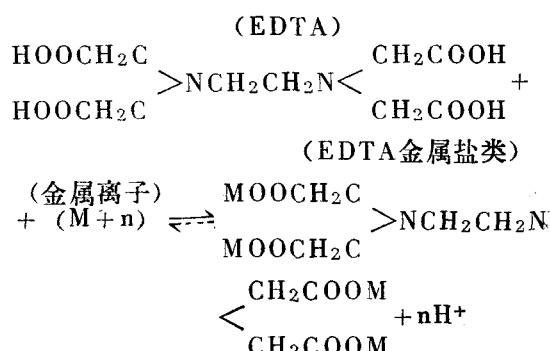
1. 采用金属锅加热消毒海水培育对虾幼虫时, 效果极不理想。表现为受精卵分割畸形、死亡率高, 绝大部分停止在十六细胞时期, 几乎没有一个能够发育成为胚胎的。

2. 经筛绢过滤后的自然海水培育幼虫的效果较好。绝大部分受精卵能够顺利孵化，多数个体可以进入无节幼虫第六期，但是后者的活力较弱。生长过程中有不少个体的尾刺畸形，肢体粘有脏物；进入溞状幼虫第1期后，培育水体的水质迅速变坏，幼虫的数目急剧下降，并且在达到溞状幼虫第二期之前全部死亡。

3. 用添加EDTA钠盐(浓度10p.p.m)经52GG筛绢过滤的自然海水效果最好。其特

点是，受精卵分割正常，各阶段幼虫的反应敏捷，活力大，变态顺利，成活率高。几乎所有的个体都能够平安地渡过观察期。除此而外培育水体也相当稳定，整个试验期内并没有发现水质恶化。

EDTA钠盐在上述对虾育苗试验中的作用，主要通过改变培育水体的水质条件来实现的。随着近代研究工作的日趋深入，目前对于这种作用的机制问题也已经清楚。据有关资料报导⁽³⁾，EDTA钠盐原来是乙二胺四乙酸（即EDTA）和钠离子的螯合产物。后者（指乙二胺四乙酸）能够与多种金属离子产生螯合反应而形成不同的盐类，其反应过程示意如下：



EDTA与金属离子进行的螯合反应至少具有两个方面的意义：（1）通过螯合，控制水体中有毒金属离子的数量，从而有效地减弱它们对于生物体的毒害作用；（2）螯合反应还可以促使一些比较难溶于水的微量金属元素处于可被利用的状态⁽¹⁾。例如，许多重金属离子象Hg⁺⁺、Cu⁺⁺、Pb⁺⁺、Cd⁺⁺等，在培育水体中的出现，对于幼虫具有颇为严重的致毒作用。利用EDTA的螯合反应，就可以降低海水在这一方面的毒性；从另一个角度讲，一定浓度的铁离子(Fe⁺⁺⁺)对于对虾幼虫的生长发育有促进作用。然而铁在海水中都以化合物形式出现，后者的溶解度极小，很难为对虾幼虫所利用。而螯合作用则可以使水体中的铁处于可被利用的状态，间接地提高幼虫的成活率。

不过，在实际培育试验中，EDTA的上述反应是较难实现的，主要是因为它不能直接溶

于冷水**。为了克服这一缺点，往往采用易溶于水的EDTA钠盐代替。后者在改善水质条件的效果上与EDTA完全一致，然而作用机制却多少有别。研究指出，EDTA钠盐的作用与其稳定常数较低有关（见表2）。

表2 EDTA金属盐类的稳定常数依次表
(根据L.A.Lee and H.J.Davis稍加调正)

不同金属离子的置换顺序(自上而下)	EDTA金属盐类的稳定常数
汞(Hg)	21.8
铜(Cu)	18.8
镍(Ni)	18.6
铅(Pb)	18.2
镉(Cd)	16.5
钙(Ca)	10.6
镁(Mg)	8.7
钠(Na)	1.7

表2所示为不同金属离子与EDTA形成的螯合物的稳定情况。其中以EDTA钠盐的稳定常数最低(1.7)，EDTA汞盐最高(21.8)，这种情况表明，当稳定常数较高的金属离子(表中依次为汞>铜>镍>铅>镉>……)在水体中遇到常数较低的盐类时(例如EDTA钠盐)，前者将从EDTA的螯合结构中置换后者。具体地说，汞离子如果在水溶液中与EDTA钠盐相遇，那末钠在螯合结构中的位置即被汞离子所代替。以上所述，就是EDTA钠盐之所以能够改善水质条件的根本实质。

EDTA钠盐在中国对虾幼虫成活率方面的试验成功，将给其它海产经济动物的幼体培育工作提供有利的根据。目前该类试验已经小规模地用于其它领域，诸如海马育苗、贻贝幼虫的培育试验以及从天然水域内除去重金属污染物等，有的已经取得了一定的效果，随着上述研究工作的继续深入，相信EDTA钠盐的作用将会显得更加突出。

参 考 文 献

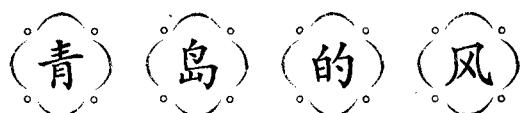
[1] 李冠国，1973年

—24—

《海洋生态学》、第71—72页。山东海洋学院，油印本。

- [2] Cook, H.L, 1961
A method of rearing-penaeid shrimp larvae for experimental studies. F A O Fisheries Reports No.57 vol 3: 709-717.
- [3] Lee, L.A.and Davis, H.J. 1973
Removal of heavy metal pollutant from natural waters. Trace metals and metal-Organic Interactions :363 -365.

** EDTA钠盐和EDTA不同。后者的全名是Ethylene diamine tetraacetic acid，商品名称叫托立龙(Trilon)、为白色粉末，不溶于冷水、醇及一般有机溶剂，只能溶解在氢氧化钠、碳酸钠及氨等碱性水溶液中。通常用作血液抗凝剂和医用洗涤剂。EDTA本身也是一种络合剂。可以与许多金属离子起螯合反应，但是反应必须在有较高浓度的钠盐或者水体中有硬水盐类存在时才会出现，使用条件极受限制。



老船员 李同庆

青岛近海，
一般的风，
半夜平静。
早晨渐增，
白天东南，
午后最盛。
傍晚北风，
入夜又轻。