

文章编号:1000 - 0615(2001)04 - 0330 - 06

中国龙虾叶状幼体摄食的研究

陈昌生, 胡家才, 陈政强, 陈浩良, 纪德华

(集美大学水产生物技术研究所, 福建 厦门 361021)

摘要:中国龙虾叶状幼体孵出后 1~2h 就开始摄食,其适宜的开口饵料为卤虫无节幼体。叶状幼体、
期摄食卤虫无节幼体后的变态率分别为 80%、40% 和 32.5%。卤虫幼体和贻贝卵巢混合投喂,可提高叶状幼
体的存活率。叶状幼体对不同饵料具有选择性,昼夜均可摄食,没有明显的摄食节律性;光照和黑暗对叶状幼
体的摄食和存活没有影响。在适宜的卤虫无节幼体密度下,叶状幼体 5~9min 就可饱食,然后经过 45~90min
消化完毕;初孵叶状幼体对不同大小的卤虫无节幼体(349.5~604.9 μ m)的摄食没有明显差异。本试验可为
开展中国龙虾的人工育苗积累资料。

关键词:中国龙虾;叶状幼体;摄食

中图分类号:S917 **文献标识码:**A

Studies on the feeding of phyllosoma of the spiny lobster, *Panulirus stimpsoni*

CHEN Chang-sheng, HU Jia-cai, CHEN Zheng-qiang, CHEN Hao-liang, JI De-hua
(Institute of Fishery Biotechnology, Jimei University, Xiamen, 361021, China)

Abstract: The phyllosoma of *Panulirus stimpsoni* begin to feed about 1 - 2 hours after hatching, and suitable diet of phyllosoma is *Artimia salina* nauplii. During phyllosoma stage, and they eat *A. salina* nauplii. Its metamorphosis rate could reach 80%, 40% and 32.5% respectively. Phyllosoma have choice on different diets, and they can feed all day, and they have no rhythm of feeding. Light and darkness have no effect on their feeding and survival. In suitable density of *A. salina* nauplii, phyllosoma() can be full in 5 - 9 minutes and digest in 45 - 90 minutes. The feeding of phyllosoma on different sizes of *A. salina* nauplii (349.5 - 604.9 μ m) makes no obvious difference. This study can accumulate materials for the artificial culture of *Panulirus stimpsoni* phyllosoma.

Key words: *Panulirus stimpsoni*; phyllosoma; feeding

中国龙虾(*Panulirus stimpsoni*)是分布在我国东南沿海的一种大型虾类,其肉味鲜美,营养丰富。不仅可供食用,还可入药;其甲壳制作的工艺品也十分畅销,因而经济价值很高。国内外许多学者从事了龙虾的人工繁殖与幼体培育的研究,但进展缓慢^[1-7]。龙虾叶状幼体发育时间长、变态慢,其开口饵料、食性以及营养需求对叶状幼体的生长发育、存活以及变态都有很大影响,成为龙虾幼体培育成败的主要因素之一。因此,笔者通过对饵料的多因子实验来探讨中国龙虾叶状幼体的适口饵料、摄食生长以及营

收稿日期:2000-12-05

基金项目:福建省自然科学基金资助项目(B0010031)

第一作者:陈昌生(1957-),男,福建平潭人,教授。从事海水经济动植物增殖研究。E-mail:cschen@jmu.edu.cn

养需求,以期为今后开展龙虾人工苗种的批量生产积累资料。

1 材料和方法

1.1 材料来源

实验所用亲虾(头胸甲长 9~14cm,体重为 1.1~2.1kg)于 1999 年和 2000 年分别购自福建龙海和东山附近海域,并置于龙海海区的网箱中养殖。待亲虾交配和抱卵后,移至室内水泥池培养,投喂海产鱼、贝类。抱卵亲虾经过 18~20d 培育后孵出叶状幼体。灯诱让叶状幼体上浮集中,带水捞出,然后培育各期叶状幼体用于实验。亲虾和幼体培育的水温为 26~29.7℃,盐度 30~31.5, pH 8.1~8.3。

实验所用饵料有:小球藻(*Chlorella pyrenoidosa*)、中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、BP 粉(日本产)、虾片(日本产)、褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*)、卤虫(*Artemia salina*)无节幼体、日本对虾(*Penaeus japonicus*)无节幼体、太平洋牡蛎(*Ostrea gigas*)的担轮幼虫、桡足类(Copepoda)以及翡翠贻贝(*Perna viridis*)卵巢等。

1.2 实验方法

1.2.1 不同饵料的实验:取初孵叶状幼体 25 尾,置于 1000mL 海水的烧杯中,然后放入上述饵料。每天早晨换水,并补充饵料。观察记录各组不同日龄叶状幼体的存活率,实验设置了平行组。个体摄食率 = 胃肠具有食物的叶状幼体数目 / 叶状幼体总数。

1.2.2 摄食节律实验:以 4h 为一时间段,共设 6 个时间段,每个时间段计算容器中饵料的减少数,结合解剖、镜检计算各个时间段的平均摄食量和相对摄食强度。

1.2.3 饵料选择性实验:在 2000mL 的实验容器中同时加入 4 种饵料(轮虫 15 个·mL⁻¹、卤虫幼体 3 个·mL⁻¹、桡足类 3 个·mL⁻¹、日本对虾无节幼体 3 个·mL⁻¹),投饵 1h 后,计算水体中各种饵料的减少数,测定平均摄食量及各种饵料所占百分比。

1.2.4 饵料密度实验:以卤虫无节幼体为饵料,在密度为 2、5、7 和 10 个·mL⁻¹下,观察叶状幼体各日龄的存活率和变态率(存活率 = 幼体存活数 / 幼体总数;变态率 = 每期幼体变态数 / 实验幼体总数)。

1.2.5 数据分析:以上实验结果通过 t- 检验对数据进行显著性分析。

2 结果

2.1 不同饵料种类对叶状幼体摄食及存活的影响

由表 1 可知,龙虾叶状幼体仅仅在“卤虫无节幼体”和“卤虫 + 轮虫”两个饵料组中能够完成变态,其他饵料组(虾片、BP 粉、骨条藻、小球藻、牡蛎受精卵、轮虫、桡足类等)都未进入 I 期(经统计分析,差异不显著, $P > 0.05$)。用“卤虫无节幼体”和“卤虫 + 轮虫”饵料培养的叶状幼体,胃明显膨大,呈桔黄色,肠道内充满淡褐色的食物,拖便明显。投喂贻贝卵巢组的叶状幼体除个别幼体出现上述情况外,大部分也呈空胃和不拖便状态。轮虫组的叶状幼体培育至第 8 日龄全部死亡,据解剖观察叶状幼体的胃内食物很少。而“卤虫 + 轮虫”饵料组的叶状幼体之所以能够完成变态,主要是因为摄食了卤虫无节幼体。牡蛎受精卵实验组培育至第 8 日龄时的存活率虽为 8%,但不能完成变态(表 1)。叶状幼体 I~IV 期^[7]摄食卤虫无节幼体后的各期变态率如图 1 所示。若以卤虫无节幼体和贻贝卵巢混合投喂,可使叶状幼体的存活率提高 15%~20%,且变态率也有所提高。

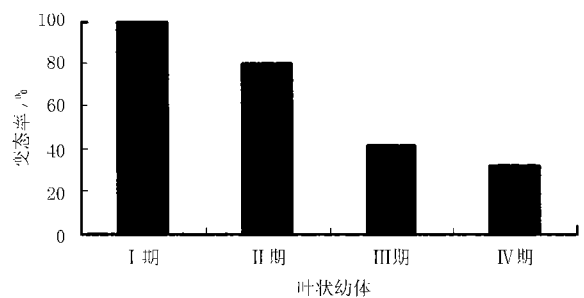


图 1 叶状幼体摄食卤虫幼体后的变态率

Fig. 1 The metamorphosis rate of phyllosoma

表 1 不同饵料种类对叶状幼体摄食及存活的影响

Tab. 1 The effect of different food items on feeding and survival of the phyllosoma

| 饵料种类 | 饵料密度 | 平均存活率(%) | | | | | | | |
|-------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 2d | 3d | 4d | 5d | 6d | 7d | 8d | 9d |
| 虾片 | 6 μ g \cdot mL $^{-1}$ | 32 \pm 1.1 | 28 \pm 1.5 | 24 \pm 2.9 | 12 \pm 0 | 4 \pm 1.3 | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 |
| BP 粉 | 6 μ g \cdot mL $^{-1}$ | 72 \pm 3.3 | 72 \pm 2.3 | 68 \pm 3.7 | 68 \pm 2.9 | 40 \pm 2.5 | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 |
| 骨条藻 | 50 $\times 10^4$ cell \cdot mL $^{-1}$ | 76 \pm 6.2 | 68 \pm 3.8 | 68 \pm 4.5 | 64 \pm 3.1 | 20 \pm 2.3 | 12 \pm 2.1 | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 |
| 小球藻 | 1000 $\times 10^4$ cell mL $^{-1}$ | 92 \pm 5.2 | 88 \pm 4.2 | 88 \pm 6.2 | 64 \pm 2.5 | 56 \pm 3.9 | 16 \pm 1.1 | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 |
| 贻贝卵巢 | 2 小块 \cdot 只 $^{-1}$ | 75 \pm 2.9 | 69 \pm 2.3 | 65 \pm 5.3 | 60 \pm 1.3 | 48 \pm 3.2 | 40 \pm 2.1 | 30 \pm 2.1 | 15 \pm 2.1 |
| 牡蛎受精卵 | 10 个 \cdot mL $^{-1}$ | 100 \pm 0 | 96 \pm 3.3 | 92 \pm 5.2 | 80 \pm 3.7 | 68 \pm 4.9 | 40 \pm 1.4 | 8 \pm 1.2 | 0 \pm 0 |
| 轮虫 | 10 个 \cdot mL $^{-1}$ | 100 \pm 0 | 96 \pm 7.1 | 88 \pm 4.6 | 60 \pm 2.7 | 44 \pm 2.3 | 8 \pm 1.3 | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 |
| 卤虫幼体 | 3 个 \cdot mL $^{-1}$ | 100 \pm 0 | 100 \pm 0 | 96 \pm 5.7 | 96 \pm 3.5 | 96 \pm 2.4 | 96 \pm 1.1 | 88 [*] \pm 0 | 88 [*] \pm 0 |
| 卤虫+轮虫 | 3+5 个 \cdot mL $^{-1}$ | 100 \pm 0 | 100 \pm 0 | 100 \pm 0 | 100 \pm 0 | 96 \pm 3.2 | 96 \pm 2.5 | 92 [*] \pm 0 | 92 [*] \pm 0 |
| 桡足类 | 3 个 \cdot mL $^{-1}$ | 96 \pm 7.2 | 96 \pm 5.7 | 96 \pm 4.8 | 96 \pm 0 | 96 \pm 1.3 | 84 \pm 3.7 | 28 \pm 3.1 | 0 \pm 0 |

注: *幼体变态到第 期。

2.2 叶状幼体对饵料的选择性

叶状幼体对饵料具有较为明显的选择性。4 组饵料中,叶状幼体摄食卤虫最多,其次是对虾的无节幼体,而轮虫和桡足类,叶状幼体几乎不摄食(表 2)。初孵叶状幼体对 1~3 日龄不同大小的卤虫无节幼体的摄食率无明显的差异,叶状幼体 I 期经过 8d 的培育,对 3 组不同日龄大小的卤虫无节幼体(349.5~604.9 μ m)的摄食率可达 90%~100%(表 3),各组叶状幼体 I 期都能顺利变态到第 期。

表 2 叶状幼体对饵料的选择性

Tab. 2 The choice of phyllosoma on food

| 组别 | 摄食量(只 \cdot 尾幼体 $^{-1}$) | | | | |
|------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 轮虫 | 卤虫幼体 | 桡足类 | 对虾无节幼体 | 总的摄食量 |
| A 组 | 0 | 2.66 \pm 0.71 | 0.12 \pm 0.12 | 0.66 \pm 0.15 | 3.44 \pm 0.98 |
| B 组 | 0 | 3.34 \pm 0.92 | 0.06 \pm 0.06 | 0.62 \pm 0.03 | 4.02 \pm 1.01 |
| 平均 | 0 | 3.00 \pm 0.83 | 0.09 \pm 0.08 | 0.64 \pm 0.17 | 3.73 \pm 1.29 |
| 各种饵料占摄食总数的百分比(%) | 0 | 80.4 | 2.4 | 17.2 | 100 |

注: 1. 实验各组所用叶状幼体为第 4 日龄幼体。2. 每组实验叶状幼体为 50 尾。

表 3 叶状幼体 I 期对不同大小卤虫幼体的摄食

Tab. 3 The feeding of phyllosoma (I) on different sizes of *A. salina* nauplii

| 卤虫幼体日龄 | 卤虫幼体全长(μ m) | 各日龄叶状幼体的平均摄食率(%) | | | | | |
|--------|------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|--------|
| | | 1d | 3d | 5d | 6d | 7d | 8d |
| 1 | 349.5 \pm 10.4 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | (期幼体) |
| 2 | 481.4 \pm 12.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | (期幼体) |
| 3 | 604.9 \pm 17.6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 | (期幼体) |

2.3 叶状幼体 I 期的初次摄食率

叶状幼体孵出后大约 1h 开始摄食,随时间推移摄食率逐渐增大,大约 2h 时摄食率达 100%(图 2)。

2.4 叶状幼体的摄食节律

分别对 50 尾 2、4、6 日龄的叶状幼体进行摄食节律实验,其结果表明:中国龙虾叶状幼体摄食无明显的节律性,昼夜不间断摄食。但相对而言,各日龄幼体在 4:30 - 20:30 时间段的平均摄食量高于 20:

30~翌晨 4:30 时间段(表 4)。24h 内,2 日龄和 4 日龄的叶状幼体的摄食量要高于第 6 日龄的叶状幼体,这主要是由于第 6 日龄叶状幼体(培育水温 29.6℃)即将变态,变态前摄食量有所减少的缘故。

2.5 叶状幼体的饱食和消化时间

叶状幼体在饵料投入后就立即开始摄食,个别幼体(占实验幼体总数的 2%~4%)在 5~9 min 内就可以饱食。但幼体全部(50 尾)饱食要 20~30 min。对饱食幼体的消化时间进行观察,大约经过 45~50 min,个别饱食幼体就出现空胃,而全部饱食幼体胃肠排空则需 80~90 min(表 5)。

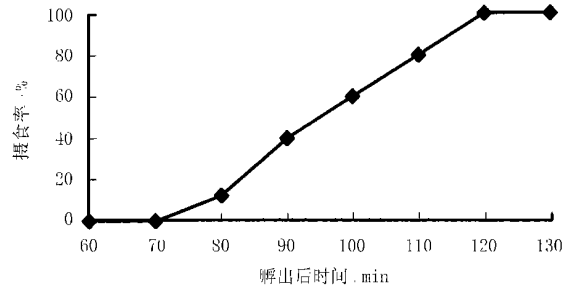


图 2 叶状幼体 期的初次摄食率

Fig. 2 The first feeding rate of phyllosoma I

表 4 叶状幼体 期的摄食节律

Tab. 4 The rhythm of feeding of phyllosoma I

| 组别 | 时 区 | 第 2 日龄 | | | 第 4 日龄 | | | 第 6 日龄 | | |
|--------------|-------------|--------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|
| | | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 1 | 20:30—0:30 | 2 | 0.5 | 3.2 | 8.8 | 2.2 | 15.5 | 6 | 1.5 | 23.4 |
| 2 | 0:30—4:30 | 10 | 2.5 | 16.1 | 4 | 1 | 7.0 | 4 | 1 | 15.6 |
| 3 | 4:30—8:30 | 16 | 4 | 25.8 | 6 | 1.5 | 10.6 | 8 | 2 | 31.3 |
| 4 | 8:30—12:30 | 10.8 | 2.7 | 17.4 | 16 | 4 | 28.2 | 4 | 1 | 15.6 |
| 5 | 12:30—16:30 | 8.8 | 2.2 | 14.2 | 12 | 3 | 21.1 | 2 | 0.5 | 7.8 |
| 6 | 16:30—20:30 | 14.4 | 3.6 | 23.3 | 10 | 2.5 | 17.6 | 1.6 | 0.4 | 6.3 |
| 24h 的总摄食量(只) | | 15.5 | | | 14.2 | | | 6.4 | | |

注:A - 每尾叶状幼体在 4h 内摄食的卤虫数;B - 每尾叶状幼体每 h 内摄食的卤虫数;C - 相对摄食强度(B / 总摄食量)(%)

表 5 叶状幼体的饱食和消化时间

Tab. 5 The time for feeding from empty to full in stomach and the time for digesting from full to empty of phyllosoma

| 叶状幼体日龄 | 叶状幼体平均全长 (μm) | 个别饱食时间 (min) | 全部饱食时间 (min) | 个别排空时间 (min) | 全部排空时间 (min) |
|--------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 2 | 1035.1 \pm 7.4 | 5 \pm 1.1 | 20 \pm 1.2 | 45 \pm 1.8 | 85 \pm 2.6 |
| 4 | 1039.1 \pm 3.9 | 5 \pm 0.6 | 25 \pm 1.8 | 48 \pm 1.6 | 90 \pm 1.4 |
| 6 | 1045.7 \pm 5.6 | 9 \pm 0.8 | 32 \pm 2.2 | 50 \pm 2.4 | 91 \pm 3.2 |

2.6 光照与黑暗对叶状幼体摄食、存活的影响

对 ~ 期的叶状幼体进行光照和黑暗的影响试验,结果表明,在自然光下培育的叶状幼体、
、 期的摄食率分别为 90%、85%、68%、52%;在黑暗条件下,叶状幼体摄食正常,其摄食率分别为
90%、83%、65%、45%;经统计分析,光照与黑暗条件下叶状幼体的摄食率没有显著差异($P > 0.05$)。

2.7 卤虫幼体密度对叶状幼体 期摄食、存活的影响

在饵料密度实验中,根据叶状幼体各日龄的存活率可知:4 组饵料密度中以 2 个 mL^{-1} 最适合叶状幼体的摄食生长,在该密度下,8 日龄的叶状幼体存活率(变态率)可达 88% (80%);随着卤虫无节幼体密度的增大,叶状幼体的存活率和变态率都有所降低(表 6)。这可能与卤虫幼体密度大,耗氧大,水中溶氧低和代谢产物多、水浑,使幼体摄食能力受到影响,导致摄食率降低,说明过高的投饵密度在生产上是毫无意义的^[6]。

表 6 卤虫幼体密度对叶状幼体 期摄食、存活的影响

Tab. 6 The effect of different density of *Artemia* on feeding and survival of *phyllosoma*

| 饵料密度 (个·mL ⁻¹) | 叶状幼体存活率(%) | | | | | | |
|-------------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| | 2d | 3d | 4d | 5d | 6d | 7d | 8d |
| 2 | 100 ±0 | 100 ±0 | 100 ±0 | 100 ±0 | 98 ±2.2 | 90(80) | 88(80) |
| 5 | 100 ±0 | 100 ±0 | 100 ±0 | 92 ±3.2 | 86 ±4.1 | 80(65) | 70(65) |
| 7 | 100 ±0 | 100 ±0 | 100 ±0 | 90 ±2.8 | 66 ±4.5 | 46(19) | 40(18) |
| 10 | 100 ±0 | 98 ±1.9 | 98 ±2.1 | 18 ±5.2 | 0 ±0 | 0 ±0 | 0 ±0 |

注:括号内为幼体的变态率;经统计分析,差异显著($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 叶状幼体的捕食器官与摄食的关系

叶状幼体运动能力弱,通常摄食是用胸足和颚足,尤其以第3胸足的指节爪将遇到的饵料抓住,然后送至口器,其摄食方式为捕食性,与对虾的蚤状幼体不同^[6],没有滤食阶段。根据其口器构造及摄食方式,太微小或运动太快的饵料不易被捕食。单细胞藻类中的小球藻、骨条藻,因其细胞太小,不易被幼体捕食,不适合作为龙虾幼体的早期饵料。对虾人工配合饵料中的BP粉或虾片经200目筛网过滤后,颗粒很小,虽然适合于对虾蚤状幼体的滤食,但对于龙虾叶状幼体来讲,由于附肢长,无法捕到如此小的饵料颗粒,只能摄食一些未经过滤的、悬浮水中的小虾片。从叶状幼体对轮虫(196~250 μ m)、牡蛎担轮幼虫(80~95 μ m)、日本对虾无节幼体(320~340 μ m)、卤虫无节幼体(349~469 μ m)、桡足类(450~600 μ m)、枝角类(710~809 μ m)的摄食来看,尽管6种饵料都满足浮游的条件,但轮虫、牡蛎担轮幼虫个体偏小,被摄食的量少;桡足类游动呈间歇性,“弹跳快”,常在叶状幼体刚刚碰到时就迅速弹开,这对于浮游期的叶状幼体来说是难以捕食的。枝角类游动速度快,也难以被捕捉到,只有将海水枝角类用淡水麻醉后投喂才能被摄食。枝角类虽然个体较大,但叶状幼体可用胸足将其抱住,慢慢咬食。卤虫无节幼体自身运动较慢,且个体大小适中,呈红色,目标明显,适合于作为叶状幼体的饵料。对虾无节幼体运动较缓慢,可以被摄食,若和卤虫幼体并存时,则因对虾无节幼体体色较透明,叶状幼体往往先捕食体色为红色的卤虫无节幼体。

3.2 叶状幼体的摄食量与摄食节律

叶状幼体的日摄食量与胃结构有关。叶状幼体呈扁压的蜘蛛状,背腹部之间极薄,胃呈蝴蝶状,表面积较大。但因头胸部很薄,胃容量小,通常叶状幼体每h可摄食1~2只卤虫无节幼体。另外,由于叶状幼体胃构造的特殊性,其消化时间(表4)相对对虾类而言要长30~45min。在人工养殖的条件下,龙虾成体摄食具有一定的节律性,为夜间摄食^[9,10]。但叶状幼体摄食没有明显的节律性,白天和夜晚不间断摄食,而且白天摄食量比夜晚大,一般在胃肠饵料排空或尚未排空时又开始摄食。由此可见,叶状幼体培育过程中,昼夜要保持充足的饵料。

3.3 叶状幼体饵料的营养性

龙虾幼体存活率的高低除了与饵料的大小、形状、密度及可捕性有关外,还与饵料的营养有很大的关系。从营养学角度看,生物饵料是否适用于甲壳类幼体培养取决于生物饵料的脂肪、蛋白质、维生素、微量元素的含量^[11]。从本实验结果(表3)来看,虽然各日龄卤虫的大小对叶状幼体的摄食似乎影响不大,但成体的营养较差^[12],若能结合营养强化,可提高其培养效果。卤虫无节幼体被营养强化之后,DHA、EPA含量都比强化前有明显提高,营养效果十分明显,尤其是采用单酯形n-3PUFA强化卤虫无节幼体效果好^[13]。一定的脂肪酸组成形式尤以20:5:3和22:6:3的高度不饱和脂肪酸含量的高低,对幼体蜕皮起重要作用^[14,15]。贝类是叶状幼体培养的优质饵料,用贻贝卵巢投喂叶状幼体,有利于幼体存活与蜕皮^[8,16,17]。卤虫无节幼体与贻贝卵巢混合投喂,在营养上还起到互补作用。

参考文献:

- [1] 韦受庆. 中国龙虾幼体饲料和盐度实验[J]. 海洋通报, 1996, 15(2): 92 - 96.
- [2] 野中 忠. 龙虾的种苗繁殖(一)[J]. 养鱼世界, 1991, (4): 112 - 118.
- [3] 出口吉昭. 龙虾的种苗繁殖(二)[J]. 养鱼世界, 1991, (5): 118 - 126.
- [4] 井上正昭. 龙虾的种苗繁殖(三)[J]. 养鱼世界, 1991(7): 78 - 88.
- [5] 宋薰华. 养虾全集[M]. 台湾:台湾出版社, 1990. 311 - 313.
- [6] 王克行, 吴琴瑟, 纪成林, 等. 虾蟹类增养殖学[M]. 北京:中国农业出版社, 1996. 257 - 262.
- [7] 韦受庆. 中国龙虾的个体发生[J]. 热带海洋, 1985, 4(2): 80 - 90.
- [8] Kittaka J, Kimura K. Culture of the Japanese Spiny Lobster *Panulirus japonicus* from Egg to Juvenile stage[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1989, 55(6): 963 - 970.
- [9] 陈政强, 陈昌生, 吴仲庆, 等. 中国龙虾摄食习性的研究[J]. 海洋水产研究, 2000, 21(3): 43 - 48.
- [10] 陈政强, 陈昌生, 吴仲庆, 等. 盐度对中国龙虾存活、生长的影响[J]. 集美大学学报, 2000, 5(1): 31 - 36.
- [11] 姜新耀, 周洪琪, 易翠波, 等. 中华绒螯蟹蚤状幼体 I 期对单胞藻的摄食与吸收[J]. 上海水产大学学报, 1998, 7(增刊): 297 - 302.
- [12] 陈明耀, 张道南, 王渊源, 等. 生物饵料培养[M]. 北京:中国农业出版社, 1995. 112 - 131.
- [13] 张利民, 张秀珍, 常建波, 等. N - 3PUFA 营养强化卤虫无节幼体技术研究[J]. 上海水产大学学报, 1998, 7(增刊): 303 - 308.
- [14] 林瑞才, 周莲贞, 张金标. 近缘新对虾的饥饿、摄食和食性[J]. 水产学报, 1992, 16(3): 189 - 201.
- [15] 雷其祥, 苏惠美. 草虾苗以不同饵料喂饲时之生长及生存率[J]. 台湾水产学会会刊, 1985, 12(2): 54 - 69.
- [16] Yamakawa T, Nishimura M, Machuda H, et al. Complete larval rearing of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* [J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1989, 55(4): 745.
- [17] Kittaka J. Culture of phyllosomas of spiny lobster and its application to studies of larval recruitment and aquaculture[J]. Crustaceana, 1994, 66(3): 258 - 270.

欢迎订阅 2002 年《水利渔业》

《水利渔业》是由水利部中国科学院水库渔业研究所主办的水产技术刊物, 主要栏目包括: 研究与探索、名特优新、增殖养殖、营养与饲料、病害防治、捕捞加工、资源与环境、水产综述、渔业经验、水产信息等。本刊以实用技术为主, 技术与经济并重, 兼顾信息交流, 对水产科研、渔业开发、技术推广、知识更新、渔业致富有实用价值, 适合广大科研、推广、教学、生产和管理的水产工作者阅读。

本刊为双月刊, 大 16 开本, 每期 56 页, 国内外发行, 国际标准刊号 ISSN1003 - 1278, 国内统一刊号 CN42 - 1247/S, 欢迎广大新老朋友到邮局订阅。邮发代号: 38 - 76。每期定价 5 元, 全年 6 期 30 元。

欢迎订阅, 欢迎各企事业单位刊登广告。

本刊欢迎读者汇款到编辑部邮购。汇款地址: 武汉市武昌雄楚大街 578 号《水利渔业》编辑部, 邮政编码: 430079。联系电话: 027 - 87803555