

低盐度地下卤水养殖南美白对虾的研究*

肖国强¹ 潘鲁青¹ 冉宪宝² 王桓台² 王国峰²

(¹ 青岛海洋大学海水养殖教育部重点实验室 266003)

(² 东营市东营区水产局 257000)

提要 研究了用低盐度地下卤水养殖南美白对虾(*Penaeus vannamei*)的可行性和养殖模式。结果表明,向地下卤水中添加适量的 K^+ ,调节 Na^+/K^+ 比值,能明显提高仔虾的成活率;通过合理的水质调控,获得低盐度地下卤水南美白对虾养殖的高产高效,其中精养池平均成活率、平均产量和投入产出比分别比半精养提高25.23%、148 g/m²和0.49

关键词 低盐度,地下卤水,南美白对虾(*Penaeus vannamei*)

南美白对虾(*Penaeus vannamei*)原产于南太平洋沿海,是世界上三大养殖对虾之一。它具有优良的养殖属性,抗病力较强,尤其对低盐适应能力很强,经驯化可在淡水中进行养殖,近年来已成为我国南方沿海的主要养殖虾类。本文主要研究了低盐度地下卤水养殖南美白对虾的可行性,探讨低盐度地下卤水养殖南美白对虾的模式,为我国盐碱地南美白对虾养殖开发提供了科学依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

1.1.1 实验用水和虾苗 实验于2001年5~9月在东营市东营区进行。实验用地下卤水采自盐碱地地下50 m,盐度均大于30,养殖用水为地下卤水与黄河淡水调配而成,盐度为5~15左右。实验所用南美白对虾虾苗购自东营市河蟹育苗场,虾苗的生物学体长为0.8 cm左右。

1.1.2 虾池的基本结构和配套设施 实验在A、B两区进行,两区各有卤水井一口,单池面积为2 000~3 333 m²,底质为泥质。两区各用4口池作为实验用。其中A区虾池长宽比为1.5:1,水深1.5 m,每个虾池配备1.5 kW的水车式增氧机一台;B区虾池是环沟式河蟹池,长宽比1.2:1,水深1.6 m,虾池不配备增氧机。A区为精养模式,B区为半精养模式。

1.2 实验方法

1.2.1 实验用水指标的测定 用原子吸收分光光度计、精密比重计和酸度计分别测定自然海水、地下卤水和黄河淡水的离子浓度、比重(换算成盐度)和pH。

1.2.2 K^+ 添加量对南美白对虾仔虾存活率的影响 A、B两区地下卤水中 K^+ 添加量以10 mg/L为梯度从0至100 mg/L,添加 K^+ 采用向地下卤水中添加氯化钾(分析纯KCl)进行调节,KCl的添加量为 $74.55 \times K^+$ 添加量/39,然后用黄河淡水调节A、B区地下卤水的实验盐度分别为30和15,并分别放入对应盐度的虾苗。

实验在自制的控温箱内进行,水温控制在 26 ± 1 °C,每个实验容器的水体为400 ml,放生物体长为0.8 cm的仔虾15尾,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盐度的水,换水前清除残饵、粪便及死虾,换水后投喂对虾0号配合饲料。各实验梯度均设3个平行组,实验时间为72 h,实验结束时计数仔虾的存活率。

1.2.3 养殖管理 放苗前虾池加水约0.8 m,调节盐度为15左右,并施肥;放苗时虾池中水的透明度为30~50 cm,并向A、B两区虾池施加适量的工业用氯化钾,调节池水的 Na^+/K^+ 为20~40之间。在养殖初期逐渐添加黄河淡水调节盐度为5,在养殖中后期保持池水盐度为5左右,水深1.5~1.7 m,适当少量换水,以添加水保持水位为主,并根据气候、水质等状况施加沸石粉、微生态制剂等保持水质清新。养殖期间,投喂“海跃”牌南美白对虾配合饲料,日投饵4次,并设饵料台观察对虾摄食、生长情况,及时调整投饵

*山东省科技兴海项目“低盐度地下卤水南美白对虾养殖技术的开发研究”资助。

第一作者:肖国强,出生于1978年,硕士。E-mail:lvfu@ouqd.edu.cn

收稿日期:2002-03-26;修回日期:2002-08-31

量。定期配制、投喂 1.0% ~ 1.5% 环丙杀星或 1.0% ~ 2.0% 罗红霉素等药饵,以 5 ~ 7 d 为一疗程,防治对虾病害的发生。

1.2.4 养殖期间测定的水质指标 实验期间每天测定水温、透明度、盐度和溶解氧,养殖中后期每隔 10 d 于上午 6:00 ~ 8:00 取各虾池水样,测定氨氮

(NH₃-N)、化学耗氧量(COD)和 pH,分别采用次溴酸盐氧化法、碱性高锰酸钾法、RSS-2C 型精密酸度计进行测定。

2 实验结果

2.1 实验用水的比重、pH 和离子的测定结果

表 1 地下水、黄河淡水和自然海水的比重、pH 及主要离子的测定结果

Tab. 1 Measurement of density, pH and concentration of ion of underground brine water, Huang he fresh water and sea water

| 实验用水 | 比重 | 初始盐度 | pH | Na ⁺ (mg/L) | K ⁺ (mg/L) | Na ⁺ / K ⁺ |
|------|---------|------|------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| H | 1.026 0 | 35.0 | 8.70 | 10 760 | 387 | 27.80 |
| D | 0.990 0 | 0 | 9.57 | 149 | 8.49 | 17.55 |
| A | 0.030 2 | 40.4 | 8.33 | 8 725 | 108 | 80.70 |
| B | 1.024 0 | 32.3 | 7.72 | 7 420 | 141 | 52.64 |

注: H 为自然海水; D 为黄河水; A 为 A 区的地下水; B 为 B 区的地下水

由表 1 可知, A、B 两区地下卤水的 pH 符合对虾养殖的要求,盐度均在 30 以上, K⁺ 含量较自然海水明显偏低,但 Na⁺ / K⁺ 比值偏高。

2.2 K⁺ 添加量和钠钾比值对南美白对虾仔虾存活率的影响

由表 2 可看出, A、B 两区实验用水中仔虾的存活率与 K⁺ 添加量、Na⁺ / K⁺ 比值密切相关,随 K⁺ 添加量

的增加和 Na⁺ / K⁺ 比值的降低(接近自然海水的 27.8),仔虾存活率逐渐升高,而未添加 K⁺ 的实验组,实验开始 2 h 后,仔虾活性明显减弱,多数仔虾游动失去平衡,一些个体体色变白,仰卧或侧卧于水底,只有附肢轻微划动,5 h 后仔虾开始死亡,存活率较低;当仔虾存活率达到 90% 以上时, A、B 两区实验用水的 K⁺ 添加量和 Na⁺ / K⁺ 比值不同,这可能与 A、B 两区地下水其它因子的作用有关。

表 2 K⁺ 添加量及 Na⁺ / K⁺ 比值对南美白对虾仔虾存活率的影响

Tab. 2 Influence of the added quantity of K⁺ and the ratio of Na⁺ / K⁺ on the survival rate of *Penaeus vannamei* post larvae

| 地下水 K ⁺ 添加量 (mg/L) | K ⁺ 含量(mg/L) | | Na ⁺ / K ⁺ | | 存活率(%) | |
|----------------------------------|-------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------------------|-------------------|
| | A(30) | B(15) | A(30) | B(15) | A(30) | B(15) |
| 0 | 82.4 | 55.5 | 79.1 | 69.9 | 0 ^a | 57.8 ^a |
| 20 | 97.2 | 63.6 | 67.0 | 61.0 | 0 ^a | 100 ^b |
| 40 | 112.1 | 71.7 | 58.1 | 54.1 | 11 ^a | 100 ^b |
| 60 | 126.9 | 79.8 | 51.3 | 49.1 | 48.9 ^b | 100 ^b |
| 80 | 141.8 | 88.0 | 46.0 | 44.1 | 77.8 ^c | 100 ^b |
| 100 | 15.6 | - | 41.6 | - | 95.6 ^d | - |
| 120 | 171.5 | - | 38.0 | - | 93.3 ^d | - |

注:表中地下水括号内的数值为实验用水的盐度值,数据右上方的字母表示显著差异(P < 0.05)。

2.3 低盐度地下水南美白对虾养殖期间水质指标的测定

2.3.1 A、B 两区南美白对虾养殖池 NH₃-N、COD 的测定 从图 1 至图 4 可以看出,养殖中后期 A、B 两区养殖池的 NH₃-N 和 COD 值基本上呈逐渐上升的趋

势, NH₃-N 值均在 0.25 mg/L 以下, COD 值在 6 ~ 8 mg/L 之间,而且 B 区的 NH₃-N 和 COD 值要略低于 A 区。根据对虾养殖期的水质控制指标 NH₃-N < 0.4 mg/L, COD < 5 mg/L, 本试验 A、B 两区养殖池经水质调控 NH₃-N 值较低,符合养殖水质的要求,而 COD 值较高,并超出对虾养殖要求的水质指标。

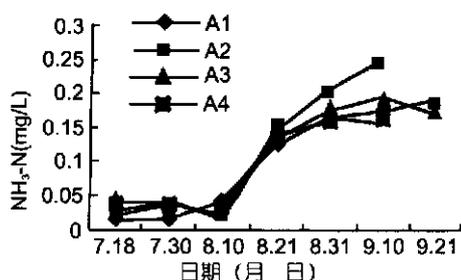


图1 A区南美白对虾养殖期间 NH₃-N的变化曲线
Fig.1 The changing curve of NH₃-N in *Penaeus vannamei* culture period in the A area

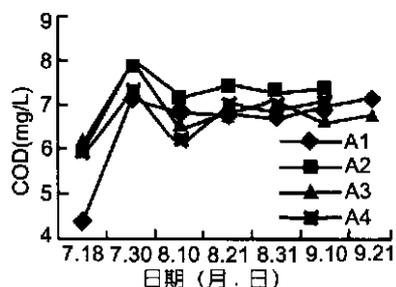


图3 B区南美白对虾养殖期间 NH₃-N的变化曲线
Fig.3 The changing curve of NH₃-N in *Penaeus vannamei* culture period in the B area

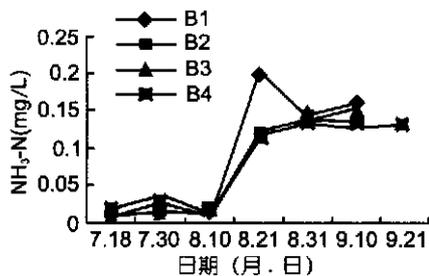


图2 A区南美白对虾养殖期间 COD的变化曲线
Fig.2 The changing curve of COD in *Penaeus vannamei* culture period in the A area

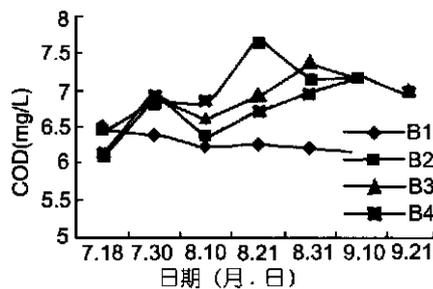


图4 B区南美白对虾养殖期间 COD的变化曲线
Fig.4 The changing curve of COD in *Penaeus vannamei* culture period in the B area

2.3.2 A、B两区南美白对虾养殖池 DO、pH、S 的测定 经检测，A、B两区的养虾池在整个养殖期间溶解氧含量均在 3~4 mg/L 以上，pH 一般在 8~9.2 之间波动，盐度养殖初期为 15 左右，中后期养殖保持在 5 左右。

2.4 A、B 两区养殖效果和经济效益分析

从表 3、表 4 可看出，A 区采用精养模式，放苗密

度约 30 尾/m²，南美白对虾平均成活率为 65.23%，平均产量为 247 g/m²，平均投入产出比为 2.17:1；B 区采用半精养模式，放苗密度约为 15 尾/m²，南美白对虾平均成活率为 40%，平均产量为 100 g/m²，平均产出投入比为 1.68:1。A 区养虾池的南美白对虾平均成活率、平均产量和产出投入比分别比 B 区提高 25.23%、148 g/m² 和 0.49。

表 3 A、B 两区放苗情况和养殖效果

Tab.3 The conditions of A、B areas and effect in culture of *Penaeus vannamei*

| 池号 | 面积 (m ²) | 放苗量 (×10 ⁴) | 成活率 (%) | 平均体长 (cm) | 平均体重 (g/尾) | 总产量 (kg) | 单位产量 (g/m ²) |
|----|-------------------------|----------------------------|------------|--------------|---------------|-------------|-----------------------------|
| A | 2 668 | 8 | 60.4 | 10.7 | 14.7 | 690.5 | 259.4 |
| A | 3 001.5 | 9 | 49.9 | 10.1 | 12.5 | 561.5 | 187.4 |
| A | 3 335 | 10 | 75.9 | 10.2 | 12.8 | 973.5 | 292.4 |
| A | 3 001.5 | 9 | 74.7 | 9.8 | 11.2 | 747 | 248.9 |
| B | 2 001 | 3 | 44.5 | 10.8 | 15.2 | 202 | 101.2 |
| B | 2 668 | 4 | 42.5 | 10.5 | 13.9 | 236 | 88.5 |
| B | 2 668 | 4 | 43.3 | 10.7 | 14.7 | 254.5 | 96.0 |
| B | 2 668 | 4 | 41.7 | 10.8 | 15.2 | 252.5 | 95.2 |

表 4 A,B 两区南美白对虾养殖经济效益分析

Tab. 4 The analysis of economic benefits in culture of *Penaeus vannamei*

| 池号 | 总成本(元) | 对虾产值(元) | 纯利润(元) | 投入产出比 |
|----|----------|---------|----------|--------|
| A | 12 589.6 | 27 620 | 15 030.4 | 2.19:1 |
| A | 12 294.3 | 22 469 | 10 174.7 | 1.83:1 |
| A | 15 894.2 | 38 940 | 23 045.8 | 2.45:1 |
| A | 13 629.9 | 29 880 | 16 250.1 | 2.19:1 |
| B | 4 882.2 | 8 080 | 3 197.8 | 1.66:1 |
| B | 5 814.6 | 9 440 | 3 625.4 | 1.62:1 |
| B | 5 922.83 | 10 180 | 4 257.17 | 1.72:1 |
| B | 5 911.13 | 10 100 | 4 188.87 | 1.71:1 |

3 讨论

3.1 低盐度地下卤水的离子调节

李群峰等^[1]研究发现地下卤水与海水的化学组成相似,但是主要离子的绝对含量和相对含量存在差别;已有大量研究表明 Na^+ 是维持细胞外液渗透压的主要离子, K^+ 是维持细胞内液的渗透压的主要离子, Na^+ , K^+ 的相对含量和比例与维持水产动物细胞的渗透压有密切的关系^[2]。甲壳动物主要依靠鳃上皮细胞膜上的 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 以主动运输的方式转运 Na^+ 和 K^+ , 并依靠细胞膜上的 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 维持细胞内外的 Na^+ 和 K^+ 的比例平衡, Na^+ / K^+ 过高或过低都会影响 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 的活性, 从而使得 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 运输 Na^+ 和 K^+ 的能力降低或完全丧失, 进而影响到对虾的成活率。本研究中 A, B 两区地下卤水的 K^+ 含量较自然海水明显偏低, 但 Na^+ / K^+ 比值偏高, 通过向地下卤水中添加 K^+ , 调节 Na^+ / K^+ 比值, 能明显提高仔虾的成活率; 根据预实验结果 A, B 两区养殖用水 Na^+ / K^+ 分别调节为 40, 80, 养虾池中放养南美白对虾虾苗 10 d 后, 成活率均达 80% 以上。因此, 低盐度地下卤水的离子调节是盐碱地南美白对虾养殖中的首要关键环节, 同时还应考虑地下卤水中其它因子的作用及不同地区地下卤水离子组成的差异, 有关地下卤水对对虾的离子渗透调节机制的影响还有待于进一步研究。

3.2 低盐度地下卤水南美白对虾养殖的水质管理和调控

养殖水环境的质量直接影响对虾的生存、摄食和生长, 也是对虾养殖成败的关键因素。地下卤水主要的水质特点是: 盐度高、碱度较大, 浮游生物数量少, 水质清瘦, 水化学指标复杂易变, 不易调节和控制等^[3]。据苟中华等报道^[4], 地下卤水见光后有些离子会发生氧

化反应, 引起离子含量的变化; 许多研究表明盐碱地水域的水质因盐度、碱度等过高, 引起鱼类、对虾等水产动物生长停滞甚至死亡^[3, 5, 6]; 有关盐碱地池塘养殖水质调控技术的研究已有了许多报道^[1, 3, 5, 7]。因此, 利用低盐度地下卤水进行南美白对虾养殖, 必须将地下卤水充分曝晒、暴气、沉淀, 再与淡水调配后使用, 保证对虾存活与生长。本研究依据低盐度地下卤水的水质特点和南美白对虾的养殖属性, 在虾苗放养之前施加酸性化肥或中性化肥(尿素, 过磷酸钙), 中和或减少水中的盐碱成分, 培养天然饵料生物; 养殖过程中逐渐降低盐度, 并控制池水盐度为 5 左右; 养殖中后期适当少量换水, 以添加水保持水位为主, 并根据水质状况施加沸石粉、微生态制剂等, 有效吸附和降解有机污染物, 降低水中的氨氮和化学耗氧量, 提高溶解氧含量, 合理调节养殖水环境, 保持水质清新, 为对虾生长营造一个良好的水质条件。

利用低盐度地下卤水作为养殖用水, 可避免自然海水中病原生物的传染, 有效地防止对虾流行性病害的传播, 尤其是目前在虾病尚未得到有效控制的情况下, 这是对虾健康养殖的一条重要途径。本研究在养殖期间定期使用微生态制剂, 不仅能净化养殖水环境, 还能抑制病原微生物的存活和生长, 起到生态防病的作用, 并施加环丙杀星(1‰~1.5‰)和罗红霉素(1‰~2‰)等药饵, 对少数发生细菌病的池塘, 使用 1 mg/L 二溴海因连续进行池水消毒, 待药效消失后, 再施加微生态制剂调节水质, 有效地防治对虾病害的发生, 保证了对虾的健康生长, 取得较好的养殖效果。

3.3 低盐度地下卤水南美白对虾养殖模式的探讨

目前我国对虾养殖业遭受严重的传染性病毒病害危害的情况下, 有必要选择优良的养殖种类, 采用

全新的养殖理念和先进的养殖模式,进行低盐度地下卤水南美白对虾养殖,有效地防治对虾病害的发生,保证对虾养殖业的健康稳定发展。有关盐碱地地下卤水、渗水和兑淡水养殖中国对虾 (*Penaeus chinensis*)、斑节对虾 (*Penaeus monodon*) 等已有很多报道^[1,7-9],但对于地下卤水南美白对虾养殖的离子调节、水质调控和养殖模式等尚未见报道。本研究采用低盐度地下卤水进行南美白对虾养殖,其中精养平均产量为 247 g/m²,平均投入产出比为 2.17:1;半精养平均产量为 100 g/m²,平均投入产出比为 1.68:1。精养的平均每 m² 产量和投入产出比分别比半精养提高 148 g, 0.49,这表明低盐度地下卤水南美白对虾养殖是完全可行的,具有巨大的养殖潜力和广阔的发展前景。对于盐碱地地下卤水南美白对虾养殖模式要因地制宜,根据当地的资源状况加以考虑,合理布局,充分开发我国广阔的盐碱地资源,从而创造巨大的经济效益和社会效益,但同时也应该注意农耕地的盐碱化问题,防止过度开采地下水,造成对环境的污染和破坏。

参考文献

- 1 李群峰、江涛等。地下卤水养殖中国对虾实验报告,齐鲁渔业,1997,14(4):22~24
- 2 施琼芳编著。鱼类生理学。北京:农业出版社,1991,156~159
- 3 杨富亿。盐碱地养鱼的水质改良,资源开发与市场,2000,16(4):195~197
- 4 苟中华、张俊安等。利用咸水井进行罗氏沼虾育苗技术研究,齐鲁渔业,1999,16(1):20~22
- 5 梁秀琴、王富玲等。关于盐碱水域水化学因子与渔业利用问题,大连水产学院学报,1993,8(4):67~72
- 6 房文红、王慧等。碳酸盐碱度、pH 对中国对虾幼虾的致毒效应,中国水产科学,2001,7(4):78~81
- 7 王守青。盐碱地池塘渗水养虾技术,水产养殖,2000,4:6~7
- 8 傅志茹、张勤等。卤水兑地下水中国对虾精养高产技术,水产科学,2000,19(1):27~30
- 9 苏国成、陈水土。斑节对虾淡化养殖水质特点和管理,台湾海峡,2000,19(1):11~16

THE STUDY ON THE CULTURE TECHNOLOGY OF *Penaeus vannamei* IN UNDERGROUND BRINE WATER OF LOWSALINITY

XIAO Guo-qiang¹ PAN Lu-qing¹ RAN Xian-bao² WANG Heng-tai² WANG Guo-feng²

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

² Aquaculture Bureau of Dongying Area of Dongying, 257000

Received: Mar., 26, 2002

Key Words: Low salinity, Underground brine, *Penaeus vannamei*

Abstract

The culture style and the feasibility of the *Penaeus vannamei* in underground brine water of low salinity are studied in this paper. The survival rate of the postlarvae rises obviously with appropriate amount of K⁺ added to the underground brine water to regulate the ratio of Na⁺ to K⁺. By means of regulating the water quality properly, the *Penaeus vannamei* culture got a high product with a high efficiency. Compared with semi-culture in the study, it shows the survival rate rises by 25.23%, the average product rises by 148 g/m² and ratio of input to output rises by 0.49.

(本文编辑:刘珊珊)