

虾类养殖手册

张立言 汪哲夫等编译



农业出版社

虾类养殖手册

张立言 汪哲夫等 编译

农业出版社

虾类养殖手册

张立言 汪哲夫等 编译

• • •

责任编辑 林维芳

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

350 × 1168mm 32 开本 9.25 印张 1 插页 218 千字

1989 年 5 月第 1 版 1989 年 5 月北京第 1 次印刷

印数 1—4,830 册 定价 4.95 元

ISBN 7-109-00593-3/S·452

前 言

据报道，1974—1984年的10年间，世界虾产量增长了32%，达到186万吨的高峰。尽管如此，仍然满足不了世界虾市场日益增长的需要。有关专家根据世界自然资源状况的估算，认为再大幅度地提高虾类捕捞量的可能性已不太大，今后主要依靠虾类养殖增加产量。这一新的形势已为世界许多国家所瞩目。

我国虾类养殖事业正处于蓬勃发展时期，养殖面积不断扩大，产量逐年提高。随着这一新兴事业的大发展，各生产、科研、教学部门迫切希望得到更多的参考资料，以解决实践中不断出现的各种技术问题。本书系根据国外新资料和近年出国实地考察结果编译而成，基本上反映了当前世界养虾的先进水平，可在一定程度上满足上述需要。

全书共分四章，分别介绍虾类养殖过程中的各个重要环节，从人工育苗，幼体饵料，营养需求，病害防治，直至最后养成均有叙述。在海水养殖品种中涉及到对虾科的东方对虾、日本对虾、斑节对虾、墨吉对虾、万氏对虾等一、二十种，和巨螯虾属的几种龙虾；淡水养殖主要为世界公认的优良品种——罗氏沼虾。

本书内容丰富、全面，所介绍之方法详尽具体，实用性强。既可作为养虾手册随时查阅参考，又可作为大专院校的辅助教材。

参加本书编译有：汪哲夫（第一章）、张立言（第二、四章）、李岩（第三章第一节）、花都（第三章第二、三节）。

由于水平所限，错讹之处请广大读者指正。

于宏伟同志提供了部分编译资料；李勃生同志承担了本书全部插图和清稿工作。特致谢。

编译者

1986年10月

• 1 •

目 录

前言

第一章 幼体饵料及其培养	1
第一节 藻类饵料培养技术	1
第二节 藻类集约培养技术	11
第三节 对虾幼体的饵料	41
第四节 卤虫在甲壳类苗种场中的应用	68
第五节 生物饵料的培养	88
第二章 人工育苗和养成	93
第一节 对虾的孵化和养成	93
第二节 对虾幼体培养技术	96
第三节 对虾的亲虾、性成熟、产卵排放和孵化系统	101
第四节 对虾的孵化技术	115
第五节 对虾的性成熟和产卵	127
第六节 对虾的池塘养成	132
第七节 罗氏沼虾的商业性苗种生产	137
第八节 罗氏沼虾的清水集约育苗	149
第九节 罗氏沼虾的池塘养殖	157
第十节 罗氏沼虾的季节性养殖	167
第十一节 龙虾的孵化技术	175
第十二节 龙虾的养成技术	178
第三章 病害防治	186
第一节 养殖对虾的疾病	186
第二节 稚对虾疾病研究中的生物检测系统	207
第三节 养殖和野生沼虾类的常见病害、寄生性后生动物、掠食动物，以及有关的公共卫生问题	215

第四章 营养需求 257

第一节 罗氏沼虾养殖对饵料和营养的需要 257

第二节 罗氏沼虾的饲养方法和营养原理 266

主要参考文献 286

动、植物名称 287

第一章 幼体饵料及其培养

第一节 藻类饵料培养技术

太平洋海洋研究中心(COP)是法国国家海洋开发中心(CNEXO)的一个研究所,位于法属玻利尼西亚的塔希提。这里的多数岛屿都由构成泻湖的珊瑚礁所环绕。此中心的水产养殖项目开始于1972年。研究对象为罗氏沼虾、对虾类和双壳贝类。对于后两个种类,由于需要藻类作为幼体的饵料,所以就建立起单细胞藻类生产设施为对虾和软体动物的孵化场、苗种池、双壳类亲贝暂养池提供饵料。

室内培养

一、培养种类

在太平洋海洋研究中心的人工控制藻类培养室内培养的温带种类有:绿光等鞭金藻、陆兹尔单鞭金藻、扁胞藻、硬环角毛藻、直筒海链藻。这些种类现已逐步被热带品系所取代,这些热带品系都具有可在27—30℃的温度下生长繁殖的优点。目前主要的培养种类为:

- (一) 纤细角毛藻 (*Chaetoceros gracilis*)
- (二) 绿光等鞭金藻 (*Isochrysis aff. galbana*)
- (三) 扁胞藻 (*Platymonas* sp.)
- (四) 瑞典扁胞藻 (*P. suecica*)

(五) 小球藻 (*Chlorella* sp.)

(六) 钝顶螺旋藻 (*Spirulina platensis*)

二、设施

(一) 藻类生产设施的布局 藻类生产设施各部分之间都有门或双层门隔开，这些门可起到气闸作用 (图 1)。地面铺有瓷砖，整个建筑物都有空调。

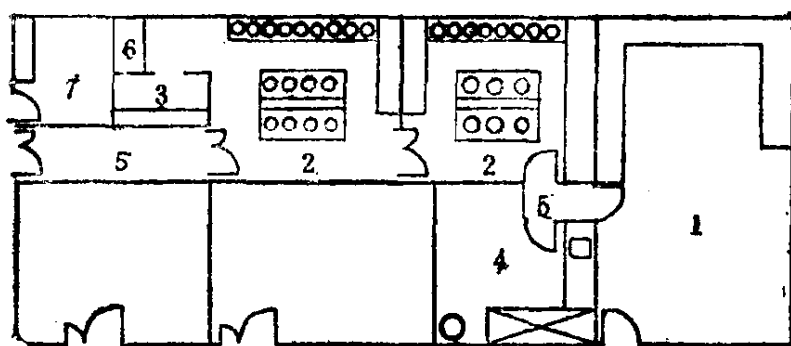


图 1 藻类生产设施

1. 实验室 2. 培养室 3. 试管培养室 4. 洗涤和贮藏室
5. 气闸 6. 过滤 7. 安全鼓风机和电路控制

1. 实验室 实验室内设有放显微镜、精密天秤和其他物件的台子。在该室内进行的工作有：对藻类培养的监测、用Malassez血球计对细胞密度计数、配制营养贮存液和每周一次对试管进行再接种。

2. 培养室 一般采用两间大小各为 21m^2 的房间。每个房间内可放 1 只 14300l 的水槽，再加上若干 20l 、 5l 、 2l 和 250ml 的接种用容器。在第二间房内，设有 1 张可放培养各种藻类不同品系的试管台。

3. 试管培养室 这一专用培养室用于进行第二套安全备用的试管培养。该室有单独的空调和照明区域。

4. 洗涤和贮藏室 该室用于以热自来水洗涤 300l 的培养槽和玻璃器皿。室内设有竖式高压釜和蒸气发生器各一台以对玻璃

器皿消毒，消毒后的器皿可放在壁橱内。

(二) 温度调节 各培养室对温度的控制是利用海洋研究中心的总空调设备。在混合室内用冷空气时应特别小心。当培养室内温度过分升高时，安全开关可自动关闭灯光以保护培养的藻类不受损害。室内温度通常调节在 23°C ，以使培养槽内温度处于 $25-27^{\circ}\text{C}$ 的范围内。

(三) 光照对培养的影响 光照原来用 40W 的荧光灯泡，后改用其他 40W 灯泡并未发现对培养产生不良影响。

试管架和 250ml 烧瓶架，由一只可提供 3000lx 照度的 40W 灯泡照射。其他培养容器接受 5000lx 光照（在空容器中心位置测定），根据容器的大小可用 1—2 只 40W 的灯泡。

(四) 海水系统 自泻湖中泵入的海水具有大洋特性，淤泥、碎屑、有机物或活浮游生物含量都很少。泵入的海水以 1bar 的压力直接输往太平洋海洋研究中心的各种设施内。

在藻类培养室内，海水通过一套 4 只顺序为 50、10、5、 $1\mu\text{m}$ 过滤筒的 AMF, CUNO, IM 型连续过滤器过滤。每两周更换一次过滤筒并清洁过滤器罩。经过 $1\mu\text{m}$ 过滤筒过滤的海水直接用于注满 300l 的生产水槽，其输送通过可耐 16bar 压力的无毒聚氯乙烯管。水的输送系统要求每夜都能把水排干并彻底干燥。用 60°C 热自来水在该系统内每周循环一次。

所有小型培养容器所用的海水，事先都要经过 $0.22\mu\text{m}$ 不锈钢微孔过滤器过滤并经高压灭菌。

(五) 充气系统 空气由一通用罗茨式鼓风机以 0.3bar 压力提供。藻类培养室内还有第二套应急罗茨式鼓风机。空气在使用之前经过 $1\mu\text{m}$ 叠片式过滤器过滤后混入 0.2% 二氧化碳。聚氯乙烯空气输送管的安装位置向下倾斜，以便使冷凝水容易得到清除。混合空气通过直径 6mm 的玻璃管输入培养容器。

(六) 培养容器

1. 玻璃器皿 对于不同的培养步骤, 可顺序使用试管, 250ml、2l 和 5l 三角烧瓶, 以及 20l 球形大玻璃瓶。试管和 250ml 烧瓶用覆以铝箔的棉花作塞子。2l 和 5l 烧瓶用橡皮塞, 塞上打有二孔, 分别通进气管和出气管。20l 大玻璃瓶的玻璃盖上有二孔, 亦分别连通进气管和出气管。使用前玻璃器皿要在 125℃ 下高压灭菌 30 分钟。

2. 玻璃钢水槽 这种容量为 300l 的水槽系由 1mm 厚半透明玻璃钢板制成。其为圆柱体带锥形底。底部的橡皮塞上接有水阀门, 以便放出培养的藻液。水槽在使用前要用加氯的热水洗涤并浸泡一夜, 然后洗净。水槽上有玻璃钢盖, 盖上开一孔充气。

三、培养液的配制

(一) 贮存营养液

1. Walne 液 这种营养液可用于培养所有藻类

1 号溶液

Na_2EDTA	45.00g
H_3BO_3	33.60g
NaNO_3 (KNO_3)	100.00g (116g)
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	20.00g
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.36g
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1.30g
2 号溶液	1.00ml

以蒸馏水加至 1l。

2 号溶液 (痕量金属溶液)

ZnCl_2	2.1g
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2.0g
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.9g

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 2.0g

以蒸馏水加至 100ml (为了溶解良好, 须加 HCl)。

3 号溶液 (维生素混合物)

硫胺素 200mg

维生素 B_{12} 10mg

以消毒蒸馏水加至 100ml。

2. 硅藻培养用贮存液

4 号溶液

偏硅酸钠盐 20g

以蒸馏水加至 1l。

5 号溶液

KNO_3 100g

以蒸馏水加至 1l。

除 3 号溶液 (维生素混合物) 之外, 所有贮存溶液均在 125°C 下高压灭菌 30 分钟。

(二) 藻类培养液

1. 试管 将试管注入经 $0.22\mu\text{m}$ 孔目过滤, 每升加入 1ml 1 号溶液和 0.1ml 3 号溶液的海水 20ml, 然后消毒。用于硅藻培养的试管要空管消毒, 在用本生灯烧一下时注满经 $0.22\mu\text{m}$ 孔目过滤和经高压灭菌的每升中加有 1ml 1 号、4 号和 5 号贮存液, 以及 0.1ml 3 号溶液的海水。

2. 250ml 烧瓶 250ml 烧瓶要空瓶消毒, 然后再用本生灯烧一下时注入含有“1. 试管”中所述之营养物质, 经 $0.22\mu\text{m}$ 孔目过滤并经消毒的海水 200ml。

3. 2、5 和 20l 容器 这三种容器都要在空容器时消毒, 注入经 $0.22\mu\text{m}$ 孔目过滤的海水。培养各种藻类时是在接种时每升加入 1 号溶液 1ml 和 3 号溶液 0.1ml, 培养硅藻时添加 4 号和

5号溶液 1ml。

4. 300l 玻璃钢水槽 这种水槽注入经 $1\mu\text{m}$ 孔目过滤的海水。在接种时加入的营养盐与“3. 2、5和 20l 容器”中所述相同。

四、品系的分离和保存

(一) 分离 在太平洋海洋研究中心的养虾池内出现浮游植物水华时分离出了扁胞藻、小球藻和绿光等鞭金藻的热带种。采用了两种分离技术。

1. 琼脂培养基 这种培养基是在 1l 海水中加入 Walne 氏贮存液 (1 号溶液) 1ml 和琼脂 9g 配成。将此液 10ml 注入试管中, 经高压灭菌后冷却成为斜面。然后以一滴野生混合藻类用划线法接种到琼脂斜面上。15—20 天后藻类群落即繁殖起来。尔后从培养 15 天的试管中检出所选择的藻类接种到新试管内。这种操作反复进行到获得单一藻种为止。

2. 稀释法 将野生混合藻类稀释到密度为每 ml 1 个细胞。在盛有海水并加有 Walne 氏培养液的试管中接种这种稀释液 1ml, 使每一试管有可能含有一种藻类的 1 个细胞。在 2—3 周内藻类群落繁殖起来后即可进行种类鉴定。以含有所要求的种类并已培养 2 周的试管进行反复稀释操作, 最后就可得到单一藻种。

(二) 品系的保存 每一星期都要对经过 7 天培养的试管进行再接种。

每一个月或每两个月, 要应用上述稀释法进行藻类的纯化工作。这样就可永远保持优良的品系进行生产。

对于螺旋藻, 应每月一次用特定方法使这一品系保持良好形状。由于螺旋藻的个体具有一定大小, 只需要很简单地将其置于 $85\mu\text{m}$ 网筛上用 $0.22\mu\text{m}$ 孔目过滤并经高压灭菌的海水冲洗, 即可再接种到新试管中。

五、生产方法

所有藻类均采用批量生产技术，不进行连续性或半连续性培养。

(一) 纤细角毛藻

1. 试管 每周一次对盛有 20ml 培养液的 12 只试管接种，取自经过 7 天培养的 5 只试管中的 1ml 藻种，接种时试管要用煤气本生灯烧一下。剩余的经过 7 天培养的试管保存至下周，以便在 12 只新接种的试管失败时再行接种用。12 只试管中的 5 只作为提供藻类品系的来源用，剩余的 7 只试管则作为下周接种的藻种。将这些试管置于架子上并施以 3000lx 的光照。

第二套安全备用试管为 4 只，以同样方式接种并置于藻类品系安全备用室内。

第七天的细胞密度平均为 2.8×10^6 个细胞/ml。

2. 250ml 烧瓶 每周一次对 7 只烧瓶用上述在前一星期接种的 7 只试管进行接种，接种时烧瓶要用本生灯烧一下。这些烧瓶培养到接种后的第四天即用于对 2l 的烧瓶进行接种。培养至第七天的细胞密度平均为 3.2×10^6 个细胞/ml。

3. 2l 烧瓶 每天用经过 4—11 天培养的 250ml 烧瓶 1 瓶接种 2l 烧瓶 1 瓶，使该瓶培养 3 天。对 2l 烧瓶要进行充气。培养至第三天的细胞密度平均为 1.9×10^6 个细胞/ml。

4. 5l 烧瓶 每天用经过 3 天培养的 2l 烧瓶 1 瓶接种 5l 烧瓶 2 瓶，培养时间为 3 天，至第三天的细胞密度平均为 3.25×10^6 个细胞/ml。

5. 20l 大玻璃瓶 每天用经过 3 天培养的 5l 烧瓶 2 瓶接种 20l 大玻璃瓶 2 瓶。这种球形大玻璃瓶为细胞分裂提供了良好的条件，至第三天的细胞密度平均为 3.95×10^6 个细胞/ml。

6. 300l 水槽 每天用 2 只 20l 大玻璃瓶接种 2 只 300l 水

槽。这种水槽经3天培养后细胞密度平均为 2.1×10^6 个细胞/ml, 即可供孵化场应用。

(二) 其他种类

1. 绿光等鞭金藻 培养绿光等鞭金藻所采用的方法同角毛藻几乎相同, 培养结果是每天生产1只300l水槽的藻类。在头两个步骤中两者无显著差别。每天接种2l烧瓶1瓶, 经过4天培养后用于接种20l大玻璃瓶1瓶。再经过4天培养, 即可用于接种1只300l水槽。培养绿光等鞭金藻不用5l烧瓶。

2. 扁胞藻和小球藻 每周一次按“(一) 纤细角毛藻”一节所述之方法, 每一种类用8只试管和8只250ml烧瓶进行接种。每隔2天再对2、5、20、300l容器进行接种。2次连续操作之间的培养时间为4天。对于这两种藻类, 每两天可培养出300l水槽的藻类。在300l水槽中培养到第四天, 扁胞藻的细胞密度平均可达 1.5×10^6 个细胞/ml。

3. 螺旋藻 这种藻类最近已被培养用于投喂对虾幼体和仔虾。培养方法与扁胞藻相同, 只是2次接种操作之间的培养时间为5天, 而扁胞藻则为4天。

六、培养中存在的问题

在室内进行藻类培养没有遇到严重的问题。藻类水华出现的时间很短, 因此培养容器要迅速周转。如果所培养的藻类不在原定日期应用, 只能多保存一天, 然后就只好倒掉。试管和250ml烧瓶是整个培养计划的基础, 对此必须给予特殊注意。藻类培养室必须保持一定的清洁度, 以避免受到污染。要1年1次停止生产进行卫生处理。这时所有的培养都要停顿, 只有在保存品系的安全备用室内的藻种例外。要充分利用这一时机对充气管和过滤海水分配管进行拆卸、清洁或更换工作。

培养绿光等鞭金藻有时会出现一些问题: 多数是在300l的

水槽壁上出现藻类沉积物。这时，培养的藻类变成浅黄色，数小时之内就衰败而不得不抛弃之。估计问题可能出在经 $1\mu\text{m}$ 孔目过滤的海水上，因此，在以后的培养中，对于所有容器（包括 300l 水槽）应采用经 $0.22\mu\text{m}$ 孔目过滤的海水。

室 外 培 养

为了满足双壳类孵化场内贝苗生长的需要，必须提供大量的优质藻类饵料。这种藻类不能由泻湖内的海水供应，因为其中所含浮游植物的密度太低。为此，决定在室外大型水槽内进行大规模藻类培养试验。

一、培养种类

室外培养采用热带品种纤细角毛藻。饲喂这种藻类，双壳类的幼虫和贝苗生长良好。

二、室外水槽概述

（一）培养水槽 建造了4只 8t 和 4 只 35t 的圆柱形水槽。槽壁和底部用 1mm 的玻璃钢板制成。为了加固槽壁，对 35t 水槽围以高 50cm 的水泥墙。略呈锥形的槽底座落于沙床上。各槽中央均配备有聚氯乙烯出水管。35t 水槽壁的

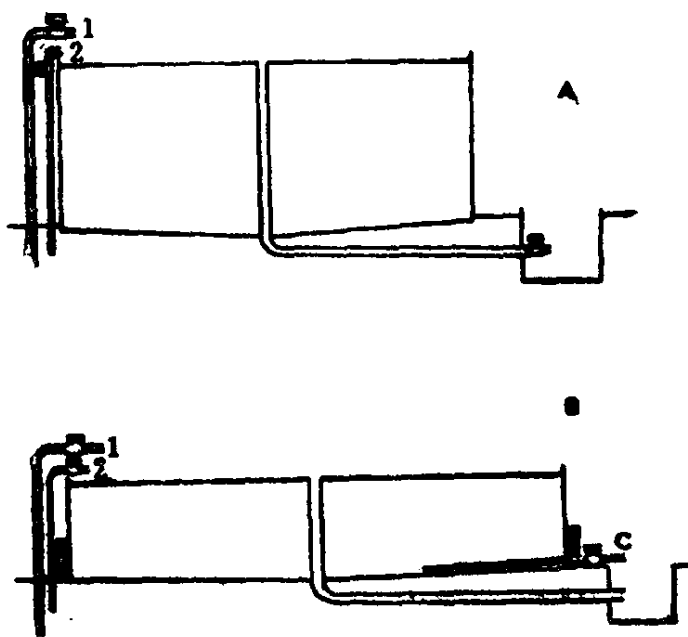


图 2 室外培养水槽

A. 8 吨水槽 B. 35 吨水槽

1. 海水输入管 2. 充气管 3. 横向排水管

基部还装有一根横向聚氯乙烯排水管（图 2）。

（二）海水和空气分配系统 所有水槽均装有淡水输入管、海水输入管和充气管。在水分配系统中未设过滤装置。充气管开口于水槽中央最深部分，充气压力 0.3bar，不加二氧化碳。

（三）藻液分配系统 只有 35t 水槽装有藻液分配系统，这种系统为一横向聚氯乙烯排液管。藻液通过此管输入“FLUXO”液体喷射器，此管

还以 1bar 的压力供给来自海水总分配系统的海水。混合藻液和泵入的海水通过聚氯乙烯管输入动物培育池（图 3）。藻类细胞密度由两只聚氯乙烯阀调节，第一只阀调

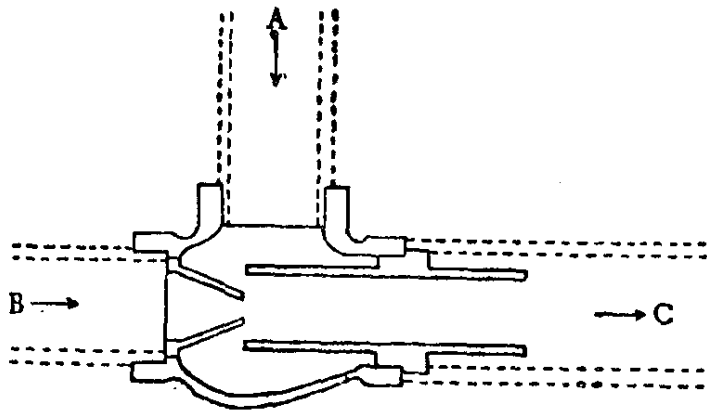


图 3 “FLUXO”液体喷射器

A. 藻液输入 B. 海水输入 C. 混合输入

节藻液的输送率，第二只阀调节海水的输入。这一装置应控制在 24 小时能将 35t 水槽内的藻液全部输送完毕的程度。

三、室外水槽的操作

（一）培养液 藻类培养液中加入“GROPLUS”(Yates, NZ) 肥料 20g/m³，这是一种在农业无土壤培养中应用的水耕法肥料。其化学组成如下：

N—KNO ₃	5.26%
N—(NH ₄) ₂ SO ₄	3.69%
P—过磷酸盐	4.21%
Ca—CaSO ₄	2.63%
Mg—MgSO ₄	2.95%