

盐度对龙虾叶状幼体发育和存活的影响*

Effect of Salinity on Development and Survival of the Phyllosoma Larvae of Spiny Lobsters (*Panulirus*)

韦受庆

Wei Shouqing

杨小立

Yang Xiaoli

黄 虾

Huang Xia

黄 德

Huang De

(广西海洋研究所 北海市南珠路 536000)

(Guangxi Institute of Oceanology,
Nanzhu Road, Beihai, 536000)

(港江市郊区水产研究所 广东湛江 524003)

(Zhanjiang Suburb Fisheries Institute,
Zhanjiang, Guangdong, 524003)

摘要 多个梯度多个重复的对比试验结果表明龙虾 (*Panulirus*) 叶状幼体要求的海水的适宜盐度为 34‰~35‰。投入金藻 (*Dicrateria* sp.)、扁藻 (*Platymonas* sp.) 和光合细菌于水体中, 养活作为龙虾叶状幼体饲料的丰年虫 (*Artemia salina*) 幼体, 可减少换水量, 保持养殖水体的盐度稳定。34‰~35‰盐度的养殖水体能有效地抑制某些病原体的入侵。

关键词 盐度 龙虾 (*Panulirus*) 叶状幼体 发育 存活

Abstract A comparative trial with salinities and repeats was conducted. The results demonstrated that the favourable salinity for *Panulirus* phyllosoma ranged from 34‰ to 35‰. Addition of cultured *Dicrateria* sp., *Platymonas* sp. and photosynthetic bacteria to the culturewater for cleaning the water and feeding nauplii of *Artemia salina* which were the food for *Panulirus* phyllosoma might decrease exchanged water and preserve stability of salinity in culturewater. The culturewater with salinity from 34‰ to 35‰ could effectively control some disease organisms.

Key words salinity, lobster (*Panulirus*), phyllosoma, development, survival

龙虾 (*Panulirus*) 是我国东南沿海最珍贵的虾类^[1]。雌虾交配后移到较深的水中抱卵, 孵出的叶状幼体沿岸放散, 在海上漂浮 9~13 个月, 中间要蜕壳 28 次, XI 期才变态成游龙虾幼体^[2~14]。少数作者已经将龙虾叶状幼体培育成游龙虾幼体^[6,12]。一些作者报道了龙虾叶状幼体在高盐度的远洋度过^[2~5,7,11,15,16]。我国东南沿海育苗场的盐度是较低的, 在那里能否培育龙虾叶状幼体, 因此, 我们通过多个梯度多个重复的对比试验来探索龙虾叶状幼体要求的适宜盐度和保持盐度稳定的方法。

1 材料和方法

本试验在湛江市郊区水产研究所试验站进行。抱卵雌虾购自当地渔民, 孵出的叶状幼体按照试验方案

分到水泥池和玻璃缸培育。试验在室温 27~31℃ 进行。所用海水经沙滤后再经活性炭沙过滤。培育水体用饱和食盐溶液配制成所需盐度, 饱和食盐溶液是用加盐入过滤桶滤出而取得。

每天测水池和缸的温度和光照 2 次。

粗盐度梯度试验于 1993 年 5 月至 6 月在 4 个 1.8 m³ 水泥池进行。第一号池盐度为 29‰, 第二号池盐度为 32‰, 第三号池盐度为 35‰, 第四号池盐度为 38‰。每个水池放养 20 000 尾刚孵出的密毛龙虾 (*Panulirus penicillatus*) 叶状幼体。水池充气, 每天换 1/4 水。每天投丰年虫 (*Artemia salina*) 幼体 4 次。第 1 次蜕壳后估计各池存活的叶状幼体数。进入 III 期后清点各池存活的叶状幼体。III 期以后的叶状幼体放在适宜的盐度中培育。每次蜕壳后清点存活的叶状幼体。

粗盐度梯度重复试验于 1994 年 5 月至 6 月在 12 个 10 L 的玻璃缸进行。第一、五、九号缸的盐度是 29‰, 第二、六、十号缸的盐度是 32‰, 第三、七、十一号

1995-07-10 收稿

* 国家自然科学基金资助项目 (项目编号 39260018)

缸的盐度是 35‰, 第四、八、十二号缸的盐度是 38‰。同一梯度的缸隔开摆放以避免光照差别的影响。缸的号数是根据摆放顺序来编的。每缸投放 100 mL 金藻 (*Dicrateria* sp.), 100 mL 扁藻 (*Platymonas* sp.), 0.6 mL 光合细菌, 50 尾刚孵出的密毛龙虾叶状幼体。培育水不充气。每天投喂丰年虫幼体 2 次。第 1 次蜕壳后清点各缸存活的叶状幼体。然后换缸换水, 校准盐度。每缸投放 100 mL 金藻, 100 mL 扁藻, 0.6 mL 光合细菌, 50 尾 II 期叶状幼体。每天投喂丰年虫幼体 2 次。叶状幼体进入 III 期后清点各缸存活的叶状幼体。III 期以后的叶状幼体放在适宜的盐度中培育。每次蜕壳后清点存活的叶状幼体。

细盐度梯度试验于 1994 年 6~7 月在 20 个 10 L 玻璃缸中进行。第一、六、十一、十六号缸的盐度校准在 33.5‰, 第二、七、十二、十七号缸的盐度校准为 34.0‰, 第三、八、十三、十八号缸的盐度校准为 34.5‰, 第四、九、十四、十九号缸的盐度校准为 35.0‰, 第五、十、十五、二十号缸的盐度校准为 35.5‰。每缸投放 100 mL 金藻, 100 mL 扁藻, 1 mL 光合细菌, 100 尾刚孵出的杂色龙虾 (*Panulirus versicolor*) 叶状幼体。不充气。每天投喂丰年虫幼体 2 次。第 1 次蜕壳后清点各缸存活的叶状幼体。然后换缸, 换水, 校准盐度。每缸投放 100 mL 金藻, 100 mL 扁藻, 1 mL 光合细菌, 100 尾 II 期叶状幼体。不充气。每天投喂丰年虫幼体 2 次。进入 III 期清点各缸存活的叶状幼体。III 期以后的叶状幼体放在适宜盐度中培育。每次蜕壳后清点存活的叶状幼体。

2 结果

第一次粗盐梯度试验结果表明, 盐度为 35‰ 的池中叶状幼体上浮力强, 镜检发现 80% 的叶状幼体胃中有食物。I 期叶状幼体有少量聚缩虫 (*Zoothamnium* sp.), II 期叶状幼体没有聚缩虫。盐度为 29‰ 的池中叶状幼体上浮力差, 池中经常发现叶状幼体死尸, 镜检发现 40% 的叶状幼体胃中有食物。I 期叶状幼体粘满聚缩虫。II 期叶状幼体还有少量聚缩虫。部分叶状幼体可能死于弧菌病, 因为在垂死的叶状幼体中发现许多弧菌 (*Vibrio* sp.)。盐度为 38‰ 的池中叶状幼体第 2 天开始死亡。镜检发现 30% 的叶状幼体胃中有食物。I 期叶状幼体有少量聚缩虫, II 期叶状幼体没有聚缩虫。第 1 次蜕壳后估计各池的叶状幼体存活率见表 1。

第二次粗盐梯度试验结果表明, 有金藻、扁藻和光合细菌净化水质, 可以少换水和少加盐。玻璃缸试验的结果和水池试验的结果相符。各种盐度的缸中叶

表 1 盐度对密毛龙虾叶状幼体存活的影响

Table 1 Effect of salinity on survival of the phyllosoma of *Panulirus penicillatus*

池号 No. pools	盐度 Salinity (‰)	放养幼体数 Cultured larvae	幼体存活数 Survivor	存活率 Survival (%)
第 期 First stage				
1	29	20000	500	2.5
2	32	20000	3400	17.0
3	35	20000	8500	42.5
4	38	20000	354	1.8
第 期 Second stage				
1	29	500	10	2.0
2	32	3400	353	10.4
3	35	8500	4100	48.2
4	38	354	0	0

状幼体存活率见表 2

细盐度梯度试验结果见表 3 试验表明龙虾叶状幼体要求的适宜盐度为 34‰~35‰。

本研究采用盐度为 34‰ 的海水培育密毛龙虾叶状幼体到 186 d, VIII 期。I 期平均存活率为 39.5%, II 期为 39.7%, III 期为 42.5%, IV 期为 43.2%, V 期为 44.3%, VI 期为 44.6%, VII 期为 45.1%, VIII 期存活 5 尾, VIII 期蜕壳时死 3 尾, VIII 期蜕壳时死 2 尾。

据我们观察, 叶状幼体在不适宜盐度中表现为活动能力差, 难以捕到食物。可能因为营养缺乏, 叶状幼体越来越弱, 丧失自洁能力, 身上布满了聚缩虫和藻类。一些叶状幼体抗病力差死于并发症。一些叶状幼体在蜕壳时不能完全蜕去外壳而死于蜕壳综合症。

3 讨论

Chittleborough 和 Thomas 1969 年报道龙虾 (*Panulirus longipes cygnus*) 叶状幼体沿岸放散到盐度为 35.4‰~36‰ 的海水中^[4]。Rimmer 和 Phillips 1979 年报道龙虾 (*P. cygnus*) 叶状幼体分布的远洋海区表面海水盐度为 35.13‰~35.99‰^[16]。Ritz 1972 年报道捞到龙虾 (*P. longipes cygnus*) 叶状幼体的海区盐度为 35.32‰~36.07‰^[11]。Inoue 和 Nonaka 1963 年报道在培育日本龙虾 (*P. japonicus*) 叶状幼体时把海水比重调到 1.025~1.023^[15]。井上

表2 盐度对密毛龙虾叶状幼体存活的影响

Table 2 Effect of salinity on survival of the phyllosoma of *Panulirus penicillatus*

盐度 Salinity (‰)	缸号 No. vats	第I 期叶状幼体 First stage phyllosoma larvae			第II 期叶状幼体 Second stage phyllosoma larvae		
		放养数 Cultured larvae	存活数 Survivor	平均存活率 Mean survival (%)	放养数 Cultured larvae	存活数 Survivor	平均存活率 Mean survival (%)
29	1, 5, 9	150	14	9.33	150	3	2.0
32	2, 6, 10	150	25	16.67	150	17	11.33
35	3, 7, 11	150	74	49.33	150	72	48.0
38	4, 8, 12	150	10	6.67	150	0	0

表3 盐度对杂色龙虾叶状幼体存活的影响

Table 3 Effect of salinity on survival of the phyllosoma of *Panulirus versicolor*

盐度 Salinity (‰)	缸号 No. vats	第I 期叶状幼体 First stage phyllosoma larvae			第II 期叶状幼体 Second stage phyllosoma larvae		
		放养数 Cultured larvae	存活数 Survivor	平均存活率 Mean survival (%)	放养数 Cultured larvae	存活数 Survivor	平均存活率 Mean survival (%)
33.5	1, 6, 11, 16	400	51	12.75	400	62	15.5
34.0	2, 7, 12, 17	400	142	35.5	400	126	31.5
34.5	3, 8, 13, 18	400	86	21.5	400	118	29.5
35.0	4, 9, 14, 19	400	88	22.0	400	112	28.0
35.5	5, 10, 15, 20	400	71	17.75	400	97	24.25

正昭 1978 年报道培育日本龙虾叶状幼体的海水盐度为 31‰~ 34‰^[2]。Kittaka 和 Kimura 1989 年报道用盐度为 34‰~ 35‰ 的海水来培育日本龙虾叶状幼体^[6]。我们的试验结果表明龙虾叶状幼体发育和存活的较适盐度是 34‰~ 35‰。根据我们的调查, 出产龙虾的脑州岛沿岸的海水盐度为 31‰~ 32‰。在那里孵出的 I 期叶状幼体能够适应盐度为 32‰ 的海水, II 期叶状幼体就不适应了。这可能是它们的祖先 II 期后的叶状幼体是在高盐度的远洋中度过的。在细盐度梯度试验中, 盐度为 34‰ 缸中的叶状幼体 I 期存活率为 35.5%, II 期为 31.5%; 而在盐度 33.5‰ 的缸中叶状幼体 I 期存活率为 12.75%, II 期为 15.5%。表明龙虾叶状幼体对盐度是非常敏感的。

我国东南沿海育苗场的盐度在 30‰ 以下。如果大量换水, 调节盐度则需要大量的食盐和劳力。Kittaka 和 Kimura 1989 年报道添加小球藻 (*Chlorella*) 到培育水体中净化水质, 培养桶的水大概两星期换一次^[6]。Yamakawa 等 198 年报道用褐指藻 (*Phaeodactylum* sp.) 养大丰年虫后再喂给第三龄以后的日本龙虾叶状幼体, 培养盘的水每天换 1~ 2 次^[12]。我们投金藻、扁藻和光合细菌到培育水体中, 大概 7~ 10 d 换 1 次

水, 这样就节省了食盐和劳力。

叶状幼体在高盐度的远洋中度过还可以预防某些病害, 聚缩虫喜欢生活在低盐度的海水中^[17]。郑国兴记录了弧菌 [*Vibrio cholera* (Non-01)] 在盐度 5‰~ 20‰ 海水中生长最好^[18]。本试验结果表明在盐度为 34‰~ 35‰ 的海水中的叶状幼体蜕一次壳后就没有聚缩虫了。此盐度对弧菌病也有一定的预防作用。

细盐度梯度试验中第十八、十九、二十号缸 I 期叶状幼体存活率较低, 这可能是这几个缸放在光照弱的地方, 藻类生长不起来, 丰年虫没有食物而死亡, 水质变坏便引起叶状幼体死亡。

参考文献

- 1 韦受庆. 中国龙虾 *Panulirus stimpsoni* (Holthuis) 的个体发生. 热带海洋, 1985, 4 (2): 80~ 90.
- 2 井上正昭. イヤエビフィロゾマの飼育に関する研究—I 形態について. 日本水产学会志. 1978, 44 (5): 457~ 475.
- 3 Briones P, Lozano E. Aspects of the reproduction of *Panulirus inflatus* (Bouvier) and *P. gracilis* Streets (Decapoda: Palinuridae) from the Pacific Coast of Mexico. J Crust Biol, 1992, 12 (1): 41~ 45.
- 4 Chittleborough R G, Thomas L R. Larval ecology of the

- western Australian marine crayfish, with notes upon other Panulirid larvae from the Eastern Indian Ocean. Aust J Mar Freshw Res, 1969, 20 (3): 199~ 223.
- 5 Chittleborough R G. Environmental factors affecting growth and survival of juvenile western rock lobsters *Panulirus longipes* (Milne-Edwards). Aust J Mar Freshw Res, 1975, 26 (2): 177~ 196
 - 6 Kittaka J, Kimura K. Culture of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* from egg to juvenile stage. Nippon Suisan Gakkaishi. 1989, 55 (6): 963~ 970.
 - 7 Phillips B F, Rimmer D W, Reid D D. Ecological investigations of the late-stage phyllosoma and puerulus larvae of the western rock lobster *Panulirus longipes cygnus*. Mar Biol, 1978, 45 (4): 347~ 357.
 - 8 Phillips B F, Brown P A, Rimmer D W et al. Distribution and dispersal of the phyllosoma larvae of the western rock lobster, *Panulirus cygnus*, in the South~ eastern Indian Ocean. Aust J Mar Freshw Res, 1979, 30(6): 773 ~ 783.
 - 9 Phillips B F, Macmillan D L. Antennal receptors in puerulus and postpuerulus stages of the rock lobster *Panulirus cygnus* (Decapoda: Palinuridae) and their potential role in puerulus navigation. J Crust Biol, 1987, 7 (1): 122~ 135.
 - 10 Ritz D A. Behavioural response to light of the newly hatched phyllosoma larvae of *Panulirus longipes cygnus* George (Crustacea Decapoda: Palinuridae). J Exp Mar Biol Ecol. 1972, 10 (1): 105~ 114
 - 11 Ritz D A. Factors affecting the distribution of rock lobster larvae (*Panulirus longipes cygnus*), with reference to variability of plankton-net catches. Mar Biol, 1972, 13 (3): 309~ 317.
 - 12 Yamakawa T, Nishimura M, Matsuda H et al. Complete larval rearing of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus*. Nippon Suisan Gakkaishi, 1989, 55 (4): 745.
 - 13 Yeung C, McGowan M F. Differences in inshore-off-shore and vertical distribution of phyllosoma larvae of *Panulirus*, *Scyllarus* and *Scyllarides* in the Florida Keys in May-June, 1989. Bull Mar Sci, 1991, 49 (3): 699~ 714.
 - 14 Yoshimura T, Yamakawa H. Microhabitat and behavior of pueruli and juveniles of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* at Kominato, Japan. J Crust Biol, 1988, 8 (4): 524~ 531.
 - 15 Inoue M, Nonaka M. Notes on the cultured larvae of the Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus* (V. Siebold). Bull Jap Soc Sci Fish, 1963, 29(3): 211~ 213.
 - 16 Rimmer D W, Phillips B F. Diurnal migration and vertical distribution of phyllosoma larvae of the western rock lobster *Panulirus cygnus*. Mar Biol, 1979, 54 (2): 109 ~ 124.
 - 17 张乃禹, 李茂堂. 对虾聚缩虫病的防治方法. 海洋科学, 1988, (4): 71~ 72.
 - 18 郑国兴. 对虾弧菌病致病菌——非O群霍乱弧菌的生理性状及药物感受性. 水产学报, 1986, 10(4): 433~ 439.

(责任编辑 蒋汉明)