

海水养殖技术资料汇编 第七十一辑

生物饵料增养殖技术
与人工配合饵料
(八)

中国科学院海洋研究所科技情报研究室

2002 年元月 青岛

海水养殖技术资料汇编 第七十一辑

生物饵料增养殖技术
与人工配合饵料
(八)

中国科学院海洋研究所科技情报研究室

2002 年元月 青岛

(以下资料可以来函复印, 或通过 E-mail: ocinfor@ms.qdio.ac.cn)

2001 年饵料专题文献题录

- 海藻在罗氏沼虾饲料中的应用研究 / 周歧存, 赵华超 (湛江海洋大学水产学院) // 饲料研究.—2001(8):5~6
- 气升式微藻光生物反应器培养条件的优化研究 / 孙卫明 (烟台大学) // 烟台大学学报.—2001(10):49~53
- 超声辐射对海水小球藻的生物效应 / 张元标等 (厦门大学海洋学系) // 厦门大学学报 (自然科学版).—2001, 40(3):653~657
- 海洋微藻分类生态及生物活性物质研究 / 高亚辉 (厦门大学生命科学学院) // 厦门大学学报 (自然科学版).—2001, 40(2):566~573
- 海洋微藻培育系统抗弧菌作用机理 / 林 伟等 (中国科学院海洋研究所) // 海洋与湖沼.—2001, 32(1):7~13
- 紫球藻培养液光衰减规律的研究 / 温少红等 (烟台大学海洋生化工程研究所) // 海洋通报.—2001, 20(2):35~39
- 海、淡水驯化对 5 种微藻脂肪酸组成的影响 / 陆开宏, 林 霞 (宁波大学海洋与水产系) // 水生生物学报.—2001, 25(2):179~183
- 影响微藻脂肪酸组成因素概述 / 杨秀霞等 (青岛海洋大学水产学院) // 海洋湖沼通报.—2001, 21(1):76~80
- 利用海洋微藻生产 DHA 和 EPA 的研究现状及前景 / 古绍彬等 (中国科学院等离子体物理研究所) // 中国水产科学.—2001, 8(3):90~93
- NaHCO₃ 浓度对等鞭藻 3011、等鞭藻塔溪提品系和绿色巴夫藻生长的影响 / 梁 英等 (教育部水产养殖重点实验室) // 中国水产科学.—2001, 8(1):37~40
- 臭氧处理海水对小球藻的生理效应 / 王成刚等 (山东海洋工程研究院海洋处) // 水产学报.—2001, 25(2):151~155
- 十九株海洋金藻的总脂含量及脂肪酸组成 / 詹冬梅等 (山东省海水养殖研究所) // 海水养殖.—2000, 55:28~32
- 小球藻固定化培养的初步研究 / 杨海波等 (大连大学化学化工系) // 水产科学.—2001, 20(5):4~7
- CO₂ 浓度倍增对牟氏角毛藻生长和光合作用的影响 / 胡晗华 (中国科学院水生生物研究所), 高坤山 (汕头大学海洋生物研究所) // 水生生物学报.—2001, 25(6):636~639
- 钝顶螺旋藻在 LED 光电板式光生物反应器中的培养研究 / 徐明芳, 李贻玲 (暨南大学生物工程系) // 海洋科学.—2001, 25(2):42~45
- 钝顶螺旋藻对五种微量元素营养需要的研究 / 崔青曼等 (河北农业大学水产学院) // 河北渔业.—2001(6):4~6
- 螺旋藻在动物生产中的应用 / 陈安国等 (浙江大学动物科学学院) // 饲料研究.—2001(8):9~11
- 新型动物饲料资源——螺旋藻 / 赖建辉, 王淑芳 // 饲料工业.—2001, 22(5):27~31
- 酚对极大螺旋藻生长的影响 / 李建宏等 (南京师范大学生命科学院) // 水生生物学报.—2001, 25(3):294~296

富硒螺旋藻培养技术研究 / 李志军等(上海交大学生命科学院)//水生生物学报.- 2001, 25(4):386~391

光合细菌 *Chromatium vinosum* 可溶性氢酶的某些理化性质 / 龙敏南等(厦门大学生物学系)// 厦门大学学报(自然科学版).—2001, 40(6):1283~1287

海洋浮游动物学研究/李少菁等(厦门大学海洋学系)//厦门大学学报(自然科学版).—2001,40(2):574~584

轮虫休眠卵用不同浓度盐溶液处理后卵壳的扫描电镜观察 / 张东升等(大连水产学院养殖系)//大连水产学院学报.—2001, 16(2):106~111

在蒙古裸腹蚤培养中用药物杀灭褶皱臂尾轮虫的研究 I. 5 中常用化学药物对蒙古裸腹蚤与褶皱臂尾轮虫的急性毒性 / 赵永明, 何志辉(大连水产学院养殖系) // 大连水产学院学报, 2001,16(4):274~279

鱼类饲料蛋白源的开发/张远隆, 刘桂香(沈阳大学生物工程系)// 饲料研究, 2001 (1): 19~18, 17

目 录

微生物在水产养殖中的应用	刘卫东等 (1)
饵料生物之培养与利用 7-11	苏惠美 (7)
臭氧处理海水对小球藻蛋白质、氨基酸和碳水化合物含量的影响	王成刚等 (36)
光照、温度、碳源及接种密度对微绿球藻生长的影响	张海琪等 (39)
NaHCO_3 在亚心形扁藻培养中的作用	张华军等 (44)
NaHCO_3 浓度对塔胞藻、小球藻和新月菱形藻生长的影响	梁 英等 (47)
漂白液在单胞藻饵料生产中应用及检测方法	高士香, 杜文国 (52)
不同培养基对纤细角毛藻生长的影响	梁 英等 (54)
$\text{Cu}^{2+}\text{Zn}^{2+}\text{Cd}^{2+}$ 对五种单细胞藻类光和色素含量的影响	苏秀榕等 (56)
单胞藻培养中的敌害生物防治	戴海军 (58)
两种海洋单胞藻浓缩与保存效果的研究	干培磊等 (60)

螺旋藻在水产养殖中的应用	齐莉莉, 王进波 (69)
螺旋藻藻种保藏方法	李士强等 (72)

光合细菌在水产养殖上的应用研究与进展	丁 雷, 赵德炳 (73)
益生菌制剂在水产养殖中的应用	俞 勇等 (77)
益生净水复合菌在水产养殖中的应用	汉宝集团 (81)
水生动物饲料中益生菌的应用与发展	奚锐华, 齐风生 (83)
鱼用益生菌研究进展	李白金 (85)

模拟工厂化培养蒙古裸腹蚤的试验研究

1. 蒙古裸腹蚤摄食小球藻和酵母时的摄食率、食物保证度和生产量	徐立蒲, 何志辉 (86)
四种常用药物对蒙古裸腹蚤的毒性研究	王广军等 (92)
蒙古裸腹蚤的培养及在红鳍东方鲀育苗中的应用	桂远明等 (95)
不同喂养条件和营养强化对大型蚤总脂及脂肪酸组成的影响	黄显清等 (98)
短鳃伪稚虫的习性、分布及其在对虾养殖中的应用研究	孙修涛等 (103)

运用不同浓度卤水和风选法提高国产卤虫卵孵化性能	黄旭雄, 陈马康 (109)
我国六个产地卤虫初孵无节幼体的营养价值	曾庆华等 (112)
卤虫在不同饵料培养介质中的生长规律	何舒宁等 (117)
光周期对卤虫繁殖的影响	黄旭雄等 (120)
卤虫杂交品系生化特性的初步研究	张志峰, 刘成程 (124)
卤虫卵质量鉴别与孵化技术	姜增华, 徐马林 (68)
盐度因子对卤虫生长的影响	何叔宁等 (152)

轮虫的生态习性 & 养殖技术	庞景贵 (129)
几个生态因子对卜氏晶囊轮虫休眠卵萌发的影响	金送笛等 (132)

轮虫培育池浮游生物的时空分布·····	刘 青等 (138)
海洋酵母培养褶皱臂尾轮虫的脂肪酸组成研究·····	陈 炜等 (145)
两种消毒剂处理对孳化臂尾轮虫休眠卵萌发的影响·····	席贻龙等 (148)
海产褶皱臂尾轮虫 (<i>Brachionus plicatilis</i> O.F.Muller) 培养实用技术 ·····	郑永和 (151)
双齿围沙蚕亲体培育技术试验·····	蒋霞敏等 (153)
双齿围沙蚕人工育苗初步研究·····	程宝平 (155)
海水鱼种苗工厂化生产中生物饵料的稳产技术·····	马庆涛 (158)
河豚鱼钓饵料的选择和加工·····	张洪亮 (159)
水产高效营养液在中国对虾育苗生产中的应用 ·····	王文斌等 (160)
人工配合饲料与天然饵料对中国对虾生长贡献的研究·····	张 硕等 (164)
虾类氨基酸营养需求的研究进展·····	姚翠鸾等 (169)
虾蟹类幼体的脂类需求及脂类与发育的关系·····	成永旭等 (171)
对虾包膜饵料的喂养试验·····	陈四清等 (174)
非营养性饲料添加剂在水产养殖中的应用及发展态势·····	唐建勋 (176)
生物活性添加剂在水产动物饲料中的应用效果·····	陈焕铨 (179)
水产养殖饲料蛋白源开发利用研究现状·····	郭沛涌, 王运涛 (180)
新型水产饲料及饲料添加剂综述·····	杨 捷 (184)
大蒜素在水产饲料中的合理应用 ·····	林凤荣 (186)
绿色水产饲料添加剂 ·····	周兴华, 蒋成春 (161)
水产养殖的饲料损失量及原因分析·····	叶元士等 (189)
水产动物饲用微生物制剂的研究与应用 ·····	桂 雄 (192)
水产养殖引入 EM 技术·····	(196)

信息与短讯

单细胞藻培养应注意的问题 (59) 螺旋藻饵料带旺蟹苗生产 (194) 科学施用光合细菌 (76) 超浓缩光合细菌在水产养殖中的应用 (195) 丰年虫卵质量的鉴定 (128) 轮虫室内培育实用技术 (144) 不同脂肪源对褶皱臂尾轮虫脂类和脂肪酸组成的影响 (193) 双齿围沙蚕人工育苗及养殖试验 (157) 人工养鱼虫 (195) 新发现饲料中添加高量维生素 C 可防治鱼病 (91) 配合饲料用芝麻饼作蛋白源需添加氨基酸 (82) 何谓渔用饲料安全工程? (157) 怎样考察鱼粉的质量 (187) 绿色饲料添加剂已问世 (187) 鱼类抗应激和防病的营养物质 (97) 非洲鲇对饲料中的色氨酸和精氨酸的需要量 (190) 包膜维生素 C 的选择和使用 (188) 日本开发出新型鱼饲料专用酵母 (188) 酵母类饵料的分类和品质 (191) 关于对虾饲料诱食性认识上的误区 (193) 我国饲料加工跻身世界先进行列 (57) 干性颗粒饲料为网箱养殖的主饲料 (59) 渔用饲料中添加抗生素所带来弊病 (36) 日本开发海产锌功能食品 (191) 海藻酸及海藻酸盐是优质面条改良剂 (144) 养殖网箱的自走式水中洗网机 (175)

微生物在水产养殖中的应用

刘卫东, 苏浩, 邓立康

(辽宁省海洋水产研究所, 辽宁 大连 116023)

摘要:从四个方面论述了微生物在水产养殖中的应用:微生物饲喂水产动物、微生物用于水产动物疾病的防治、微生物生态制剂的应用和微生物改良水质。简单介绍了微生物溶藻、微生物诱导贝类附着和工程菌应用于水产养殖的新进展。

关键词:微生物;水产养殖

中图分类号:S963.211

文献标识码:A

文章编号:1003-1111(2001)02-0028-04

微生物是自然界中分布最广、种类最多、数量最大、个体最小的生物类群。由于微生物能直接或间接作用于水产养殖对象,从而影响着养殖效果,所以微生物在水产养殖中的应用已越来越为人们所重视。

1 微生物饲喂水产动物

微生物体内含有丰富的营养物质,人们很早就开始探索用微生物作为养殖对象的营养来源,而现代微生物学和发酵工艺也使这种微生物来源饵料的大批生产成为可能。1967年平田森以面包酵母代替海水小球藻饲喂轮虫取得成功,解决了轮虫的代用饵料问题,使轮虫得以大量培养,成为鱼类育苗初期饵料的首选品种。1969年今村等以葡萄糖为碳源,用尿素、磷酸钾为辅助原料,以海水中生成的微生物群体为主体构成的“微生物团絮”代替硅藻,来饲养日本对虾幼体获得成功;1976年用于三疣梭子蟹育苗也获得成功。“团絮”内包含的生物主要是酵母(细胞数 $10^7 \sim 10^8$ /ml)和细菌(细胞数 $10^8 \sim 10^9$ /ml)^[1]。自然界中微生物是刺参最重要的饵料之一;刺参能量需求的70%以上由细菌提供,其消化道中的细菌数量要比周围环境中的大得多^[2]。俄罗斯学者的实验表明:98%的形态不同的各种细菌都可以被刺参吸收消化,用荧光假单胞菌和臭味假单胞菌投喂的刺参幼体成活率为12%~13%。细菌性饵料的营养和能量相当于碎屑饵料水平,可以保证幼参代谢需要^[3]。饲料酵母富含动物所

必需的多种维生素和微量元素,已成为鱼、虾、贝类等人工配合饵料的重要添加剂。仲维仁等在对虾饵料中用饲料酵母替代部分鱼粉,养殖结果表明:该饵料使对虾的成活率和产量均有所提高,饵料系数有所下降^[4]。近年来,国内甲壳类和贝类等苗种生产方兴未艾。在单细胞藻类饵料供给不足时,往往以螺旋藻粉或蛋黄等作代替饵料。这种做法虽然在营养上满足了水产动物的需要,却给养殖水体中带来过多的有机物而破坏了水质,导致育苗效果不理想;海洋酵母的开发和利用圆满地解决了这个问题。除海洋酵母之外,光合细菌的使用也取得了良好的效果。光合细菌菌体营养丰富,含粗蛋白65%左右,还含有丰富的B族维生素、叶酸、生物素、类胡萝卜素和辅酶Q等^[5]。安树生等人利用光合细菌与单胞藻混合投喂海湾扇贝幼体的效果明显优于单独投喂单胞藻^[6]。俞吉安等以2%的光合细菌添加到饲料中投喂草鱼、鳊鱼和鲢鱼夏花苗,成活率提高5%~28%,单产提高15%~30%,饵料系数下降20%~23%,取得了良好的经济效益^[7]。

2 微生物用于水产动物疾病的防治

微生物是各类疾病的最终引发者。能引起疾病的微生物除了细菌以外,还有病毒、霉菌、立克次体等。要达到防治疾病的目的,除了保持良好水质,施用抗生素外,疫苗免疫接种是防治病毒疾病和细菌疾

病的有效方法。

对于脊椎动物而言, 由于其体内具备完整的免疫系统, 抗原能引起机体产生对应的免疫应答, 人们可直接应用医学上现有的方法和技术进行疫苗制备和免疫接种。目前, 鱼类疫苗主要分为: 死疫苗 (将病原体扩大培养后, 以物理或化学方法在确保免疫力情况下灭活)、减毒疫苗 (用致病性大为减弱的减毒株制备的疫苗)、亚单位疫苗 (通过提取病毒的亚单位如蛋白质、血凝素等而制成)、化学疫苗 (用化学方法提取细菌的有效成分如脂多糖而制成) 和基因工程疫苗 (将某一病原主要免疫性蛋白的密码基因 DNA 转移、重组后而获得)。弧菌疫苗是水产养殖业中较为成熟的疫苗, 在虹鳟、鳊鱼和多数鲤科鱼类的弧菌病防治中应用广泛且效果良好^[8]。目前正在开发利用的病毒疫苗有: 传染性胰坏死病毒疫苗、出血性败血病病毒疫苗、传染性造血组织坏死病毒疫苗、鲤鱼春季出血病病毒疫苗、斑点叉尾鮰病毒疫苗、草鱼病毒性出血病病毒疫苗和淋巴囊肿瘤病毒疫苗等^[9]。鱼类疫苗的给予途径主要有注射、浸浴、喷雾和口服等方式。

对无脊椎动物而言, 其体内不具备完善的免疫系统, 不能进行特异性防御, 主要靠非特异性防御反应来抵抗病原微生物的侵扰。许多学者尝试用微生物诱导水生无脊椎动物提高免疫力: Cheng 等用灭活的杆菌 *Bacillus megaterium* 接种贝类后, 发现血清和血淋巴中脂酶的活性增加; 将活动的细菌添加到养殖牡蛎或圆蛤的水体中后, 牡蛎的血细胞和圆蛤血清中的氨肽酶和溶菌酶的水平有所提高^[10]。Itami 等将用福尔马林处理过的细菌 *Vibrio* sp. 分别以质量分数为 0.05%、0.5% 和 5% 添加于微胶囊饵料中投喂斑节对虾幼体; 结果显示, 实验组成活率分别为 39%、28% 和 25.5%, 而对照组仅为 19.5%。显然, 这种死菌疫苗的添加增强了斑节对虾幼体的抗病性^[11]。李太武等用河流弧菌 II 的灭活和减毒疫苗以注射和口服方式对皱纹盘鲍进行免疫接种, 结果表明: 免疫鲍比未免疫鲍提高成活率在 50% 以上^[12]。这项工作使我们有理由相信, 在大规模生产中, 运用免疫方法预防无脊椎动物病害的发生是完全可行的。

3 微生物制剂的应用

1970 年以前人们广泛使用抗生素来防治疾病, 这种做法引发出许多不良后果。70 年代后期, 人们的注意力开始从过去较偏重于对付有害微生物, 转向保护、利用、协调和培植那些有用微生物。微生物制剂的研究和应用被越来越多的人所重视。微生物制剂是

指应用动物体内外正常的有益微生物经特殊工艺而制成的活菌制剂。目前, 微生物制剂作为饲料添加剂广泛应用于畜牧业, 以提高饲料品质和动物抗病能力且促进其生长。除上述之光合细菌外, 应用于水产业的微生物制剂有: 纳纳克菌剂、美茵方、Jy10 (节杆菌)、Jy13 (乳杆菌)、复方回春生 (双歧杆菌制剂)、益菌王、EM (有效微生物菌群) 等。

目前, 微生物制剂的作用机理还不完全清楚。有关微生物作用方式和微生物代谢的研究表明其作用机理可简要概括为: (1) 抑制有害微生物, 与有害微生物竞争养分和附着部位; (2) 通过提高或降低酶活性, 改善有益微生物代谢, 产生有机酸或降低 pH 值, 抑制某些致病菌, 同时降低肠内胺和氨的生成; (3) 刺激免疫系统, 提高吞噬细胞活性和抗体水平, 提高免疫力^[13]。桂远明等从正常鲤鱼肠道中分离出 Jy10 (节杆菌) 和 Jy13 (乳杆菌), 将它们制成微生物制剂并添加到饲料中去。以该饲料投喂鲢鱼, 不仅提高了生长速率, 而且增加了抗病能力。其白细胞吞噬率和吞噬指数, 巨噬细胞吞噬率和 E 玫瑰花环形成率均高于对照组。受到攻击后试验组的成活率、特异性抗体效价等均明显高于对照组^[14]。王经邦等应用不同来源的正常肠道菌制成微生物制剂, 以此作为饲料添加剂进行仔鳊肠道微生物生态的重建实验。结果表明, 受试仔鳊的嗜食性均有明显提高^[15]。黄永春等利用 EM 作为饲料添加剂饲养建鲤发现: 实验组建鲤的红细胞、血红蛋白含量均高于对照组, 耗氧率低于对照组; 这使其具有较高的抗逆性^[16]。微生物制剂在对虾育苗与养殖中的应用也取得了显著的效果。吴垠等从对虾消化道中筛选出三株微生物菌株, 将它们分别制成微生物制剂并作为饲料添加剂, 能显著提高出池仔虾的成活率, 并有一定的促生长作用^[17]。邹向阳等成功地将双歧杆菌生态制剂应用于中国对虾育苗, 从无节幼体到商品虾苗的成活率提高了 55%~60%, 而且对虾幼体生长发育的速度、增重和抗病力均有所提高^[18]。

4 微生物改良水质

水产养殖业中, 长时间养殖常使养殖水域底部, 尤其是老虾池底部积累大量的残余饵料、排泄废物、动植物残体以及有害气体 (氨, 硫化氢等)。这些物质往往导致水质败坏使水产动物受到毒害, 净水微生物的使用使业主在不中断养殖过程的情况下, 清除这些有害物质。净水微生物的代谢具有氧化、氨化、硝化、反硝化、解磷、硫化及固氮等作用, 能将上述有

害物质分解为二氧化碳、硝酸盐、硫酸盐等;不仅净化了水质,且能为单细胞藻类的繁殖提供营养物质促进藻类繁殖。这些藻类的光合作用,又为池内养殖动物的呼吸、有机物的分解提供氧气,从而形成一个良性的生态循环,有利于水产动物的迅速生长。同时由于净水微生物的大量繁殖,在池内形成优势种,可抑制病原微生物的繁殖,减少疾病发生。硝化细菌和前面提到的光合细菌是比较常用的净水微生物^[19,20];许多净水微生物的商业制品是由多种细菌组成的,台湾省生产的一种由氢氧化菌、硫化菌、甲烷氧化菌及纤维素分解菌等多种细菌组成。在应用这些细菌改良底质时,常将细菌先吸附到一些吸附物上,再将吸附物投到池底;这样,既可以使大多数微生物直接到达池底发挥作用,又使细菌脱离池底较恶劣的环境。日本学者用沸石和火成岩砂吸附一种乳杆菌,用以分解虾池底部有机淤泥,结果使有机淤泥发生量减少1/2~1/3,硫化氢减少1/3,虾的成活率提高10%~20%^[21]。除虾池以外,微生物同样用于海底有机物的分解。日本科学家发现枯草菌能分解蛋白质和碳水化合物,并且抑制海底硫化物的产生。用该细菌处理海底有机物,两个月可减少有机淤泥20 cm^[22]。

5 微生物在水产养殖业中新的应用

5.1 微生物防治有害藻类

养殖水域中的有害藻类以各种方式危害养殖对象;防治有害藻类的方法除了去除磷氮等营养物质,施用杀藻剂和引进鱼类、贝类或漂浮被子植物等方法外,用微生物除去有害藻的方法正在研究中。病毒、细菌和真菌均有溶藻的报道,其中以细菌溶藻的报道为多。概括起来,细菌对藻类生长的抑制和藻细胞的溶解有以下几种方式:(1)藻类同粘细菌直接接触并生长于其中,宿主细胞壁被溶解;(2)细菌释放有毒物质到环境中,非选择性地杀伤藻类细胞;(3)藻同细菌竞争有限的营养物质而失败;(4)噬菌体同时是噬藻体,从细菌转移到蓝藻细胞中使新的宿主溶解。应当指出的是,细菌具有非选择性溶藻的作用;病毒具有专一性溶藻的特点,在细菌的协助下,病毒可以加快溶解某种藻类的速度,这一情况为我们提供了一种治理水华,定向杀死有害藻类的新途径^[23]。

5.2 用微生物诱导贝类附着变态

1973年,Young等发现海洋无脊椎动物幼虫的附着变态对微生物粘膜有很强的依赖性^[24]。徐怀恕等自海湾扇贝幼虫附着基表面分离到99株附着细菌,它们分别属于9个属。单一菌株实验表明,不同

菌株形成的菌膜对幼虫附着的吸引力大小不一;有的细菌促进幼体附着,有的则起抑制作用^[25]。生菊等研究表明,某些细菌粘膜促进扇贝幼体变态附着,某些微生物的代谢产物 α -氨基丁酸和黑色素也能促进扇贝幼体的变态附着^[26]。用这些细菌处理扇贝幼虫附着基可以提高苗种的产量和质量。目前用海洋细菌诱导牡蛎幼虫附着变态已应用于生产^[27]。

5.3 工程菌在水产养殖上的利用

工程菌是用基因工程技术改造过的微生物的总称。80年代后期,一些国家陆续开始进行构建鱼类生长激素工程菌的研究工作。国家海洋局第三海洋研究所经过几年的努力在国际上率先克隆了三种海洋鱼类的生长激素基因,并成功地构建了鲈鱼生长激素基因胞内及胞外高效表达酵母工程菌。将该工程菌及其分泌的鲈鱼生长激素作为饲料添加剂来喂养鱼苗,结果比对照组增重35%以上^[28]。海洋生物中存在一些抗病毒的肽类和多糖,但往往因资源有限,提取过程复杂,难以应用于生产。通过基因工程技术生产抗病毒多肽或生产抗病毒多糖添加剂,可望成为解决鱼虾病毒性疾病问题的重要途径之一。

齐鲁渔业,2001,18(4):29-30

参考文献:

- [1] 刘卓,王为祥. 饲料浮游动物培养[M]. 北京:农业出版社,1990.
- [2] 隋锡林. 海参增殖[M]. 北京:农业出版社,1990.
- [3] ВЛАДИВОСТОК. Научно-технические проблемы - марикультуры в стране[M], 1989.
- [4] 仲维仁,张淑华,修淑芳. 活性饲料酵母在对虾饲料中的应用研究[J]. 饲料工业,1992,13(1):39-42.
- [5] 黄美珍,李志棠. 水产饲料微生物添加剂研究的进展[J]. 台湾海峡,1998(增刊):95-99.
- [6] 安树升. 光合细菌培育海湾扇贝幼体的生产试验[J]. 水产科学,1996,15(3):22-25.
- [7] 俞吉安,林克斯,言世贤,等. 应用光合细菌饲料添加剂养鱼的研究报告[J]. 淡水渔业,1991(3):8-11.
- [8] 徐怀恕,张晓华. 海洋微生物技术[J]. 青岛海洋大学学报,1998,28(4):573-581.
- [9] 吴金炉,曾志南. 鱼类病毒病与鱼类病毒疫苗[J]. 海洋科学,1999(4):37-42.
- [10] CHENG T C. Release of lysozyme from hemolymph cells of *Mercenaria mercenaria* during Phagocytosis [J]. *J Invert Pathol*, 1975, 27: 243-245.
- [11] ITAMI T, TAKAHASHI Y, YONEOKA K. ヒブリオ死菌添加マイクロキヤブセス飼料投与によるラテシ

- エビ *Penaeus monodon* 幼生の生残効果[J]. 水产の研究, 1993, 12(16): 86.
- [12] 李太武, 丁明进, 相建海, 等. 皱纹盘鲍对河流弧菌—Ⅱ苗免疫的研究[J]. 海洋与湖泊, 1997, 28(1): 27-31.
- [13] 黄永春, 蔡葆青, 林祥日. 微生态制剂在水产饲料中应用的前景[J]. 台湾海峡, 1998, (增刊): 100-104.
- [14] 桂远明, 何幽蜂, 吴垠, 等. 生态制品(Jy10, Jy31 复合制剂)饲料添加剂对提高鲤抗病力的研究[J]. 中国微生态学杂志, 1994, 6(6): 27-33.
- [15] 王经邦, 洪黎民. 仔鳃肠道微生态的重建与嗜食性研究[J]. 中国微生态学杂志, 1991, 3(1): 59-62.
- [16] 黄永春, 王盛伦, 王全英, 等. EM 对建鲤血液指标及耗氧率的影响[J]. 福建畜牧兽医, 1997(5): 3-5.
- [17] 吴垠, 王斌, 祝国芹, 等. 微生态调节剂对提高中国对虾抗病力的研究[J]. 中国微生态学杂志, 1996, 8(1): 28-32.
- [18] 周常义. 生态制剂在水产养殖中应用的研究进展[J]. 福建水产, 1996(1): 62-64.
- [19] 王克行, 俞开康. 对虾健康养殖新技术问答[M]. 北京: 农业出版社, 1999.
- [20] 柯清水. 硝化细菌与水产养殖的关系如何? [J]. 养鱼世界, 1999(1): 83-86.
- [21] 工业新闻. 底质改良剂为开发—砂利に微生物を吸着させ分解[J]. 养殖, 1998, 35(9): 109-110.
- [22] 佐贺新闻. 枯草菌で海底堆積物浄化[J]. 养殖, 1995, 31(8): 135.
- [23] 赵以军, 刘永定. 有害藻类及其微生物防治的基础——藻菌关系的研究动态[J]. 水生生物学报, 1996, 20(2): 173-181.
- [24] YONG L, MITCHELL M. The role of microorganism in marine fouling[J]. *Int Biodeterior Bull*, 1973(9): 105-109.
- [25] 徐怀恕, 许兵. 扇贝幼虫附着基的细菌组成及其作用[J]. 水产学报, 1991, 15(2): 117-123.
- [26] 生菊, 许兵. 海洋细菌对海湾扇贝幼虫附着的影响[J]. 青岛海洋大学学报, 1994, 24(增刊): 149-156.
- [27] WEINER R M, et al. Applications of biotechnology to the production, recovery and uses of marine Polysaccharides[J]. *Biotechnology*, 1985(3): 889-902.
- [28] 李志荣, 黄美珍. 海洋生物技术产业发展动向[J]. 福建水产, 1997(2): 78-81.

(上接第 102 页)

3.4 大型溞的应用前景

通过不同食物条件及营养强化对大型溞脂质、脂肪酸组成的影响研究与分析, 发现有机肥和海水小球藻培养的大型溞及经鱼油强化或海水小球藻二次培养的酵母大型溞是一种富含 EPA、DHA 等 ω HUFA 的全价活饵料, 结合前面进行的大型培养实验、生长生殖实验及耐盐性实验结果^[7], 大型溞可部分替代卤虫进行河蟹、罗氏沼虾及其它半咸水品种的育苗。若要将其应用于海水鱼类育苗生产, 需引种驯化高盐水域的大型溞种群进行开发研究。

上海水产大学学报, 2001, 10(1): 49-54

参考文献:

- [1] 获野珍吉. 鱼类的营养和饲料[M]. 北京: 农业出版社, 1987. 90-129.
- [2] 童圣英, 姜宏, 陈伟. 不同喂养条件下蒙古裸腹溞脂肪酸组成的比较[J]. 中国水产科学, 1998, 5(3): 58-62.
- [3] 童圣英, 林成辉, 王雪海. 蒙古裸腹溞营养成分分析与评价[J]. 大连水产学院学报, 1988, 11(3, 4): 29-32.
- [4] Castell. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout lipid metabolism and fatty acid composition[J]. *J Nutr*, 1972, 102: 93-99.
- [5] Fuji M. Effect of ω -3 fatty acids on growth feed efficiency and fatty acid composition of red sea bream[J]. *Rept Fish Res Lab Kyushu Univ*, 1976, 3: 65-86.
- [6] 张利民. 稚鱼生物饵料的 DHA 营养强化[J]. 齐鲁渔业, 1996, (13/5): 36-38.
- [7] 黄显清, 王武. 温度、盐度对大型溞生长及生殖的影响[J]. 上海水产大学学报, 2000, 9(1): 16-20.

餌料生物之培養與利用 -7

蘇惠美

水產試驗所東港分所

(六) 擬球藻

Nannochloropsis oculata

金藻門 Chrysophycophyta

真眼點藻綱 Eustigmatophyceae

真眼點藻目 Eustigmatales

單珠藻科 Monodopsidaceae

1. 生物特性

擬球藻之細胞為小球體(圖4d)，直徑2~4微米，無鞭毛，無眼點，外觀與綠球藻極相似，故稱之為擬球藻。唯細胞較小，藻色稍黃(培養老化時更明顯)，分裂時產生兩個子細胞(綠球藻產生四個)。此藻在1986年始經日本筑波大學千原光雄等定名為 *Nannochloropsis oculata* (Maruyama *et al.*, 1986)，在此之前在日本稱之為海產綠球藻(marine *Chlorella*)。擬球藻屬真眼點藻綱，含有葉綠素a及類胡蘿蔔素 violaxanthin 及

vaucheriaxanthin ester，而綠球藻屬綠藻綱則含有葉綠素a、b及類胡蘿蔔素 lutein。擬球藻主要發生於溫帶水域。最近之研究(Gladu, *et al.*, 1995)亦指出名為 *Chlorella minutissima* UTEX 2341 Fott et Novakova 之藻株，含有其他 *Chlorella* 藻株沒有的 sterols，如 cholesterol、isofucosterol、24~methylencholesterol 及 fucosterol 及，並含有 20：5n3、chlorophyll a 及 violaxanthin，不含 chlorophylls b 或 c；應亦屬真眼點藻綱之 *Nannochloropsis* sp。其在生長停滯期的細胞有相當比例具有細胞外構造，離心會移去或瓦解該構造。*Nannochloropsis* 屬細胞內之色素成份 chlorophyll a : b : c : p (carotenoid) 之比值為 1 : 0.00~0.03 : 0.01~0.03 : 0.04~0.54，但 *Chlorella* 屬

則為 1 : 0.34 : 0.02 : 0.35。因此某些分類上名為 *Chlorella* 屬者，其真正類別待驗證。

真眼點藻綱亦包含原屬綠藻綱之 *Nannochloris oculata* 及原屬黃藻綱(Xanthophyceae)之 *Monallantus salina*。綠藻綱含 Chlorophylla & b 及類胡蘿蔔素 lutein，黃藻綱含 chlorophylla & c 及類胡蘿蔔素 didinoxanthin & diatoxanthin，真眼點藻綱含 Chlorophyll a 及類胡蘿蔔素 violaxanthin & vaucheriaxanthin ester。其中 *N. oculata* 具有 urease (尿素分解酵素)，細胞二分裂，不產生動孢子。*Ellipsoidon* 與 *Monallantus* 為同屬異名(Bourrelly 1968, cited in Antia *et al.*, 1975)，故 *E. acuminatum* 亦為真眼點藻綱之一成員(Hibberd and Leedale, 1972, cited in Antia *et al.*, 1975)。

日本屋島試驗場於1963年在1噸水槽中施肥，培養採自屋島灣之矽藻，起初矽藻滋生繁茂，不久即漸減，且水色由褐轉綠，終於變成以海產綠球藻為優勢種。於是接入橈足類飼養，但不久橈足類即漸死亡，僅剩藻類仍繼續增殖。而後雖棄之不管，但隨著藻色漸淡，卻伴生許多白色小點的壺形輪蟲。得此啟示，研究人員乃開始以擬球藻培養輪蟲，並以輪蟲投餵魚苗，展開海產魚介類種苗生產的新頁。擬球藻含有豐富的二十碳五烯酸（EPA），故頗適於壺形輪蟲的培養與營養強化，以及種苗培育池之水色維持。臺灣原來不產擬球藻，目前普遍應用於海水魚苗生產之品系，係筆者於1987年11月前往日本參加國際紅潮研討會時，自日本國立養殖研究所取得種源，帶回東港分所培養而成者。

（1）前人研究

Hirata and Muraloshi (1977) 比較 72 ~ 1440 l/day 打氣量對 marine *Chlorella* (簡

稱 Nan) 增殖之影響，得到最適量為 300 L/day；以活性污泥作肥料打氣有良好增殖，不打氣則沒有生長；當以碳酸鈣吸收了二氧化碳，雖打氣也不增殖，顯示打氣作用主為提供二氧化碳。

Hirata (1980) 指出光照很重要，所以水深 50 ~ 60 cm 為適，照光時間 12 ~ 14 時為佳，並於照光後 2 ~ 3 小時接種；5 ~ 45 ppt 可增殖，20 ~ 30 ppt 較佳；確保種源更重要，在良好條件下，每日可增加 2 倍，每 4 ~ 5 日移植再接，可確保良好種株，若懶惰經 10 餘日再接，則事倍功半。用無機鹽或有機肥作培養液，無機肥料可用硫酸銨 180 mg/l、過磷酸鈣 50 mg/l 及 Clewat 32 (日本產品微量金屬混合物) 15 mg/l，或硝酸鉀 500 mg/l、 KH_2PO_4 100 mg/l 及 Clewat 32 微量。有機肥之製作乃在 1 L 水加入 50 g 魚廢棄物，十分腐熟臭味變淡時，取上清液，經濾網過濾後之腐汁，在 70 ~ 80°C 加熱 30 分鐘，稀釋 50 ~ 100 倍使用。

Yamasaki and Hirata (1989) 指出 Nan 之培養欲達 30×10^6 cells/ml 之細胞密度，約需 0.5 mM 氮肥，且對尿素之利用不如硫酸銨。生長在氮源豐富培養液中之藻細胞移於缺氮培養液中，細胞內之氮含量減少一半。

Teshima *et al.* (1983) 研究顯示 Nan 在 14 ~ 28°C 間，細胞生成 20 : 5n3 之能力於最高溫時最低，但在 14°C 不同鹽度 (4 ~ 30 ppt) 時，產量並沒有差異。

Okauchi *et al.* (1990) 研究顯示培養 6 天的細胞為對數增殖期，其細胞中之蛋白質、氨基酸 tryptophan 及脂肪酸 EPA 含量，均比 10 天及 14 天培養者高；14 天培養者之含量分別為 6 天培養者之 66%、42% 及 60%。Nan 之最適生長條件為 25°C、15 ~ 30 ppt 鹽度、pH = 8、12 Klux 以上照度，培養 5 ~ 7 天營養價最高。

Igarashi *et al.* (1990) 指出龍蝦幼苗培育池中添加 Nan，幼苗之活存及脫皮較佳，水色

顯現為綠時，菌相以 *Pseudomonas* 為主，轉為白濁時也以 *Pseudomonas* 為主，轉為透明時主為 *Vibrio*。因為 *Vibrio* 分泌之酵素會溶解藻細胞之色素，故藻水成為無色。

Suen *et al.* (1987) 研究顯示：在氮受限下，生長率達到 330mg/l/day。氮充裕時，脂質約佔 AFDW（無灰分乾重）之 24 ~ 30%，不足時提高為 55%。主要油脂為三甘油脂（79%）、極性脂（9%）和碳氢化合物（2.5%）。氮不足時脂質之生成，主要源於 CO_2 之固碳作用。脂肪酸組成之最大差異為不飽和程度，氮充裕時，23% 為飽和脂肪酸；不足時，飽和脂肪酸佔 59%。

Sukenik *et al.* (1993) 指出濁度不變的培養方法（Turbidostat culture），為避免自我遮蔽作用，應維持藻濃度為 10^7 cells/ml or 50 mgDW/l 之。以 250 μM NaNO_3 為單一氮源及其他 f/2 營養鹽連續添加，可維持生長率為 0.2 to 0.92 d^{-1} 之營養鹽不變的培養方法

（Chemostat culture）。戶外培養之操作為以 2mM 硫酸銨，0.2 mM H_3PO_4 及 20 μM $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 為肥料，每天以 10 ~ 30% 新培養液添加並收穫 10 ~ 30% 之培養體積。光照增強，EPA 減少而 16:0 增加，在低照度、氮充裕及 25°C 生長條件下，細胞之 EPA 含量最豐富。

利用微藻對除草劑 DCMU (3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea) 之不同耐受性，可將除草劑溶於酒精或 DMSO (dimethylsulfoxide)，製成溶液；當濃度為 10^{-6}M 時可殺死 *Chaetoceros*，為 10^{-7}M 時降低 *Dunaliella* 及 *Isochrysis* 之光合作用速率，但 Nan 不受影響；因此可加入 10^{-6}M DCMU 使 Nan 成為單一優勢種 (Gonen-Zurgil *et al.*, 1996)。

2. 培養方法

(1) 溫度、鹽度、光照度及 pH 值：擬球藻在 10 ~ 35°C 溫度範圍內均能增殖，而以 25 ~ 31°C 間之增殖率最高，在 37°C 之水溫環境中 2 ~ 4 小時仍能

活存，且於降溫後仍能增殖。對鹽度之適應範圍甚廣，在 5 ~ 77ppt 範圍內均能增殖，而以 20 ~ 35ppt 鹽度之增殖最好。喜歡強光照，增殖率隨照度增加而增加，至 12,000 lux 時增殖率達最高，且維持不變至 30,000 lux 仍可維持最高增殖率。培養液最初的 pH 值與增殖率間之關係呈拋物線，以 pH 7.5 ~ 8.8 之增殖最好。

(2) 肥料：擬球藻最初於日本屋島試驗場培養時，所用之肥料為硫酸銨 50g/噸、過磷酸鈣 15g/噸、帝國化學製造之 Clewat-32（微量金屬混合物）5g/噸。目前，日本各水產試驗場、栽培漁業中心之使用量為：硫酸銨 50 ~ 100 公克/噸、尿素 10 ~ 60 公克/噸、過磷酸鈣 15 ~ 30 公克/噸、Clewat-32 0 ~ 5 公克/噸。依據筆者試驗結果，使用單一氮肥時尿素效果最好，不過混合等濃度硫酸銨及尿素之肥效比單一氮肥更好，因此，目前使用硫酸銨 66 公克/噸、尿素 30 公克/噸、過磷酸鈣 30 公克/噸。

一般於培養之始以全部水量來計算基肥使用量 且於再添新水時再施肥 施肥量以所加水量計算

(3) 培養流程：

1) 清洗水槽，使用有效氯 10% 左右之工業用漂白水消毒水槽、打氣管及打氣石。漂白水使用量為 10~20 ppm 有效氯，亦即 1 噸水加 100~200 ml 工業漂白水。

2) 培養槽注入海水，接著加入 10 ppm 有效氯之漂白水，靜置隔夜後，再加入 10 ppm (10 公克/噸) 硫代硫酸鈉 (海波) 中和殘餘氯，然後接種良好藻種，藻種與新注入海水的比例為 1/1~1/5，視種源品質、海水水質及氣候而定。另外，可使用海水及自來

水 (藉水中餘氯來消毒) 調成鹽度 15~20 ppt 之培養用水。

3) 施肥打氣培養至水色不再變濃時 (約 4~7 天)，收穫 1/3 水量之藻水，供作輪蟲培養或其他水槽接種用種源，而後原水槽再加入新海水，並添加肥料，如此重覆進行至藻細胞增殖不良時全部收穫；或採回分式培養，當水色不再變濃時，一次全部收穫。

4) 如需再培養則從流程 1) 開始。

(4) 問題點與改善方法：

1) 輪蟲感染：注意藻池與輪蟲池之分開，使用器具需加以隔離，工作人員須謹慎操作，感染之藻池必須以漂白水浸泡消毒後再使用。

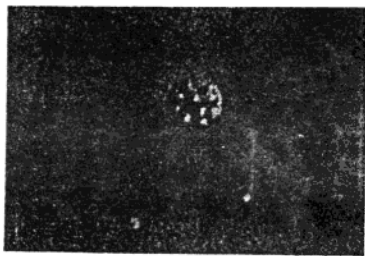
2) 原生動物感染 (圖 17 a, b & c)：特別在高水溫期易發生，因此，各項設備及用水需使用漂白水加以消毒，以減緩感染。最好的預防方法是利用藻種優勢抑制原生動物的感染，亦即收穫量或加新水量需少於總水量的 1/2，而每間隔 3~5 天收穫一次。

3) 其他藻類感染：選擇優良種源，並採藻種優勢培養，可有效抑制其他藻類感染。

4) 藻色變化之控制：注意水質及天氣變化，適時注水降溫、降 pH 值，移殖或收穫。

5) 攪拌及光照之控制：由於細胞不會游動，若打氣不足，培養較長時，底部會有沉澱層，因此需每日大攪拌一次

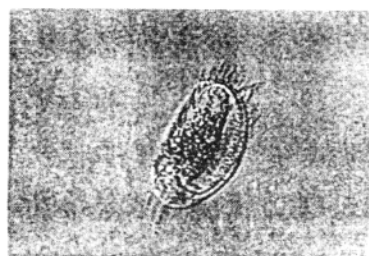
圖 17



(a) 攝食擬球藻細胞之鞭毛蟲 (*Paraphysomonas*)



(b) 游仆蟲 (*Euplotes*)



(c) 纖毛蟲 (*Uronema*)

將池底揚起。擬球藻喜強光，藻濃度高時，由於細胞相互遮蔽，會降低光照強度，故需降低水位以增加照度，有覆蓋時，水深以30~40cm為宜，露天時不超過100cm，冬天水位宜低，夏天可加深。

6) 日本研究人員岡內正典(國立南西海區水產研究所)私人通信(1997)指出，在下雨季節，由於某些鞭毛蟲及纖毛蟲的增加，導致戶外大量培養槽中藻濃度驟減。嘗試許多種處理方法，迄今仍未找到一確定有效的方法。當然地，可用氯作殺菌與殺蟲劑來處理接種前之培養用水，但其作用不清楚。通常，當培養液中之原生動物增加時，丟棄所有之培養，重新再來。所以應保存小量培養，不受污染，然後接種於大量培養中。一般在仔魚飼育季節前，維持10支以上15mL的無菌培養。然後接種於500mL三角瓶，再接於10L玻璃瓶。這些培養用水均用高壓高溫滅菌釜處理。仔魚飼育季節時，培養10至20個10公

升玻璃瓶。10公升玻璃瓶用來接種戶外培養，在短期內，完全用來培養輪蟲；若取大量培養之部份藻水作種源，再接種做作大量培養，結果一般不好。最近，在日本有許多繁殖場，用濾心及海水滅菌設備(UV-Ozone 或 UV)，結果還好，但還不是最好。因此，被迫使用商品化的淡水綠藻取代擬球藻來培養輪蟲。

3. 鹽生擬球藻

Nannochloropsis salina

除 *N. oculata* 外，文獻上亦有另一同屬之藻種 *N. salina*，特摘取 Boussiba *et al.* (1987) 之研究作為參考。他們指出要使 *Nannochloropsis salina* 生產量達到最大 (24.5g/m²/day, lipid production rate 4.0g/m²/day)，維持培養於增殖穩定的狀態 (steadystate 時 chlorophyll 含量為 5~7mg/L, 超過 10~15% 就稀釋) 是非常重要的。如此，也會預防其他感染種之繁衍。溫度除外，在戶外的培養，細胞濃度也是很重要的影響因

子，此與 *Spirulina* 之培養一樣。既使細胞密度較最適值稍高，且生產率降低，為避免不想要的微生物的感染，建議維持細胞密度為 500 mg/L。以尿素 (0.12g/L) 取代 KNO₃ (1g/L) 可抑制矽藻的生長，2~5 mM 之 NH₄⁺ 可完全去除捕食者。細胞之油脂含量受生長階段及溫度(夏高冬低)影響而不因氮不足、pH 及海水型態而異。可用人工海水 (ASW) 或天然海水 (ESW) 加營養鹽配成培養液。ASW 培養液之成份 (數字單位 g/L) : NaCl (27)、MgSO₄·7H₂O (6.6)、CaCl₂·2H₂O (1.5)、KNO₃ (1.0)、KH₂PO₄ (0.070)、FeCl₃·6H₂O (0.014)、Na₂EDTA (0.019) 及 1ml 微量元素濃縮液。ESW 培養液之成分 (數字單位 g/L) : KNO₃ (1.0)、KH₂PO₄ (0.070)、FeCl₃·6H₂O (0.014)、Na₂EDTA (0.019) 及 1ml 微量元素濃縮液。兩者微量元素濃縮液之成份均為 (數字單位 mg/L) : ZnCl₂ (40)、H₃BO₃ (600)、

CaCl_2 (15)、 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (40)、 MnCl_2 (400) 及 $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (370)。

4. 小球藻 *Nannochloris* sp.

小球藻適於寒帶地區，但相關藻種之引入與培養情形足得參考，因此提出 Witt *et al.* (1981) 文獻摘要。Witt *et al.* 指出引進小球形綠色藻 *Nannochloris* sp.，可克服從小規模單種藻培養擴大為戶外大規模培養之困難。該藻在低鹽及海水與廢水混合液之富營養水中成為優勢種，實驗證明其為廣溫廣鹽性，對於營養鹽及光條件之改變不敏感，在 10 ~ 20ppt 鹽度範圍有最高之生長率。在整年試驗中雖偶而感染其他藻類，*Nannochloris* 不曾生長過盛。儘管細胞小 (2 ~ 6 mm 直徑)，適合作為輪蟲類 (*Brachionus*)、橈足類 (*Eurytemora*) 及牡蠣 (*Crassostrea*) 的食物。其適應性、高生長率及富營養是水產養殖產業非常合適的餌料生

物。常用之餌藻如 *Monochrysis*、*Isochrysis*、*Tetraselmis*、*Dunaliella*、*Amphidium*，除非培養液預先過濾，單種培養很快被他種感染。因此，企圖尋找可適應開放環境之溫鹽光及適合作為食物之藻種，在富營養水中成優勢種的 *Nannochloris* sp. 在 2 年之大量培養 (4m² & 27m²) 中未發生消長現象，對環境有很好的適應性，除因溫度變化導致暫時感染 *Phaeodactylum* 及 *Skeletonema* 外，整年均為優勢種。可生長於 0 ~ 30ppt 海水中，以 10 ~ 20ppt 最適。廣溫性，當給與足夠陽光，即使 1 °C 2 ~ 3 天可加倍。光週 14L : 10D 之光期細胞從 2 ~ 3mm 長成為 4 ~ 6mm。細胞分裂成二或四。在指數生長階段細胞之碳水化合物、蛋白質及脂質分別為 11%、42% 及 15%。與其他藻一樣偏好 NH_4^+ ，12mg N/l 及 2.4mg P/l 不會抑制生長。只要 NH_4^+ 足夠，兩種肥料沒有差異，以 NO_3^- 為氮肥，chlorophyll a 及蛋白質質量降低。戶外

培養推算，吸收 1mg N 生產 13 ~ 20mg 乾重，1mg P 生產 60 ~ 125mg 乾重。這麼高的值顯示營養鹽相對不足，每日採收之量因季節 (日照) 及氣候而異。夏天約 25 ~ 30%，冬天因陽光不足近乎 0。每日採收量為，第二天之細胞數恢復至採收前，所回補之水量。添加預期細胞量增加所需之肥料，可使每日採收後再回補收穫水量之培養，達到預定之細胞數。如此操作至增殖因捕食壓力受抑制為止，約 2 ~ 4 週，清洗培養槽，再開始新的培養。因未利用 CO_2 穩定 pH，有時 pH 高達 10.5。夏季產量 (6 月) 約 14gm⁻²d⁻¹，冬季為 1gm⁻²d⁻¹。低光照下 (PAR < 2.0Em⁻²d⁻¹)，因呼吸耗氧及藻沉澱，產量近乎 0，此種情況與溫度無關。因為培養用水未經處理，戶外培養易於感染輪蟲、鞭毛蟲及纖毛蟲，避免方法為及時收穫，或以 20 ppm 40% formalin 處理，對異營鞭毛蟲及纖毛蟲相當有效。◆

(下期待續)

餌料生物之培養與利用 -8

蘇惠美

水產試驗所東港分所

(七) 扁藻屬

扁藻屬 (*Tetraselmis* Stein, 1878) 是綠藻門 (*Chlorophycophyta*)、綠色鞭毛藻綱 (*Prasinophyceae*) 的一屬，含有許多海水種及少數的淡水種。海水種常常在潮池及海灣形成水華，有些則與海洋生物共生。分類上稱為 *Aulacochlamys*、*Platymonas*、*Prasinocladus* 者均與 *Tetraselmis* 為同一屬 (Norris, et al., 1980)。根據蛋白核 (pyrenoid) 構造，*Tetraselmis* 屬可分為 *Tetraselmis*、*Prasinocladia*、*Tetrathele* 及 *Parviselmis* 四亞屬 (Hori, et al., 1982a)。 *Tetraselmis* 有 *T. cordiformis*、*T. ascus*、*T. conrolutae* 及 *T. astigmatica* (Hori, et al., 1982a)、*Prasinocladia* 有 *T. verrucosa*、*T. verruscoa* f.

rubens 及 *T. marina* (Hori, et al., 1982b)。

扁藻屬藻種之生活史具有三種形態，為有鞭毛期、不動無性增殖期及帶有厚殼不動之囊胞期 (cyst)。囊胞期萌芽時，分裂為四個子細胞。有些種類囊胞期很長，當新細胞壁形成時，舊壁脫落；有些細胞壁累積如同心圓將細胞圍住；有些則在細胞的一端加厚並形成一柄狀物。

扁藻屬細胞大多數具有眼點，位於細胞前端、中央或末端，有些則無。大多數呈綠色，有少數積聚紅色素體成為紅色。細胞繞長軸轉動，直線游一段時間後，不停下來即突然轉向。在不動形態下行二分分裂，大多數子細胞前後端並列於母細胞壁內，少數同一端並列。細胞壁主成份為含 galactose、galacturonic acid 及

arabinose 之膠質物及可能含有鈣。

1. 細胞之增殖律動及胞囊特性

本屬藻細胞之分裂 (圖18) 具日夜律動性，在正常光暗週期，當母細胞殼貼於固體表面後，殼內發生細胞分裂，且僅於暗期發生，子細胞之分離則受到光照的誘發；當連續照光或黑暗，細胞分裂之律動不再。Tanoue and Aruga (1975) 研究顯示，在照光週期14小時及不打氣之培養條件下，細胞在光期具有向光性，但照光12小時後，細胞開始沉降於培養器底層；暗期開始後，細胞附著於固體表面並停止游動。若打氣量為1 l/min時，細胞在光期不沉降，但暗期開始時細胞附於固體表面。細胞附著後2小時內，核分裂，細胞分裂，然後連在一起的二個不動子細