

研究简报

# 南美白对虾人工繁育技术的初步研究\*

于琳江 于奎杰 张乃禹

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

**提要** 于 1997 年 9 月—2000 年 7 月, 在辽宁盘锦市外贸实业总公司虾苗场、辽宁庄河市天源水产公司虾苗场及海南大众凌伟海洋产业有限公司海洋中心选用人工培育的南美白对虾 (*Penaeus vannamei*) 种虾, 采用眼柄摘除手术处理雌虾, 进行人工繁育技术研究。结果表明, 人工养殖的体重在 40g 以上的南美白对虾雌虾, 经单侧眼柄摘除手术后, 一部分个体于手术后 5—15d 内卵巢发育成熟并产卵; 另一部分个体则于手术后的 3—7d 内蜕壳, 蜕壳后 9—15d 卵巢发育成熟并产卵。采用自然光照与人工光照相结合, 控制光强度在 100—150 lx, 光暗周期为 14 10, 南美白对虾一般于每天 15: 00—16: 00 时开始交配并持续到 23: 00 时左右或更晚。在 150d 的诱交实验中, 分池诱交组的交配率明显高于同池诱交组, 最高达 70.7%。

**关键词** 南美白对虾, 成熟与产卵, 诱交

**中图分类号** S968.22

南美白对虾 (*Penaeus vannamei* Boone, 1931) 又名凡纳对虾、万氏对虾, 由于其步足呈白垩色, 亦称为白脚虾。南美白对虾具有成长速度快、营养需求低(饵料中蛋白质含量在 25%—30% 即可满足其正常生长的需要)、对养殖环境的适应性强(对海水盐度的适应范围在 0—60) 等优点。南美白对虾的自然分布区位于东太平洋沿岸的暖水水域(从墨西哥至秘鲁北部沿岸)。我国曾于 1988 年和 1991 年先后两次引进南美白对虾, 并于 1992 年 8 月完成了实验室条件下该虾种的幼体培育工作(张伟权等, 1993)。在南美白对虾人工繁育生产中, 交配率是影响无节幼体产量的关键因素。由于南美白对虾雌虾属开放式纳精囊类型, 在圈养条件下性腺不易自然成熟, 交配和产卵的时间间隔比较短(吴长功等, 2001), 自然交配的成功率很低, 从而影响大规模苗种生产的发展。自 1997 年 9 月到 2000 年 7 月, 经过连续几年的探索研究, 通过采用人工催熟使性腺成熟及人为控制条件下诱导交配等技术手段, 成功地解决了南美白对虾繁育生产中存在的交配率不足等关键技术难关, 获得了较高的无节幼体生产能力。现将研究结果总结如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验种虾

1.1.1 种虾培育 分别于 1997 年 9 月、1998 年 11 月在青岛上马镇养虾场购买了

\* 国家“九五”科技攻关项目, 9608010113 号。于琳江, 男, 出生于 1964 年 5 月, 硕士, 助理研究员, Fax: 0086-0532-2870882

1000 对体重在 25g 左右的南美白对虾成虾, 分别于辽宁盘锦市外贸实业总公司虾苗场、辽宁庄河市天源水产公司虾苗场进行室内越冬, 培育种虾。越冬期间水温为 23—25℃, 海水盐度为 28—30, 投喂活沙蚕、贝肉及冰冻乌贼, 每天吸底, 每 2d 换水 20% 左右。1999 年 10 月从海南大众凌伟海洋产业有限公司一口面积为 3 亩的南美白对虾养殖示范塘(该塘亩产南美白对虾商品虾 882kg) 挑选了 2000 对体重在 30g 左右的南美白对虾商品虾, 于该公司海洋中心面积为 600m<sup>2</sup> 的室外土池中培育种虾。种虾培育期间水温为 20—27℃, 水深为 1.2—1.5m, 海水盐度为 25—30, 投喂冰冻乌贼、活沙蚕及海马牌 3<sup>#</sup> 虾料。种虾培育期间发现病虾及异常个体及时淘汰或隔离处理, 并定期取样做 PCR 病毒检测。

**1.1.2 性腺催熟** 选择体重在 40g 以上的南美白对虾雌虾, 以内径 1.5mm 左右、长度 3mm 左右的弹力胶圈结扎其单侧眼柄。对于蜕壳不久的软壳雌虾, 则要等其新壳完全硬实后才能施行结扎手术, 以免造成亲虾死亡。手术之后, 尽量减少对亲虾的惊扰, 并将光照强度降低到 150 lx 以下, 温度升至 27—29℃, 饵料以活沙蚕为主。

## 1.2 诱交实验

**1.2.1 诱交池** 为面积 20m<sup>2</sup> 的近圆形水泥池, 具中央排污口, 池深 90cm, 水深 60cm。诱交池设窗口透光, 并以黑帘遮光以降低光照强度。诱交池正上方 1m 高度处设置 40W 的日光灯, 每天定时开关, 以调控光照强度及光暗周期。诱交池光照强度控制在 100—150 lx, 光暗周期控制为 14:10。

**1.2.2 同池诱交** 性成熟的雌雄亲虾按 1:1 的比率同池混养, 放养密度为 10 尾/m<sup>2</sup>。每晚 20:00—23:00 时挑选交配雌虾放于产卵池产卵。

**1.2.3 分池诱交** 性成熟的雌雄亲虾按 1:1 的比率分池单养, 放养密度为 10 尾/m<sup>2</sup>。每天的 15:00 时前从雌虾池挑选当晚产卵的雌虾放入雄虾池交配。每晚 20:00—23:00 时挑选已交配雌虾放于产卵池产卵。

## 2 结果与讨论

### 2.1 性腺催熟效果

在圈养条件下, 南美白对虾雌虾性腺不易自然成熟, 必须进行人工催熟。最有效的催熟方法是摘除雌虾的单侧眼柄(Chamberlain *et al.*, 1981; Wyban *et al.*, 1987; Ogle, 1991)。眼柄摘除的方法有多种, 先后采用剪切法、挤压法、镊烫法及结扎法摘除南美白对虾的单侧眼柄, 结果发现结扎法比较理想。因为结扎法操作简单、快捷, 不留创口, 不易感染, 手术后亲虾的存活率可达 100%。实验结果表明, 人工养殖的体重为 40g 以上的南美白对虾雌虾, 经单侧眼柄摘除手术后, 一部分个体于手术后 5—15d 内卵巢成熟并产卵; 另一部分个体则于手术后 3—7d 内蜕壳, 蜕壳后 9—15d 卵巢发育成熟并产卵。产卵后的南美白对虾雌虾, 经培育 3—7d 后卵巢可再次成熟并产卵。

### 2.2 南美白对虾的交配、产卵与受精

中国对虾(*P. chinensis*)、日本对虾(*P. japonicus*) 等闭锁型纳精囊类型(closed thelycum) 虾种, 其交配发生于母虾蜕壳后的软壳期内。交配后精英可以在母虾的纳精囊中储存数月之久。而开放型纳精囊类型(open thelycum) 的南美白对虾, 其交配发生在母虾性腺成熟后至产卵前的数小时内, 且交配是在母虾处于硬壳状态下完成, 交配后的精英依靠自身的粘性粘贴在母虾第 4、5 对步足之间的纳精囊位置。交配后的母虾产卵时, 精英内的

精子同时释放, 精、卵于水中受精。性腺成熟的南美白对虾雌虾, 在未交配的情况下也会正常地产卵, 但产出的卵子不能受精, 而已交配的雌虾, 也会由于精英粘性不够或挑选交配虾操作导致精英脱落, 从而造成卵子受精率下降或不能受精。这是南美白对虾繁育生产中普遍存在的问题。Yano 等(1988)将南美白对虾的交配行为划分为 4 个阶段, 即: (1) 接近 (approach), (2) 爬进 (crawling), (3) 追逐 (chasing), (4) 交配 (mating)。整个过程持续大约 3—16s。本实验采用自然光照与人工光照相结合, 控制光强度在 100—150 lx, 光暗周期为 14 10, 结果发现南美白对虾通常于每天的 15 00—16 00 时开始交配并持续到 23: 00 时左右或更晚。

根据几年来的观察发现, 南美白对虾的交配行为不仅包括 Yano 等(1988)描述的上述 4 个阶段, 而且一般会出现后交配追逐现象, 即雄虾会在交配后的几秒钟至十几秒钟时间内重新寻找到其“配偶”进行追逐, 即后交配追逐。后交配追逐往往持续十几秒至几十秒或更长时间。在此期间已携带精英的雌虾于水面缓慢游动, 而雄虾则以其前端的第一对触角反复摩擦位于雌虾腹部纳精囊位置的精英。后交配追逐现象尚未见有关资料报道, 其作用也不得而知。作者推测可能与使精英贴正位置及贴紧有关。如果这样, 那么后交配追逐对于提高卵子受精率有极大帮助。

### 2.3 南美白对虾同池诱交与分池诱交的结果比较(表 1)

表 1 不同诱交条件下南美白对虾摘眼 150d 内交配、产卵与无节幼体生产情况比较

Tab. 1 Comparison of mating, spawn and nauplius production of *Penaeus vannamei* within 150 days after eyestalk ablation under different induced mating conditions

实验设计	实验种虾数(尾)		产卵虾次	交配虾次	交配率(%)	产卵量(粒)	无节幼体产量(尾)
	♀	♂					
同池诱交	200	200	3108	1097	35.3	441.3 × 10 <sup>6</sup>	110.8 × 10 <sup>6</sup>
分池诱交	200	200	3770	1895	50.3	546.6 × 10 <sup>6</sup>	197.1 × 10 <sup>6</sup>

在 150d 的诱交实验中, 同池诱交组平均单次产卵量为 14.2 万粒, 单次无节幼体产量为 10.1 万尾, 与分池诱交组的 14.5 万粒和 10.4 万尾接近。与同池诱交组比较, 分池诱交组具有较高的无节幼体生产能力, 这是因为分池诱交组的交配率(50.3%)明显高于同池诱交组(35.3%)。

在南美白对虾繁育生产中, 交配率是决定无节幼体产量的关键因素。交配率的高低首先取决于雄虾的交配能力。Leung-Trujillo 等(1991)报道了南美白对虾、蓝对虾(*P. stylirostris*)和北美白对虾(*P. setiferus*)的精英再生时间分别为 2—4d、4—6d 和 5—7d, 单侧眼柄切除可以加快精英再生时间、增加精英质量和精子数量而不影响精子质量。在生产实践中通过提高雄虾比率可以提高交配成功率(刘文御, 1999)。与同池诱交组雌雄比率 1:1 相比, 分池诱交可以提高交配时间内的雄虾比率, 一般可使雌雄比率达到 1:5 以上。在 150d 的诱交实验中, 无论是同池诱交还是分池诱交, 摘眼手术后 30d 以内的交配率均相对较低。这种现象一方面与雄虾精英不够成熟有关, 同时也与摘眼后第 1 个月内交配时间相对较短有关。根据作者观察, 南美白对虾雌虾摘眼手术后初次产卵及最初几次产卵的时间一般是在天黑后不久, 随着产卵次数的增加, 产卵时间则相应推迟, 交配时间因

此相应延长。这是交配率提高的重要原因。在 150d 的诱交实验中,交配率从最初的不足 10% 逐日提高,最高达 70.7%。

### 3 小结

3.1 摘除单侧眼柄是催使南美白对虾雌虾性腺成熟的有效手段。

3.2 采用自然光照与人工光照相结合,控制光照强度在 100—150lx,光暗周期为 14h:10h,南美白对虾一般于每天 15:00—16:00 时开始交配并持续到 23:00 时左右或更晚。

3.3 性腺成熟的南美白对虾雌虾在未交配的情况下亦可以正常产卵,但产出的卵子不能受精。

3.4 在交配时间内提高雄虾比率可以提高南美白对虾的交配率。

### 参 考 文 献

- 刘文御, 1999. 白虾专辑. 高雄: 行政院农业委员会水产实验所, 1—32
- 吴长功, 周岭华, 相建海等, 2001. 中国对虾输精管结构及精子形成. 海洋与湖沼, 32(1): 23—30
- 张伟权, 于琳江, 童保福等, 1993. 南美白对虾全人工授精技术研究. 海洋与湖沼, 24(4): 428—432
- Chamberlain G W, Lawrence A L, 1981. Effect of light intensity and male and female eyestalk ablation on reproduction of *Penaeus stylirostris* and *P. vannamei*. J Maric Soc, 12(2): 357—372
- Leung-Trujillo J R, Lawrence A L, 1991. Spermatophore generation times in *P. setiferus*, *P. vannamei* and *P. stylirostris*. J World Aquaculture Soc, 22(4): 244—251
- Ogle JT, 1991. Design and operation of a small tank system for ovarian maturation and spawning of *Penaeus vannamei*. Gulf Kes Rep, 8(3): 285—289
- Wyban J A, Lee C S, Sweeney J N *et al.*, 1987. Observation on development of a maturation system for *Penaeus vannamei*. J World Aquacult Soc, 18(3): 198—200
- Yano I, Kanna R A, Oyana R N *et al.*, 1988. Mating behaviour in the Penaeid shrimp *Penaeus vannamei*. Mar Biol, 97: 171—175

## PRELIMINARY STUDIES ON THE ARTIFICIAL REPRODUCTION OF *PENAEUS VANNAMEI*

YU Lin-Jiang, YU Ku-Jie, ZHANG Nai-Yu

(*Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

**Abstract** The results obtained from studies conducted from September, 1997 to July, 2000 with pond cultured broodstocks of *Penaeus vannamei* at hatcheries in Liaoning and Hainan Provinces indicated that some pond cultured females of *P. vannamei* over 40g in body weight began to mature and spawn within 5—15 days after unilateral eyestalk ablation, while others moult within 3—7 days and mature and spawn about 9—15 days late after moulting. Under conditions of about 100—150 lx in light intensity and 14 hours bright to 10 hours dark for photo cycle controlled by nature and artificial illuminating, *P. vannamei* began to mate from 15:00—16:00 and continues to about 23:00 or later every day. In the 150 days test on induced mating of *P. vannamei*, the mating rate for the group in which male and female broodstocks stocked in different tanks was obviously higher than that in the same tank, with the max mating rate up to 70.7%.

**Key words** *Penaeus vannamei*, Maturation and spawn, Induced mating