

高等水产院校交流讲义

藻类养殖学

山东海洋学院 主編
上海水产学院

水产养殖专业用

农业出版社

高等水产院校交流讲义

藻类养殖学

山东海洋学院 主編
上海水产学院

水产养殖专业用

农业出版社

主編者 山东海洋学院 張定民
上海水产学院 王素娟
参加編写者 大連水产专科学校 郭宣鏐
广东水产专科学校 刘思儉
集美水产专科学校 朱仲嘉
审查单位 水产部高等学校教材工作組

高等水产院校交流讲义

藻类养殖学

山东海洋学院 主編
上海水产学院

农业出版社出版
北京老鐘局一号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 106 号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

上海新华印刷厂印刷裝訂

統一书号 13144·113

1961年10月上海制型	开本	787×1092毫米 十六分之一
1961年10月初版	字數	383千字
1962年1月上海第二次印刷	印張	十八又八分之五
印数 1,391—2,890册	定价	(9) 一元七角五分

前 言

本讲义是在原山东海洋学院藻类养殖讲义的基础上由山东海洋学院、上海水产学院及大連、广东、集美三个水产专科学校的教师重新整理成的。在整編过程由山东海洋学院負責紫菜、裙带菜养殖；上海水产学院負責多細胞綠藻、石花菜、海蘿养殖；大連水产专科学校負責海带养殖；广东水产专科学校負責江蓠、麒麟菜养殖及結束語；集美水产专科学校負責羊栖菜、鵝掌菜养殖。并特請中国科学院海洋研究所曾呈奎副所长編写了緒論及曾呈奎副所长、吳超元先生共同編写了单細胞藻类养殖。

本讲义共分四篇介紹了十几种藻类的养殖，內容比較广泛，在一定程度上反映了我国藻类养殖的科学研究成果和生产經驗，在叙述各种养殖藻类的生态生理的同时，并着重闡述了养殖理論和生产技术。

本讲义为高等水产院校养殖专业用的教材，并可供綜合性大学生物系师生及水产工作者参考之用。

目 录

前言	
緒論	1
第一篇 綠藻类养殖	
第一章 单細胞藻类养殖	7
第一节 养殖的种类和生物学的特性	7
第二节 室内培养	9
第三节 单細胞藻类的大規模培养	11
第四节 单細胞藻类的采收,加工和产量	15
第五节 产品营养价值和用途	17
第六节 单細胞藻类养殖目前存在的問題和发展前途	19
第二章 石莴、浒苔、礁膜的养殖	22
第一节 石莴、浒苔、礁膜的生物学	22
第二节 养殖方法	31
第三节 收获及利用	32
第二篇 褐藻类养殖(一)	
海带养殖	
第一章 海带养殖的概述	35
第一节 海带养殖的意义	35
第二节 食用海带的种类及其地理分布	36
第三节 海带养殖的历史概况	37
第二章 海带孢子体世代	40
第一节 孢子体的形态与解剖	40
第二节 孢子体的生殖	43
第三节 孢子体的生态	47
第三章 海带配子体世代	55
第一节 配子体的形态解剖与生殖	55
第二节 配子体的生态	59
第四章 海带苗的培育	65

第一节 秋苗培育	65
第二节 夏苗培育	71
第三节 二年苗培育	76
第五章 筏式养成法	79
第一节 筏子的结构与设置	79
第二节 分苗的理论与方法	82
第三节 养育的理论与方法	92
第六章 海底养殖	107
第七章 施肥	111
第一节 施肥概述	111
第二节 施肥方法	113
第八章 海带病敌害与防治	115
第一节 秋苗培育中的敌害及防治	115
第二节 养育期间的病虫害及防治	116
第九章 种海带和幼苗的运输	120
第一节 种海带的运输	120
第二节 幼苗的运输	122
第十章 收割与加工	124
第一节 收割	124
第二节 简易加工法	126
第三篇 褐藻类养殖(二)	
裙带菜及其他褐藻类养殖	
第一章 裙带菜养殖	129
第一节 裙带菜的种类及分布	129
第二节 裙带菜的形态及构造	130
第三节 裙带菜的繁殖和生活史	131
第四节 裙带菜的生态	133
第五节 裙带菜的养殖法	136
第六节 简易加工方法	139
第二章 鹅掌菜养殖	141
第一节 鹅掌菜的生物学基础	141
第二节 育苗	144
第三节 分散养育	148
第四节 鹅掌菜养殖业的发展前途	150

第三章 羊栖菜养殖	152
第一节 羊栖菜的生物学	152
第二节 羊栖菜的增殖	154
第四篇 紅藻类养殖	
第一章 紫菜养殖	159
第一节 紫菜的名称	159
第二节 紫菜的营养价值	159
第三节 紫菜的形态构造	160
第四节 紫菜的习性	163
第五节 紫菜生殖器官的形成与生活史	164
第六节 紫菜的种类鉴别及我国习見的紫菜	169
第七节 紫菜絲状体的形态及檢查方法	178
第八节 紫菜絲状体的生态	182
第九节 紫菜的自然采苗与养殖	188
第十节 紫菜的半、全人工采苗	203
第十一节 紫菜的移殖、施肥、簡易加工	209
第十二节 紫菜的病敌害	211
第二章 石花菜养殖	216
第一节 石花菜的种类	216
第二节 石花菜的形态构造、繁殖及生活史	217
第三节 石花菜孢子的放散、附着及萌发	219
第四节 大石花菜阶段	228
第五节 石花菜的养殖	234
第六节 石花菜的用途及加工	237
第三章 海蘿养殖	240
第一节 海蘿的形态、构造、生活史	240
第二节 海蘿的种类	242
第三节 海蘿的繁殖	243
第四节 海蘿孢子的放散、附着、萌发	244
第五节 海蘿的生长发育与外界条件的关系	247
第六节 海蘿的养殖	248
第七节 病敌害	252
第八节 海蘿胶的制造	252
第四章 江蓼养殖	254

第一节	江蕨的分类学地位与形态构造	254
第二节	江蕨的种类	255
第三节	江蕨的生态习性	258
第四节	江蕨的生活史及生殖	259
第五节	江蕨孢子的放散与发育	261
第六节	江蕨的养殖方法	266
第七节	江蕨的收获加工	278
第五章	麒麟菜养殖	280
第一节	麒麟菜的形态构造	280
第二节	麒麟菜的生殖及生活史	281
第三节	麒麟菜的种类	282
第四节	麒麟菜的生态习性	283
第五节	麒麟菜的养殖方法	284
第六节	麒麟菜的收获加工	286
結束語		288

結 論

藻类养殖学是研究生产經濟藻类的水产科学。它的任务是通过經濟藻类的生物学研究,寻找增产的途徑,創造相应的方法,闡明有关的理論。大型海藻的养殖虽然在我国和日本已經进行了几百年,但一直到最近,所养殖的种类还很少,所用的方法以今天的科学技术水平来衡量,还是很簡陋的。在我国解放后的十多年來,海藻类,特别是海带和紫菜的养殖研究,才有了較大的发展。在单胞藻类的养殖研究方面,最近十几年来許多国家进行了关于淡水小球藻和栅藻的大量培养研究,积累了不少科学資料,1958年以來,我国也开展了这方面工作,取得了一些成果。但是总的看来,藻类养殖科学还是很幼稚的,理論体系还不够完整,有待于进一步充实,科学技术水平还需要大大提高。

一、我国解放前利用和增殖藻类概况

我国海洋辽阔,江河湖泊纵横交错,藻类資源也如同其他水产資源一样是相当富饒的。我国的渤海、黄海、东海、南海及一万多公里的海岸綫上,长江、黄河、黑龙江、珠江及其他无数大小江河,洞庭湖、鄱阳湖、太湖、青海及其他无数湖泊的数千万亩內陆水体里,生长着各式各样的藻类植物。藻类种类繁多,产量很大。这不仅維持了大量魚类及其他水生动物的生存,而且也直接地供应了我国人民許多具有經濟价值的食用和医疗藻类。

从許多古代文献上可以看出,我国人民利用藻类已經有了悠久的历史。早在公元前800—600年間出版的《尔雅》就提到了海蘿。第五世紀,南齐陶弘景在他所注的《神农本草經》和《名医別录》等名著里,也分別記載了“海藻”(指馬尾藻类,特别是羊栖菜)和“昆布”(指海带)的形态、产地,食疗性质和利用方法。此后,本草漸多,有关海藻的記載也不断增加。如唐朝陈藏器的《本草拾遺》关于石蓴与海蘊,孟洗的《食疗本草》关于紫菜与干苔,以及陈士良的《食性本草》关于“鹿角菜”(指海蘿)的記載等。明朝的偉大科学家李时珍在他的名著《本草綱目》里总结了我国劳动人民关于利用各种医疗及食用植物的丰富經驗,包括了許多种藻类及其食疗用途的描述。清朝著名植物学家吳其濬在《植物名实图考》一书中也記載了不少种藻类。

我国劳动人民还利用藻类作为工业原料。約在宋朝,浙江、福建、广东等省人民就大量采集当地产的海蘿(浙江称“鹿角菜”,福建称“赤菜”,广东称“胶菜”、“紅菜”)作为絲綢紡織业的浆料,用簡單的水煮方法从石花菜提取一种食用胶冻,这在我国已有三、四百年以上的

历史。这种胶冻经过冰冻程序干燥后就成为现代科学上所普遍用为细菌培养基的琼胶（又称琼脂，华北称“冻粉”，广东称“大菜”，上海一带称“洋菜”，福建称“菜燕”）。在我国特别是福建和广东两省还有利用马尾藻做为牲畜饲料及农业肥料。

我国古代人民不但在辨别和利用藻类方面已有较高的水平，而且还创造了增殖藻类的一些良好办法。远在宋朝，福建金門岛的劳动人民就创造了在一定季节处理岩礁增殖海萝的有效方法，由于这个简易方法的应用，金門岛一地所生产的海萝约占全国产量的四分之一以上。约三、四百年前，福建平潭岛的劳动人民就开始以处理岩礁来增殖紫菜的简易方法，又约在一百五十多年前还创造了洒石灰水增殖紫菜的优良方法，由于这个方法的应用，平潭一县的紫菜产量一直占全国总产量的四分之一以上。如上所述，我国劳动人民所创造的这些增殖方法是完全符合于科学原理的。

近百年来，我国外受帝国主义的侵略，内遭反动统治的压迫，我国藻类事业没有得到支持和发展。例如海带，解放前早已引进到我国，由于生产方法都很落后，人工控制成分少，产量很低，最高年产量约60吨干品（370吨鲜品）左右而已。又如紫菜洒石灰水的增殖紫菜的优良方法，在解放前一直被轻视没有推广应用，仅限于平潭及其邻近的莆田和南部的东山等县。因此，在旧中国全部商品藻类（不包括自采自用的）年产量估计也不过二、三千吨干品而已。因而，每年都需要从外国进口许多种商品海藻和海藻产品。

二、解放后我国藻类事业的发展

解放后，在党和人民政府的正确领导下，我国藻类资源得到了充分而合理的开发利用，藻类养殖事业得到了巨大的发展，藻类生产中的人工控制部分大大增加，生产量也不断提高，并在社会主义建设中发挥了应有的作用。

1. 海带是一种营养价值较高而味道较好的食用海藻。内含碘化物，是一种防止和治疗甲状腺肿（即大脖子病）的食品，也是我国人民普遍喜好的食品之一。尤其在我国山区特别受到人民群众的欢迎。

解放初期，党和人民政府就很重视海带养殖事业的发展，建立了养殖机构和科学研究机构，迅速改变了海带生产的落后面貌，提高了产量，满足了人民生活的需要。几年来，海带养殖工作者在党的领导下攻克了一系列的人工养殖技术关，大大发展了商品海带的生产，初步地建立了海带养殖的理论体系。

人工筏式养殖方法的创立为海带养殖事业打下了技术基础，改变了以往的“靠天吃饭”的生产方法，提高了人工控制的成分。利用合理密植，提高了单位面积产量，降低了生产成本。低温育苗法解决了杂藻的威胁，提高了出苗率，降低了成本。由于夏苗的应用，海带生长期延长了一个多月，也提高了单位面积产量，同时，也为在长江以南养殖海带解决幼苗供应问题提出了一个有效的解决方法。陶罐施肥法的创造，解决了贫瘠海区养殖问题，而间歇施

肥,包括幼苗浸泡施肥及其他技術改革,大大地節約了肥料,提高了肥效。海帶在我國南方移植試養成功,為在我國廣大的東海肥沃地區及部分南海地區開展海帶養殖打開了大門。

近三年來,在黨的領導和號召下,沿海各省掀起了群眾養海帶的高潮,水產部門通過短期訓練班培養了大批海帶養殖技術幹部和技術工人,許多沿海人民公社建立了海帶養殖場。海帶的年產量已從解放前最高的60噸左右飛躍到1959年的近2.4萬噸干品,增長了400倍左右。

2. 在大力發展海帶養殖事業的同時,其他藻類的養殖也得到了適當的發展。紫菜是食用藻類中比較珍貴的種類,市場價格比海帶及其他藻類為高。紫菜在我國有幾種,都是土生土長的種類,在增殖方面已經有了效果良好的洒石灰水方法,但在解放前沒有很好地總結推廣。解放後,這個方法在福建和浙江兩省環境條件相似的地區進行推廣,使紫菜產量從解放前的幾百噸干品提高到二、三千噸,並有部分向南洋群島出口,很受僑胞的歡迎。

但是,洒石灰水增殖紫菜在相當大成分上還受到了大自然的影響,與日本的“篋”式養殖法一樣,仍是一種不穩定的方法。這種方法是一種增殖方法而不是人工養殖方法,這是由於最基本的生活史問題未獲解決,採苗程序——等於種庄稼的播種程序——還不能在人工控制條件下進行。因此,紫菜養殖業只能限於紫菜自然繁殖區,特別是多年的養殖區。這種情況在我國和日本、朝鮮都是一樣,不管所用的增殖方法是洒石灰水、篋式或網式養殖。顯然,紫菜養殖上的孢子——等於作物的種子——來源問題不能得到解決,則紫菜的人工養殖程度不可能達到較高水平。

通過一系列的研究所,紫菜生活史,特別是養殖上的孢子來源問題終於得到了解決,為人工養殖大量生產紫菜,為全人工採苗創造了有利條件。1958年用洋灰池培養絲狀體進行比較大規模的“半人工採苗養殖”試驗得到了預期結果,証明了這個方法的實踐意義。最近所進行的全人工採苗養殖試驗也得到了良好結果。這個方法的推廣,預期可以大大改變紫菜養殖事業的面貌,使紫菜生產也同海帶一樣,可以在高度人工控制條件下進行,從而基本擺脫了生產上的被動狀態。

3. 對其他大型藻類,如褐藻類的裙帶菜,紅藻類的石花菜、江蓠、麒麟菜和綠藻類中的澱苔的養殖研究,在解放後也進行了不少工作,取得了一些成果,有的已經在生產實踐中發揮了一定的作用。

裙帶菜的食用價值很高,味道鮮美。我國東海區從舟山群島至福建北部沿岸都是自然生長的,而青島和大連所養殖的裙帶菜都是分別從朝鮮和日本引進來的。解放前增產方法主要依靠移植和投石。解放後試驗證明,完全可以採用海帶人工採苗、筏式養殖的方法進行生產。在黃、渤海區,由於着重地發展海帶養殖事業,裙帶菜的人工養殖還有待於發展,一般只是通過繁殖、保護和投石增產方法進行海底生產,年產量還很少。由於裙帶菜是溫水性藻類,適溫比海帶最少高出二、三度,因此,在海帶生長較差的福建南部和廣東水溫較高的沿岸還大有發展潛力;在這些地區發展裙帶菜的生產比海帶較有前途。

石花菜是我国琼胶制造业主要原料,大部分产于山东半岛,全国年产量最多时达到300吨左右干品。几年前,曾利用自然生长的石花菜进行梯田分苗养殖试验,结果证明,应用这个方法就可以增产5倍左右,但生产成本较高,应用到生产上还有一定困难。近年来,在人工采苗、育苗问题的实验上也得到了一些初步结果,但尚不完善。

海萝、江蓠和麒麟菜都是含有丰富胶质的红藻类。海萝胶是一种优质糊料和浆料,全国沿海各地都有生产,但主要产地是福建南部。海萝胶广泛用于纺织业和裱糊业。解放后在海萝生态方面做了一些研究,但尚无良好的人工养殖方法。江蓠的胶质用于建筑工业制备粉刷用的高级石灰水,同时也是琼胶代用品。这种红藻全国沿海各地都有生产,在闽、粤二省生长特别繁茂。大跃进以来,在广东利用竹条夹苗插在泥滩上养殖,结果良好。在江蓠人工采苗养殖方面,也进行了一些工作,得到了一些初步结果。麒麟菜同江蓠一样,也是一种广泛用于建筑工业的红藻,盛产于海南岛和西沙群岛,年产量达二千多吨干品。解放后进行了移植增产试验,得到了一些结果,但增产效果较低,迄今还无较好的人工养殖方法。

绿藻中的浒苔类也是味道鲜美的食品藻类,全国沿海都有生产,种类不少,闽、浙两省的生长较为繁茂。最近实验证明,利用人工采苗筏式养殖和潮间带岩礁洒孢子水养殖可以大量增产。看来浒苔人工养殖很有发展前途。

4. 单细胞藻类的养殖研究,在国际间也只有二十年左右的历史。四十多年前,科学家开始用一种淡水产的小球藻为研究光合作用的材料。二十多年前,科学家发现了小球藻及另一种淡水单细胞绿藻。栅藻不但具有很高营养价值,而且营养成分还可以通过培养方法进行控制。试验证明,这些单细胞绿藻类生长快、产量高,是人类良好的营养品和动物的精饲料,并有治疗多种疾病的作用。

我国进行单细胞藻类的大量培养试验是从1958年大跃进以后才开始的,并在短期内得到良好结果。1959年,为了解决养猪业的精饲料的需要,首先在浙江温州,以后在全国各地进行的露天大面积生产小球藻和栅藻喂猪试验得到了成功,证明了这些藻类是很好的牲畜精饲料。

海水单细胞藻类的大量培养在外国文献中迄今尚未看到,在我国是大跃进以来,特别是1960年才发展起来的。试验证明,海水扁藻同淡水小球藻和栅藻一样,也是营养价值高,产量高而培养方法比较简单,容易向群众推广的单细胞藻类。与淡水小球藻比较起来,扁藻还表现了一些优点;它的大量培养不与农田争水,也不与农田争地,一般只利用沿海的荒滩,而海水又是取之不尽的。试验还证明,扁藻所需要的肥料只有小球藻的5—10%,而且由于培养水体较深,单位面积产量也较高。在党的领导和重视下,扁藻的生产试验获得了一些比较接近将来正式大面积生产中的科学技术资料。现在,扁藻生产试验地区已经从山东青岛扩展到福建和广东等省。

此外,海水单细胞藻类已经开始进行大量培养试验的,在绿藻中还有盐藻和海水小球藻,在硅藻中有菱形藻(又称聶氏藻)。

三、国外藻类养殖概况

在大型海藻养殖方面,日本的經驗較为丰富。据说在1081—1084年,日本就曾經进行过石花菜的移殖增产,而从1862年起就开始应用投石方法增产海带。日本的“箕”(插枝)式养殖紫菜的方法是在1684—1704年之間創造的。近百年来,日本的海藻研究,特別經濟海藻类的生物学和养殖研究,有了較大的发展,养殖的种类除了海带、紫菜和石花菜外,还有裙带菜、羊栖菜、江蓐、伊谷草、海蘿、海人草、礁膜等。

日本的紫菜养殖业也有丰富的經驗。二百多年来,特別最近几十年来,养殖方法不断改进,除改进“箕”式养殖方法外,还推广了經過改良的朝鮮帘式养殖方法。这些方法的主要缺点是依靠自然产生的孢子。但是从孢子附着以后,养殖方法則含有高度的人工控制成分,包括人工施肥、提高产品质量等項措施。因此,紫菜养殖一直是日本最重要的水产养殖业之一,1955年养殖生产的紫菜产量达到五万六千多吨,近年来,日本藻类养殖工作者进行着大量关于紫菜絲状体阶段的培养及人工采苗养殖的研究工作。

与紫菜人工养殖方向相反,日本的海带养殖一直以海底自然繁殖为主。原始的筏式养殖方法起源于日本,但二十年来沒有很大的改进,也沒有大規模应用。从整个海带养殖事业看,日本已經远远落后于我国。这也說明我国社会主义制度的优越性和无比的生命力。

朝鮮的紫菜养殖也有了二百多年历史。朝鮮人民所創造的竹帘式养殖方法經過不断的改进已有相当高的水平,比較日本的“箕”式养殖方法优越,近年来也在日本推行。在欧洲爱尔兰人民为了增殖墨角藻做为农田肥料和牲畜飼料,每年在一定季节向低潮带附近地区投下大量石块,使墨角藻的受精卵有附着生长的机会,从而达到增产的效果。

单細胞藻类的养殖历史很短,不过二十年左右。在二十世紀的四十年代,苏联为了养魚业活餌料的培养,德国为了解决脂肪供应問題,美国为了寻找新的抗生素,都根据不同的要求开展了单細胞藻类的研究,特別是淡水小球藻的大量培养。近年来,苏联科学家研究小球藻的大量培养以解决星际旅行的食物和氧气供应問題。德国科学家企图利用魯尔区的廢二氧化碳气大量培养小球藻。美国科学家則着重于小球藻培养的工厂化問題的研究。日本科学家进行池子培养研究。此外,捷克、瑞典、荷兰、英国、以色列和委内瑞拉也都开展了单細胞藻类的养殖研究。归納起来,培养方法有两个基本类型:封閉式的和敞开式的,所用的肥料主要是化学肥料,大多数都通进二氧化碳气以供应小球藻生长中所需要的碳源。

四、我国藻类养殖的发展前途

我国藻类养殖事业的发展是有許多有利条件的。首先,在党的领导下,我国优越的社会主义制度給藻类养殖业开辟了广闊的前途,特別是近年来,在总路綫、大跃进、人民公社三面

紅旗的光輝照耀下,我国的藻类养殖事业得到了飞跃的发展。在海带养殖生产中,总结和提出了八字經驗:选、苗、密、肥、管、防、革、收,大大推动了海带养殖事业的发展。

第二、十二年来,我們在养殖生产斗争中已积累了不少經驗。在海带养殖方面已有了一套比較完整的理論体系,在紫菜、小球藻、扁藻及其他藻类的养殖方面,也已解决了最主要的問題,为藻类养殖的进一步发展扫清了前进道路上的主要障碍。同时,我們的科学技术队伍也不断壮大。丰富的养殖經驗和雄厚的技术力量也是藻类养殖事业迅速发展的重要保証条件之一。

第三、养殖事业投資少,收效快、穩妥可靠、簡便易行,因而适宜于在广大群众中普遍推广。根据大跃进以来的經驗,海带养殖的迅速发展,为人民公社扩大再生产积累了資金,增加了社員的收入,有利于人民公社的巩固和发展。

第四、我国可以养殖藻类的水体面积是非常广闊的。目前全国养殖海带的面积大約只有八万亩左右,在我国黄、渤海和东海沿岸还有很大的养殖潜力。单細胞藻类的可养面积更为广闊,因为只要有充沛的水源、不漏水的土壤和比較平坦的田野、荒滩,就可以开辟大大小小的藻田和藻池。我国的四海有寬闊无限的海滩,只要略为加工就可以成为良好的养殖海水扁藻的基地。

我們深信:在党和毛主席的正确领导下,在总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的光輝照耀下,我国的藻类养殖事业,也一定会繼續迅速地向前发展和取得新的成就。

第一篇 綠藻类养殖

第一章 单細胞藻类养殖

单細胞藻类最先是作为研究植物光合作用的材料而受到科学界的重视的。这是因为这些低等藻类繁殖能力很强，光合作用效率很高而且容易培养。在第二次世界大战前后，苏联、美国和德国的学者从不同的动机出发，分别开展了大量培养某些单細胞藻类，特别是小球藻的研究。苏联科学家培养这些藻类的目的是为了解决淡水鱼类的动物性饵料的供应问题，美国科学家主要是为了寻找新的抗生素，而德国科学家却是为了解决脂肪的供应问题。在四十年代最后几年，由于发现了这些藻类的高营养价值而且营养成分还可以通过培养方法的改变而随意改变，因此，在50年代，国际間科学界研究大量培养单細胞藻类的目的都不约而同地轉入代食品的生产，进行了大量工作以寻找经济有效的生产方法。参加这项研究的国家，除了原来的苏、美、德三个国家以外，还有英国、日本、委内瑞拉、以色列、荷兰、捷克等国。大跃进以来，我国也大力开展了这方面的研究。由于党和政府的重视，大搞群众养小球藻运动，在大面积生产中获得了不少经验。根据国际間积累的資料说明：一些单細胞藻类产量很高、营养成分很丰富，而且培养方法也比较简便，确实是大有发展前途的养殖对象。

第一节 养殖的种类和生物学的特性

一、养殖的种类

单細胞藻类的种类很多，但目前已經进行大规模人工养殖的种类，淡水的有小球藻和栅藻，海水的有扁藻（见图1）都属于綠藻門（Chlorophyta）綠藻綱（Chlorophyceae）。小球藻属綠球藻目（Chlorococcales）小球藻科（Chlorellaceae）。我們进行人工养殖的小球藻有三种，最常见的是淀粉核小球藻（*Chlorella pyrenoidosa*），其他两种是普通小球藻（*C. vulgaris*）和拟椭圆小球藻（*C. ellipsoidea*）。栅藻属于綠球藻目，栅藻科（Scenedesmaceae），一般常见的为斜生栅藻（*Scenedesmus obliquus*）。扁藻属团藻目（Volvocales）衣藻科（Chlamydomonadaceae），现在培养的种类可能是 *Platymonas subcordiformis*。

小球藻和栅藻自然分布很广，一般在溪流、沟渠、池塘、沼泽的水体里，甚至花盆、水槽的积水里都可以找到，在温度适宜时，繁殖旺盛水色可以变为鲜绿。有几种小球藻生长在海

水里。扁藻是海水藻类，自然分布范围也很广，在我国沿岸高潮带富有有机质的池沼中可以找到。

二、小球藻和栅藻的生物学特性

小球藻的细胞球形或广椭圆形，大小依种类而有所不同。淀粉核小球藻细胞直径3—5微米，普通小球藻5—10微米，拟椭圆小球藻5.5—7.5微米。在人工培养的情况下，由于环境条件的差异，往往使小球藻细胞变小或变大。小球藻细胞没有鞭毛或纤毛，因此，只能悬浮在水中而不能游动，当环境条件不良时，例如养分不足或温度和光线强度不适时，会沉到水底，但当环境条件变得适宜时，又会自然浮起。小球藻细胞内具有杯状或有时呈板状（普通小球藻）的叶绿体。淀粉核小球藻的杯状叶绿体中含有一个球形的淀粉核，而普通小球藻中则经常见不到淀粉核。小球藻细胞中央部分有细胞核一个。

小球藻的繁殖方法一般是在细胞内部进行原生质分裂，把原生质分裂为2、4、8……个孢子，然后这些孢子破母体而出，每个孢子长成一个新个体。这种在形态上和母细胞非常相似的孢子称为似亲孢子。

一般的小球藻在10—36°C左右的温度范围内都能比较迅速的繁殖，最适宜温度在25°C左右。但也有一个高温品种适温高达39°C。小球藻生长最适宜的光强度为3,000—4,000米烛，只要有较低量的光照便能充分满足其饱和光生长的需要，但因细胞间互相复盖遮光，因此在一般培养情况下，有效光强度远比入射光强度为低。在光线比较弱时，繁殖和生长速度下降。小球藻在温度低、光线弱和培养液不适时，往往会产生下沉现象，聚集在培养器皿的底部。

小球藻在含有机质，特别是氮肥多的水体里，生长特别繁茂。繁殖的适宜pH值在6—8左右。有的小球藻（普通小球藻）在繁殖过程中不断的分泌一种叫小球藻素（*Chlorellin*）的抗生素，这种抗生素可以抑制细菌的繁殖，但它也不利于藻体本身的生长和繁殖。

斜生栅藻细胞是新月形，细胞一般长约10—18微米，宽约4—9微米，有较厚的细胞壁，细胞中有一块色素体和一个淀粉核。在自然条件下斜生栅藻常常由4个或8个细胞组成共同体，在人工培养条件下一般分散为单体，而且形状变为长梭形。在生活习性方面，栅藻与小球藻很相似。

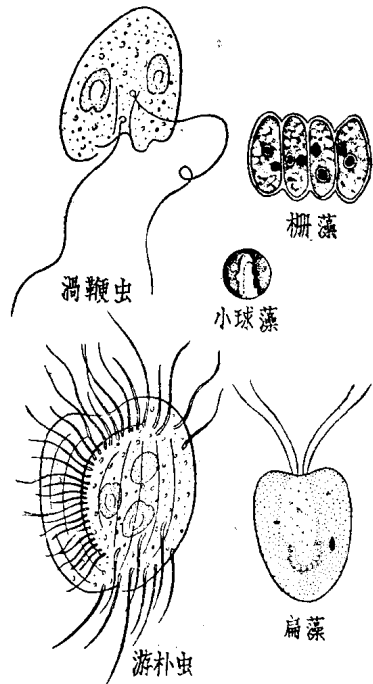


图1 单细胞绿藻及其危害生物

三、扁藻的生物学特性

扁藻藻体扁平,有背腹面的区分,从頂面看是长圆形,在藻体前端有一背腹沟,从沟中长出二組鞭毛,每組二根,共有4根。細胞内部有一个占細胞大部分的綠色杯状叶綠体和一个无色的淀粉核,后者附近有眼点。扁藻个体很小,长15—17微米,寬7—10微米,厚4—5微米,鞭毛长约9—12微米,具有一层比較薄的纖維质細胞壁。

扁藻一般是以无性的細胞分裂来进行繁殖的。分裂后的两个子細胞在丢掉了鞭毛的母細胞壁内重新长出鞭毛,然后冲出母細胞壁而放散出来。环境不良时,如在“老水”条件下,其鞭毛即可能脫落,細胞内原生质与細胞壁分离而收縮形成椭圆形或圓球形,外边圍着較厚的細胞壁,或者在原来的細胞壁内分裂成为二个圓球,暂时停止活动,呈休眠状态而沉集于培养器的底部。

扁藻对盐度的适应力很强,在盐度12—80%的海水中都能生长;不过在正常海水中(28—32%)生长較好。

扁藻最适宜的繁殖生长温度在20—25°C左右,但低至5°C高到30°C也能生长,不过繁殖生长速度較为緩慢。水温低于50°C甚至到冰点附近,扁藻并不死亡。水温在33°C时色素即由綠变黄,高温時間延长就会产生大量死亡的現象。

扁藻在1,000—20,000米烛之間都能繁殖生长,繁殖生长的适宜光强約在5,000—10,000米烛左右。在小型試驗条件下,長時間暴露在20,000米烛以上的光强下就会导致藻体产生黄萎現象。但在大面积生产中,藻液濃度較高时,由于光綫被大量吸收,光綫較强反而有好处。扁藻具有很强的趋光性,它可以利用鞭毛自由游动而調整适合于其生长的光强的水层,并經常地成群上下游动,呈鮮綠色云彩状;光强較低时大量上浮,而光强較高时則下沉,以回避强光。在用一般玻璃器皿培养时,水面上經常有一层濃密的群聚扁藻体,有的已經丢掉鞭毛或在母細胞内纵分为两个細胞。这些群聚在水面的藻体經常从早到晚不断地成群下沉而呈一条条的綠色带状。这种上浮和下沉現象还不够了解,可能是与光照和繁殖有关。

第二节 室內培养

室內培养是为了进行藻种培养的理论研究和小規模的生产試驗以寻找大面积所应掌握的环境条件,所用的培养器皿一般是1—10升玻璃器皿、玻璃瓶或水族箱和試管、三角瓶等。

一、光照、温度、气体等环境条件的控制

进行小規模的生产試驗,包括大量藻种的培养的时候,由于室內光綫比較弱,一般需用