



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114568358 A

(43) 申请公布日 2022.06.03

(21) 申请号 202210067983.5

(22) 申请日 2022.01.20

(71) 申请人 华南农业大学

地址 510642 广东省广州市天河区五山华南农业大学资源环境学院523室

(72) 发明人 于宗赫 涂游凯 罗杰文 吴鸿
洪泽森

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001

专利代理师 刘明星

(51) Int. Cl.

A01K 61/30 (2017.01)

C02F 9/08 (2006.01)

C02F 103/08 (2006.01)

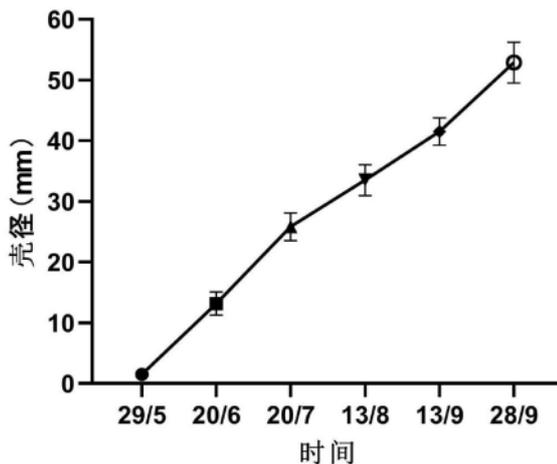
权利要求书2页 说明书9页 附图11页

(54) 发明名称

一种标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法。本发明将热带海胆的苗种培育过程的每一个关键步骤,包括水质控制、单胞藻饵料培养、人工催产、苗种投喂以及中间养成等都进行标准化管理,通过该方法可以克服热带海胆苗种培育过程中的水质难以调控、敌害生物频发、单胞藻饵料易污染和产出不稳定以及饵料投喂不科学等一系列问题,并且能够大幅度提高中间养成效率,本发明还确定了用于底播增殖放流的苗种规格。在热带海胆人工繁育和增殖领域具有十分广阔的应用空间。



1. 一种标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法,其特征在於,包括以下步骤:

A、水质控制:取用的天然海水,其水质必须达到第二类海水水质标准,在使用前经过过滤处理或/和紫外杀菌消毒处理;

B、热带海胆催产:海胆经暂养后,通过向围口腔处注射氯化钾溶液进行催产,配子排放结束后混合精卵并进行洗卵,之后将受精卵加入海水中,控制孵化密度,持续充气使受精卵悬浮,待受精卵发育至二腕幼体能够开口摄食时进行分池处理;

C、热带海胆浮游幼体培育:热带海胆的幼体在室内封闭环境中进行培育,控制培育密度,整个培育过程中保持适度充气,使幼体一直处于悬浮状态,以角毛藻为饵料,每日换水,定期虹吸法吸池底除去池底死亡幼体和残饵及粪便;

D、热带海胆幼体附着及培育:当海胆幼体发育至八腕幼体阶段,其管足自前庭复合体内伸出时,将海胆幼体收集用氯化钾溶液浸泡刺激,后用干净海水冲洗残留的氯化钾,并将海胆幼体转移至已投放附着基的养殖桶中;

海胆幼体附着后,饵料转换为角毛藻和底栖硅藻冲刷液,底栖硅藻冲刷液投饵量随着苗种的生长而增加,而角毛藻则逐渐减少比例,期间保持换水,换水时选用筛绢网过滤,持续培养获得稚海胆;

E、热带海胆的中间养成:当稚海胆长至一定规格时,收集并转移至海上网箱进行养殖,网箱提前搭建,以自然附着的底栖硅藻、鱼栖苔和石莼等藻类作为饵料,中间养成期间可额外投喂海带等饵料提高海胆生长速度,持续培育获得大规格海胆;

F、热带海胆的底播放流:将海胆中间培养至一定规格后进行人工底播放流。

2. 根据权利要求1所述的标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法,其特征在於,包括以下步骤:

A、水质控制:取用的天然海水,其水质必须达到第二类海水水质标准,在使用前经过两级过滤处理或/和紫外杀菌消毒处理,两级过滤中第一级为普通的砂滤,用于除去天然海水中的大颗粒物,第二级为利用孔径不超过5微米过滤袋过滤,用于进一步除去海水中的虫卵等微小颗粒物;如果取水海区病原菌较多,还需要在任何一级过滤处理前/后将海水进行紫外杀菌消毒处理,处理后海水盐度范围应为29-33,温度范围为26-31℃,由此得到处理后的合格海水;

B、热带海胆催产:在海胆性腺成熟的3-5月份采捕海胆亲本,亲本采捕后暂养在洁净海水中,待其适应室内环境后,通过向围口腔处注射0.5mol/L的氯化钾溶液进行催产,注射量依据个体大小为2-6ml不等,注射后立即将海胆倒置,放于有干净海水的烧杯上,使海胆口器向上,而肛门充分浸泡于海水中,配子排放时间为5-10min,当配子排放结束后,将精卵收集,混合并进行洗卵,方法是加入新鲜海水充分搅匀,后静置5min去除上清液,重复3次可去除多余精子及不良受精卵,之后将受精卵混合液加入处理好的海水大水体中,控制孵化密度不超过6个/ml,持续充气使受精卵悬浮,待受精卵发育至二腕幼体能够开口摄食时进行分池处理;分池后的密度不超过1个/ml;

C、热带海胆浮游幼体培育:热带海胆的浮游幼体在光照强度不超过1000lx的室内封闭环境中进行培育,整个培育过程中保持适度充气,使幼体一直处于悬浮状态;以角毛藻为饵料进行培育,其中角毛藻密度在整个培养期间不低于200万个/ml;

热带海胆浮游幼体培育过程中,以腕足为界限确认发育阶段并制定换水和投饵规则,

即:受精卵发育阶段,每日换水1/3;四腕幼体阶段每日换水1/2;八腕幼体阶段,每日换水量增至2/3;投饵量为观察到二腕幼体即开始投饵,二腕幼体投饵量为2.5L角毛藻/1000L海水,四腕幼体为5L角毛藻/1000L水体,八腕幼体为10L角毛藻/1000L海水;每日投饵两次,间隔12小时,换水后投饵;换水时根据幼体的发育情况选用合适规格的筛绢网进行过滤,以避免海胆幼体逸出为准;每隔3天利用虹吸法吸底,以除去池底死亡幼体和残余的饵料及粪便;

D、热带海胆幼体附着及培育:当海胆幼体发育至八腕幼体阶段,50%以上个体的管足自前庭复合体内伸出时,为提高幼体附着率,将海胆幼体收集并用浓度为0.2mol/L氯化钾溶液浸泡刺激5min,然后用新鲜海水冲洗残留的氯化钾溶液;然后将海胆幼体转移至已投放附着基的养殖桶中,附着基为聚乙烯波纹板,使用前经消毒和附着硅藻,提前一周以上进行硅藻附着,每立方米水体投放3-5套波纹板,波纹板投放后每天换水1/2,清晨和傍晚进行投喂;隔日添加营养盐以促进底栖硅藻的生长;

波纹板投放后,饵料转换为角毛藻和底栖硅藻冲刷液,底栖硅藻冲刷液投饵量随着苗种的生长而增加,而角毛藻则相反,投喂量随着水体中浮游幼体密度降低而逐渐减少,当密度为0时停止投喂角毛藻,如波纹板上底栖硅藻密度较大则无需投喂底栖硅藻冲刷液;

当幼体全部附着后,每周通过虹吸法清除池底残饵和粪便一次,每日换水一次,每次换水1/2,持续培养获得稚海胆;

E、热带海胆幼体的中间养成:当稚海胆壳径生长至2-4mm时,收集并转移至海上网箱进行养殖,网箱需提前至少一周挂于海上以附着底栖硅藻、鱼栖苔和石莼等饵料,海上养成期间海胆生长迅速,如果养殖密度过大可额外投饵,饵料为碎海带,直至持续培育至可进行底播养殖的大规格海胆;

F、热带海胆的底播放流:当热带海胆苗种在海上网箱中间养成至壳径>3.6cm时,可进行底播增殖放流。

3. 根据权利要求2所述的标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法,其特征在于,所述的步骤C的角毛藻是牟氏角毛藻或者纤细角毛藻。

4. 根据权利要求2所述的标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法,其特征在于,所述的对数生长期的角毛藻是通过以下方法制备:采用F/2培养基对角毛藻进行单独培养,采用三级培养,其中一、二级培养均在三角瓶中进行,所用的海水经煮沸后使用;三级培养则在200-400L塑料桶中进行,海水加20ppm消毒粉过夜,次日用10ppm硫代硫酸钠中和后使用,角毛藻培养均在室内进行,利用20-50瓦的全光谱日光灯,持续提供10000-30000lx的光照。为避免飞虫污染,晚上三级培养所用的塑料桶用透明亚克力板做盖进行全程保护。

5. 根据权利要求2所述的标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法,其特征在于,所述的步骤E的网箱为长1m,宽1m,高1m的尼龙网箱,网孔为2mm,为增加内部空间,网箱内部每隔20cm左右设置一道垂直的尼龙网,尼龙网四角固定在网箱上,内部留有空间为海胆提供通道。

6. 根据权利要求2所述的标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法,其特征在于,当海胆幼体培育水体爆发桡足类和蚊幼等敌害生物时,通过投加2-3ppm的敌百虫予以杀灭,投加敌百虫2小时后彻底换水;为了抑制病菌滋生,育苗期间每隔3天投加一次2-3ppm的青霉素等抗菌药物。

一种标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法

技术领域

[0001] 本发明属于水产养殖技术领域,更具体地,涉及一种标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法。

背景技术

[0002] 杂色角孔海胆,芮氏刻肋海胆,紫海胆,均属于热带海胆。杂色角孔海胆和芮氏刻肋海胆在海藻等污损生物清除及海底营养物质循环中发挥重要作用,同时它们也具有一定的食用和药用价值。

[0003] 另外,热带海胆是珊瑚礁生态系统中重要的组成部分,它们对珊瑚礁生态系统的健康和稳定起着重要作用。全球的珊瑚礁正处于严重退化时期,大型藻和珊瑚的竞争被认为是导致珊瑚礁退化的主要原因,而热带海胆可以通过摄食作用控制大型藻的过度生长,为珊瑚的生长发育和幼体补充提供空间。草食性动物的摄食有利于珊瑚在与大型藻的竞争中获得优势,在保护程度较高的珊瑚礁区(如澳大利亚大堡礁),鱼类是主要的草食性动物。然而,在鱼类受到过度捕捞的珊瑚礁区,海胆数量快速增加可以在生态功能上取代草食性鱼类,对维持珊瑚礁的健康和稳定起到了重要的作用;Steneck在《urchin:biology and ecology third edition》一书提出,海胆能控制珊瑚礁生态系统中关键功能物种(珊瑚)的丰度,所以是浅水生态系统结构和功能的“驱动者(driver)”。这反映了海胆在珊瑚礁中的重要作用。因此,海胆是维持珊瑚礁生态系统稳定的重要功能物种,对海胆进行人工繁育及底播增殖放流具有较高的环境与经济效益。

[0004] 目前,在热带海胆中,紫海胆的人工繁育技术较为成熟,而对杂色角孔海胆、芮氏刻肋海胆的人工繁育及增养殖的研究较少。同时,对海胆进行底播增殖放流的规格尚无标准可以参考。为了丰富热带海胆的生活史数据,亦为了促进热带海胆产业化养殖方式,保护和修复海洋生态系统,需要对热带海胆进行人工繁育和增殖放流。

发明内容

[0005] 本发明目的是提供一种标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法。通过该方法可以将热带海胆的苗种培育过程的每一个关键步骤,包括水质控制、敌害生物防控、单胞藻饵料培养、人工催产、刺激附着以及海上网箱养殖和底播放流规格等都进行标准化管理和界定,通过该方法可以优化热带海胆人工繁育与中间养成的步骤,实现热带海胆的高效生产和增养殖。利用该方法进行热带海胆人工繁育步骤简单且容易操作,可以有效地克服苗种培育过程中的水质难以调控、敌害生物频发、单胞藻饵料易污染和产出不稳定以及饵料投喂不科学,放流规格缺乏标准等一系列问题,实现热带海胆苗种的高效繁育和中间养成,在热带海胆的养殖及底播增殖放流领域具有十分广阔的应用前景。

[0006] 本发明的标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法,包括以下步骤:

[0007] A、水质控制:取用的天然海水,其水质必须达到第二类海水水质标准,在使用前经过过滤处理或/和紫外杀菌消毒处理;

[0008] B、热带海胆催产:海胆经暂养后,通过向围口腔处注射氯化钾溶液进行催产,配子排放结束后混合精卵并进行洗卵,之后将受精卵加入海水中,控制孵化密度,持续充气使受精卵悬浮,待受精卵发育至二腕幼体能够开口摄食时进行分池处理;

[0009] C、热带海胆浮游幼体培育:热带海胆的幼体在室内封闭环境中进行培育,控制培育密度,整个培育过程中保持适度充气,使幼体一直处于悬浮状态,以角毛藻为饵料,每日换水,定期虹吸法吸池底除去池底死亡幼体和残饵及粪便;

[0010] D、热带海胆幼体附着及培育:当海胆幼体发育至八腕幼体阶段,其管足自前庭复合体内伸出时,将海胆幼体收集用氯化钾溶液浸泡刺激,后用干净海水冲洗残留的氯化钾,并将海胆幼体转移至已投放附着基的养殖桶中;

[0011] 海胆附着后,饵料转换为角毛藻和底栖硅藻冲刷液,底栖硅藻冲刷液投喂量随着苗种的生长而增加,而角毛藻则逐渐减少,期间保持换水,换水时选用筛绢网过滤,持续培养获得稚海胆;

[0012] E、热带海胆幼体的中间养成:当稚海胆长至一定规格时,收集并转移至海上网箱进行养殖,网箱提前搭建,以自然附着底栖硅藻、鱼栖苔和石莼等藻类,中间养成期间可额外投喂海带等饵料以提高海胆生长速度,持续培育获得大规格海胆;

[0013] F、热带海胆的底播放流:对中间培养至一定规格的海胆进行人工底播放流。

[0014] 优选的,所述的标准化热带海胆人工繁育与中间养成的方法,包括以下步骤:

[0015] A、水质控制:取用的天然海水,其水质必须达到第二类海水水质标准,在使用前经过两级过滤处理或/和紫外杀菌消毒处理,两级过滤中第一级为普通的砂滤,用于除去天然海水中的大颗粒物,第二级为利用孔径不超过5微米过滤袋过滤,用于进一步除去海水中的虫卵等微小颗粒物;如果取水海区病原菌较多,还需要在任何一级过滤处理前/后将海水进行紫外杀菌消毒处理,处理后海水盐度范围应为29-33,温度范围为26-31℃,由此得到处理后的合格海水;

[0016] B、热带海胆催产:在海胆性腺成熟的3-5月份采捕热带海胆亲本,海胆采捕后暂养在洁净海水中,待其适应室内环境后,通过向围口腔处注射0.5mol/L的氯化钾溶液进行催产,注射量依据个体大小从2-6ml不等,注射后立即将海胆倒置,放于有海水的烧杯上,使海胆口器向上,而肛门充分浸泡于海水,配子排放为5-10min,当配子排放结束后,将精卵收集,混合并进行洗卵,方法是加入新鲜海水充分搅匀,后静置5min去除上清液,重复3次可去除多余精子及不良受精卵,之后将受精卵加入处理好的海水大水体中,控制孵化密度不超过6个/ml,持续充气使受精卵悬浮,待受精卵发育至二腕幼体能够开口摄食时进行分池处理;分池后的密度不超过1个/ml;

[0017] C、热带海胆浮游幼体培育:热带海胆的浮游幼体在光照强度不超过1000lx的室内封闭环境中进行培育,整个培育过程中保持适度充气,使幼体一直处于悬浮状态;以角毛藻为饵料进行培育,其中在整个培养期间所使用的角毛藻密度不低于200万个/ml;

[0018] 热带海胆浮游幼体培育过程中,以腕足为界限确认发育阶段并制定换水和投饵规则,即:受精卵发育阶段,每日换水1/3;四腕幼体阶段每日换水1/2;八腕幼体阶段,每日换水量增至2/3;投饵量为观察到二腕幼体即开始投饵,二腕幼体投饵量为2.5L角毛藻/1000L海水,四腕幼体为5L角毛藻/1000L水体,八腕幼体为10L角毛藻/1000L海水;每日投饵两次,间隔12小时,换水后投饵;换水时根据幼体的发育情况选用合适规格的筛绢网过滤,以避免

海胆幼体逸出为准;每隔3天利用虹吸法吸底,以除去池底死亡幼体和残余的饵料及粪便;

[0019] D、热带海胆幼体附着及培育:当海胆幼体发育至八腕幼体阶段,50%以上个体的管足自前庭复合体内伸出时,为提高幼体附着率,将海胆幼体收集并用浓度为0.2mol/L氯化钾溶液浸泡刺激5min,然后用新鲜海水冲洗残留的氯化钾溶液;然后将海胆幼体转移至已投放附着基的养殖桶中,附着基为聚乙烯波纹板,使用前经消毒和附着硅藻,提前一周以上进行硅藻附着,每立方米水体投放3-5套波纹板,波纹板投放后每天换水1/2,清晨和傍晚换水后各投喂一次;此期间隔日添加营养盐以促进底栖硅藻生长;

[0020] 波纹板投放后,饵料转换为角毛藻和底栖硅藻冲刷液,底栖硅藻冲刷液投饵量随着苗种的生长而增加,而角毛藻投喂量随着水体中浮游幼体密度降低而逐渐减少,当海胆幼体密度为0时停止投喂,如波纹板上底栖硅藻密度较大则无需投喂底栖硅藻冲刷液;

[0021] 当幼体全部附着后,每周通过虹吸法清除池底残饵和粪便一次,每日换水一次,每次换水1/2,持续培养获得稚海胆;

[0022] E、热带海胆幼体的中间养成:当稚海胆壳径生长至2-4mm时,收集并转移至海上网箱进行养殖,网箱需提前至少一周挂于海上以附着底栖硅藻、鱼栖苔和石莼等饵料,海上养成期间海胆生长迅速,如果养殖密度过大可额外投饵,饵料为碎海带,直至持续培育至可进行底播养殖的大规格海胆;

[0023] F、热带海胆的放流:当海胆在海上网箱中间养成至壳径>3.6cm时,可进行底播增殖放流。

[0024] 优选,所述的步骤C的角毛藻是牟氏角毛藻或者纤细角毛藻。

[0025] 进一步优选,所述的对数生长期的角毛藻是通过以下方法制备:采用F/2培养基对角毛藻进行单独培养,采用三级培养,其中一、二级培养均在三角瓶中进行,所用的海水经煮沸后使用;三级培养则在200-400L塑料桶中进行,海水加20ppm消毒粉过夜,然后用10ppm硫代硫酸钠中和后使用,角毛藻培养均在室内进行,利用20-50瓦的全光谱日光灯,持续提供10000-30000lx的光照,为避免飞虫污染,晚上三级培养所用的塑料桶用透明亚克力板做盖进行全程保护。如此培养可以加快微藻生长速度。根据接种密度,一般2-3d内角毛藻就可以达到指数增长期。这种培养方法角毛藻不依赖自然光照,可以全天候不停地快速生长,能够避免受到室外培养风吹雨淋、高温等危害,也可以避免原生动物等敌害,可以稳定地为海胆幼体提供鲜活单胞藻饵料,将其直接投喂也不会引入病/敌害。

[0026] 优选,所述的步骤E的网箱为长1m,宽1m,高1m的尼龙网箱,网孔为2mm,为增加内部空间,网箱内部每隔20cm左右设置一道垂直的尼龙网,尼龙网四角固定在网箱上,内部留有空间为海胆提供通道。

[0027] 本发明将热带海胆的苗种培育过程的每一个关键步骤,包括水质控制、病敌害生物防控、单胞藻饵料培养、人工催产、刺激附着以及苗种投喂,海上网箱中间养成以及底播放流规格等都进行标准化的管理,确保热带海胆苗种的稳定和高产及人工放流效果。

[0028] 所述的水质控制,为育苗所取用的天然海水在使用前必须经过两级过滤处理或/和紫外杀菌消毒处理。

[0029] 所述的病敌害防控方法一是通过过滤或/和紫外杀菌消毒清除虫卵和病菌,二是通过控制单胞藻培养过程来避免从饵料中引入敌害,三是通过向苗种培育系统中投加药物来杀灭敌害和控制病菌滋生。

[0030] 当海胆幼体培育水体爆发桡足类和蚊幼等敌害生物时,通过投加2-3ppm的敌百虫予以杀灭,投加敌百虫2小时后彻底换水;为了抑制病菌滋生,育苗期间每隔3天投加一次2-3ppm的青霉素等抗菌药物。

[0031] 在海胆的浮游幼体发育至八腕幼体阶段,50%以上个体的管足自前庭复合体内伸出时,将其转移至自然光照射的室内养殖桶,此时底栖硅藻可持续增殖。在海胆的室内附着幼体养殖期间,向水体添加适量的营养盐以保障底栖硅藻的增殖。

[0032] 此外,提前构建海上网箱养殖系统,预先附着稚海胆所需的饵料藻,并定期检查网箱内敌害生物,如发现黄斑篮子鱼(*S.canaliculatus*),日本蟳(*C.japonica*)等敌害,应立即予以清除。

[0033] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0034] (1) 本发明相较于已有的海胆幼体的培育方法来说,育苗用水增加了微孔过滤袋过滤这个环节,可以进一步除去海水中的虫卵等微小颗粒物,从源头上杜绝敌害生物的爆发。本发明还对育苗海水相关参数进行了进一步限定,以杜绝由于海水理化因子不适导致的育苗失败。

[0035] (2) 本发明的单胞藻饵料培养完全在室内条件下进行,利用全光谱植物生长灯提供光源,加盖无色透明的亚克力板做盖防止飞虫和其他污染物进入培养系统。该方法相较于传统的饵料藻培养方法,不受自然光照的影响,单胞藻可以24小时不间断地生长,生长速度至少比传统单胞藻的培养方法快1倍。并且可以免受天气、高温、污染物以及飞虫等的影响,可以为海胆幼体稳定高效地提供鲜活饵料。

[0036] (3) 传统的海胆浮游幼体饵料包括湛江叉鞭金藻(*Dicrateria zhanjiangensis*)、纤细角毛藻(*Chaetoceros gracilis*)、绿色巴夫藻(*Pavlova viridis*)、扁藻(*Platymonas subcordiformis*)、小球藻(*Chlorella vulgaris*)等,生产实践中,技术人员往往根据自己多年积累的经验进行投喂,而新手往往掌握不好饵料的搭配及用量;另外,育苗过程中的换水比例也众说纷纭。很多育苗技术手册中的方案多是经验的总结,并没有经过系统的实验进行优化,照本宣科进行海胆育苗非常容易导致失败。本发明选择角毛藻这种易于在南方培养的单胞藻作为鲜活饵料,采用全光谱日光灯作为光源进行规模化生产。本发明将整个海胆培育分为三个阶段,室内浮游幼体培育,室内海胆幼体附着及培育,海区网箱中间养成。在室内浮游幼体培育中,优化水质管理,在室内附着幼体暂养中,加强了对底栖硅藻的供应,保障了海胆附着变态期间的饵料供应。本发明对热带海胆人工繁育每个阶段的换水量、饵料搭配种类和投喂量等都进行了标准化的管理,过程简单明了,易于掌握和操作,且育苗效果稳定,可以为热带海胆的增殖放流提供良好的苗种基础。

[0037] (4) 在室外中间养成过程中,增加了海上网箱构建及附着藻类培育环节,在网箱中增加了多个分隔,不仅增加了饵料供应量,还为海胆提供了遮蔽空间,如此更有利于海胆快速生长。

[0038] (5) 传统的海洋生物增殖放流并未对放流对象规格进行研究,如果放流对象规格太小,往往不能适应海区环境,难以存活,同时又极易被敌害捕食物,达不到预期的放流效果;放流对象规格过大,又会增加养殖成本。本方法进一步明确了海胆的适宜放流规格并对敌害生物的防控提出了相应的措施,为热带海胆的底播增殖放流提供了有力的依据。

附图说明

- [0039] 图1为角毛藻的三级培养系统,系统加盖亚克力板用于防止飞虫污染;
- [0040] 图2为发育正常的杂色角孔海胆的二腕幼体(A)、四腕幼体(B)、八腕幼体(C)以及稚海胆(D);
- [0041] 图3为发育正常的紫海胆的二腕幼体(A)、四腕幼体(B)、八腕幼体(C)以及稚海胆(D);
- [0042] 图4为发育正常的芮氏刻肋海胆的二腕幼体(A)、四腕幼体(B)、八腕幼体(C)以及稚海胆(D);
- [0043] 图5为三种热带海胆幼体密度随时间的变化;
- [0044] 图6为三种热带海胆体长随时间的变化;
- [0045] 图7为三种热带海胆培育水体亚硝酸盐浓度随时间的变化;
- [0046] 图8为氯化钾对杂色角孔海胆幼体变态率的影响;
- [0047] 图9为有自然光照射的养殖桶;
- [0048] 图10为池壁和附着基上热带海胆幼体;
- [0049] 图11为用于热带海胆海上中间养成的网箱;
- [0050] 图12为中间养成阶段的热带海胆苗种;
- [0051] 图13为中间养成阶段杂色角孔海胆壳径随时间的变化;
- [0052] 图14为敌害生物日本蟪对大、中规格海胆的捕食率;
- [0053] 图15为敌害生物石头蟹对大、中规格海胆的捕食率;
- [0054] 图16为现场实验的蟹笼、海胆及捕获的日本蟪。

具体实施方式

[0055] 以下结合具体实施例来进一步说明本发明,但实施例并不对本发明做任何形式的限定。除非特别说明,本发明采用的方法和设备为本技术领域常用方法和设备。

[0056] 实施例1热带海胆的人工繁育

[0057] 2021年4月3日开始,在深圳中国科学院大亚湾海洋生物综合实验站进行了杂色角孔海胆、芮氏刻肋海胆和紫海胆这三种热带海胆的人工繁育实验。相关过程如下:

[0058] 水质控制:育苗所用的天然海水取自实验站附近海域,经检测,各项污染物含量均低于第二类海水水质标准。将抽取的海水经沙滤以后再用孔径为5微米的过滤袋进行过滤。由于当地海水病菌等污染物含量较少,因此未进行紫外杀菌消毒处理。本实验过程中处理后海水盐度范围为29-33,温度范围为28-31℃。

[0059] 热带海胆催产方法:热带海胆亲本采捕自大亚湾海域,暂养3天适应室内环境后,于4月3日上午9时开始催产:向海胆围口腔注射0.5mol/L的氯化钾溶液,注射深度为1cm左右,注射量为2-6ml不等。注射后将亲本海胆口器向上,肛门向下,置于250ml玻璃杯或100ml塑料杯中,使肛门浸没于海水中。海胆一般在注射1min内便会出现排精排卵现象,待排精排卵过程结束。收集配子混合于5L塑料杯中,并加入新鲜海水,振荡,搅拌,静置5分钟后去除上清液,此过程重复三次,可去除多余精子及不良受精卵。之后将受精卵置于数个400-1000L大桶中进行孵化,孵化密度为6个/ml,持续充气使受精卵悬浮。第二天海胆浮游幼体即发育到二腕幼体阶段,此时已开口摄食,在此期间进行分桶操作,分桶后幼体的密度为1

个/ml。

[0060] 单胞藻饵料培养:采用F/2培养基配方,对角毛藻进行单独培养。其中:一、二级培养均在三角瓶中进行,海水经煮沸后使用;三级培养则在200-400L塑料桶中进行,海水加20ppm 消毒粉过夜,然后用10ppm硫代硫酸钠中和后使用。为避免室外培养所面临的污染、风吹雨淋、光线不稳定以及高温等危害,角毛藻培养均在室内进行:利用全光谱日光灯(20~50瓦, 10000~30000lx)持续提供光照,晚上三级培养所用的塑料桶用透明亚克力板做盖进行全程保护(图1)。根据接种密度,一般2-3d内角毛藻就可以达到指数增长期。这种培养方法角毛藻不依赖自然光照,可以全天候不停地快速生长,能够避免受到室外培养风吹雨淋、高温等危害,也可以避免原生动物等敌害,能稳定地为海胆幼体提供鲜活单胞藻饵料,将其直接投喂也不会引入病/敌害。

[0061] 热带海胆浮游幼体培育方法:同时对三种热带海胆进行繁育,对比生物学差异及发育速度(表1)。在2021年4月3日将三种海胆同时催产,经历洗卵、分桶,在浮游幼体和幼体附着期间,均用采用投饵和换水条件。最终,杂色角孔海胆在第8d就出现了肛门凸起八腕,12d出现清晰可见的海胆原基(图2D),紫海胆和芮氏刻肋海胆在13d左右出现肛门凸起八腕(图3C,4C),并在21d左右发育出海胆原基(图3D,4D)。其中,杂色角孔海胆与芮氏刻肋海胆在四腕幼体后腕足与腕足之间形成“裙带”,这种结构一直持续到出现海胆原基,在八腕幼体积累营养的过程中,这两种海胆还会在腕足末端形成明显的黑斑。紫海胆则腕足细长,“裙带”只在胃部附近出现,直至八腕幼体腕足之间仍无可见粘连(图3C)。

[0062] 在光照强度不超过1000lx的室内封闭环境中培育海胆浮游幼体,整个培育过程中保持适度充气,使幼体一直处于悬浮状态。以角毛藻为饵料进行培育,其中所用的角毛藻密度不低于200万个/ml。

[0063] 其中,在三种热带海胆浮游幼体期间,换水规则为:在受精卵发育阶段视为第1d,日换水1/3,在观察到四腕幼体时日换水1/2,在观察到八腕幼体时,日换水量增至2/3。清晨和下午换水后进行投喂,每次投喂量为二腕幼体1L角毛藻/400L海水,四腕幼体2L角毛藻/400L 海水,六腕幼体3L角毛藻/400L海水。八腕幼体4L角毛藻/400L海水。不同培育阶段海胆幼体密度和体长变化如图5,6所示。培育水体亚硝酸盐浓度随时间的变化见图7。当海胆食性转变,变态发育进入幼体附着期后,每日换水2/3,每两日适当添加营养盐以保障底栖硅藻的生长,投饵为每日一次角毛藻10L/1000L海水,并逐日减少,当观察不到浮游幼体后停止投饵。此期间可投喂底栖硅藻冲刷液以弥补附着基上底栖硅藻的不足。换水时根据幼体的发育情况选用合适规格的筛绢网过滤,以避免海胆幼体逸出为准;每隔3天利用虹吸法吸底,以除去池底死亡幼体和残余的饵料及粪便。

[0064] 氯化钾诱导附着:在海胆幼体发育到八腕幼体后期,当50%的海胆幼体发育到管足从前庭复合体伸出时,将海胆幼体集中浓缩,浸泡氯化钾溶液以促进变态。实验已证明对杂色角孔海胆而言最佳处理方式为0.2mol/L氯化钾溶液浸泡5min(图8)。将氯化钾处理后的海胆幼体集中转移至日间有自然光照射玻璃钢养殖桶内,养殖桶内提前布置波纹板(图9)。附着基为海参、海胆育苗常用的聚乙烯波纹板,使用前经消毒和附着硅藻——为了提高幼体的附着效果,必须提前一周以上进行硅藻附着。每立方米水体可以投放3-5套波纹板附着基。

[0065] 换水时根据幼体的发育情况选用合适规格的筛绢网过滤,以避免海胆浮游幼体损

失,每 3天利用虹吸法吸一次池底,以除去池底死亡幼体和残余的饵料及粪便;浮游幼体培育过程中每3d测定一次成活率、体长以及水质。

[0066] 波纹板投放后,饵料转换为角毛藻和底栖硅藻冲刷液,底栖硅藻冲刷液投饵量随着苗种的生长而增加,而角毛藻投喂量则随着水体中浮游幼体密度降低而逐渐减少,当密度为0时停止投喂,如波纹板上底栖硅藻密度较大则无需投喂底栖硅藻冲刷液;

[0067] 当幼体全部附着后,每周通过虹吸法清除池底残饵和粪便一次,每日换水一次,每次换水1/2,持续培养获得热带海胆苗种。

[0068] 当海胆幼体培育水体爆发桡足类和蚊幼等敌害生物,通过投加2-3ppm的敌百虫予以杀灭,投加敌百虫2小时后彻底换水;为了抑制病菌滋生,育苗期间每隔3天投加一次2-3ppm的青霉素等抗菌药物。

[0069] 热带海胆的中间养成:热带海胆在室内变态附着,当体长增至2-4mm后(图10),可进行中间养成——将稚海胆从附着基和池壁上剥离并转移至海上网箱进行中间养成。中间养成网箱为长1m,宽1m,高1m的尼龙网网箱,网眼大小为2mm。网箱需要提前一周布置,以附着一定量的底栖硅藻及大型海藻,为增加附着面积,网箱中可以设置一定数量的间隔(图11)。网箱每周都需要进行检查,如发现黄斑篮子鱼和日本蟳等敌害生物,应立即予以清除。

[0070] 海上中间养成阶段海胆生长迅速,如2021年4月16日催产的一批杂色角孔海胆,在5月29日将其转移海上时平均壳径为1.53mm,而在5个月后的9月28日测量的平均壳径达52.88mm,增加了35倍(图12,13),同时,该方法养殖的热带海胆成活率在90%以上,显示出良好的养殖效果。如果养殖密度过大可额外投饵,饵料为碎海带,直至持续培育至可进行底播养殖的大规格海胆。

[0071] 表1三种热带海胆发育时间对照表

时间	芮氏刻肋海胆	杂色角孔海胆	紫海胆
受精卵	0min	0min	0min
二细胞	45min	1h	45min
八细胞	1h30min	1h30min	1h30min
十六细胞	2h	1h45min	2h
三十二细胞	2h20min	2h15min	2h15min
桑葚胚	3h45min	3h	2h50min
[0072] 囊胚	6h	4h30min	6h
原肠胚	12h	11h30min	12h15min
二腕幼体	22h	23h	23h
四腕幼体	48h	36h	34h
六腕幼体	5d16h	48h	4-5d
八腕幼体	9d	5d12h	7-8d
肛门凸起八腕	13d	8d	13-14d
海胆原基	22d	12d	21d

[0073] 实施例2:热带海胆的底播养殖规格确定

[0074] 海上中间养成过程中,发现日本蟳是海胆的主要敌害。2021年8月下旬进行了日本蟳对杂色角孔海胆的捕食实验,以确定热带海胆中间养成至多大规格可以用于底播养殖。

[0075] 室内诱捕实验:实验用日本蟳采捕自于大亚湾海域,驯化后利用100L黑色玻璃桶进行模拟实验。于8月18日进行室内模拟实验,此实验将海胆分为大、中、小三种规格(壳径:大 $3.65 \pm 0.41\text{cm}$,中 $2.23 \pm 0.19\text{cm}$,小 $0.41\text{cm} \pm 0.07\text{cm}$),每组3个平行样,每个桶放5只海胆。日本蟳为雄性,头胸甲长度为 $63.80 \pm 2.71\text{mm}$,每桶放一只日本蟳。实验开始4h后发现大规格海胆平均摄食率5%,中组规格摄食率20%,而小规格摄食率高达 $89 \pm 7\%$ 。这直接证明小规格海胆不适合于底播养殖。后续实验仅对比了中、大规格海胆的摄食情况,统计了24h、48h、60h的摄食率(图14)。

[0076] 同期,投放驯化过的石头蟹,共8只,分为8桶。石头蟹平均头胸甲长度 $65 \pm 6\text{mm}$ 。将海胆分为大和中两种规格,大规格海胆壳径 $3.65 \pm 0.41\text{cm}$,中规格海胆壳径 $2.33 \pm 0.20\text{cm}$ 。实验分为两组,每组均投10只海胆。实验共进行了48h。结果表明石头蟹基本对大规格海胆基本没有摄食作用,对中规格海胆具有较强的摄食作用(图15)。

[0077] 现场诱捕实验:为了考察自然海域日本蟳等敌害对底播养殖海胆的捕食作用,于2021年8月20日,利用螃蟹诱捕笼进行现场实验(图16)。将两种规格的杂色角孔海胆(大:壳径 $3.65 \pm 0.41\text{cm}$,小:壳径 $2.13 \pm 0.27\text{cm}$)置于蟹笼中,每只蟹笼大小海胆各5只。网笼规格高18cm,直径50cm,网孔1cm,9只蟹笼中,3只入口完全封闭,作为对照。

[0078] 蟹笼随机放置于水深2-3m的礁石区,24h后取回,发现6只实验网笼共捕获12只螃蟹,其中十一只为日本蟳(*C. japonica*),另一只为正直爱洁蟹(*Atergatis integerrimus*)。实验组平均每笼捕获螃蟹 2 ± 1 只,所捕获日本蟳(*C. japonica*)的平均头胸甲宽度为52.08mm。大规格海胆组剩余31只(总量35),小规格组剩余30只(总量35)。24h海胆存活率为87.1%。对照组海胆成活率100%。

[0079] 综合上述实验可知,对杂色角孔海胆而言,小规格海胆极易被敌害捕食。天然海域底播海胆可有效吸引螃蟹进行捕食,但螃蟹的捕食强度与海胆的规格相关性较弱,可能已超出螃蟹适口大小(壳径 $\geq 2.13 \pm 0.20$ cm)。在室内实验中,日本蟳和石头蟹均对中规格海胆具有较强的捕食能力,日本蟳对海胆的捕食强度随着壳径的增加而降低,因此建议将海胆中间养成至壳径大于3.65cm后用于底播增殖放流。

[0080] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。



图1

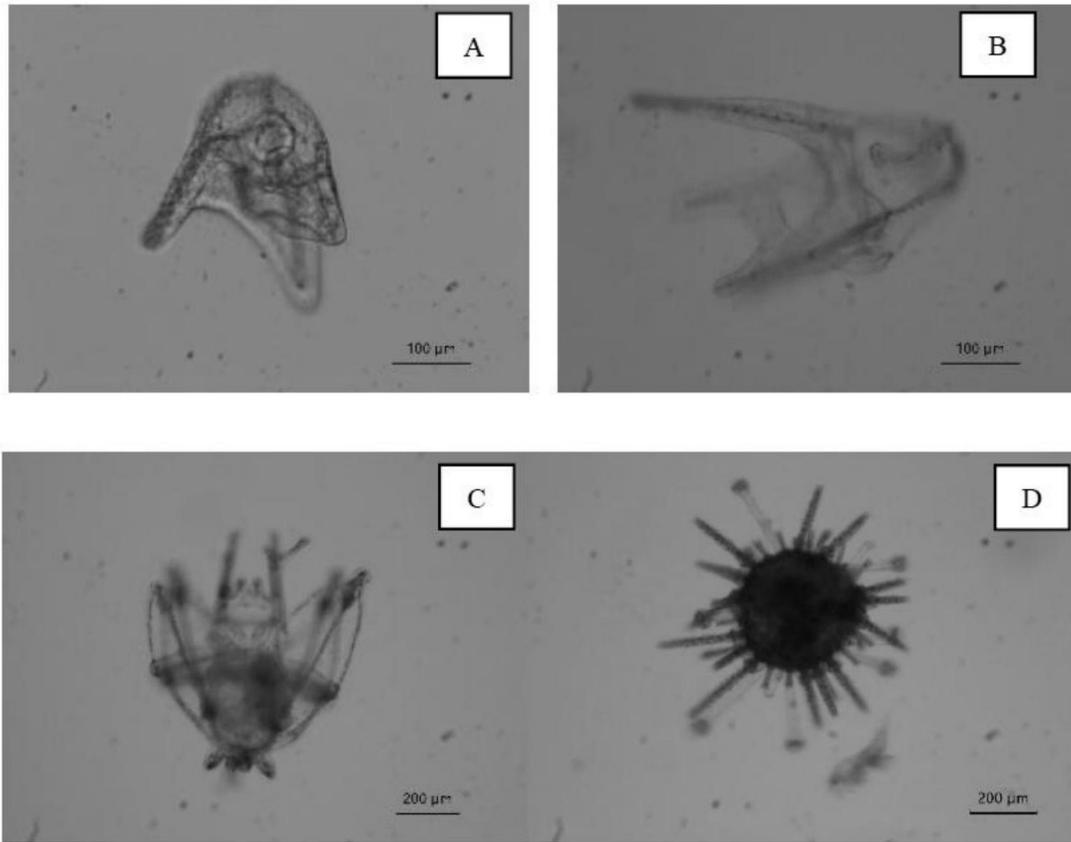


图2

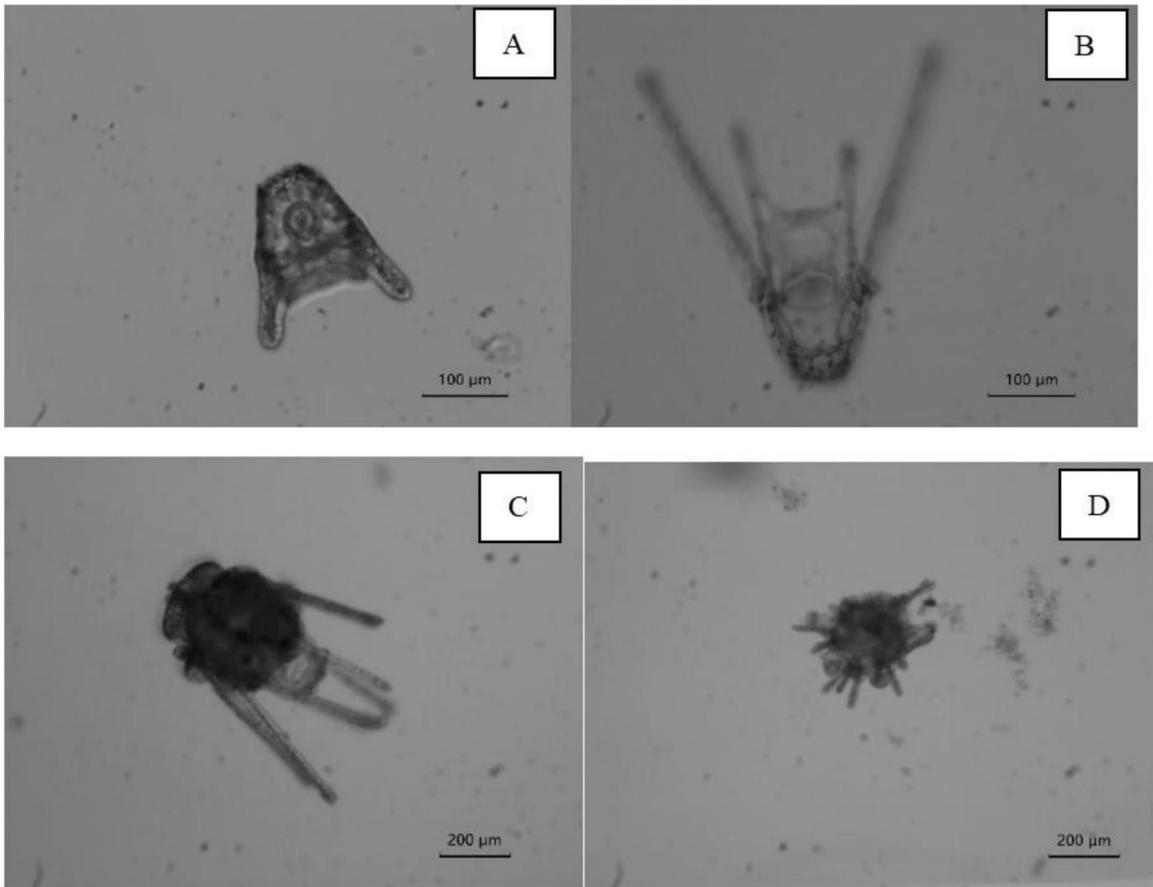


图3

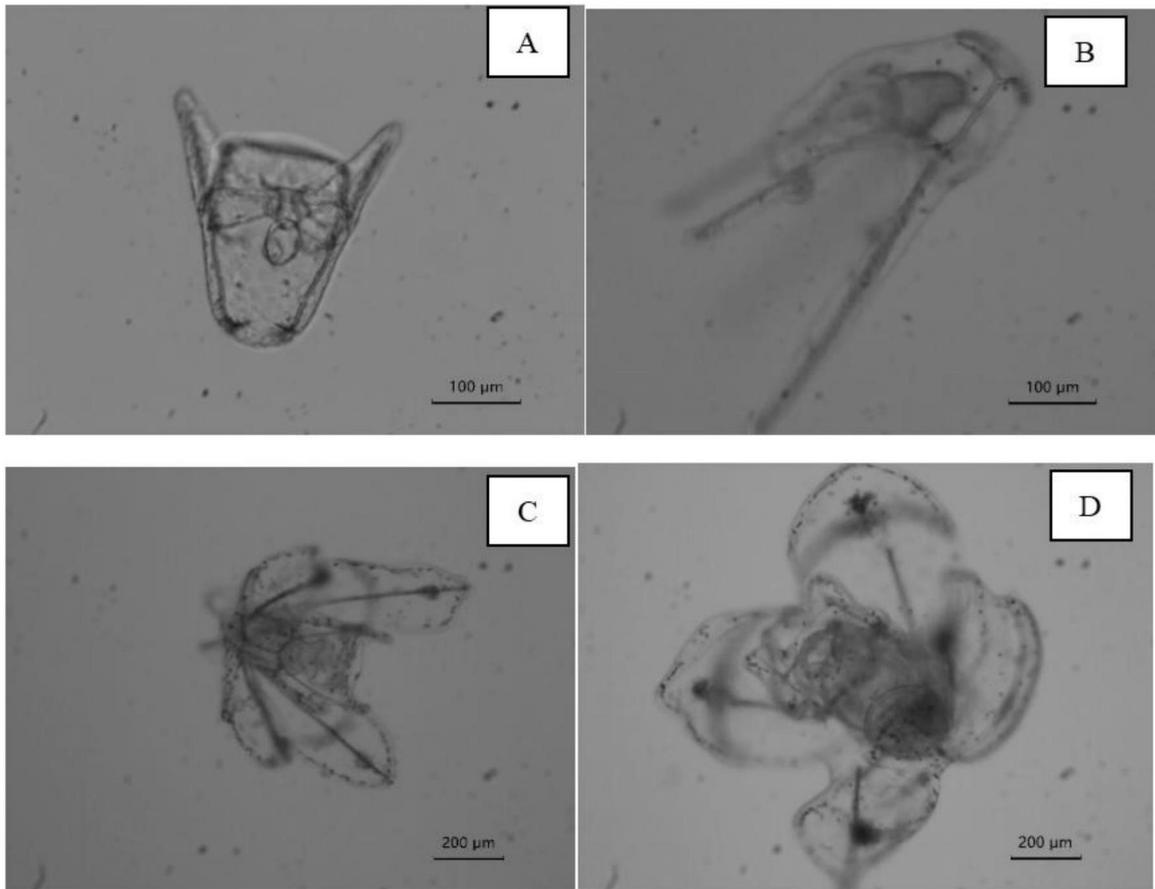


图4

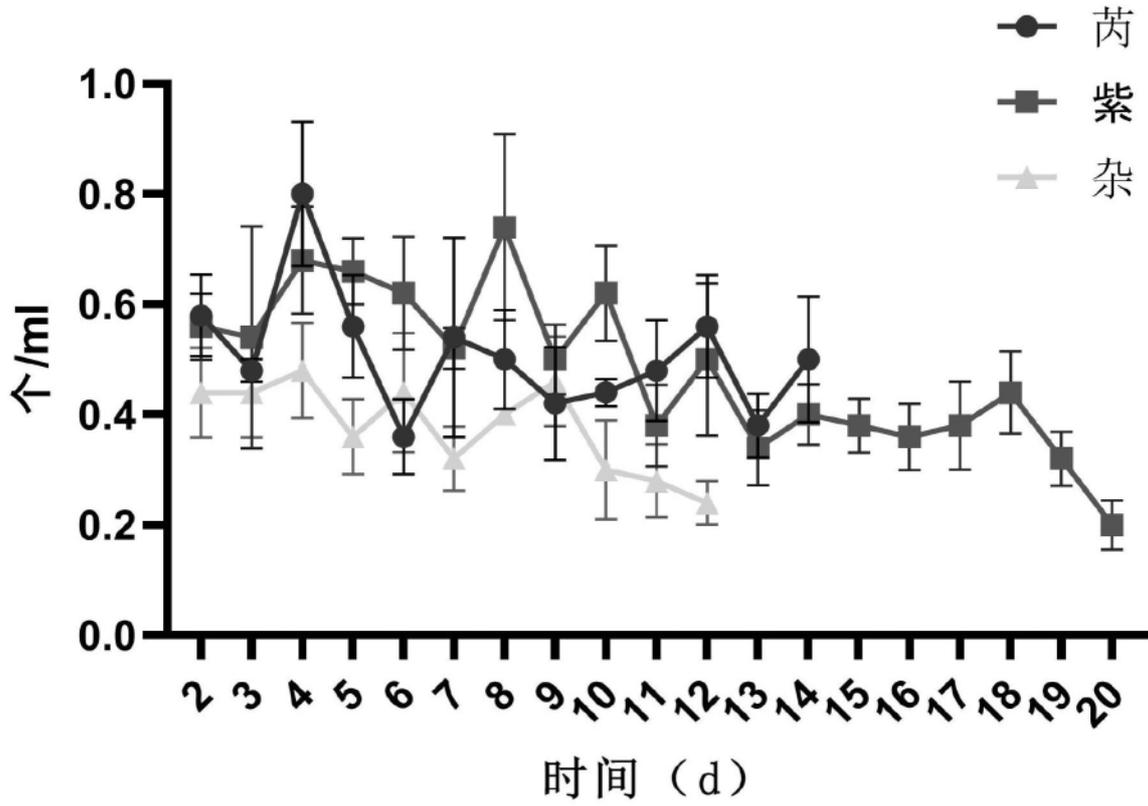


图5

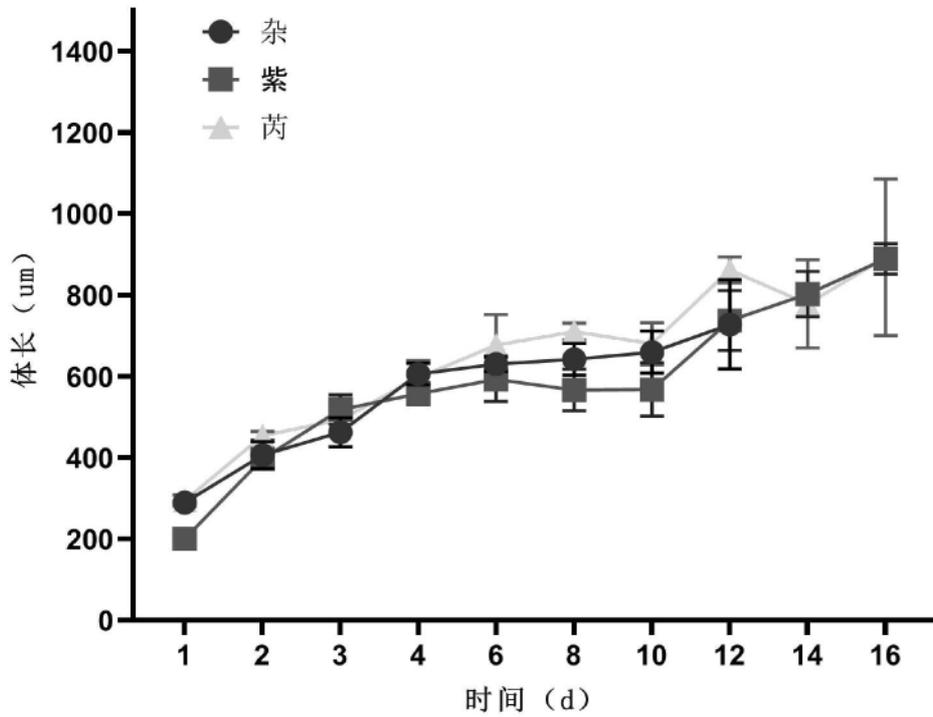


图6

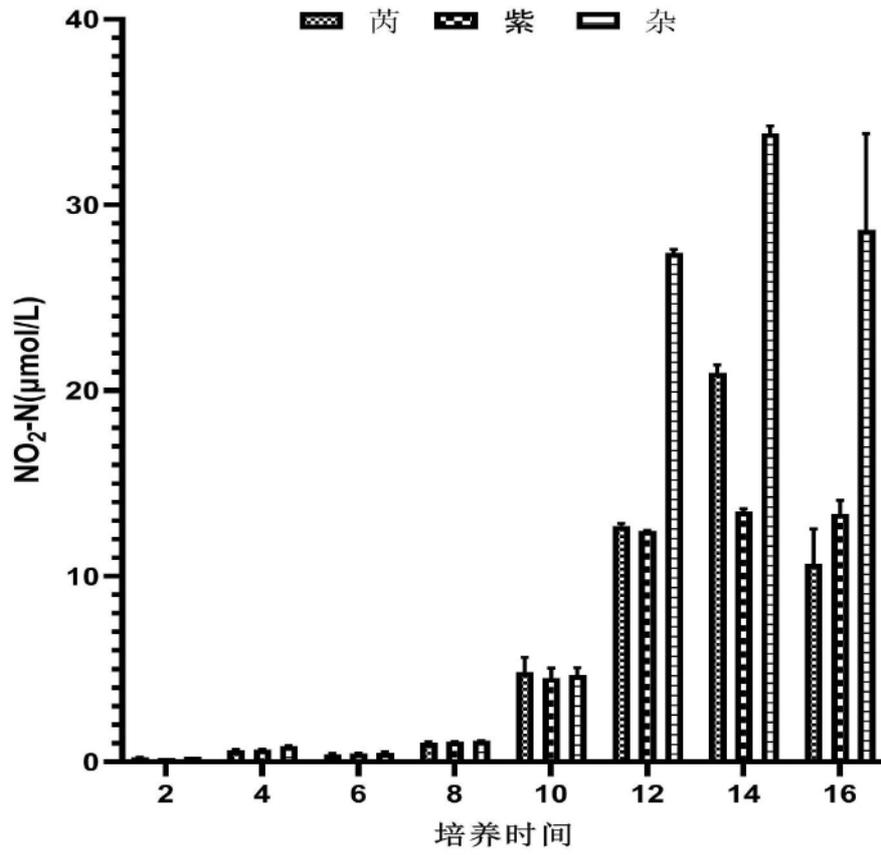


图7

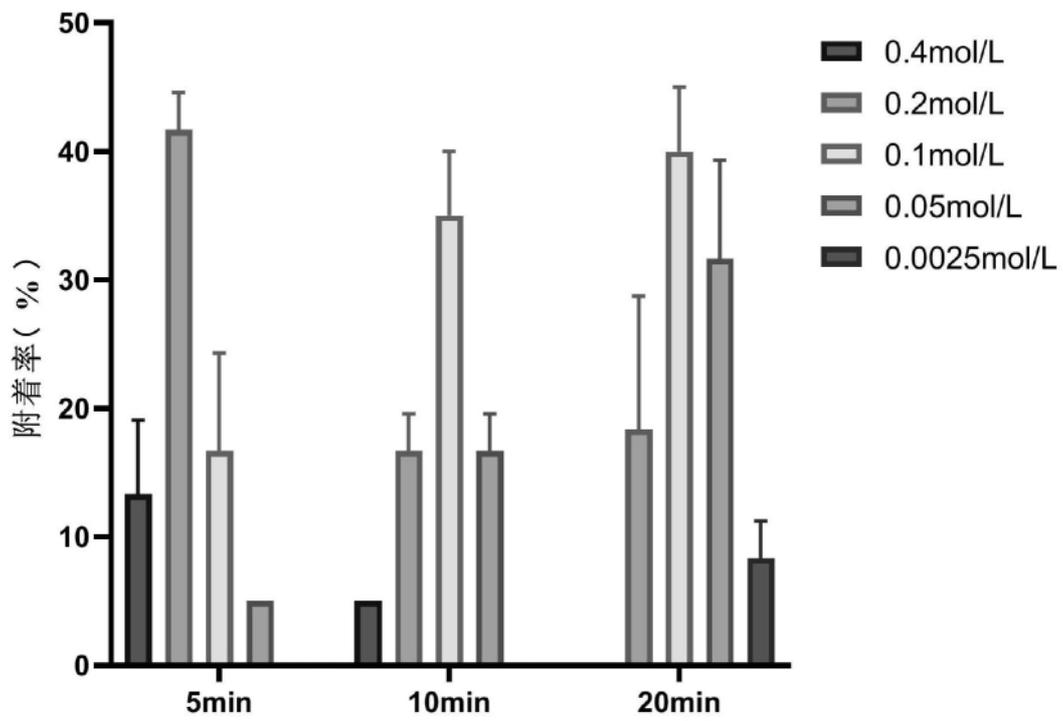


图8



图9

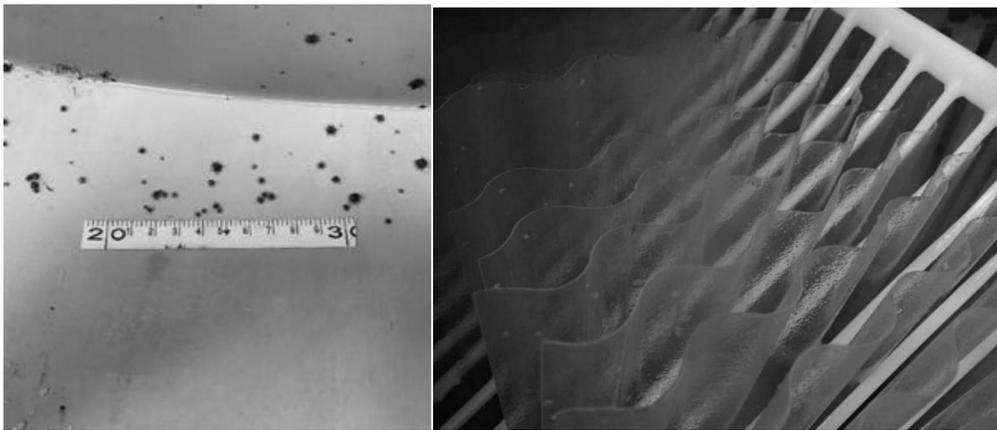


图10

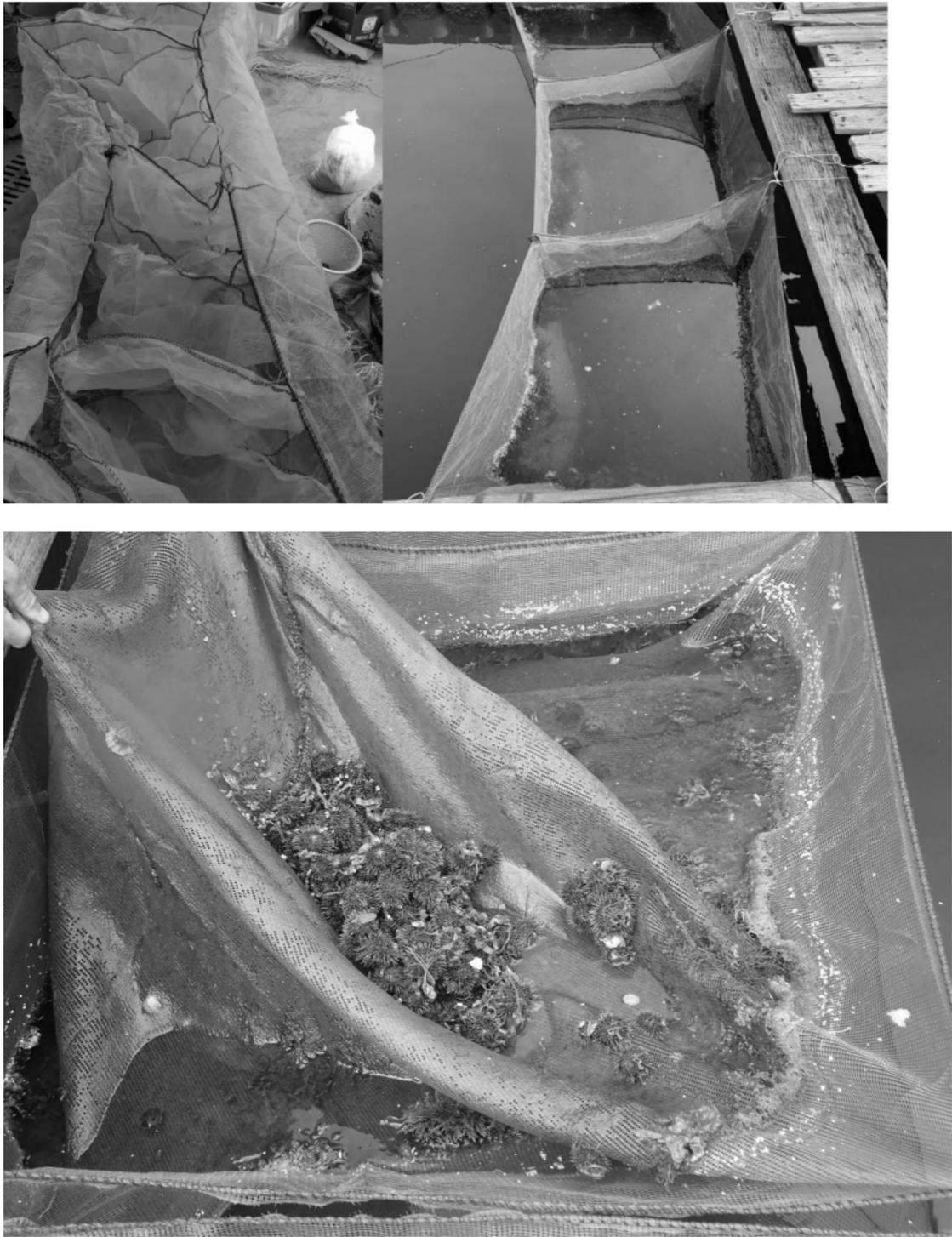


图11

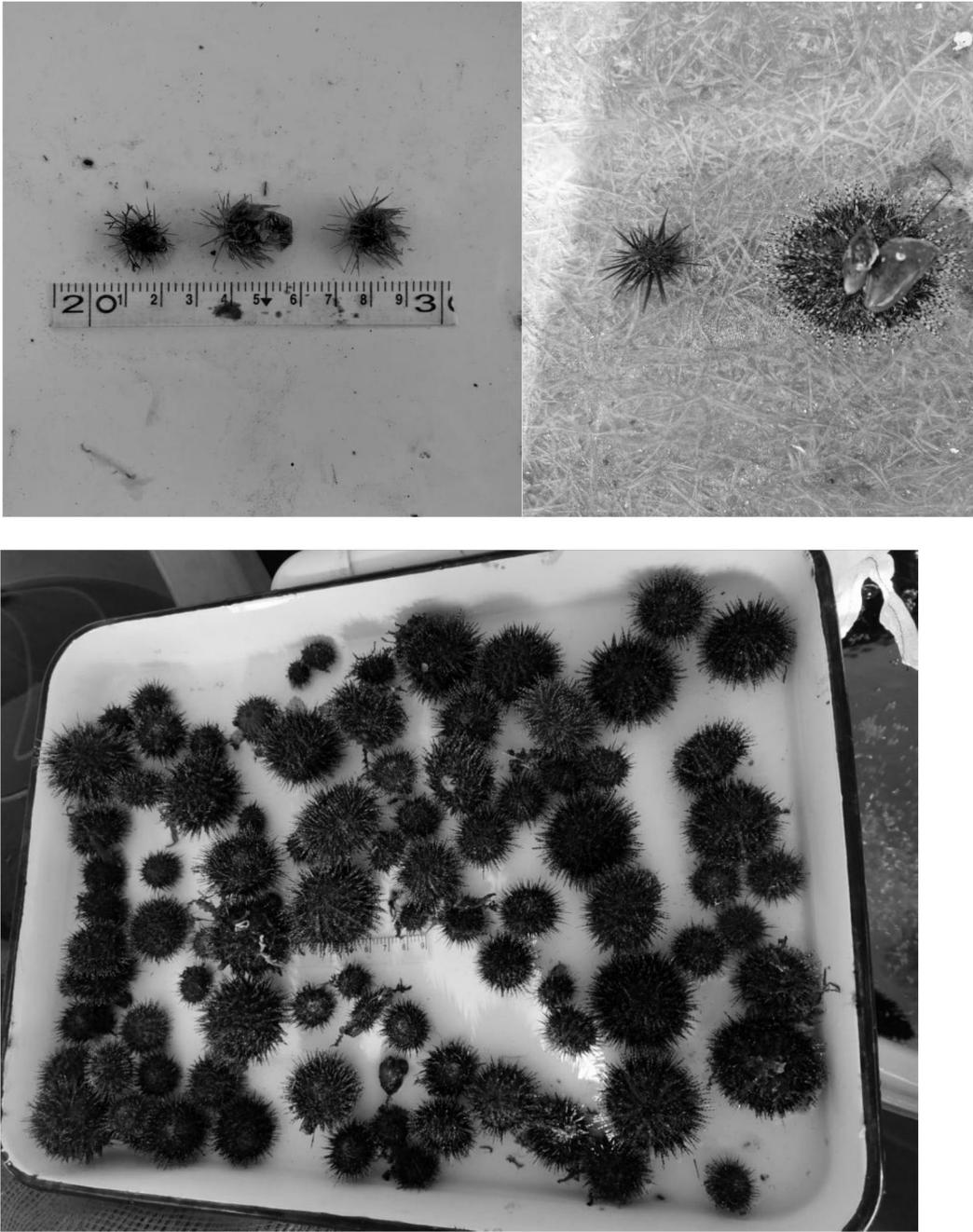


图12

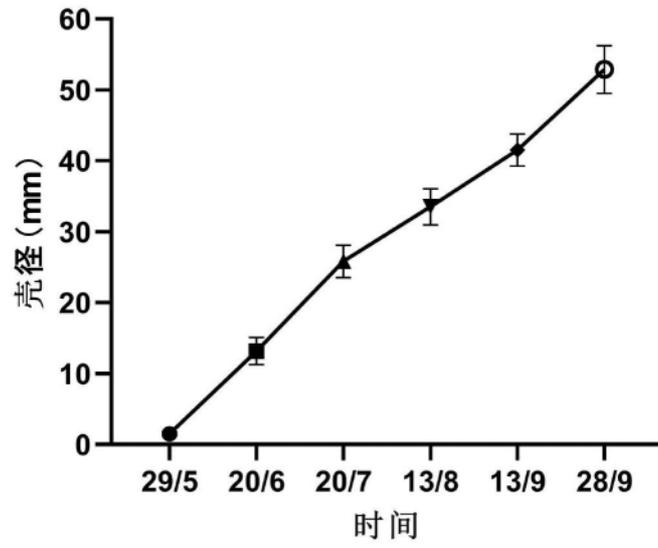


图13

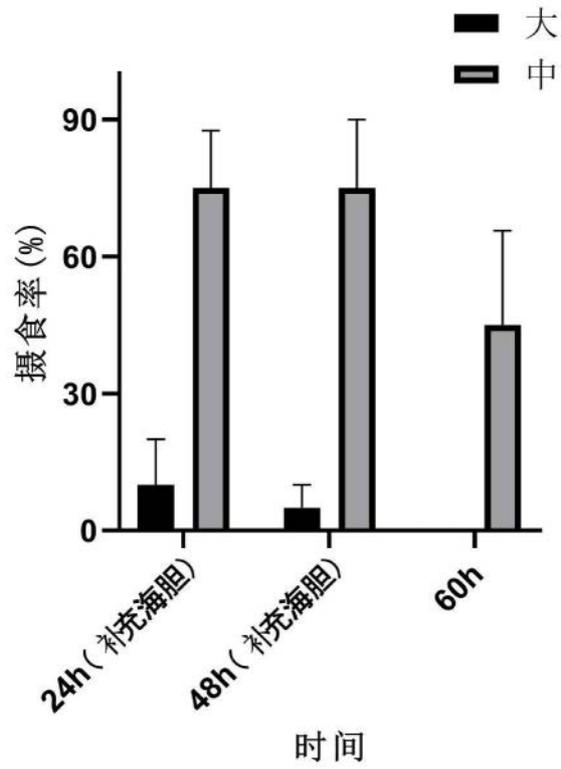


图14

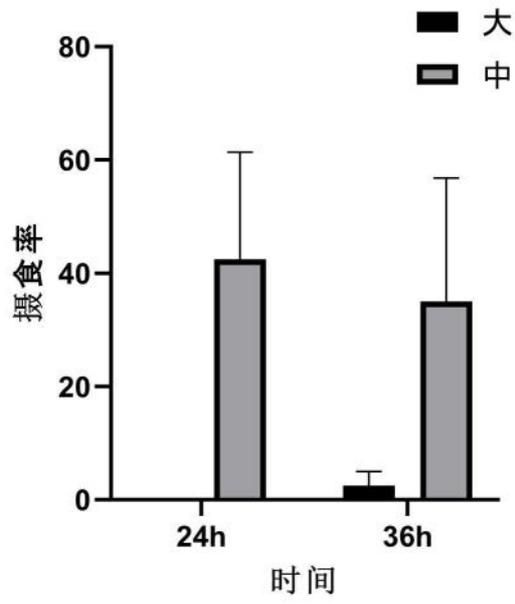


图15



图16