

最新海水养殖技术丛书

海水生物饵料培养技术

HAI SHUI SHENG WU ER LIAO PEI YANG JI SHU

梁 英 孙世春 魏建功 编著

丛书主 编 张群乐

副主编 关庆利

青岛海洋大学出版社

• 青岛 •

序

21 世纪将是海洋开发的世纪。

当今世界正面临人口膨胀、陆地资源减少、环境恶化三大全球性问题。单一的陆地经济,已经不能适应总体经济发展的需要,占地球表面积 71%、资源极为丰富、开发利用前景十分广阔的海洋,已经成为解决这一问题的重要出路之一。海洋科学是当前最重要科学研究的一部分,海洋技术与原子能技术、航天技术一样,被人们公认为当代三大尖端技术。对海洋的研究、开发、利用,已经成为新技术革命的重要支柱。

近十年来,我国海洋研究与开发发展迅速,沿海许多省份,已经提出“科技兴海”的战略措施,并制定出开发利用海洋的宏伟蓝图。一个向海洋要财富,变海洋优势为经济发展优势的时代特点,已经在我国显现出来,这必将影响和推动我国海洋水产事业更加迅速地发展。

随着近年来海水养殖新兴技术的广泛应用,与过度海洋水产资源捕捞相反的海水养殖业已经逐渐振兴和迅速发展。海水养殖业逐渐向“海洋渔牧化”发展,一个以增养殖为主体的新兴海水养殖产业结构已经形成;海水养殖品种,也已打破原有的格局,逐渐趋向多元化;一些名特优的珍贵品种也形成了一定养殖规模。

海水养殖是人类利用海水资源发展经济、改善生活的重要途径,而推广和利用最新海水养殖技术,则是海洋科技工作者服务于社会、造福于人类的职责和义务。青岛海洋大学海水

养殖专家和学者们,站在国内外水产养殖科学技术的前沿,根据我国日益繁荣的海水养殖业发展的需要,集最新海水增养殖技术和实践于一体,发挥学科的综合优势,联合编著完成了《最新海水养殖技术丛书》。本套丛书,集中介绍了国内外海水养殖新技术、新经验、新成果,特别适用于海水养殖一线的基层管理干部,中、低层专业技术人员和现场养殖操作人员参考。它的出版发行,必将对我国海水养殖业的全面发展做出新贡献,也是对“98’国际海洋年”献上的一份厚礼。

中国工程院院士

汪華詩

1998年1月8日

前 言

一般来说,凡饲养动物(如禽、畜等)的食物,称为饲料,而水生动物(鱼、虾、贝等)的食物,则称为饵料。但我国对饵料的称呼并不完全统一,水产动物的配合饵料,也称为饲料。

饵料生物是指在海洋、江河、湖泊等水域中生活的各种可供水产动物食用的水生动物、植物。生物饵料通常是指经过筛选的优质饵料生物,进行人工培养后投喂给养殖对象食用的活的饵料。活的生物饵料具备不影响水质、养殖动物喜食、容易消化吸收、使养殖动物具有较快的生长速度等人工饵料不具备的优点。因此,生物饵料的培养,在水产养殖,尤其在水产动物苗种生产中有着十分重要的作用。随着水产事业的发展,对活的生物饵料需求越来越多,生物饵料的培养也愈加重要。

本书重点介绍了光合细菌、生产上常用的单细胞微藻、轮虫和卤虫的形态结构及培养方法。适于从事海产动物人工育苗的工作人员参考使用。

在本书编写过程中得到青岛海洋大学王贻义教授、田传远老师,山东大学威海分校张小奎老师等提供资料和提出宝贵意见,在此,一并致谢。

由于编者水平所限,错误在所难免,敬请批评指正。

编者

1998年1月8日

目 录

第一章 光合细菌的培养	(1)
第一节 光合细菌生物学简介、营养价值和用途	(1)
一、光合细菌的生物学	(1)
二、光合细菌的营养价值及用途	(2)
第二节 光合细菌的培养基.....	(6)
一、富集用培养基	(6)
二、酵母膏、蛋白胨培养基.....	(8)
三、RCVBN 培养基	(8)
四、生产上培养光合细菌常用培养基	(9)
第三节 光合细菌培养方法.....	(9)
一、培养方式	(9)
二、菌种分离、保藏	(10)
三、培养方法.....	(12)
第二章 微藻培养	(16)
第一节 微藻的培养种类概述	(16)
一、三角褐指藻.....	(16)
二、小新月菱形藻.....	(17)
三、牟氏角毛藻.....	(18)
四、纤细角毛藻.....	(19)
五、中肋骨条藻.....	(19)
六、扁藻.....	(20)

七、塔胞藻·····	(21)
八、杜氏藻·····	(21)
九、小球藻·····	(22)
十、微绿球藻·····	(23)
十一、球等鞭金藻·····	(24)
十二、湛江等鞭藻·····	(26)
十三、绿色巴夫藻·····	(27)
十四、异胶藻·····	(28)
十五、钝顶螺旋藻·····	(28)
第二节 影响微藻生长繁殖的因子·····	(30)
一、光照·····	(30)
二、温度·····	(32)
三、盐度·····	(33)
四、营养盐·····	(33)
五、二氧化碳·····	(34)
六、氢离子浓度(酸碱度)·····	(34)
七、生物因子·····	(35)
第三节 微藻的培养液·····	(36)
一、培养液的成分·····	(36)
二、常用微藻培养液配方·····	(41)
三、培养液的配制·····	(48)
第四节 微藻培养方法·····	(49)
一、培养方式·····	(49)
二、培养方法·····	(53)
三、微藻培养设施及设备·····	(66)
第五节 藻种·····	(73)

一、藻种的分离·····	(73)
二、藻种的培养·····	(78)
三、藻种的保藏·····	(78)
四、藻种的纯化·····	(79)
五、藻种库介绍·····	(80)
第六节 藻膏及几种代用饵料·····	(80)
一、藻膏的研制·····	(80)
二、常用的几种代用饵料·····	(81)
第七节 敌害生物的防治·····	(82)
一、敌害生物对微藻的危害作用·····	(82)
二、敌害生物污染的途径·····	(83)
三、防治敌害生物的措施·····	(84)
第八节 螺旋藻与底栖硅藻的培养·····	(87)
一、螺旋藻的培养·····	(87)
二、底栖硅藻的培养·····	(92)
第三章 轮虫的培养·····	(97)
第一节 褶皱臂尾轮虫的生物学·····	(97)
一、分类地位·····	(97)
二、形态结构·····	(97)
三、褶皱臂尾轮虫的生长繁殖·····	(99)
第二节 轮虫种的分离与保种·····	(100)
第三节 轮虫的集约化培养·····	(102)
一、培养容器·····	(102)
二、培养用水·····	(102)
三、培养条件和管理·····	(102)
第四节 轮虫的室外粗放培养·····	(105)

一、培养池	(105)
二、清池	(106)
三、施肥	(106)
四、接种轮虫	(106)
五、培养管理	(106)
第五节 轮虫的营养强化	(107)
一、用富含 EPA/DHA 的海洋微藻强化轮虫	(107)
二、用强化剂强化轮虫	(108)
第四章 卤虫的生物学	(109)
第一节 卤虫的生物学	(109)
一、分类地位	(109)
二、形态特征	(109)
三、卤虫的繁殖习性	(111)
四、卤虫的生态习性	(111)
第二节 卤虫卵	(112)
一、卤虫冬卵的生物学特征	(112)
二、卤虫卵的收获与简单加工	(113)
三、卤虫卵的贮存	(115)
四、卤虫卵的孵化	(115)
五、卤虫卵的去壳	(118)
六、卤虫卵的质量评价	(121)
七、中国的卤虫卵	(124)
八、卤虫无节幼虫的营养强化	(124)
第三节 卤虫的集约化养殖	(125)
第四节 卤虫的开放池养殖	(126)
一、养殖场地的选择与建造	(126)

二、卤虫放养的准备工作的准备工作	(127)
三、接种	(127)
四、管理	(128)
五、收获	(129)
第五节 卤虫的应用	(129)
附录 1 漂白粉有效氯含量的测定	(130)
附录 2 光合细菌和微藻的定量方法——血球计数板法	(132)
附录 3 轮虫的定量方法	(134)
附录 4 盐度、比重、波美度的换算公式	(135)
附录 5 常用培养液配方中主要营养元素的常用量	(136)
附录 6 卤虫卵孵化率(孵化百分比)的测定	(137)

第一章 光合细菌的培养

第一节 光合细菌生物学简介、 营养价值及用途

一、光合细菌的生物学

光合细菌是地球上最早出现的具有原始光能合成体系的原核生物,是一群不能形成芽孢的革兰氏阴性菌,具有固氮能力,是一类在厌氧条件下进行不放氧光合作用的细菌的总称。它广泛分布于生物圈的各个角落。

光合细菌分属于红螺菌目的红螺菌科、着色菌科、绿杆菌科和绿色丝状菌科等4科,共23属,80余种。目前广泛应用在水产养殖上的主要种类是红螺菌科的紫色非硫细菌。

(一) 培养物颜色

光合细菌因含有细菌叶绿素和类胡萝卜素等光合色素而呈现一定颜色。一般是,红螺菌科和着色菌科的菌呈红、粉红、橙黄、紫或茶褐色,绿杆菌科和绿色丝状菌科的菌呈绿色。不同的光合细菌体内由于含有的细菌叶绿素和类胡萝卜素的种类和数量不同,因而呈现不同的颜色。每种光合细菌的颜色在固定的培养条件下带有一定的特征性,例如球形红假单胞菌的厌气液体培养物呈茶褐色,半好气培养物呈红色。

（二）细胞形态与大小

光合细菌的菌体形态多种多样,不同的菌种形态各不相同,有球形、卵形、杆形、弧形、螺旋形、环形、半环形、丝形以及链形、锯齿形、格子形、网篮形等。同一种类也会由于培养条件和生长阶段的不同而使细胞形态发生变化。尽管如此,许多菌种在细胞形态上仍然是各具特征的,如球形红假单胞菌为球形,绿突菌属的细胞为具突起的球菌。

细胞的大小因种类不同而变化很大。一般地,红螺菌科细胞的大小为 $(0.6\sim0.7)\times(1\sim10)$ 微米,着色菌科细胞大小为 $(1\sim3)\times(2\sim15)$ 微米,绿杆菌科细胞大小为 $(0.7\sim1)\times(1\sim2)$ 微米,绿色丝状菌科细胞可长达 300 微米。

（三）分裂方式

绝大多数光合细菌以二分裂进行繁殖,仅少数例外。一种例外是出芽分裂方式,子细胞与母细胞之间有柄相连,例如沼泽红假单胞菌;另一种例外情况是进行极性伸长分裂,见于着色菌科的泥网硫杆菌属。

（四）运动形式

红螺菌科和绿色丝状菌科的细菌具有运动能力,绿杆菌科的细菌无运动能力,着色菌科的细菌,有的具有运动能力,也有的不具有运动能力。有运动能力的细菌往往由于温度、光照、酸碱度等培养条件的变化而失去运动能力。大多数细菌的运动都是由鞭毛运动产生的,还有一些细菌是滑走运动和痉挛式运动等类型。

二、光合细菌的营养价值及用途

（一）营养价值

光合细菌营养价值高,含有丰富的蛋白质、脂肪、糖、粗纤

维和灰分(见表 1-1)及 B 族维生素(见表 1-2), 特别是酵母中缺少的维生素 B₁₂、叶酸和生物素的含量相当丰富。作为生物体内的一种重要生理活性物质的辅酶 Q(又叫泛醌), 在光合细菌中的含量远远超过其他生物, 例如球形红假单胞菌的辅酶 Q 含量分别达到酵母、菠菜和玉米芽的 13 倍、92 倍和 82 倍。

表 1-1 光合细菌营养成分

结果 项目 种类	粗蛋白质 (%)	粗脂肪 (%)	可溶性糖类 (%)	粗纤维 (%)	灰分 (%)
紫色非硫细菌	65.45	7.18	20.31	2.78	4.28
小球菌	53.76	6.31	19.28	10.33	1.52
米	7.48	0.94	90.60	0.35	0.72
大豆	39.99	19.33	30.93	7.11	5.68

表 1-2 光合细菌 B 族维生素组成

结果 项目 维生素名称	紫色非硫细菌 (微克/克)	圆酵母 (微克/克)	啤酒酵母 (微克/克)
B ₁	12	2~20	50~360
B ₂	50	30~60	36~42
B ₆	5	40~50	25~100
B ₁₂	21	—	—
菸酸	125	200~500	310~1 000
泛酸	30	30~200	100
叶酸	60	—	3
生物素	65	—	—

(二) 用途

光合细菌在水产养殖上的应用, 主要有以下四个方面:

1. 水质净化剂

光合细菌能充分利用育苗水体中的有害物质,如利用硫化氢、氨、有机酸等有毒物质以及其他有机污染物质,作为菌体生长、繁殖的营养成分。使用光合细菌对生物耗氧量(BOD)数万毫升/升的有机废水进行净化,氨氮去除率达66%以上,化学耗氧量(COD)去除率达94%以上,生物耗氧量(BOD)去除率达98%以上,几乎不换水就可保持良好水质。因此,在育苗和养殖水体中,它是一类水质净化营养菌,具有清池和改良环境的作用。

目前,光合细菌作为养殖水体的净化剂,国内外均已进入生产性应用阶段。在日本、东南亚各国和我国的养虾池和养鱼池已经较普遍地投放光合细菌来改善水质,取得明显效果。如大连水产学院的养虾实验结果表明,使用光合细菌可提高单产23.1%。

2. 饲料添加剂

将光合细菌液以1%~5%的量添加到对虾饲料中,可提高对虾的产量。添加新鲜菌液的效果,要明显优于添加经真空干燥菌体和热喷干燥菌体的效果。

3. 鱼、虾、贝幼体的饵料

光合细菌营养价值高,在亲贝的蓄养和幼虫培育中均可作为辅助饵料投喂。青岛海洋大学以中国对虾所做试验表明,在蚤状幼体期应用光合细菌可提高虾苗成活率21%;应用光合细菌在海湾扇贝育苗中的试验结果表明,幼虫培育期由常规培育的10天左右缩短至5~7天,幼虫成活率达到92.4%,眼点幼虫变态率达96.5%,稚贝成活率高达98.1%,最高单产稚贝(壳高700微米)近2 000万粒/米³。

可见,光合细菌在育苗中的应用,一般对促进幼体生长、变态和提高成活率等方面有明显效果,极大地提高了产量。其主要作用有两方面,一是净化水质,改善幼体的环境条件;另一方面作为饵料被幼体摄食(贝类幼体和对虾幼体的蚤状阶段都能直接摄食光合细菌)。根据培育对象的不同,光合细菌可能只有一个方面的作用,也可能两者兼而有之。

光合细菌在育苗池中的投喂量一般为:将密度为1~2亿/毫升的光合细菌和密度为150~300万个/毫升的小硅藻(或等鞭藻),以1:20左右的比例混合投喂为宜。

光合细菌是一类微生物,对抗菌素较为敏感,因此,在育苗池中加投光合细菌时,应避免投放较高浓度的抗菌素。相反,若育苗池中投放了较高浓度的抗菌素,则避免投放光合细菌。

4. 浮游动物的饵料

用光合细菌和小球藻的混合液培养卤虫、轮虫和枝角类,能大量节省藻类,使用也非常简便,效果很好。

综上所述,光合细菌作为一种有益的微生物已开始在水产上发挥重要作用。随着科学技术的发展,人们对光合细菌的认识也将进一步深化。但现阶段,光合细菌的应用还存在着下列问题,应引起重视。

(1) 菌种问题:目前国内外应用于水产养殖的光合细菌菌种有很大差别,但其应用范围和应用对象却基本相同。由于各菌种存在着差异,应用效果也不同。

(2) 培养方法和生产工艺:目前培养光合细菌的方法不尽相同,既有全封闭的,也有半封闭的,就必然在菌种质量上存在差异,从而影响实际应用效果。

(3) 其他问题:在应用于幼体培育和作为饲料添加剂时,还有一个添加量和添加方式的问题。

光合细菌的培养及其在水产养殖上的应用有着广阔的发展前景,迄今为止,光合细菌的生产和应用均已进入商品化阶段,越来越多的养殖者已将光合细菌的使用作为提高养殖技术的手段。

第二节 光合细菌的培养基

目前应用的光合细菌培养基有多种配方,现将几种常用的配方介绍如下:

一、富集用培养基

(一) 红螺菌科用配方

氯化铵(NH_4Cl)	1.0 克
氯化钠(NaCl)	0.5~2.0 克
碳酸氢钠(NaHCO_3)	1.0 克
磷酸二氢钾(KH_2PO_4)	0.2 克
生长素辅助因子储液	1 毫升
乙酸钠(CH_3COONa)	1~5 克
硫酸镁($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.2 克
T. m. 储液	10 毫升
蒸馏水(或消毒海水)	1 000 毫升
pH 值	7.0

注:光合细菌是海水种则用消毒海水,是淡水种则用蒸馏水。

生长素辅助因子贮液:维生素 B_1 、菸酸、P-胺基苯甲酸、生长素等根据需要由数毫克到数十毫克。

(二) 着色菌科用配方

氯化铵(NH_4Cl)	1.0 克
氯化镁(MgCl_2)	0.2 克
碳酸氢钠(NaHCO_3)	1.0 克
磷酸二氢钾(KH_2PO_4)	0.5 克
硫化钠(Na_2S)	1.0 克
T. m. 储液	10 毫升
蒸馏水(或消毒海水)	1 000 毫升
pH 值	8.0~8.5

(三) 绿杆菌科用配方

氯化铵(NH_4Cl)	1.0 克
氯化镁(MgCl_2)	0.2 克
碳酸氢钠(NaHCO_3)	1.0 克
磷酸二氢钾(KH_2PO_4)	0.5 克
硫化钠($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)	1.0 克
T. m. 储液	10 毫升
蒸馏水(或消毒海水)	1 000 毫升
pH 值	7.3

附:微量金属元素(T. m.)贮液

三氯化铁($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	5 毫克
硫酸锌($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	1 毫克
硫酸铜($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	0.05 毫克
硝酸钴($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	0.5 毫克
硼酸(H_3BO_3)	1 毫克
四水氯化锰($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	0.05 毫克
蒸馏水	1 000 毫升

二、酵母膏、蛋白胨培养基

酵母膏	3 克
硫酸镁($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.5 克
蛋白胨	3 克
氯化钙(CaCl_2)	0.3 克
蒸馏水(或消毒海水)	1 000 毫升
pH 值	6.8

一般富集、分离和培养使用。

三、RCVBN 培养基

DL 苹果酸	4 克
硫酸镁($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	120 毫克
硫酸铵($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)	1 克
氯化钙($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	75 毫克
磷酸氢二钾(K_2HPO_4)和磷酸二氢钾(KH_2PO_4)缓冲液	10 毫摩尔
乙二胺四乙酸钠 Na_2EDTA	20 毫克
尼克酸	1 毫克
维生素 B_1	1 毫克
生物素	15 微克
T. m. 储液	1 毫升
蒸馏水(或消毒海水)	1 000 毫升
pH 值	6.8

富集、分离和菌种保藏用。

附：微量金属元素(T. m.)贮液

硼酸(H_3BO_3)	0.7 克
硫酸锌($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	60 毫克