

# 罗氏沼虾规模性育苗的水质标准及水质优化技术

陆锦天 林惠山

(上海市水产研究所、上海市水产技术推广站, 200433)

**提 要** 探讨了罗氏沼虾育苗水体的水质标准及水质优化的技术措施。在监测生产上亿余尾虾苗过程中育苗水体水质变化的基础上, 建议罗氏沼虾育苗水体的水质标准为: 水温  $30 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , 盐度  $12\text{‰} \sim 14\text{‰}$ , 溶氧量  $3.5 \text{ mg/L}$  以上, pH 值  $7.0 \sim 8.2$ , 总氮氮  $2.0 \text{ mg/L}$  以下,  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$   $2.0 \sim 2.6$ , 磷酸盐  $0.05 \sim 0.2 \text{ mg/L}$ , 透明度大于  $30 \text{ cm}$ , 重金属离子的含量:  $\text{Cu} < 0.01 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Pb} < 0.05 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Cd} < 0.005 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Zn} < 0.01 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Hg} < 0.0005 \text{ mg/L}$ , 水源的水质应新鲜和充满“活力”。

**关键词** 罗氏沼虾育苗 水质标准 水质优化技术

在大规模、集约式罗氏沼虾育苗生产中, 育苗水体的水质调控相当重要。适宜的水化因子不但能保证幼体的正常蜕皮生长, 减少疾病, 而且可大大降低生产成本。水体的溶氧量、氨氮含量直接影响虾苗的成活率。虾苗的代谢物、病虾、死虾、残饵及一些微生物直接影响育苗水体的水质, 尤其是育苗后期, 水质更易恶化, 病害更易发生。

笔者根据多年的实践经验, 提出罗氏沼虾育苗水体的水质标准及水质优化方法如下:

## 一、水温

水温是育苗水体水质标准的一个重要方面。在自然界, 虾类长期在某一水温范围内存活和生长, 在此范围内, 如水温逐渐升高或降低, 虾类均会调整其生理机制以适应新的水温。然而, 若水温在短期内出现较大幅度的升降, 则会带来不同程度的危害, 在虾类的育苗生产中尤其如此。

罗氏沼虾属变温动物, 体内的代谢作用受外界水温支配。在育苗的适温范围内, 幼体的摄食、蜕皮和生长随水温的升高而增强、加快, 而在实际生产中, 育苗水温经常性的变化或波动幅度太大, 对幼体的变态生长是极为不利的。应该是越稳定越好, 一般不超过  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。根据潘家模等 1981 年和 1982 年的试验结果, 水温  $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$  下, 育苗周期为  $38 \sim 40 \text{ d}$ , 水温  $29 \pm 1^{\circ}\text{C}$  下为  $28 \sim 30 \text{ d}$ , 而目前的育苗水温为  $30 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , 育苗周期  $22 \sim 25 \text{ d}$ 。上述数据显示, 在  $28 \sim 29^{\circ}\text{C}$  间, 水温升高  $1^{\circ}\text{C}$ , 育

苗周期相应缩短  $10 \text{ d}$ , 升到  $30^{\circ}\text{C}$  时又缩短  $5 \text{ d}$  左右, 可见水温对于育苗的影响之大。但再升高水温, 虾苗的成活率将受到很大影响, 因此, 从既要保证虾苗的质量和缩短育苗周期, 又要不影响育苗成活率的角度看,  $30^{\circ}\text{C}$  的水温可以认为是罗氏沼虾育苗的最佳水温。

在生产中, 多采用热水锅炉加温、管道循环的方法来获取和控制育苗池的水温, 为确保水温的相对稳定, 应抓好各项保温措施。另外, 育苗池不应设计得过小, 建议育苗池的大小为  $10 \sim 15 \text{ m}^2$ , 以利水温相对恒定。育苗期间, 应全天候用铁壳水温计监测水温, 随时调整温度。

## 二、盐度

盐度是水体中总含盐量的表示。盐度的稳定性也非常重要, 它的变化影响到水中各种离子的变化和比例, 并直接影响罗氏沼虾幼体的蜕皮和变态。盐度过高, 幼体蜕皮困难, 变态受到阻碍; 过低, 则幼体容易得病。育苗池水盐度突变, 必然导致渗透压的突变, 从而引起幼体的不良反应; 幼体需要用一定能量来调节体液的渗透压以适应育苗水渗透压的改变。盐度突变, 对体质好的幼体来说, 会影响其蜕皮生长, 而对体质差的来说, 就有可能造成死亡。此外, 盐度的突变还会引起池中饵料生物的变异并影响微生物种群的组成, 产生有害菌群, 引发虾病。因此, 保持育苗水盐度的相对稳定就显得至关重要。沿海地区利用天然半咸水

的育苗场,可以利用室外土池大面积蓄水;而人工配制海水的育苗场,也应建造具有一定蓄水能力的人工海水预配池,并加强测试工作,使育苗盐度稳定在12‰~14‰之间的某一定值。

罗氏沼虾属河口性虾类,其成虾生长和胚胎发育均在淡水中完成,而其溞状幼体需在盐度8‰~22‰的半咸水中完成变态发育。生产实践表明:育苗水温30℃,池水比重1.007(盐度约13‰)时,育苗效果较理想。

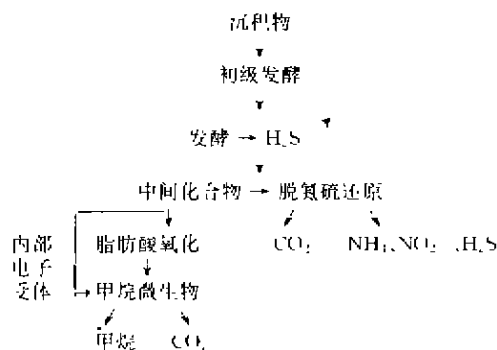
目前,多数育苗场是通过测定海水比重来控制育苗水的盐度的。因海水比重随水温高低而变化,所以,测定比重时还需测定水温,然后通过比重和盐度的关系公式算出盐度:

$$S‰(\text{盐度}) = 1305(\text{比重} - 1) \pm 0.3(t - 17.5)$$

t——表示测定时的水温。

### 三、氧气

氧气(O<sub>2</sub>)也是水环境中的一个重要因子,当溶氧低时,可引起水中物质氧化状态的变化。厌氧环境下沉积物的转化情况如下:



一些处于还原和非离子状态的氮、硫、碳代谢物,如NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S和CH<sub>4</sub>等,即使含量很低,对虾苗也是有害的。在氧气充足时,这些代谢物将转变为危害很小或无危害的NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>和CO<sub>2</sub>。空气中含有21%的氧气,是很好的氧气源,所以育苗场应配备供气设备,目前通常选用罗茨鼓风机,每分钟送气量为育苗总水体的1.5‰~2.5‰,按1m<sup>3</sup>水体一个气头进行配置,监测结果,育苗水体内的DO可达3.5mg/L以上,育苗密度为10万尾/m<sup>2</sup>。

保持水体内DO在3.5mg/L以上是非常重要的,DO在3.5mg/L以上时,水体中的物质保持氧化状态(图2)。

### 四、pH值

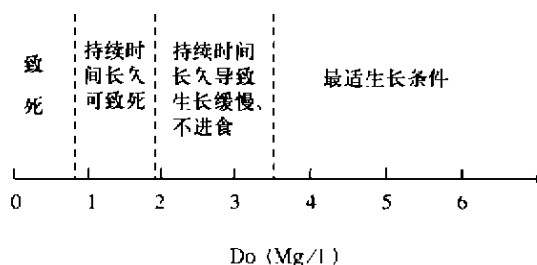


图1 罗氏沼虾苗与溶解氧的关系

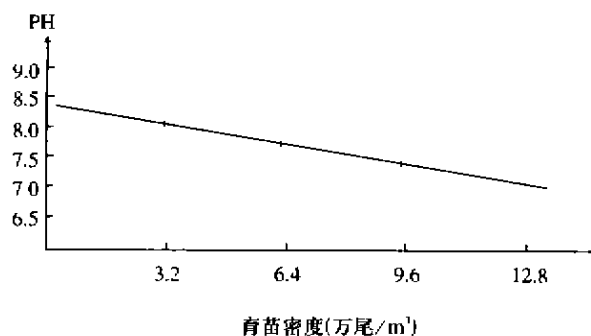
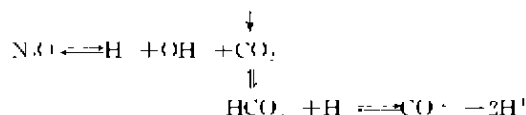


图2 育苗密度与pH值的关系

pH值是水中氢离子(H<sup>+</sup>)浓度的表示(pH = -log[H<sup>+</sup>]),为了保证虾苗的最佳生长状态,应将pH值维持在一个合适的范围。

育苗水体中pH值的变化主要受CO<sub>2</sub>和与CO<sub>2</sub>平衡的离子的影响。



水体中CO<sub>2</sub>的浓度升高,可降低水体的pH值。由于水体中所有的有机体均不断进行呼吸并产生CO<sub>2</sub>,因此,水体中育苗密度愈大,pH值降低的速率愈快,水中的沉积物被细菌分解,产生有机酸,也会降低pH值,监测结果见图2。

由图2初步得出:出苗率较高、出苗量较大的育苗池,在育苗后期,池水的pH值较低,一般在7.0~7.6之间。通过大量的数据统计,高密度育苗时pH值在7.0~8.2间较为适宜,有利于虾苗的生长。育苗过程中每天吸污,常更换水,可减缓pH值下降的速率。

### 五、氮代谢

育苗池中,大量的有机物在底部沉淀和积累,它们在细菌的作用下,经氧化——还原作用而分

解,氨基酸经分解而产生不同形式的无机氮。

氮是以非离子的形式  $\text{NH}_3$  被释放到环境中的,它与离子态的铵( $\text{NH}_4^+$ )形成一个平衡,这个平衡受 pH 值和温度的影响。

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

当 pH 值和温度升高时,  $\text{NH}_3$  的比例增加,毒性增大。实践证明:0.1 mg/L 浓度的  $\text{NH}_3$  就会对虾苗的生长产生不利影响。在温度为 30℃, pH 值为 7、8、9 时,相关的  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度分别为 12.1 mg/L、1.50 mg/L、0.35 mg/L。因此,我们应监测  $\text{NH}_3\text{-N}$  和 pH 值,控制  $\text{NH}_3\text{-N}$  在 2.00 mg/L 以下, pH 值在 8.2 以下。当水交换充分和氧气充足时,氮通过硝化作用产生亚硝酸盐和硝酸盐,从而“清除”水中的  $\text{NH}_3\text{-N}$ 。

图 3 表示的是在单位水体育苗量约为 6.7 万尾时,水体中  $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  含量随时间变化的情况。因此,育苗期间不断地更换水,保持充足的 DO ( $\text{DO} > 3.5 \text{ mg/L}$ ) 是很必要的。监测结果表明,  $\text{NO}_2^-$  对罗氏沼虾苗的毒性相对较小,在  $\text{NO}_2^-$  含量达 1.0 mg/L 时,虾苗仍能正常生长蜕壳。

#### 六、硫代谢

硫在有机物中的存在形式是含硫氨基酸和硫酸酯,这些代谢物在异氧细菌的作用下分解,产生  $\text{H}_2\text{S}$ 。当水体中 DO 充足时,  $\text{H}_2\text{S}$  转变为硫的氧化状态,如  $\text{SO}_4^{2-}$ 。  $\text{H}_2\text{S}$  含量只要达到 0.007 mg/L 时就将产生巨大毒性,而在 DO 充足时,这种非离子态的  $\text{H}_2\text{S}$  一般不存在。非离子化和离子化的硫的比例象氨一样,取决于 pH 值和温度, pH 值和温度愈低,非离子化的硫比例愈大。因此,当 pH 值在 6.5 以下时,对虾苗的毒性不仅由酸引起,而且还有  $\text{H}_2\text{S}$  的作用。

#### 七、磷酸盐( $\text{PO}_4\text{-P}$ )

磷(P)是动植物的主要营养元素,是生物骨骼的主要成分之一,它在参与虾苗对钙的吸收、成壳过程中起着重要作用。因此,育苗水体中应有一定量的有效磷( $\text{PO}_4\text{-P}$ )。图 4 是育苗过程中不同出苗量时水体中  $\text{PO}_4\text{-P}$  含量的变化情况。

结果显示:出苗量愈多,育苗后期  $\text{PO}_4\text{-P}$  的含量愈高,据观察认为,  $\text{PO}_4\text{-P}$  来源于丰年虫及虾苗蜕下的壳中,这也说明丰年虫作为一种活饵

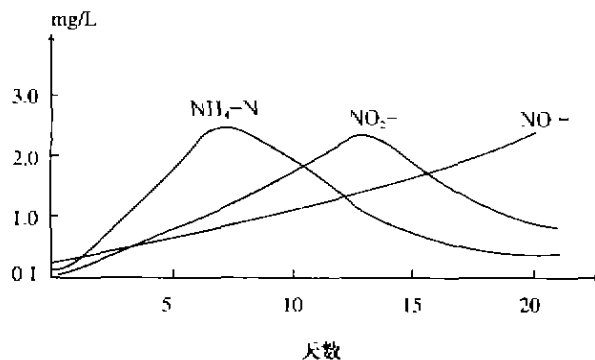


图 3 育苗量在 6.7 万尾/ $\text{m}^3$  时水中氮化物的变化

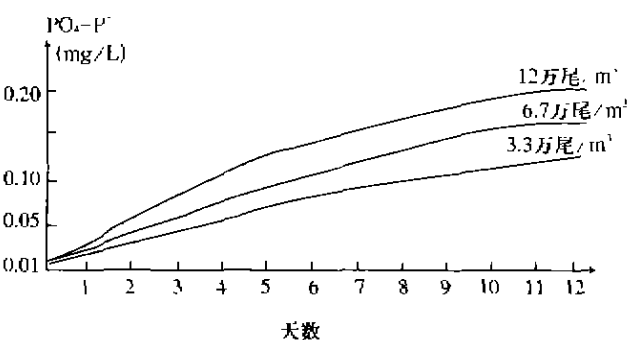


图 4 育苗水体中  $\text{PO}_4\text{-P}$  的含量与单位水体出苗量的关系

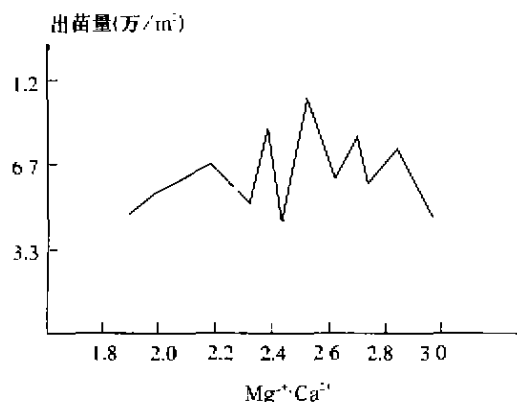


图 5 镁钙比与出苗量的关系

料,更适合于甲壳类的育苗,但水源中  $\text{PO}_4\text{-P}$  的含量应控制在 0.2 mg/L 以下,否则,在光照和温度合适时,会引起藻类的过量繁殖。

#### 八、 $\text{Mg}^{2+}$ 和 $\text{Ca}^{2+}$

由于罗氏沼虾苗在盐度为 8‰~22‰ 的半咸水中均能发育、生长和变态,因此对育苗水体中  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  离子的浓度要求不很高,一般  $\text{Mg}^{2+}$  在 380~680 mg/L,  $\text{Ca}^{2+}$  在 190~300 mg/L,而  $\text{Mg}^{2+}:\text{Ca}^{2+}$  在 1.9~3.0:1 的范围内皆适于育苗。图 5 是镁钙比与出苗量的关系。

从图5中可以看出,出苗量和  $Mg^{2+}$  对  $Ca^{2+}$  的比例在一定范围内没有绝对联系,一般  $Mg^{2+} : Ca^{2+}$  在 2.0~2.6 范围之间出苗较稳定,且在 12‰~14‰ 盐度时  $Mg^{2+} : Ca^{2+}$  为 2.4 的半咸水较易获得。

#### 九、水体的混浊度

水体的混浊度是由浮游生物和水中悬浮的泥粒引起的,在一定限度之内,水中浮游的有机体是有益的,但悬浮的泥粒则无益于育苗水体,它们不仅可以造成虾的鳃堵塞,还可直接对虾苗的肌肉组织造成损伤。

如果水源较混浊,可用 10~20 mg/L 漂粉精全池泼洒,待余氯消失,静置数日,悬浮物沉淀,水的透明度提高后再使用。若水质仍混浊,可适量泼洒一些明矾 ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ )。这样就可达到对水源消毒和使水质变清的目的。

#### 十、水的活力

在罗氏沼虾育苗的整个过程中,育苗用水需“充满活力”,所谓充满活力,即水质既清新又富有营养,因此水源经调配后,在育苗前需经 24 h 以上的充分曝气,一则可将已经聚结的较大的水分子结构“团”改变成为水分子单体,另外在充分充气的条件下,有益的有氧细菌成为优势种群大量繁殖,一些有益的藻类如硅藻、小球藻、栅藻等在数量上也会大大增加,这样就使育苗水体被充分激活。在这种水体中,虾苗进食能力强,免疫力增强,出苗量普遍较高。

#### 十一、病原体的清除

水质恶化或育苗水体受污染可导致虾苗得病,若不加以控制,将会导致毁灭性的损失。虾苗的疾病一般由原生动物、细菌、真菌、病毒和寄生虫引起。

若发现虾病发生,应及时更换水并施以合适药物,常见药物及其用途如下:

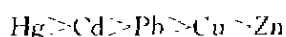
|              |               |
|--------------|---------------|
| 甲硝(HC100)    | 控制寄生虫及原生动物    |
| 孔雀绿          | 控制细菌及原生动物     |
| 高锰酸钾         | 控制真菌且具收敛作用    |
| 硫酸铜(1:2)与敌敌畏 | 控制霉菌、寄生虫和抑制藻类 |
| 漂粉精          | 具杀菌及抗毒能力      |
| 广谱抗菌素        | 控制细菌          |

应尽可能间隔使用或少用药物,关键是控制水质。

#### 十二、重金属污染

大多数重金属离子,其原子核外电子层内部有未填满的 d 电子轨道,它是电子对接良好的受体,与许多酶及生物活性物质的活性基团,如巯基-SH、氨基-NH<sub>2</sub>、亚氨基-NH 等有较强的亲合力,当这些重金属进入生物体内时,会迅速与酶及生物高分子物质反应生成不溶的硫醇盐类,使之失活变性。所以说,重金属的毒性,最主要是毒害或破坏生物的酶系统。

据潘家模等(1992)所做的重金属离子对罗氏沼虾蚤状幼体的危害程度的试验,致毒效应顺序为:



育苗过程中,在调配水中放入 1~3 mg/L 的 EDTA,即可络合水体中过量的重金属,消解其毒性。实践证明:1 mg/L EDTA 可相应络合 Zn 0.48 mg/L、Cu 0.47 mg/L、Pb 0.56 mg/L、Cd 0.3 mg/L、Hg 0.54 mg/L。

而在育苗生产过程中,因受水体中其它因子的影响,络合用的 EDTA,其浓度要比理论值提高许多,所以,我们应根据具体情况适量增加 EDTA 的用量。

#### 结束语

育苗期间对水质监测(主要数据来源于 1997 年上海市水产研究所淡水试验场)的结果表明:要提高单位水体的出苗量,关键是控制育苗水体的水质,给罗氏沼虾苗提供适宜的生长条件。根据我们的测定与分析,认为适宜的生长条件是:

1. 最佳温度:  $T = 30 \pm 0.5^{\circ}C$ 。
2. 稳定的盐度:  $S_{\text{‰}} = 12\text{‰} \sim 14\text{‰}$ 。
3. 充足的氧气:  $DO = 3.5 \text{ mg/L}$ 。
4. 合适的 pH 值: pH 7.0~8.2。
5. 较低的总氨氮:  $NH_4-N < 2.0 \text{ mg/L}$ 。
6. 合适的镁钙比:  $Mg^{2+} : Ca^{2+} = 2.0 \sim 2.6 : 1$ 。
7. 适宜的磷酸盐:  $0.05 \text{ mg/L} < PO_4 - P < 0.2 \text{ mg/L}$ 。
8. 水的透明度应大于 30 cm。
9. 新鲜和充满“活力”的水源。
10. 较低的重金属含量:  $Cu < 0.01 \text{ mg/L}$ 、 $Pb$

(下转第 162 页)

表 LDH 同工酶在几种组织中的分布及含量

| LDH              | 组 织 | 肌肉 | 卵 | 肝 |
|------------------|-----|----|---|---|
| LDH <sub>1</sub> |     | A  |   | B |
| LDH <sub>2</sub> |     |    |   | C |
| LDH <sub>3</sub> |     |    | D |   |
| LDH <sub>4</sub> |     | F  |   |   |
| LDH <sub>5</sub> |     |    |   | E |

注:从 A~F 含量逐次减少

因 LDH 同工酶的分子量较大,谱带集中于胶的后面,故指示剂能走到越前面越好,甚至可以走出胶板,然后中止电泳。

LDH 同工酶是多基因决定的同工酶。它们是四聚体酶,由两个基因 LDH<sup>A</sup> 和 LDH<sup>B</sup> 决定的肽链 A 和肽链 B 组成。这两种多肽链可以通过异聚和同聚的聚合方式构成五种同工酶,即 AAAA 简称 A<sub>4</sub>(同聚),AAAB 简称 A<sub>3</sub>B(异聚),AABB 简称 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>(异聚),ABBB 简称 AB<sub>3</sub>(异聚)和 BBBB 简称 B<sub>4</sub>(同聚)。(实质上,所有辐鳍亚纲的鱼类都有 LDH<sup>A</sup> 基因,高等真骨鱼类的 C 基因是高度特异性的,大多数鱼具有眼带 C<sub>1</sub> 同工酶<sup>[1]</sup>。这有待于以后进一步研究探讨。)

根据 1964 年国际生物化学学会的报告建议:不同同工酶可以根据电泳迁移率予以区别并编号,以向阳极方向泳动最快者编为同工酶 1。比如:我们做的 LDH 同工酶,电泳时可区分出五种同工酶、二类亚基,尽管分子量相同,A 亚基中酸

性氨基酸残基如谷氨酸、天门冬氨酸、苏氨酸和丝氨酸较多,在碱性溶液中酶分子上阴电荷较多,电泳速度较 B 亚基为快,所以它们向阳极泳动的速率依次为:B<sub>4</sub>、A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>、A<sub>4</sub>(慢→快),故同工酶的命名也依次为 LDH<sub>1</sub>、LDH<sub>2</sub>、LDH<sub>3</sub>、LDH<sub>4</sub>、LDH<sub>5</sub>。

在斑尾复鰕虎鱼中,乳酸脱氢酶同工酶在肌肉中主要以 LDH<sub>1</sub> 形式出现,还有极少量的 LDH<sub>2</sub>,而卵巢中仅有 LDH<sub>5</sub>。肝脏中分布较杂,有 LDH<sub>1</sub>、LDH<sub>2</sub>、LDH<sub>3</sub>,含量也不尽相同:LDH<sub>1</sub> > LDH<sub>2</sub> > LDH<sub>3</sub>。这种差异反映了不同组织器官所担负的生理功能不同。

### 参考文献

1. Hunter, R. L. and C. L. Markert. His technical demonstration of enzymes separated by zone electrophoresis in starch gels. Science, 1957, 125(3261): 1204~1205.
2. Markert, C. L. And F. Miller. Multiple forms of enzymes tissue, ontogenetic and species specific patterns. Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A. 1959(45): 753~763.
3. 丁金星,周才武. 鱼类的乳酸脱氢酶同工酶. 海洋湖沼通报, 1989(1): 51~56.
4. 吴清江. 酶的基因剂量效应及其对鱼类远缘杂交的影响. 水产生物学报, 1997, 21(2): 143~151.
5. 胡能书、万贤同编. 同工酶技术及其应用. 78. 长沙:湖南科学技术出版社, 1985.

书中计量单位有误, NAL“25 毫升”应为“25 毫克”, NBT“15 毫升”应为“15 毫克”, PMS“1 毫升”应为“1 毫克”, 作者注。

发稿编辑 汤惠明

校对 朱大白

(上接第 160 页)

$<0.05 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Cd} <0.005 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Zn} <0.01 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Hg} <0.0005 \text{ mg/L}$ 。

11. 为避免水质受外界污染,用水应采用曝气、暗沉淀、过滤等物理及化学方法进行处理。

### 参考文献

1. 吴新儒,雷衍之,许昌兴. 淡水养殖水化学. 北京:农业出版社, 1980.

2. 冯建章. 虾池水质监测及管理. 饲料研究, 1994(5): 24~26.
3. 郑述河. 河口地区盐度对罗氏沼虾生长的影响. 齐鲁渔业, 1993(1): 24~26.
4. 陆锦天,潘家模,洪新明. 提高罗氏沼虾育苗成活率的研究. 水产科技情报, 1994, 21(1): 31~33.
5. W. Dall, Hill, B. J., Rothhsberg, P. C. (陈楠生等译). The Biology of the Penaeidae, 376~380. 青岛:青岛海洋大学出版社, 1992.

发稿编辑 汤惠明

校对 朱大白