

盐碱地中华绒螯蟹育苗水质调配技术的研究*

肖国强¹ 潘鲁青¹ 栾治华¹ 王桓台² 王国峰²

(¹ 中国海洋大学海水养殖教育部重点实验室 青岛 266003)

(² 东营市黄河口毛蟹研究中心 东营 257000)

摘要 研究了地下卤水中 Na^+/K^+ 对中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 幼体生长发育的影响以及幼体对人工海水盐度的适应性。结果表明:随着地下卤水中 Na^+/K^+ 的降低,中华绒螯蟹幼体存活率、变态率和体质量增长率逐渐升高,当地下卤水中的 Na^+/K^+ 低于 18.6 时,中华绒螯蟹幼体的存活率、变态率和体质量增长率与海水对照相比差异不显著;人工海水盐度梯度设置为 18~26, $Z_1 \rightarrow Z_2$ 、 $Z_3 \rightarrow Z_4$ 、 $Z_5 \rightarrow M$ 各阶段不同处理组幼体存活率和体质量增长率差异显著,而变态率差异基本不显著,各阶段的最适盐度分别为 20、22 和 20。

关键词 地下卤水,人工海水, Na^+/K^+ , 盐度,中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 幼体

中图分类号 S996.16 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3096(2003)12-0001-04

在盐碱地中华绒螯蟹育苗生产中,多采用地下水或人工海水作为育苗用水,由于地下卤水离子组成比例失调^[1],人工海水需降低经济成本,因此必须进行离子或适宜盐度的调节,才能符合中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 育苗生产的要求,而目前国内外尚无这方面的研究报道。本文研究了盐碱地中华绒螯蟹育苗水质调配技术,探讨了 Na^+/K^+ 对中华绒螯蟹幼体生长发育的影响以及幼体对人工海水盐度的适应性,为中华绒螯蟹渗透调节的生理研究奠定理论基础,也为盐碱地中华绒螯蟹育苗生产提供了科学依据。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

实验所用中华绒螯蟹幼体取自东营市河蟹育苗场,实验用水为地下卤水、人工海水、黄河淡水和自然海水。地下卤水取自东营市胜利镇地下卤水井,人工海水由中国海洋大学通用海水素厂提供的海水素配制。

1.2 实验方法

1.2.1 实验用水指标的测定 用精密密度计测定各实验用水的密度,并换算成盐度;用原子吸收分光光度计测定离子的浓度。

1.2.2 Na^+/K^+ 梯度的设置 地下卤水 K^+ 添加量以 40 mg/L 为梯度从 0 mg/L 至 360 mg/L,添加 K^+ 采用向地下卤水中添加分析纯的氯化钾 (KCl),

KCl 的添加量为 $74.55 \times \text{K}^+$ 添加量/39;再用黄河淡水调节盐度,并计算各实验梯度的 Na^+/K^+ ,并以自然海水作对照,实验盐度均为 22。

1.2.3 人工海水盐度梯度的设置 人工海水的配制采用向黄河淡水中添加海水素,溶解后曝气 8h,盐度梯度设置为 18、20、22、24、26,并以盐度为 22 的自然海水作对照。

1.2.4 实验管理 实验分为 3 个组: $Z_1 \rightarrow Z_2$ 、 $Z_3 \rightarrow Z_4$ 、 $Z_5 \rightarrow M$,实验在自制的控温箱内进行,水温分别控制为 $21 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 。实验水体为 400 mL, $Z_1 \rightarrow Z_2$ 、 $Z_3 \rightarrow Z_4$ 实验组各放 20 尾幼体, $Z_5 \rightarrow M$ 组放 15 尾幼体,各实验梯度均设 3 个平行组。实验过程中不充气,日换水 3 次,换水量为 1/3,并加入预先配置同温度相对应的实验用水,换水前清除残饵、粪便及死亡幼体,换水后投喂小球藻、卤虫无节幼体等适口饵料。

* 山东省科学技术攻关项目“黄河口毛蟹良种生产培育技术的开发研究”。

第一作者:肖国强,出生于 1978 年,硕士,通信地址:中国海洋大学海水养殖教育部重点实验室。E-mail: lvfu@ouc.edu.cn

收稿日期:2003-04-24; 修回日期:2003-05-08

1.2.5 实验指标和数据处理 $Z_1 \rightarrow Z_2, Z_3 \rightarrow Z_4$ 组实验时间为 72 h, $Z_5 \rightarrow M$ 组实验时间为 96 h, 实验结束时计数幼体的存活率、变态率和体质量增长率。在实验开始、结束时, 分别取 8~10 尾幼体用重蒸水冲洗 3 次, 60 °C 烘干至恒质量, 用万分之一电子天平称质量, 计算幼体的体质量日增长率:

$$\text{体质量日增长率}(\mu\text{g}/(\text{个} \cdot \text{d})) =$$

$$\frac{\text{终体质量} - \text{初体质量}}{\text{实验时间} \cdot \text{幼体数}}$$

表 1 实验用水的密度和离子的测定结果

Tab.1 Measurement of density and ion concentration of underground brine waters, Yellow River fresh water and sea water

实验用水	密度	盐度	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Na ⁺ / K ⁺
地下卤水	1.030 0	40.1	4 320	33	911	434	130.9
人工海水	1.022	30.0	10 000	350	1 000	350	28.57
黄河淡水	0.990 0	0.00	149	8.49			17.55
自然海水	1.026 0	35.0	10 760	387	1 794	413	27.80

近和低于自然海水的 27.8), 中华绒螯蟹存活率、变态率和体质量增长率逐渐升高, $Z_1 \rightarrow Z_2$ 和 $Z_5 \rightarrow M$ 组在 Na⁺ / K⁺ 小于 18.6 (即 K⁺ 添加量大于 120 mg/L) 时, 与对照组的差异不显著 (P > 0.05), 而 $Z_3 \rightarrow Z_4$ 组在

2 实验结果

2.1 实验用水的密度和离子的测定结果

由表 1 可知, 地下卤水的盐度高于 30, 经用黄河淡水调兑后适合中华绒螯蟹幼体的盐度要求, 但 Na⁺ / K⁺ 明显高于自然海水的 Na⁺ / K⁺; 人工海水的 Na⁺ / K⁺ 与自然海水的相近。

2.2 Na⁺ / K⁺ 对中华绒螯蟹幼体存活率、变态率和体质量增长率的影响

由表 2 可知, 随着实验用水 Na⁺ / K⁺ 的降低 (接

Na⁺ / K⁺ 小于 25.8 (即 K⁺ 添加量大于 80 mg/L) 时, 与对照组的差异不显著 (P > 0.05)。单因素方差分析多重比较显示 Na⁺ / K⁺ 对中华绒螯蟹幼体的存活率、变态率和体质量增长率的影响见表 2。

表 2 Na⁺ / K⁺ 对中华绒螯蟹幼体存活率、变态率和体质量增长率的影响

Tab.2 The influence of the ratio of Na⁺ / K⁺ on survival rate, metamorphosis rate and weight gain of *Eriocheir sinensis* larvae

K ⁺ 添加量 (mg/L)	K ⁺ 含量 (mg/L)	Na ⁺ / K ⁺	存活率 (%)			变态率 (%)			体质量日增长率 [$\mu\text{g}/(\text{个} \cdot \text{d})$]		
			Z ₁ → Z ₂	Z ₃ → Z ₄	Z ₅ → M	Z ₁ → Z ₂	Z ₃ → Z ₄	Z ₅ → M	Z ₁ → Z ₂	Z ₃ → Z ₄	Z ₅ → M
0	33	114.3	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b
40	73	42.1	1.67 ^b	1.67 ^b	24.4 ^b	0 ^b	0 ^b	13.3 ^b	0 ^b	0 ^b	84.2 ^b
80	113	25.8	70 ^b	58.3 ^a	31.1 ^b	66.7 ^b	33.3 ^a	17.8	6.3 ^b	43.1 ^a	105.1 ^b
120	153	18.6	86.7 ^a	58.3 ^a	47.8 ^a	75 ^a	40 ^a	22.2 ^a	6.6 ^b	41.7 ^a	128.7 ^a
160	193	14.6	85 ^a	60 ^a	48.9 ^a	86.7 ^a	38.3 ^a	26.7 ^a	8.9 ^a	45 ^a	146.5 ^a
200	233	11.9	91.7 ^a	60 ^a	53.3 ^a	91.7 ^a	35 ^a	31.1 ^a	9.0 ^a	46.2 ^a	139.4 ^a
240	273	10.1	91.7 ^a	71.7 ^a	51.1 ^a	91.7 ^a	50 ^a	28.9 ^a	9.1 ^a	47.5 ^a	142.2 ^a
280	313	8.8	100 ^a	65 ^a	51.1 ^a	100 ^a	50 ^a	33.3 ^a	9.2 ^a	45.7 ^a	139.5 ^a
320	353	7.26	100 ^a	65 ^a	49.8 ^a	93.3 ^a	51.7 ^a	31.2 ^a	9.1 ^a	46.1 ^a	140.2 ^a
360	393	6.49	86.7 ^a	55 ^a	47.5 ^a	85 ^a	38.3 ^a	29.2 ^a	9.0 ^a	45.8 ^a	141.7 ^a
海水对照	387	27.8	93.3 ^a	63.3 ^a	53.3 ^a	93.3 ^a	40 ^a	33.3 ^a	9.0 ^a	48.3 ^a	138.5 ^a

注: 数据右上角不同字母表示差异显著 (P < 0.05)。

2.3 不同盐度梯度的人工海水对中华绒螯蟹幼体存活率、变态率和体质量增长率的影响

由表 3 可看出, 不同盐度梯度的人工海水对中

华绒螯蟹幼体存活率、变态率和体质量增长率的影响存在显著差异, 随着幼体的发育渗透调节能力提高, 幼体对盐度的耐受能力明显提高, 不同处理组之间的差异减小, $Z_1 \rightarrow Z_2, Z_3 \rightarrow Z_4, Z_5 \rightarrow M$ 最适盐度分别为

表 3 不同盐度梯度的人工海水对中华绒螯蟹幼体存活率、变态率和体质量增长率的影响

Tab.3 The influence of different salinity of artificial seawater on survival rate, metamorphosis rate and weight gain of *Eriocheir sinensis* larvae

人工海水盐度	存活率(%)			变态率(%)			体质量日增长率($\mu\text{g}/(\text{个}\cdot\text{d})$)		
	Z ₁ →Z ₂	Z ₃ →Z ₄	Z ₅ →M	Z ₁ →Z ₂	Z ₃ →Z ₄	Z ₅ →M	Z ₁ →Z ₂	Z ₃ →Z ₄	Z ₅ →M
18	54.5 ^a	93.3 ^a	33 ^a	21.67 ^a	89.33 ^a	17.8 ^a	7.9 ^a	43.6 ^a	129.3 ^a
20	72.5 ^a	92.5 ^a	36.9 ^a	41.34 ^a	89.17 ^a	20.4 ^a	8.8 ^a	43.8 ^a	132.2 ^a
22	56 ^a	98.7 ^a	36 ^a	23.5 ^a	94.5 ^a	17.1 ^a	7.8 ^a	42.5 ^a	116.6 ^b
24	40.8 ^b	88.2 ^b	27.3 ^b	19.3 ^b	86.3 ^a	17 ^a	5.6 ^b	37.9 ^b	89.3 ^b
26	11.5 ^b	89.8 ^b	24.4 ^b	5.67 ^b	86.2 ^a	14.9 ^a	6.9 ^b	36.1 ^b	81.3 ^b
海水对照(22)	71.5 ^a	94.5 ^a	34.9 ^a	31.5 ^a	91.2 ^a	17.1 ^a	8.9 ^a	44.6 ^a	130.5 ^a

注:表格中括号内数值为实验用水的盐度值,数据右上角不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

20,22 和 20,与对照组差异不明显($P > 0.05$)。单因素方差分析多重比较显示盐度对中华绒螯蟹幼体的存活率、变态率和体质量增长率的影响见表 3。

3 讨论

3.1 盐碱地地下卤水中华绒螯蟹育苗的离子调节技术

已有大量研究表明 Na^+ 、 K^+ 的相对含量和比例与维持水产动物细胞渗透压有密切的关系^[2];周双林等^[3]认为甲壳动物对渗透压和离子浓度的调节主要靠鳃上皮细胞膜上的 Na^+ - K^+ -ATPase 以主动运输方式转运 Na^+ 和 K^+ ,并维持细胞内外 Na^+ 和 K^+ 比例平衡。目前有关甲壳动物离子调节机制的研究甚少,尤其是水环境中的离子组成对甲壳动物生长发育的影响尚未见报道。本研究表明随着水环境中 Na^+/K^+ 的降低,中华绒螯蟹幼体的存活率、变态率和体质量增长率均明显升高,当 Na^+/K^+ 小于 18.6 时,各实验组与对照组的差异不显著($P > 0.05$),而此时实验用水中 Na^+ 、 K^+ 的绝对含量约为自然海水中的 46%,63%,由此表明水环境中的 Na^+/K^+ 对中华绒螯蟹生长发育具有显著影响,而与 Na^+ 和 K^+ 绝对含量关系不大,这主要与中华绒螯蟹鳃的离子调节机制有关。Winke^[4] 研究表明 K^+ 浓度与真蟹 (*Carcinus maenas*) Na^+ - K^+ -ATPase 的活性关系符合 Michaelis 和 Menten 提出的米氏方程;房文红等^[5] 在研究斑节对虾 (*Penaeus monodon*) 鳃的 Na^+ - K^+ -ATPase 的活性时发现随着 K^+ 浓度增加, Na^+ - K^+ -ATPase 的活性逐渐升高,然后基本趋于平稳。作者认为中华绒螯蟹鳃上皮细胞膜上的 Na^+ - K^+ -ATPase 的活性与水环境中的 Na^+/K^+ 有关,当水环境中的 Na^+/K^+ 过高,会降低或抑制 Na^+ - K^+ -ATPase 的活性,使 Na^+ 和 K^+ 的运输能力降低或完全丧失,而较低的 Na^+/K^+ 对

Na^+ - K^+ -ATPase 的活性影响不大。但还需注意的是不同地区的地下卤水离子组成有差异,需要调节的 Na^+/K^+ 也不一定相同,据吕富等^[6] 报道不同地下卤水的 Na^+/K^+ 对南美白对虾 (*Penaeus vannamei*) 仔虾存活率的影响存在差异,这可能与地下卤水中其它因子的作用有关。因此,盐碱地地下卤水中华绒螯蟹育苗用水要根据地下卤水的离子组成,适当调节 Na^+/K^+ ,只有当 Na^+/K^+ 接近或低于自然海水 (27.8) 时,才能保证中华绒螯蟹鳃的 Na^+ - K^+ -ATPase 的活性,维持幼体正常的生理活动,保证幼体健康的生长发育。

3.2 中华绒螯蟹幼体对人工海水盐度的适应性

关于中华绒螯蟹人工海水育苗生产技术已有许多报道^[7-9]。许多学者研究了中华绒螯蟹幼体对盐度的耐受性以及盐度对幼体存活率的影响,认为中华绒螯蟹育苗的适宜盐度范围为 13~27^[7-11],而目前有关中华绒螯蟹幼体对人工海水盐度的适应性尚未见报道,这一点对于幼体的生长发育、水质调控和经济成本尤为重要。本实验盐度梯度设置为 18~26,结果表明 Z₁→Z₂,Z₃→Z₄,Z₅→M 各阶段不同处理组幼体存活率和体质量增长率差异显著,而变态率差异基本不显著,各阶段的最适盐度分别为 20,22 和 20;同时 Z₁→Z₂ 与 Z₃→Z₄,Z₅→M 相比各处理组的存活率和体质量增长率差异明显减小,这表明随着中华绒螯蟹幼体的发育,渗透调节能力和对盐度的适应性逐渐提高,这与许多学者的研究结果一致^[10,11]。作者认为中华绒螯蟹幼体对人工海水盐度具有一定的适应性,幼体不同发育期具有一个最适盐度,此时幼体生长发育速度最快;否则幼体由于进行渗透调节,需消耗一定的能量,减缓了生长发育速度,甚至影响幼体存活率、变态率和体质量增长率。因此盐碱地中华绒螯蟹人工海水育苗,必须进行适宜的盐度调节,保证幼体正常

的生长发育,有效地降低成本,培育抗病力强的健康苗种。

参考文献

- 1 石俊艳,刘中,王晓光,等.各种类型河蟹育苗用水的水质分析.海洋科学,2001,25(8):49-50
- 2 施璩芳.鱼类生理学.北京:农业出版社,1991.156-159
- 3 周双林,姜乃澄,卢建平,等.甲壳动物渗透压调节的研究进展.东海海洋,2001,19(1):44-51
- 4 Winkler A. Effects of inorganic sea water constituents on branchial Na⁺-K⁺-ATPase activity in the shore crab *Carcinus maenas*. Marine Biology, 1986,92:537-544
- 5 房文红,王慧,来琦芳,等.斑节对虾鳃Na⁺-K⁺-ATPase的活性.上海水产大学学报,2001,10(2):140-144
- 6 吕富,潘鲁青,王桓台,等.低盐度地下卤水对南美白对虾仁存活率的影响.青岛海洋大学学报(自然科学版),2002,32(增刊):50-54
- 7 周保中.中华绒螯蟹全人工海水工厂化育苗生产工艺小结.江西水产科技,1998,73:47-48
- 8 向泉,周兴华.河蟹配制海水育苗技术探讨.重庆水产,2001(1):40-43
- 9 潘建林,唐建清.用配制海水进行河蟹人工繁殖的试验.水产养殖,2001(2):28-30
- 10 徐如卫,江锦波.河蟹幼体对盐度变化忍受力的初步研究.水产科技情报,1996,23(4):147-150
- 11 臧维玲,王敏,戴习林,等.盐度对中华绒螯蟹幼体发育的影响.上海水产大学学报,1999,8(2):174-178

IMPACT OF WATER QUALITY ADJUSTMENT TECHNOLOGY ON *Eriocheir sinensis* BREEDING IN THE SANILA

XIAO Guo-Qiang¹ PAN Lu-Qing¹ LUAN Zhi-Hua¹ WANG Huan-Tai²
WANG Guo-Feng²

(¹ The Key Laboratory of Mariculture, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao, 266003)

(² The Study Center on Chinese Mitten Crab *Eriocheir sinensis* Breeding of Dongying, Dongying, 257000)

Received: Apr., 24, 2003

Key Words: Underground brine, Artificial seawater, Na⁺/K⁺, Salinity, Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) larva

Abstract

The effects of differing of Na⁺/K⁺ ratios of underground brine on the adaptability of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) larva in artificial sea water was investigated. The results showed that the survival rate, metamorphosis rate and weight gain of Chinese mitten crab larva increased gradually as the ratio of Na⁺/K⁺; When the ratio of Na⁺/K⁺ was below 18.6, the difference in the survival rate, metamorphosis rate and weight gain was not significant when compared to the control group in sea water. The salinity of artificial seawater ranged from 18 to 26. While the difference in the survival rate and weight gain of the larva was significant in different treatments during Z₁ to Z₂, Z₃ to Z₄ and Z₅ to M period, it was not significant however the metamorphosis rate. The optimal salinity of each period was 20, 22 and 20, respectively.

(本文编辑:刘珊珊)