



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102379254 A

(43) 申请公布日 2012.03.21

(21) 申请号 201010269997.2

(22) 申请日 2010.09.02

(71) 申请人 华东师范大学

地址 200062 上海市普陀区中山北路 3663  
号

(72) 发明人 赵云龙 罗文 李嘉尧 郭占林  
左迪 沈竑

(74) 专利代理机构 上海麦其知识产权代理事务  
所(普通合伙) 31257

代理人 董红曼

(51) Int. Cl.

A01K 61/00(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 7 页

(54) 发明名称

一种红螯光壳螯虾可控化同步抱卵繁育方法

(57) 摘要

本发明提供一种红螯光壳螯虾可控化同步抱卵繁育方法,包括繁育池的准备;调控繁育池的水质;亲虾选择;亲虾强化培育;亲虾越冬的温度控制;通过人工调节温度和光照条件来控制亲虾的抱卵率;育苗生产;仔虾培育等步骤。本发明通过改造繁育场、控制水质、选择亲虾,调节光照及温度,控制亲虾的性腺发育,促使其群体产卵时间相对集中且同步,有效解决规模化生产中苗种培育规格参差不齐的问题。

1. 一种红螯光壳螯虾可控化同步抱卵繁育方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:繁育池的准备;

步骤2:调控繁育池的水质;

步骤3:亲虾选择;

步骤4:亲虾强化培育;

步骤5:亲虾越冬的温度控制;

步骤6:通过人工调节温度和光照条件来控制亲虾的抱卵率;

步骤7:育苗生产;

步骤8:仔虾培育。

2. 根据权利要求1所述的繁育方法,其特征在于,所述繁育池为室内水泥池,水深为0.5m~1m;每个繁育池的面积为50-100m<sup>2</sup>;所述繁育池上方设有光照设备;所述繁育池设有进水闸和排水闸。

3. 根据权利要求2所述的繁育方法,其特征在于,所述繁育池中还可放置隐蔽物,所述隐蔽物可以是瓦片、黄鳝笼、挂网片或毛竹筒。

4. 根据权利要求1所述的繁育方法,其特征在于,所述繁育池的水质透明度为35cm~50cm,pH值为7-8.5,溶解氧为4mg/L-7mg/L,总硬度为5mg/L-8mg/L,盐度为0-2‰。

5. 根据权利要求1所述的繁育方法,其特征在于,所述步骤3选择的亲虾是体长在9厘米以上的成虾。

6. 根据权利要求1所述的繁育方法,其特征在于,所述步骤4中繁育池的水温控制在26℃~28℃,充气装置间歇增氧;投喂的配合饲料中粗蛋白含量在32%~36%,粗脂肪含量在8%~10%;全天投喂量为亲虾体重的3%~5%,晚上投喂量占总投喂量的60%~70%;每平方米繁育池中包括30~50克的亲虾15~20只。

7. 根据权利要求1所述的繁育方法,其特征在于,所述步骤5是指:亲虾在9月底或10月中旬进行越冬,水温控制在22~24℃;对于早繁苗的培育,于1月底或2月初开始对亲虾繁育池进行集中加温,水温控制在26~28℃;对于常规苗的培育,于3月底或4月初进行集中加温,水温控制在26~28℃。

8. 根据权利要求1所述的繁育方法,其特征在于,所述步骤6是指:在亲虾产卵前2个月,进行光照及温度控制同步抱卵率;将光照强度控制在3000lx,光照周期控制在L:D=16:8,每天光照时间16小时;水温在26~30℃之间小幅波动。

9. 根据权利要求1所述的繁育方法,其特征在于,所述步骤7是指:将雄虾和雌虾以1:2~1:3的比例投放入育苗池,育苗池中每平方米放8~12只亲虾;雌虾抱卵孵化期间水温控制在28℃,投饵量增加至亲虾体重的7%~8%。

10. 根据权利要求1所述的繁育方法,其特征在于,所述步骤8是指:将抱卵雌虾放入繁殖网箱,将繁殖网箱放入幼虾培育池培养;抱卵雌虾在繁殖网箱中孵卵,孵出仔虾脱离母体后,从网眼中掉落至网箱外,待仔虾全部离开母体后将繁殖网箱移出;仔虾在仔虾培育池内培育,进行养殖生产。

## 一种红螯光壳螯虾可控化同步抱卵繁育方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水生经济甲壳动物的苗种繁育方法,具体涉及一种红螯光壳螯虾可控化同步抱卵繁育方法。

### 背景技术

[0002] 目前,红螯光壳螯虾(*Cherax quadricarionatus*)作为有前景的经济甲壳动物,如何提高亲虾的产卵同步率一直是红螯光壳螯虾乃至其他甲壳动物的技术难题之一。红螯光壳螯虾的苗种来源产量极不稳定、规格参差不齐,造成生产过程中残杀现象严重,虾苗成活率低。以前有关人工诱导同步产卵技术曾采用眼柄去除法和给药法,但对亲虾损伤大、死亡率高,生产效果不佳,同时以上方法对规模化生产也不适用。

[0003] 本发明克服现有技术的以上缺陷,通过对繁育场的改造、水质的控制、亲虾的选择,结合合适的光照调节、温度变化,从而控制亲虾的繁育密度和苗种规格。

### 发明内容

[0004] 本发明通过对繁育场的改造、水质的控制及亲虾的选择,结合合适的光照调节、温度变化,以控制亲虾的发育节律,抑制其群体秋冬季性腺发育,促使早春产卵时间相对集中且同步,从而控制亲虾繁育密度和苗种规格。

[0005] 本发明所采用的技术方案是:繁育池准备——水质控制——亲虾选择——亲虾强化培育——亲虾越冬的温度控制——人工控制亲虾抱卵率(温度调节、光照控制)——育苗生产——仔虾培育。本发明的红螯光壳螯虾可控化同步抱卵繁育方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:繁育池的准备;

步骤2:调控繁育池的水质;

步骤3:亲虾选择;

步骤4:亲虾强化培育;

步骤5:亲虾越冬的温度控制;

步骤6:通过人工调节温度和光照条件来控制亲虾的抱卵率;

步骤7:育苗生产;

步骤8:仔虾培育。

[0006] 本发明所述繁育池为室内水泥池,水深为0.5m~1m;每个繁育池的面积为50-100m<sup>2</sup>;所述繁育池上方设有光照设备;所述繁育池设有进水闸和排水闸。所述繁育池中还可放置隐蔽物,所述隐蔽物可以是瓦片、黄鳝笼、挂网片或毛竹筒。所述繁育池的水质透明度为35cm~50cm,pH值为7-8.5,溶解氧为4mg/L-7mg/L,总硬度为5mg/L-8mg/L,盐度为0-2‰。

[0007] 本发明所述亲虾是指体长在9厘米以上的成虾。

[0008] 本发明步骤4中繁育池的水温控制在26℃~28℃,充气装置间歇增氧;投喂的配

合饲料中粗蛋白含量在 32% ~ 36%,粗脂肪含量在 8 % ~ 10 %;全天投喂量为亲虾体重的 3 % ~ 5 %,晚上投喂量占总投喂量的 60 % ~ 70 %;每平方米繁育池中包括 30 ~ 50 克的亲虾 15 ~ 20 只。

[0009] 本发明步骤 5 是指:亲虾在 9 月底或 10 月中旬进行越冬,水温控制在 22 ~ 24℃;对于早繁苗的培育,于 1 月底或 2 月初开始对亲虾繁育池进行集中加温,水温控制在 26 ~ 28℃;对于常规苗的培育,于 3 月底或 4 月初进行集中加温,水温控制在 26 ~ 28℃。

[0010] 本发明步骤 6 是指:在亲虾产卵前 2 个月,进行光照及温度控制同步抱卵率;将光照强度控制在 3000lx,光照周期控制在 L:D=16:8,每天光照时间 16 小时;水温在 26~30℃ 之间小幅波动。

[0011] 本发明所述步骤 7 是指:将雄虾和雌虾以 1:2 ~ 1:3 的比例投放入育苗池,育苗池中每平方米放 8 ~ 12 只亲虾;雌虾抱卵孵化期间水温控制在 28℃,投饵量增加至亲虾体重的 7 % ~ 8 %。

[0012] 本发明所述步骤 8 是指:将抱卵雌虾放入繁殖网箱,将繁殖网箱放入幼虾培育池培养;抱卵雌虾在繁殖网箱中孵卵,孵出仔虾脱离母体后,从网眼中掉落至网箱外,待仔虾全部离开母体后将繁殖网箱移出;仔虾在仔虾培育池内培育,进行养殖生产。

[0013] 本发明繁育方法的创新之处在于,在对亲虾进行越冬前的强化培育后,在越冬期间通过降低水温控制其性腺发育速度,在越冬后通过最适的温度和光照双环境因素刺激亲虾性腺发育,使亲虾的产卵时间相对集中且同步。相比较于现有技术,比如,采用眼柄去除法或给药法来提高螯虾同步抱卵率,本发明操作简单,效果明显,并且不对亲虾造成伤害。

## 具体实施方式

[0014] 结合以下实施例进一步说明本发明的技术方案,但本发明的内容并不受以下实施例限制。

[0015] 实施例 1:红螯光壳螯虾的同步抱卵繁育方法

### 步骤 1:繁育池的准备

采用室内水泥池作为红螯光壳螯虾繁育池,周围无污染源,通风良好,光照充足,水电、加热系统等配套设施完善。繁育池需配备充气式增氧机,在池中布置微孔管或个曝气头,保证整池水体溶氧充足且增氧均匀。

[0016] 每个亲虾池面积具体大小根据生产规模而灵活掌握,不宜过大。每个繁育池的面积是 50-100m<sup>2</sup>。为了减少亲虾的自相残杀现象,在繁育池中放置隐蔽物,在高密度放养的亲本培育池上加黄鳝笼作隐蔽物,也可以是挂网片、瓦片、毛竹筒等隐蔽物。繁育池的水深控制在 0.5 m ~ 1 m,优选是,水深控制在 1m。亲虾池上方架设白炽灯,也可以是其他光照设备,如卤钨灯,以补充室内日光光照的不足并调节光照节律。在每个繁育池边铺设进水和排水管道并设有进水闸和排水闸,以便室内繁育池进排水方便。

[0017] 步骤 2:水质控制

选择水质良好,无污染的水源。在每个繁育池边铺设进水和排水管道并设有进水闸和排水闸,以便室内繁育池进排水方便。根据繁育池大小和数量准备一个能满足每日换水量需求的杀菌池和加温池,并且配备适合的水泵以满足需要。进水时首先通过水泵将水质良好的河水、湖水泵入杀菌池,用 100 目筛绢过滤进水,过滤昆虫、水生动物(如水蜈蚣)、小鱼

虾及卵,因为这些动物争食和争栖息场所会影响红螯光壳螯虾幼体的成活率。其次,在杀菌池中投入适量生石灰起到杀菌和调节水质的作用,杀菌池中不需要充氧,为使产生的沉淀能静置在池底。最后用水泵将杀菌池中上层的水泵入加温池(勿将杀菌池底部沉淀泵入),增氧并加温至与繁育池用水相同的温度。基本水质理化指标如下:

项·目	指·标
透明度	35cm 以上
pH 值	7-8.5
溶解氧	4mg/L 以上
总硬度	5mg/L-8mg/L
盐度	2‰以下

### 步骤 3:亲本选择

选择活力强、附肢完整、体表光滑、无附着物和病害(如尾部腐烂和壳受损)的成虾作亲虾。为了取得较高的繁殖力,要选择体长在 9 厘米以上,成熟度好、腹部肌肉饱满,有较大产卵力的红螯光壳螯虾。繁育池中每平方米的繁育池中放规格为 30 ~ 50 克的虾 15 ~ 20 只;优选的是,每平方米可放规格为每千克 15 只的虾 20 只左右。为了减少亲虾蜕皮期间的自相残杀现象,在繁育池中放置隐蔽物,可以是黄鳝笼、挂网片或毛竹筒。

### [0018] 步骤 4:亲本强化培育

亲虾放养后保持水环境良好,水温控制在 26 ~ 28 °C,优选是,水温控制在 28°C,充气装置间歇增氧,使繁育池水中溶氧量保持在 4mg/L 以上。亲虾因性腺发育需求,对动物性饲料的投喂量需适当加大。配合饲料粗蛋白含量、粗脂肪含量分别在 32%、8% 以上。每天上午、晚上投喂颗粒饲料、小杂鱼或夹碎的螺蛳,全天投喂量为亲虾体重的 3% ~ 5%,晚上投喂量占总投喂量的 60% ~ 70%,优选的是,全天投喂量为亲虾体重的 5% 左右,晚上投喂量占总投喂量的 70% 左右。并根据实际摄食情况进行调整。每天早上吸除残饵和排泄物,并加注少量新鲜水。每周换水 1 次,每次换池水四分之一,并泼洒 2ppm 复合微生物制剂,通常用 1 ~ 3 ppm 的复合微生物制剂即可,以保证水质良好。

### [0019] 步骤 5:亲虾越冬,进行温度控制

繁殖亲虾 9 月底或 10 月中旬进行越冬,水温控制在 22 ~ 24°C,并继续使用亲虾营养强化采用基础颗粒饲料结合鱼块、螺肉等进行投喂,促进其性腺发育。对于早繁苗的培育,于 1 月底或 2 月初开始对亲虾繁育池进行集中加温(水温控制在 26 ~ 28°C);而对常规苗的培育,可于春节后的 3 月底或 4 月初进行集中加温。

### [0020] 步骤 6:控制光照和温度条件来人工控制抱卵率

根据亲虾性腺发育情况,在其产卵前 2 个月进行调节光照及温度来控制同步抱卵率。

[0021] (1) 结合自然光照,采用白炽灯将光照强度控制在(3000lx),光照周期控制在 L:D=16:8 (每天光照时间 16 小时),延长光照时间能人为地延长光照时间干扰了这些神经分泌细胞的正常分泌活动,缓解其对卵巢发育的抑制,从而促进红螯光壳螯虾卵巢成熟。

[0022] (2) 利用锅炉、加热棒等设备,使水温在 26~30 °C 之间小幅波动,比如,每 6 小时升

高  $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 到达上限温度后, 再每 6 小时降低  $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 从而保证水温在一定区间内波动小幅波动, 从而可以诱导亲虾摄食增加, 刺激其同步抱卵。

#### [0023] 步骤 7: 育苗生产

需要有一定规模的生产性室内育苗池, 并有培育池、大棚、土池集中培育幼虾的相关设施等。雄虾和雌虾以 1:2 或 1:3 的比例投放入育苗池, 每平米放 10 只亲虾。通常每平米放 8~12 只亲虾即可。雌虾抱卵孵化期间严格控制水温在  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 增加投饵量至亲虾体重的 7%~8%, 优选的是在 8% 左右, 定时观察雌虾所抱卵粒的发育情况, 将抱卵雌虾放入繁殖网箱, 放入幼虾培育池培养。幼虾培育池的配置条件与繁育池相同或相近。并且在受精卵的胚胎发育过程中, 采用曝气头充气, 通过适当增大几个曝气头的充气量增加池中水的流动, 从而促进受精卵局部水域水的流动, 增加氧气的交换, 有利于胚胎发育, 显著地提高亲虾体重、抱卵的同步率及胚胎的孵化率。

#### [0024] 步骤 8: 仔虾培育

抱卵虾在网箱中孵苗, 孵出幼虾离开母体后, 便可脱离母体, 从网眼中掉落至网箱外, 待稚虾全部离开母体后将亲虾移出。仔虾离开母体后, 仍在仔虾培育槽内进行, 在此过程中仔虾的平均体长为  $5\text{mm}\sim 8\text{mm}$ , 比较优选的为  $8\text{mm}$ , 经过 20 天的培育后, 可达  $15\sim 25\text{mm}$ , 供养殖户进行养殖生产。

#### [0025] 实施例 2: 光照对红螯光壳螯虾繁殖性能及其受精卵卵质的影响

共取发育完善的 150 只雌虾和 75 只雄虾进行实验, 实验共分 5 组, 每组 45 只分别饲养在三个  $80\text{cm}\times 50\text{cm}\times 50\text{cm}$  的无毒塑料养殖箱内, 每缸内随机放 10 雌 5 雄。水温控制在  $26\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 水深  $50\sim 80\text{ cm}$ , 间歇式增氧, 每天傍晚投喂饵料, 次日上午吸去粪便、残饵, 并换水  $1/3$ 。

[0026] 实验 I 组为自然光照组, 饲养于室外塑料棚中; 其余 4 组置于暗室内, 以 200 W 白炽灯为光源, 水面光照强度为  $3000\text{ lx}$ , 暗室中光照时间均从每天上午 6:00 开始。这 4 组的光照时间梯度分别为: II 组 L:D=12:12 (即每天光照时间为 12 hr), III 组 L:D=14:10, IV 组 L:D=16:8, V 组 L:D=18:6, 每组设置 3 个平行。

[0027] 定期观察和记录雌虾的生长情况, 当发现有首只抱卵虾后, 开始计算每个月的抱卵亲虾数, 并从每个实验组的 3 个平行中分别随机抽取 1 只未抱卵的亲虾。擦干虾体表水分, 准确称重后迅速取出其肝胰腺和卵巢, 称重并计算性腺指数 (GSI) 和肝体指数 (HSI)。其余亲虾继续饲养至抱卵后, 随机从每个实验组的 3 个平行中抽取 1 只刚抱卵的亲虾, 取受精卵称重后迅速放入  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  保存, 备做生化测定。剩余的刚抱卵亲虾称重后小心展开其腹部计算其抱卵数, 计数后的亲虾单独饲养 (养殖条件相同) 至仔虾孵出, 分别计算其孵化率。

表 1 光照对红螯光壳蟹繁殖性能的影响(n=30)

性能指标	I	II	III	IV	V
	自然光照	L:D=12:12	L:D=14:10	L:D=16:8	L:D=18:6
雌蟹成活率(%)	86.67±5.46 <sup>ab</sup>	83.33±4.82 <sup>ab</sup>	83.33±4.75 <sup>ab</sup>	86.67±5.63 <sup>ab</sup>	80.00±5.17 <sup>ab</sup>
1个月的抱卵率(%)	34.62±1.54 <sup>a</sup>	40.00±1.27 <sup>ab</sup>	44.00±1.33 <sup>ab</sup>	61.54±2.09 <sup>cd</sup>	41.67±1.63 <sup>ab</sup>
2个月的抱卵率(%)	57.69±2.58 <sup>ab</sup>	72.00±3.47 <sup>bc</sup>	80.00±3.77 <sup>cd</sup>	92.31±3.87 <sup>de</sup>	70.83±3.46 <sup>bc</sup>
雌蟹增重率(%)	12.35±0.93 <sup>a</sup>	18.16±0.57 <sup>b</sup>	25.23±1.25 <sup>cd</sup>	29.48±0.51 <sup>d</sup>	21.03±1.36 <sup>bc</sup>
性腺指数(%)	2.64±0.47 <sup>a</sup>	3.02±0.20 <sup>ab</sup>	4.79±0.16 <sup>cd</sup>	5.38±0.25 <sup>d</sup>	3.59±0.12 <sup>bc</sup>
GSI					
肝体指数(%)	6.03±0.25 <sup>ab</sup>	5.53±0.47 <sup>ab</sup>	4.80±0.40 <sup>b</sup>	3.47±0.27 <sup>a</sup>	4.78±0.15 <sup>bc</sup>
HIS					
每只雌蟹所抱卵量(g)	2.06±0.09 <sup>a</sup>	2.33±0.29 <sup>ab</sup>	2.34±0.37 <sup>ab</sup>	2.88±0.07 <sup>b</sup>	2.26±0.11 <sup>a</sup>
平均抱卵量(ind)	447±28 <sup>a</sup>	498±15 <sup>ab</sup>	492±17 <sup>ab</sup>	549±19 <sup>b</sup>	477±13 <sup>ab</sup>
平均单个卵重量(mg)	4.61±0.15 <sup>a</sup>	4.67±0.14 <sup>a</sup>	4.76±0.09 <sup>a</sup>	5.25±0.13 <sup>b</sup>	4.74±0.11 <sup>a</sup>
孵化率(%)	36.18±1.28 <sup>a</sup>	39.84±2.16 <sup>ab</sup>	41.53±2.78 <sup>bc</sup>	46.99±3.15 <sup>cd</sup>	37.11±2.65 <sup>ab</sup>

注:(1)同行数值上标相同,表明组间差异不显著(P>0.05);反之表明差异显著(P<0.05,a<b<c<d<e),下同;(2)性腺指数=(卵巢重量×100)/体重重;(3)肝体指数=(肝胰腺重量×100)/体重重;(4)孵化率=(仔蟹数/抱卵数)×100

表 2 各组受精卵中氨基酸的含量(% dry weight, n=3)

氨基酸 amino acids	I	II	III	IV	V
	自然光照 nature light	L:D=12:12	L:D=14:10	L:D=16:8	L:D=18:6
EAA					
Thr	2.33±0.0208 <sup>a</sup>	2.62±0.0100 <sup>ab</sup>	2.83±0.0153 <sup>bc</sup>	2.82±0.0305 <sup>cd</sup>	2.91±0.0116 <sup>d</sup>
Val	3.28±0.0116 <sup>a</sup>	3.68±0.0153 <sup>ab</sup>	4.02±0.0200 <sup>bc</sup>	4.09±0.0351 <sup>cd</sup>	4.06±0.0153 <sup>d</sup>
Met	0.94±0.0058 <sup>a</sup>	1.54±0.0100 <sup>ab</sup>	1.74±0.0208 <sup>bc</sup>	1.76±0.0252 <sup>cd</sup>	0.98±0.0058 <sup>a</sup>
Ile	2.87±0.0305 <sup>a</sup>	3.09±0.0153 <sup>ab</sup>	3.25±0.0153 <sup>bc</sup>	3.40±0.0100 <sup>cd</sup>	3.43±0.0200 <sup>d</sup>
Leu	4.14±0.0208 <sup>a</sup>	4.58±0.0802 <sup>ab</sup>	4.98±0.0513 <sup>bc</sup>	5.20±0.0208 <sup>cd</sup>	5.05±0.0100 <sup>d</sup>
Phe	3.19±0.0252 <sup>a</sup>	3.26±0.0153 <sup>ab</sup>	3.85±0.0208 <sup>bc</sup>	3.55±0.0208 <sup>cd</sup>	3.69±0.0436 <sup>d</sup>
His	2.08±0.0100 <sup>a</sup>	2.05±0.0265 <sup>ab</sup>	2.41±0.0153 <sup>bc</sup>	2.38±0.0252 <sup>cd</sup>	2.34±0.0153 <sup>d</sup>
Lys	3.78±0.0200 <sup>a</sup>	4.28±0.0351 <sup>ab</sup>	4.77±0.0116 <sup>bc</sup>	4.73±0.0200 <sup>cd</sup>	4.83±0.0265 <sup>d</sup>
Arg	3.95±0.0153 <sup>a</sup>	4.33±0.0379 <sup>ab</sup>	4.95±0.0200 <sup>bc</sup>	4.95±0.0153 <sup>cd</sup>	4.92±0.0351 <sup>d</sup>
ΣEAA	26.56±0.0214 <sup>a</sup>	29.63±0.0354 <sup>ab</sup>	32.84±0.0242 <sup>bc</sup>	32.88±0.0272 <sup>cd</sup>	32.21±0.0265 <sup>d</sup>
NEAA					
Asp	5.54±0.0300 <sup>a</sup>	6.02±0.0200 <sup>ab</sup>	6.46±0.0153 <sup>bc</sup>	6.83±0.0200 <sup>cd</sup>	6.69±0.0265 <sup>d</sup>
Ser	2.92±0.0252 <sup>a</sup>	3.20±0.0208 <sup>ab</sup>	3.37±0.0153 <sup>bc</sup>	3.46±0.0458 <sup>cd</sup>	3.59±0.0153 <sup>d</sup>
Glu	6.85±0.0416 <sup>a</sup>	7.69±0.0200 <sup>ab</sup>	8.28±0.0473 <sup>bc</sup>	8.59±0.0252 <sup>cd</sup>	8.34±0.0265 <sup>d</sup>
Gly	1.82±0.0153 <sup>a</sup>	2.09±0.0351 <sup>ab</sup>	2.33±0.0153 <sup>bc</sup>	2.38±0.0100 <sup>cd</sup>	2.40±0.0200 <sup>d</sup>
Ala	2.32±0.0436 <sup>a</sup>	2.49±0.0252 <sup>ab</sup>	2.87±0.0416 <sup>bc</sup>	2.79±0.0208 <sup>cd</sup>	2.87±0.0208 <sup>d</sup>
Cys	1.19±0.0306 <sup>a</sup>	2.06±0.0208 <sup>ab</sup>	2.26±0.0379 <sup>bc</sup>	2.18±0.0252 <sup>cd</sup>	1.53±0.0153 <sup>d</sup>
Tyr	2.66±0.0306 <sup>a</sup>	2.95±0.0153 <sup>ab</sup>	3.29±0.0265 <sup>bc</sup>	3.38±0.0300 <sup>cd</sup>	3.19±0.0265 <sup>d</sup>
ΣNEAA	23.30±0.0315 <sup>a</sup>	26.50±0.0254 <sup>ab</sup>	28.86±0.0276 <sup>bc</sup>	29.61±0.0265 <sup>cd</sup>	28.61±0.0243 <sup>d</sup>

注:EAA为必需氨基酸,NEAA为非必需氨基酸。

[0028]

表 3 各组受精卵中的脂类含量(n=3)

	总脂/湿重 total lipid/wet mass(%)	总脂/干重 total lipid/ dry mass(%)	中性脂/总脂 neutral lipid/ total lipid(%)	磷脂/总脂 polar lipid/ total lipid(%)
I 自然光照	17.52±0.92 <sup>a</sup>	32.51±1.56 <sup>a</sup>	58.18±2.74 <sup>a</sup>	31.55±1.24 <sup>a</sup>
II L:D=12:12	17.98±1.02 <sup>a</sup>	32.05±1.87 <sup>a</sup>	58.23±2.16 <sup>a</sup>	31.78±1.19 <sup>a</sup>
III L:D=14:10	19.13±0.98 <sup>ab</sup>	34.66±1.95 <sup>a</sup>	58.54±2.94 <sup>a</sup>	31.04±1.44 <sup>a</sup>
IV L:D=16:8	19.05±1.14 <sup>ab</sup>	34.69±1.04 <sup>a</sup>	58.88±2.01 <sup>a</sup>	31.86±1.58 <sup>a</sup>
V L:D=18:6	17.88±1.08 <sup>a</sup>	32.41±1.13 <sup>a</sup>	58.14±1.96 <sup>a</sup>	31.84±1.34 <sup>a</sup>

注:(1)同列数值上标相同,表明组间差异不显著(P>0.05);反之表明差异显著(P<0.05,a<b<c<d<e)。

表 4 各组受精卵中中性脂的脂肪酸组成(%, n=3)

脂肪酸 <sup>a)</sup>	I <sup>a)</sup>	II <sup>a)</sup>	III <sup>a)</sup>	IV <sup>a)</sup>	V <sup>a)</sup>
fatty acid <sup>b)</sup>	自然光照 light <sup>c)</sup>	nature L:D=12:12 <sup>c)</sup>	L:D=14:10 <sup>c)</sup>	L:D=16:8 <sup>c)</sup>	L:D=18:6 <sup>c)</sup>
C14:0 <sup>d)</sup>	NA <sup>e)</sup>	NA <sup>e)</sup>	NA <sup>e)</sup>	0.81±0.1350 <sup>f)</sup>	0.54±0.0226 <sup>f)</sup>
C16:0 <sup>d)</sup>	20.77±0.5508 <sup>f)</sup>	20.77±0.4163 <sup>f)</sup>	21.83±0.2517 <sup>f)</sup>	23.77±0.8083 <sup>f)</sup>	21.40±0.6557 <sup>f)</sup>
C16:1 <sup>d)</sup>	11.27±0.4041 <sup>f)</sup>	12.73±0.7096 <sup>f)</sup>	9.97±0.4725 <sup>f)</sup>	10.80±0.4359 <sup>f)</sup>	9.91±0.4709 <sup>f)</sup>
C18:0 <sup>d)</sup>	4.59±0.3035 <sup>f)</sup>	4.86±0.1858 <sup>f)</sup>	4.25±0.0800 <sup>f)</sup>	4.57±0.3019 <sup>f)</sup>	4.48±0.2775 <sup>f)</sup>
C17:0 <sup>d)</sup>	NA <sup>e)</sup>	NA <sup>e)</sup>	NA <sup>e)</sup>	0.51±0.0601 <sup>f)</sup>	NA <sup>e)</sup>
C18:1n9 <sup>d)</sup>	31.30±0.3606 <sup>f)</sup>	30.40±0.9849 <sup>f)</sup>	33.63±1.0011 <sup>f)</sup>	29.47±0.7095 <sup>f)</sup>	29.80±0.7059 <sup>f)</sup>
C18:2n6 <sup>d)</sup>	16.67±0.5686 <sup>f)</sup>	18.63±0.4163 <sup>f)</sup>	18.37±0.4163 <sup>f)</sup>	14.50±0.3606 <sup>f)</sup>	21.10±1.0581 <sup>f)</sup>
C20:4 <sup>d)</sup>	5.61±0.1518 <sup>f)</sup>	2.82±0.1518 <sup>f)</sup>	2.56±0.2774 <sup>f)</sup>	2.73±0.1553 <sup>f)</sup>	2.65±0.2259 <sup>f)</sup>
C20:5n3 <sup>d)</sup>	0.85±0.0304 <sup>f)</sup>	0.92±0.0543 <sup>f)</sup>	1.45±0.1137 <sup>f)</sup>	3.40±0.2646 <sup>f)</sup>	1.54±0.1457 <sup>f)</sup>
C22:6n3 <sup>d)</sup>	0.59±0.0402 <sup>f)</sup>	0.61±0.0547 <sup>f)</sup>	0.65±0.0328 <sup>f)</sup>	2.00±0.2646 <sup>f)</sup>	0.99±0.0277 <sup>f)</sup>

注: NA 为没有检出,下同。

表 5 受精卵中磷脂的各种脂肪酸组成(%, n=3)

脂肪酸 <sup>a)</sup>	I <sup>a)</sup>	II <sup>a)</sup>	III <sup>a)</sup>	IV <sup>a)</sup>	V <sup>a)</sup>
fatty acid <sup>b)</sup>	自然光照 light <sup>c)</sup>	nature L:D=12:12 <sup>c)</sup>	L:D=14:10 <sup>c)</sup>	L:D=16:8 <sup>c)</sup>	L:D=18:6 <sup>c)</sup>
C14:0 <sup>d)</sup>	NA <sup>e)</sup>	0.29±0.0076 <sup>f)</sup>	NA <sup>e)</sup>	NA <sup>e)</sup>	NA <sup>e)</sup>
C16:0 <sup>d)</sup>	6.57±0.6849 <sup>f)</sup>	19.53±0.6658 <sup>f)</sup>	16.90±0.3606 <sup>f)</sup>	17.37±0.4163 <sup>f)</sup>	9.96±0.3786 <sup>f)</sup>
C16:1 <sup>d)</sup>	2.83±0.0757 <sup>f)</sup>	7.84±0.6068 <sup>f)</sup>	11.20±0.5196 <sup>f)</sup>	9.75±0.0961 <sup>f)</sup>	5.46±0.3721 <sup>f)</sup>
C18:0 <sup>d)</sup>	2.62±0.1012 <sup>f)</sup>	7.46±0.1002 <sup>f)</sup>	9.00±0.4359 <sup>f)</sup>	5.76±0.0819 <sup>f)</sup>	5.39±0.1966 <sup>f)</sup>
C17:0 <sup>d)</sup>	NA <sup>e)</sup>	NA <sup>e)</sup>	NA <sup>e)</sup>	0.33±0.0170 <sup>f)</sup>	NA <sup>e)</sup>
C18:1n9 <sup>d)</sup>	23.87±0.2517 <sup>f)</sup>	15.21±0.2754 <sup>f)</sup>	27.33±0.7768 <sup>f)</sup>	25.63±0.1528 <sup>f)</sup>	18.67±0.6028 <sup>f)</sup>
C18:2n6 <sup>d)</sup>	21.03±0.8145 <sup>f)</sup>	10.50±0.7006 <sup>f)</sup>	5.45±0.1600 <sup>f)</sup>	13.27±0.3215 <sup>f)</sup>	18.00±0.5568 <sup>f)</sup>
C20:4 <sup>d)</sup>	1.76±0.0563 <sup>f)</sup>	3.30±0.4583 <sup>f)</sup>	1.65±0.0746 <sup>f)</sup>	1.68±0.0462 <sup>f)</sup>	2.82±0.0721 <sup>f)</sup>
C20:5n3 <sup>d)</sup>	2.09±0.0512 <sup>f)</sup>	1.98±0.0632 <sup>f)</sup>	3.52±0.0951 <sup>f)</sup>	4.37±0.1308 <sup>f)</sup>	2.13±0.0745 <sup>f)</sup>
C22:6n3 <sup>d)</sup>	1.12±0.0322 <sup>f)</sup>	1.23±0.0276 <sup>f)</sup>	1.05±0.0246 <sup>f)</sup>	2.50±0.0646 <sup>f)</sup>	1.26±0.0544 <sup>f)</sup>

表 1 显示,光照时间的长短对红螯光壳螯虾雌虾成活率影响不大。雌虾 1 个月及 2 个月的抱卵率、增重率、性腺指数、孵化率均呈抛物线变化趋势,至光照 IV 组达到最高,分别为 61.54±2.09 %、92.31±3.87 %、29.48±0.51 %、5.38±0.25 和 46.99±3.15 %。日光照时间延长至 18 hr (第 V 组),以上指标均下降,与第 IV 组相比有显著性差异。性腺指数和肝体指数之间呈明显的负相关,性腺指数第 IV 组最大,III 组次之, I 组最低;肝体指数则第 I 组最大, II 组次之, IV 组最低。光照 IV 组与其它光照组相比,每只雌虾所抱卵卵重、平均抱卵量和平均单个卵卵重均达最高,分别为 2.88±0.07g、549±19ind 和 5.25±0.13mg。

[0029] 表 2-表 5 中对受精卵生化成分的测定结果显示,相比较于其他各组,光照 IV 组(L:D=16:8)中主要必需氨基酸 Leu、Arg 和主要非必需氨基酸 Glu 的含量均有显著性的增加。受精卵中总脂的含量(干重、湿重)除 III、IV 两组略高外,其它各组无统计差异。各实验组中中性脂、磷脂的脂肪酸种类基本相同,中性脂和磷脂中的 C20:5n3、C22:6n3 二种脂肪酸的含量均以 IV 组最高。

[0030] 从各项指标来看,实验 IV 组(日光照 16 hr)均明显高于其它各组,说明光照时间的适当延长不仅能够促进红螯光壳螯虾雌虾卵巢的同步发育,加速其交配、抱卵,而且还能明显提高受精卵的孵化率,从整体上有效地提高了红螯光壳螯虾雌虾的繁殖性能。

[0031] 实施例 3:温度对红螯光壳螯虾繁殖性能的影响

共取发育完善的 120 只雌虾和 60 只雄虾进行实验,实验共分 5 组,每组 45 只分别饲养在三个 80cm×50cm×50cm 的无毒塑料养殖箱内,每缸内随机放 10 雌 5 雄。水温控制在 26-28 °C,水深 50-80 cm,间歇式增氧,每天傍晚投喂饵料,次日上午吸去粪便、残饵,并换

水 1/3。

[0032] 实验在越冬房中进行,室温 15℃左右,亲虾共分为 4 组,第 I 组为自然水温(水温若低于 10℃则加热棒自动加温),第 II 组为恒温 28℃,第 III 组水温在 26~30℃之间波动,第 IV 组水温在 20~32℃之间波动。每组设 3 个平行(即 3 缸/组,共 12 缸)。水温波动组(第 III、IV 组)控温方法采用从下限温度开始,每 6 小时升高 1~2℃,到达上限温度后,再每 6 小时降低 1~2℃,从而保证水温在一定区间内波动。控温系统采用上海浦东跃欣科学仪器厂生产的 71 型晶体管继电器及温度计,定时器为上海海申塑料电器厂生产的 SB6717-I 型,及常规用 1000 W / 根电加热棒。

[0033] 定期观察和记录雌虾生长情况,当发现有首只抱卵虾后,开始计算每个月的抱卵亲虾数,并从每个实验组的 3 个平行中分别随机抽取 1 只未抱卵的亲虾擦干虾体表水分,准确称重,然后迅速取出其肝胰腺和卵巢,称重,计算性腺指数(GSI)和肝体指数(HSI)。其余的亲虾继续饲养至抱卵后,随机从每个实验组的 3 个平行中抽取 1 只刚抱卵的亲虾,取受精卵称重。剩余的刚抱卵亲虾称重后小心展开其腹部计算其抱卵数,计数后的亲虾单独饲养(养殖条件相同)至仔虾孵出,分别计算其孵化率。

表 1 温度对红螯光壳螯虾繁殖性能的影响

性能指标	I	II	III	IV
	自然水温(>10℃)	28℃	26-30℃	20-32℃
雌虾成活率(%)	83.33±4.75 <sup>a</sup>	86.67±5.63 <sup>a</sup>	80.00±5.17 <sup>b</sup>	76.67±4.89 <sup>b</sup>
雌虾增重率(%)	3.98±0.33 <sup>a</sup>	17.89±1.02 <sup>b</sup>	22.02±1.65 <sup>b</sup>	15.24±1.53 <sup>b</sup>
第一个月的抱卵率(%)	16.00±0.89 <sup>a</sup>	34.62±1.23 <sup>b</sup>	54.16±1.87 <sup>b</sup>	39.13±1.43 <sup>b</sup>
第二个月的抱卵率(%)	36.00±2.33 <sup>a</sup>	57.69±3.54 <sup>b</sup>	83.33±3.87 <sup>b</sup>	69.56±3.25 <sup>b</sup>
性腺指数(% GSI)	1.85±0.07 <sup>a</sup>	4.88±0.24 <sup>b</sup>	5.36±0.28 <sup>b</sup>	3.47±0.41 <sup>b</sup>
肝体指数(% HIS)	2.12±0.33 <sup>a</sup>	3.92±0.28 <sup>b</sup>	3.55±0.18 <sup>b</sup>	4.48±0.39 <sup>b</sup>
单个虾抱卵卵重(g)	2.32±0.50 <sup>a</sup>	2.37±0.23 <sup>a</sup>	2.42±0.19 <sup>a</sup>	2.22±0.29 <sup>a</sup>
单个虾抱卵数量(ind)	450±25 <sup>a</sup>	489±17 <sup>a</sup>	504±26 <sup>b</sup>	474±16 <sup>a</sup>
孵化率(%)	30.75±2.39 <sup>b</sup>	36.18±1.74 <sup>b</sup>	43.49±2.46 <sup>b</sup>	25.79±1.68 <sup>b</sup>

注: (1) 同行数值上标相同, 表明组间差异不显著(P>0.05), 反之表明差异显著(P<0.05 a<b<c<d<e), 下同;

(2) 性腺指数=(卵巢重量×100)/体重量;(3) 肝体指数=(肝胰腺重量×100)/体重量;(4) 孵化率=(仔虾数/抱卵数)×100。

[0034] 从表 1 可见,红螯光壳螯虾雌虾的成活率以第 II 组最高,为 86.67±5.63%;第 IV 组最低,为 76.67±4.89%,且各组间统计差异显著。红螯光壳螯虾雌虾增重率亦以第 III 组最高,为 22.02±1.65%;第 I 组最低,为 3.98±0.33%,各组间统计差异亦显著。红螯光壳螯虾雌虾第 1 个月及第 2 个月的抱卵率均以第 III 组为最高,分别为 54.16±1.87%、83.33±3.87%;第 IV 组次之,第 I 组最低,且各组间统计差异显著。性腺指数第 III 组最高,为 5.36±0.28,第 I 组最低,为 1.85±0.07。肝体指数则以第 IV 组最高,为 4.48±0.39;第 I 组最低,为 2.12±0.33。各组间单个虾抱卵卵重无统计差异。单个虾抱卵数量以第 I 组最低,为 450±25 个;第 III 组最高,为 504±26 个,但与 II、IV 两组之间无统计差异。总之,第 I 组除孵化率外以上各项指标均最低,而第 III 组第 1 个月及第 2 个月的抱卵率、增重率、性腺指数、单个虾抱卵数量和孵化率多项繁殖指标均为最高。

[0035] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,并不影响本发明的实质内容。