

# 中华绒螯蟹育苗用水中 $Mg^{2+}$ 与 $Ca^{2+}$ 含量 及 $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ 对出苗率的影响

臧维玲 江 敏 戴习林 朱正国

(上海水产大学渔业学院, 200090)

沈林华 王建良 王建忠 刘招坤 张士宏

(浙江省平湖水产试验场, 314204)

**摘 要** 报道了中华绒螯蟹育苗用水调配原则与不同基础水调配方法的研究结果。育苗用水调配的基本原则是  $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量及  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  比值(R)必须达到一定的范围。以鱼塘水与深井水作基础水时,需分别添加 6 种与 10 种化学药品,其中  $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量及 R 值可适范围均分别为 484~816mg/L 与 178~340mg/L, R 值均为 2.0~3.0。研究表明,以河口水育苗最为经济,如盐度或  $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量及 R 值不在可适范围内,则可淡水稀释或添加浓缩海水,并将  $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量及 R 值调配到合适范围。

**关键词** 中华绒螯蟹, 调配水, 镁, 钙, 人工繁殖, 出苗率

自然界中中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)在河口区或浅海区进行产卵与幼体发育。这类水域化学成分含量介于淡水与海水之间,系半咸淡水,但其水质类型仍属海水范畴[臧维玲等 1992]。朱正国等[1993]的调查资料表明,长江口与杭州湾区域水中  $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$  等化学成分含量及彼此间比值具有明显的沿海河口区特点。但气候、径流量等变化的影响,常使河口水的盐度与化学成分含量变化多端,以致失去了如中华绒螯蟹一类水生动物在河口区繁衍后代所需的最适条件,从而影响了幼体成活率及变态时间。以淡水作育苗调配水的配方虽有报道[赵乃刚 1980, 林锡芝等 1980],但均未提出调配原则及不同基础用水的配方。本文介绍了中华绒螯蟹人工育苗用水的调配原则—— $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量和 R 值的合适范围,以及不同水源配方的研究结果。

## 1 材料与方法

试验于 1995 年 3~5 月在杭州湾畔的浙江省平湖市水产试验场,分别以鱼塘水与深井水作为基础水源(化学成分见表 1),各按两种添加不同种类与数量化学药品的配方进行中华绒螯蟹育苗培育的初步试验(臧维玲等 1995),从中筛选两种育苗效果较好的分别以鱼塘水和深井水作水源的配方 I 与 IV(表 2)于 1996 年 3~5 月继续在该场进行合适  $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量及  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  比值(R)的育苗试验。盐度为 16~17,试验期间连续充气,并随发育期增长逐渐加大充气量,同时温度由 22℃ 逐升至 24℃,日换水量也由 50% 逐增至 100%,每日排污一次,所用饵料为三角褐指藻、小球藻、蛋黄、轮虫、淡水水蚤及卤虫等。各试验均以河口水为对照组。

收稿日期: 1996-08-29

(1)臧维玲, 江 敏, 戴习林等. 1995. 中华绒螯蟹育苗用水配方初步研究.

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www>

水中主要离子含量测定采用容量法[宋仁元 1985 年中译本, 臧维玲 1991],  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  总量以差减法计算求得[汤鸿霄 1979]。

表 1 平湖水产试验场中华绒螯蟹育苗基础水化学成分

Tab. 1 The chemical composition of the basic water for rearing the larva of *E. sinensis* on the Ping Hu Farm

水源	比重	pH	化学成分(mg/L)							离子总量	水质类型
			$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	R	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	Cl <sup>-</sup>	$\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$		
鱼塘水	1.0020	8.20	81.16	89.30	1.10	536.03	957.42	229.60	101.15	1994.66	Cl <sup>Na</sup> <sub>III</sub>
深井水	1.0000	8.01	34.07	36.39	1.07	105.58	58.52	419.86	18.97	673.39	Cl <sup>Na</sup> <sub>I</sub>
平湖河口水	1.0108	8.33	151.30	25.16	2.81	6192.30	10086.12	168.67	630.72	17654.27	Cl <sup>Na</sup> <sub>III</sub>

表 2 以鱼塘水和深井水为中华绒螯蟹育苗基础水的配方

Tab. 2 The formulas using the fish pond and deep well water as the basic water for rearing the larva of *E. sinensis*

加入化学药品种类 (配水量 1000kg)	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaCl}_2$	KCl	$\text{FeCl}_3$	$\text{H}_3\text{BO}_3$	KBr	KI	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	NaCl
鱼塘水 配方 I (kg)	4.905	0.609	0.400	$0.100 \times 10^{-3}$	0.120					14
深井水 配方 IV (kg)	4.905	0.609	0.400	$0.100 \times 10^{-3}$	0.120	0.020	$0.030 \times 10^{-3}$	$1.400 \times 10^{-3}$	$0.040 \times 10^{-3}$	14

## 1.1 育苗用水中不同 $\text{Mg}^{2+}$ 与 $\text{Ca}^{2+}$ 含量及 R 值育苗试验

按配方 I 与 IV 分别添加 5 种与 9 种化学药品(工业纯), 再以食盐将盐度调至 16~17(见表 2), 然后分别进行不同  $\text{Mg}^{2+}$  与  $\text{Ca}^{2+}$  含量及 R 值育苗试验。配方中各药品量包括基础水中相应成分原有含量。

$\text{Mg}^{2+}$  含量固定为 500mg/L, 使调配水中  $\text{Ca}^{2+}$  含量为 178~250mg/L, 相应 R 值范围为 2.0~2.8, 两配方各设 5 个梯度, 使用 40L 塑料箱进行中水育苗试验, 每组放中华绒螯蟹 Z<sub>1</sub> 幼体 400 尾。

$\text{Ca}^{2+}$  含量固定为 220mg/L, 调节调配水中  $\text{Mg}^{2+}$  含量分别为 484~660mg/L, 相应 R 值范围为 2.2~3.0, 以与上述试验相同条件进行育苗试验。

R 值固定为 2.4, 同时调节  $\text{Mg}^{2+}$  与  $\text{Ca}^{2+}$  含量分别为 432~816mg/L 与 180~340mg/L, 使用 500mL 锥形瓶进行小水育苗试验, 每组放中华绒螯蟹 Z<sub>1</sub> 幼体 20 尾。其余条件同上述试验。

## 1.2 生产性育苗试验

将该场 4 月引进的河口水分以浓缩海水与食盐将盐度调至 16~17,  $\text{Mg}^{2+}$  与  $\text{Ca}^{2+}$  含量分别调配为 515.85mg/L, 与 197.80mg/L (R=2.61) 进行生产性育苗试验, 以未经调配的河口水作对照组。其余条件同中小水体。

## 2 结果与讨论

鉴于小水育苗较难取得高出苗率, 故以 5% 出苗率为准比较各试液育苗结果。试验结果列于表 3。

表 3 调配水中  $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$  含量及 R 值对中华绒螯蟹幼体变态率与出苗率的影响Tab 3 Effects of  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  contents and R in mixed water respectively on survival rates from the larva stage to post larva of *E. sinensis*

配 方	$Mg^{2+}$ 含量 ( $Ca^{2+}=220mg/L$ )			$Z_1 \sim Z_5$ 变态率 (%)	出苗率 (%)
	$Mg^{2+}$ (mg/L)	$Ca^{2+}$ (mg/L)	R		
配方 I -3	484	220	2.2	82	6
配方 I -4	528	220	2.4	84	8
配方 I -5	572	220	2.6	84	13
配方 I -6	616	220	2.8	86	11
配方 I -7	660	220	3.0	84	12
配方 IV-3	484	220	2.2	82	9
配方 IV-4	528	220	2.4	83	11
配方 IV-5	572	220	2.6	84	16
配方 IV-6	616	220	2.8	85	13
配方 IV-7	660	220	3.0	84	13
配 方	$Ca^{2+}$ 含量 ( $Mg^{2+}=500mg/L$ )			$Z_1 \sim Z_5$ 变态率 (%)	出苗率 (%)
	$Mg^{2+}$ (mg/L)	$Ca^{2+}$ (mg/L)	R		
配方 I -9	500	250	2.0	82	10
配方 I -10	500	227	2.2	83	9
配方 I -11	500	208	2.4	85	9
配方 I -12	500	192	2.6	85	11
配方 I -13	500	178	2.8	84	8
配方 IV-9	500	250	2.0	81	5
配方 IV-10	500	227	2.2	82	5
配方 IV-11	500	208	2.4	84	16
配方 IV-12	500	192	2.6	85	14
配方 IV-13	500	178	2.8	83	7
平湖河口水	425	151	2.8	80	4
配 方	$Mg^{2+}$ 和 $Ca^{2+}$ 含量 ( $R=2.4$ )			$Z_1 \sim Z_5$ 变态率 (%)	出苗率 (%)
	$Mg^{2+}$ (mg/L)	$Ca^{2+}$ (mg/L)	R		
配方 I -15	432	180	2.4	55	0
配方 I -16	528	220	2.4	85	15
配方 I -17	624	260	2.4	75	10
配方 I -18	720	300	2.4	70	5
配方 I -19	816	340	2.4	62	5
配方 IV-15	432	180	2.4	57	0
配方 IV-16	528	220	2.4	85	20
配方 IV-17	624	260	2.4	80	15
配方 IV-18	720	300	2.4	70	5
配方 IV-19	816	340	2.4	65	5

## 2.1 两种配方育苗用水的育苗效果

以配方 I 与 IV 为基础水的各组育苗试验, 除个别组外, 出苗率分别为 5%~6% 与 5%~20%, 以当地河口水育苗的对照组出苗率仅为 4%。由此可见, 经两年筛选试用的此两种配方均可适用于中华绒螯蟹幼体培育。按理以受杭州湾河口水影响的鱼塘水作基础水的配方 I 育苗效果应优于以深井水为基础水的配方 IV [臧维玲等 1995], 但因鱼塘水受到该场罗氏沼虾育苗排放废水的干扰, 故相应试验组育苗结果受到一定影响。即使如此, 从总的试验结果可发现, 两种配方育苗效果无显著差异。

表 1 表明, 受河口水影响的鱼塘水各种成分含量明显高于深井水, 离子总量与  $Cl^-$  含量分别为后者的 3 倍与 16 倍。微量元素也较丰富 [张正斌等 1984], 其水质类型仍属海水型 ( $Cl^-$  型)。因此鱼塘水添加的化学药品种类少 (仅 6 种), 而深井水需添加 10 种药品, 此必将提高育苗成本。臧维玲等 [1995] 提出的有关罗氏沼虾育苗调配水也存有相同情况。可见, 凡采用调配水育苗的育苗场均应取邻近河口水或海水作调配用水。

配方 I -15 组与配方 IV-15 组均未出现大眼幼体, 由 Z<sub>1</sub> 至 Z<sub>5</sub> 变态率也远低于其余各组。对照组出苗率也较低。此主要因前二组中 Mg<sup>2+</sup> 含量仅为 432mg/L, 对照组的 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量分别为 425mg/L 与 151.3mg/L, 均低于中华绒螯蟹幼体在自然界生长、发育的河口水通常具有的相应值。如赵乃刚等[1988] 曾指出, 东经 121°56′ ~ 122°15′, 北纬 31°24′ ~ 31°23′ 的水域为中华绒螯蟹的天然繁殖区, 其 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量分别为 472mg/L 与 181mg/L (R=2.6)。中华绒螯蟹幼体发育、生长之所以对水环境的 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量及 R 值有一定的要求, 乃是因甲壳类动物均有周期蜕皮生长的特点, 所以, 水中一定的 Ca<sup>2+</sup> 浓度是其甲壳钙化过程所必须的[Diphy 1980]。Bourget 和 Crisp[1975] 与 Stevenson[1985] 曾指出, 钙在甲壳动物的生命过程中起着重要作用, 其周期性的蜕壳需要大量的钙, 这些钙必须从饵料或通过体表吸收得到补充。Robertson[1953] 认为水生动物通过鳃、皮肤吸收水中无机离子。可见育苗水体中 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量和 R 均应达到合适的值方能满足中华绒螯蟹幼体生长发育的需要。

## 2.2 育苗用水中 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量和 R 值的合适范围

臧维玲等(1995)的试验表明, 即使育苗水中 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量满足育苗要求, 但如 R < 2.0 或 R > 3.0, 或未曾培育出大眼幼体, 或出苗率极低。可见, 育苗水中 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量及 R 值必须同时处于合适范围。从表 3 可看出, 以鱼塘水为水源, 以配方 I 为基础的 14 个组(配方 I -3 ~ I -7, I -9 ~ I -13, I -16 ~ I -19) 出苗率为 5% ~ 15%; 以深井水为水源, 以配方 IV 为基础的 14 个组(配方 IV-3 ~ IV-7, IV-9 ~ IV-13, IV-16 ~ IV-19) 出苗率为 5% ~ 20%。综合上述, 出苗率达 5% 以上的合适配方 I 与 IV 分别是以鱼塘水和深井水为水源, 且分别添加 MgSO<sub>4</sub> 等 6 种和 10 种化学药品(表 2), 两者 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量合适范围均分别为 484 ~ 816mg/L 与 178 ~ 340mg/L, 同时必须满足 R 值范围为 2.0 ~ 3.0。配方 I -15 与配方 IV-15 两组均因 Mg<sup>2+</sup> 含量(432mg/L) 低于上述范围, 以致均未出现大眼幼体。

## 2.3 生产性育苗试验结果

表 4 表明, 河口水以浓缩海水调配盐度至 16 ~ 17, 并作 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量调整, 且 R 值满足要求的试验组(第 1 组) 出苗率最高(17%), 第 2 组仅以食盐将河口水盐度调至 16 ~ 17, 其余条件同对照组, 出苗率为 12%, 对照组为未经任何调配的河口水, 出苗率仅 6%, 分别为前两组的 35% 与 50%。

表 4 生产性育苗试验结果

Tab. 4 The productive test of rearing the larva of *E. sinensis*

组号	水体积(m <sup>3</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	R	出苗量(万尾/m <sup>3</sup> )	出苗率(%)
试验组 1	12	515.85	197.80	2.61	2.08	17
2	12	425.16	151.30	2.81	1.10	12
对照组(河口水)	12	425.16	151.30	2.81	0.73	6

注: 第 1 与第 2 组分别以浓缩海水与食盐调配盐度至 16 ~ 17, 对照组未作任何调配

上述结果表明, 以浓缩海水调配育苗基础水的盐度, 可获得良好的育苗效果, 此主要因浓缩海水可增加微量元素的种数, 此外尚可减少 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 药品的添加量。对照组试液的 R 值虽符合要求, 但因 Mg<sup>2+</sup> 含量低于可适范围, 故出苗率较低。由此可见, 中华绒螯蟹育苗水的 Mg<sup>2+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 含量与 R 值必须同时满足其特有的合适范围, 此范围有别于罗氏沼虾与中国对虾育苗调配水中的相应范围[臧维玲等 1995]。

### 3 结论

(1)中华绒螯蟹育苗用水的调配原则是调配  $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量及 R 值在合适范围之内。以鱼塘水作水源时,需添加 6 种化学药品,以深井水作水源时,需添加 10 种化学药品,两者  $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量及 R 值合适范围均分别为 484~816mg/L 与 178~340mg/L 及 2.0~3.0。

(2)中华绒螯蟹育苗用水调配首先测定基础用水中常量成分及  $Cu^{2+}$  等含量,再根据本文提供配方设计扣除基础水中原有值的各药品添加量。使用河口水或滨海水育苗时,首先以浓缩海水或淡水调节其盐度至合适值,继之调配  $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量及 R 值达合适范围。

### 参 考 文 献

- 朱正国,臧维玲,戴习林. 1993. 河口区中国对虾养殖水源的水质状况研究. 海洋渔业, 15(1): 13~14.
- 汤鸿霄. 1979. 用水废水化学基础. 北京: 中国建筑工业出版社. 75~76.
- 宋仁元译. 1985. 水和废水标准检验法(第 15 版). 北京: 中国建筑工业出版社. 163~168, 175~180, 191~193.
- 林锡芝,胡美琴,陶淑宜等. 1980. 河蟹繁殖的人工海水配制法. 淡水渔业, 3: 34~35.
- 张正斌,顾宏堪,刘莲生等. 1984. 海洋化学(上). 上海: 上海科学技术出版社. 194~218.
- 赵乃刚. 1980. 用配制海水进行中华绒螯蟹人工繁殖的试验. 水产学报, 4(1): 1~11.
- 赵乃刚,堵南山,包祥生等. 1988. 河蟹的人工繁殖与增养殖. 合肥: 安徽科学技术出版社. 92~98.
- 臧维玲. 1991. 养鱼水质分析. 北京: 农业出版社. 39~74.
- 臧维玲,戴习林,朱正国. 1992. 河口区中国对虾池水化学状况. 上海水产大学学报, 1(3~4): 111~119.
- 臧维玲,戴习林,朱正国等. 1995. 罗氏沼虾育苗用水中  $Mg^{2+}$  与  $Ca^{2+}$  含量及  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  对出苗率的影响. 海洋与湖沼, 26(5): 552~557.
- Bourget E, Crisp D J. 1975. Factors affecting deposition of shell in *Balanus balanoides*. J Mar Biol Assoc U K, 55: 231~250.
- Diphy P S B. 1980. Calcification in crustacean: The fundamental process. Physiologist, 23: 105.
- Robertson J D. 1953. Further studies on ionic regulation in marine invertebrates. J Expt, 30: 277~298.
- Stevenson I R. 1985. Dynamics of the integument. In the Biology of Crustacea, Vol. 9. Integument, Pigments and Hormonal Process. ed. by Bliss, D. E., Academic Press, Inc. 1~22.

# EFFECTS OF $Mg^{2+}$ , $Ca^{2+}$ CONTENTS AND $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ ON SURVIVAL RATES OF *ERIOCHEIR SINENSIS* REARED IN MIXED WATER

ZANG Wei-Ling, JIANG Min, DAI Xi-Lin, ZHU Zheng-Guo  
(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, 200090)

SHEN Lin-Hua, WANG Jian-Liang, WANG Jian-Zhong, LIU Zhao-Kun, ZHANG Shi-Hong  
(Ping Hu Fisheries Test Farm of Zhejiang Province, 314204)

**ABSTRACT** Mixed principles and methods with different basic water for rearing larva of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) were studied from 1995 to 1996 on the Ping Hu Fisheries Test Farm of Zhejiang Province. The results were as follows:

Using freshwater as the basic water in the fish pond for rearing larva, six chemical reagents ( $MgSO_4$ ,  $CaCl_2$ ,  $KCl$ ,  $FeCl_3$ ,  $H_3BO_3$ ,  $NaCl$ ) must be added to the basic water. Using deep-well water as the basic water the above 6 chemical reagents and  $KBr$ ,  $KI$ ,  $Na_2H_2PO_4$ ,  $CuSO_4$  must be added to the basic water. The suitable contents of  $Mg^{2+}$  and  $Ca^{2+}$  in both the mixed water were 484 ~ 816mg/L and 178 ~ 340mg/L respectively at  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  (R) of 2.0 ~ 3.0. The study showed rearing larva with alongshore estuary water was the most economical way. If the contents of  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  or R were not in the above suitable ranges, the basic water could be diluted with freshwater, or concentrated seawater could be added to the basic water, then the contents of  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  or R could be mixed to the above suitable ranges.

**KEYWORDS** *Eriocheir sinensis*, Mixed water, Magnesiumion, Calciumion, Artificial propagation, Survival rates