

藻類植物的
培養和利用

會昭琪編著

江苏人民出版社

目 录

第一章 藻类植物的分布及其在国民經济中的意义	
第一节 藻类植物的分布	7
第二节 藻类植物在国民經济中的意义	7
第二章 培养藻类植物的目的及方向	
第一节 培养藻类植物的目的	13
第二节 藻类植物培养工作的发展方向	16
第三章 培养藻类植物的用具和培养液	
第一节 水和用具	20
第二节 无机培养液	23
第三节 土壤抽出物和泥炭抽出物	33
第四节 有机物的培养基	36
第五节 胶体培养基	38
第四章 培养藻类植物的方法及设备	
第一节 分离工作	42
第二节 设备	47
第三节 其他問題	56
第五章 藍藻的培养和利用	
第一节 藍藻的采集和分离法	62
第二节 培养藍藻的培养基	67
第三节 藍藻的利用	71
第六章 綠藻的培养和利用	
第一节 单細胞綠藻的培养和利用	76
第二节 单細胞藻类植物培养中的問題	107
第三节 絲狀綠藻的培养和利用	111
第七章 褐藻的养殖和利用	

第一节 海带的养殖和利用	114
第二节 其他褐藻的养殖和利用	136
第八章 红藻的培养和利用	
第一节 紫菜的养殖和加工	140
第二节 其他红藻的养殖和利用	159
第九章 其他藻类植物的培养和利用	
第一节 硅藻的培养和利用	165
第二节 裸藻的培养和利用	167
第三节 甲藻的培养和利用	169

第一章 藻类植物的分布及其 在国民經济中的意义

第一节 藻类植物的分布

1. 藻类植物的形态

藻类植物的形态是多样化的，不仅在它們的体型大小方面有很大的差別，而且在它們的构造、細胞的排列以及群体組成的式样方面也有不少的差別。有一些藻类植物，它們的外形是自然界少見的非常美丽的天然艺术品。

在构造方面，藻类植物一般是比较高等植物简单一些，但也有个别的藻类植物的构造是相当复杂的。它們也有“根”、“莖”、“叶”等的分化，不过这种根并不能起吸收无机盐类养分的作用，而只是固着在一定的基物上面以免被水冲走。藻类植物的根的主要作用是固着或支持，不同于通常所說的根的作用，所以叫做假根。莖也不是真正的有各种組織的莖，虽然也可能有一些运输水分和养分的作用，但它还不同于真正的莖，所以叫做假莖。叶子在外形上甚至与真正的叶完全一样，但作用不同于真正的叶，所以叫做假叶。

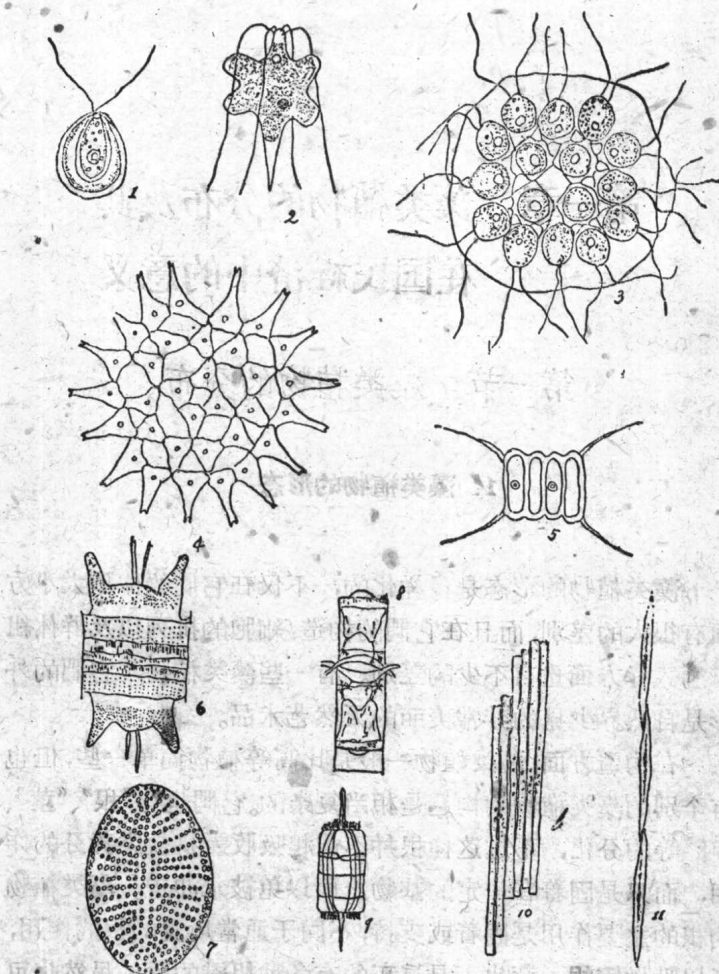
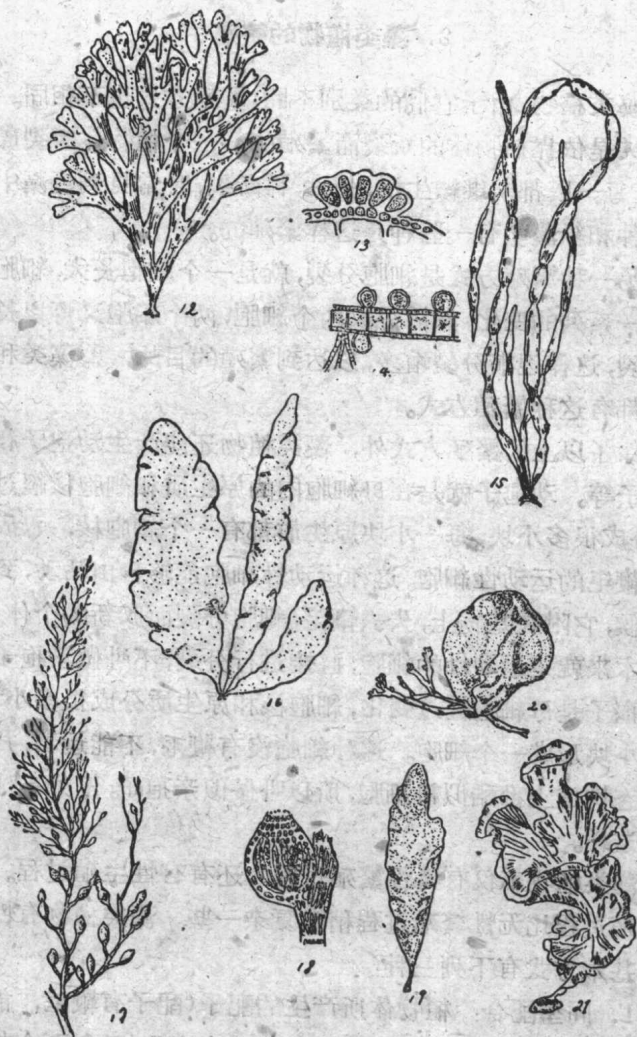


图1 藻类植物形态的多样化

1. 介甲藻 *Phacotus, Lenticularis*. 2. 绿胞藻 *Chlorobrachis*. 3. 盘藻 *Gonium pectorale*. 4. 盘星藻 *Pediastrum*. 5. 栅列藻 *Scenedesmus*. 6. 盒形硅藻 *Biddulphia*. 7. 卵形硅藻 *Cocconeis*. 8. 角毛硅藻 *Chaetoceros*. 9. 双凸属硅藻 *Ditylium*. 10. 脆杆属硅藻 *Fragilaria*. 11. 菱形藻 *Nitzschia*.



12. 网地藻 *Dictyota*. 13. 网地藻卵囊 *Dictyota*. 14. 网地藻四分孢子 *Dictyota*. 15. 背藻属 *Seytosiphon*. 16. 点叶藻 *Punctaria*. 17. 囊叶藻 *Cystophyllum*. 18. 多管藻 *Polysiphon*. 19. 礁膜 *Monostroma*. 20. 囊藻 *Colpomenia*. 21. 石草 *Ulva*.

2. 藻类植物的繁殖

藻类植物, 由于它们的类别不同, 繁殖方式也不相同。有些种类是依靠植物体的断裂而繁殖的, 一个植物体断裂成若干段, 每一段都能继续生活, 长大, 再断裂, 时常见到蓝藻中有一些种和绿藻中有一些种是这样繁殖的。

另一种繁殖方式是细胞分裂, 就是一个细胞长大, 细胞核经过一系列的变化, 然后分成两个细胞, 两个细胞又可以长大而分裂, 这样逐渐分裂增多, 以达到繁殖的目的, 蓝藻类和绿藻类都有这种繁殖方式。

除了以上的繁殖方式外, 藻类植物还能产生动孢子和似亲孢子等。动孢子就是在母细胞内的原生质和细胞核经过变化, 分成很多小块, 每一小块原生质都有一个细胞核, 形成一个有鞭毛的运动性细胞。这种运动性细胞能够自由活动, 到一定时候, 它附在基物上, 失去鞭毛, 细胞分裂而成新的个体(有一些本来就是运动性的细胞, 直接进行分裂, 不叫做动孢子)。似亲孢子是母细胞经过变化, 细胞核和原生质分成很多小块, 每一小块形成一个细胞。这种细胞没有鞭毛, 不能运动, 并且在形态构造上都酷似母细胞, 所以叫做似亲孢子, 例如小球藻就是这样。

藻类植物不仅有无性繁殖过程, 还有有性生殖过程。有性生殖过程比无性繁殖过程稍微复杂一些。藻类植物有性生殖的基本方式有下列三种:

1. 同型配合: 植物体所产生的配子(配子有鞭毛, 能运动, 但是它是单相的), 在形状上和行为上完全相同, 两个相同的细胞相互接合以后得到的接合子能够萌发成新植物体, 这种配合叫做同型配合。

2. 异型配合：配子的形状和行为不是完全一样，而是有差别的，这种配合叫做异型配合。

3. 卵式配合：配子不仅形状不同，而且行为上有极大的区别。运动非常活泼的细胞，一般是数目多而个体小，叫做精子；不能运动的细胞，个体大，只有一个或少数，叫做卵。这种配合就是卵式配合。

3. 藻类植物的分类

对于藻类植物的分类，过去和现在的植物学家的意见是不同的。在五十年以前，植物学家惯用“藻菌门”来概括所有低等植物，现在无论是藻类学家或菌类学家，很少有人愿意保留这个庞杂大类的名称，并且“藻类”这个名称也不见得完全合适。从前的植物学家并没有全面的考虑问题，只重视这一类植物的色素，而把它们分成为蓝藻、绿藻、褐藻和红藻四个纲。经过五十年的发展，对藻类植物的研究日益深入，除去一些系统位置很不明确的种类外，藻类学家根据以下几点把藻类植物分成为蓝藻门、绿藻门、裸藻门（即眼虫藻门）、金藻门、甲藻门、褐藻门和红藻门等七大门。这样的分类是在二万五千多种植物的形态、构造、生理、发展等各方面的基础上建立的，对这分类问题的考虑，比五十年以前全面得多，归纳起来有以下各项：

- (1) 色素的种类和其成分；
- (2) 营养体的形态、构造和细胞的形态、构造，包括鞭毛的有无（营养细胞与生殖细胞是否有鞭毛）、鞭毛的数目、类型以及构造；
- (3) 细胞内储存物的种类和性质；
- (4) 生殖机构的形态和构造；

(5) 生殖方法, 包括无性繁殖、无性和有性生殖(即孢子和配子的形成或配合方式);

(6) 生活史, 包括植物一生中所经过的一系列阶段, 从孢子萌发起到产生孢子为止。

有一些人认为这样的分类过分复杂, 因为要認識很多的特征是一个較重的負担。对于这样的分类根据, 藻类学家基本上是意見一致的, 但是他們对某些問題也保留了不同的看法, 例如輪藻类是否要立为一門, 还是在綠藻中列为一綱或一目; 又如眼虫藻、合尾藻、角藻等究竟归入鞭毛生物合适呢, 还是放在有关的各門中合适; 金藻門、黃藻門、硅藻門等是独立呢, 还是合并。这些問題都还要进一步研究来解决。

4. 藻类植物的分布

藻类植物的分布是很广的, 可以說是世界性的。它們分布在全世界各地, 从热带起到溫帶、寒帶, 从海洋到陆地, 从江河到高山, 从 80°C 的溫泉到終年积雪的山頂, 从几千尺的高空到土壤的表面以下, 都有藻类植物存在。以淡水場所来看, 如江河、湖泊、沟渠、山溪、池塘、稻田、雨后的积水潭、下水道出口处等, 都有藻类植物。再以陆地来看, 如高山、草地、荒原、土壤、岩石、墙壁、屋頂、树皮以及其他地方, 也都有藻类植物。海洋中更有大量藻类植物生长着。但是藻类植物絕不是同一种就能生活在各种条件下, 而是不同类别生活于不同場所的。有些藻类植物能够生长在冰雪中, 例如衣藻属中的雪生衣藻 (*Chlamydomonas nivalis*), 就不一定能生活在陆地上或溫泉中。有些生长在溫泉中藻类植物, 例如藍藻中的层理席藻 (*Phormidium Laminosum*) 和层理鞭枝藻 (*Mostigocladus Laminosum*), 就不一定能生活在一般淡水中或冰雪中。茲将

藻类植物的分布列一簡表如下:

各种藻类植物的分布

分目藻类 分布	藍藻植物門	綠藻植物門	褐藻植物門	紅藻植物門
淡水場所(包括:湖泊、河流、山溪、湖底、小沟、山澗、溫泉。)	這門藻類絕大多數分布為世界性的,如:色球藻目、管胞藻目、原球藻目、念珠藻目、顫藻目、多列藻目、鞭線藻目、膠囊藻目。	分布為全世界性的,其中主要几目如:团藻目、四抱藻目、綠球藻目、接合藻目、具毛藻目、具枝藻目、間生藻目、絲藻目。	淡水中只有极少数,如:黑頂藻目中的鮑士藻屬、黑頂藻屬,水云目中的石皮藻屬,的索藻目中的汉氏藻屬。	大部分是海素面目的紅藻,如:串珠藻屬、鏈珠藻屬、魚子藻屬、脂藻屬、紅索藻屬、原紅藻綱中的星胞藻、湾枝藻、紫球藻、有色莢藻。
海产場所(包括:热带、亚热带、温带、亚寒带和寒带。)	原球藻屬、內囊藻屬、顫藻屬、林比藻屬、以及其他等等。	石莖目、管藻目中的各屬、絲藻目、具枝藻目、綠球藻目、裂殖藻目。	水云目、細翅藻目、馬鞭藻目、地网藻目、酸藻目、网管藻目、点叶藻目、昆布目、岩藻目。	角毛藻目、海素面目、石花菜目、麒麟菜目、仙菜目、紅棉藻目、紫球藻目、紅米藻目等。
陆生性:潮湿土壤、牆壁、岩石、樹皮、山洞、竹篱笆、草地、山坡等地方。	色球藻目、念珠藻目、顫藻目、多列藻目、鞭鞘藻目等等。	綠球藻目少数种、絲藻目、具毛藻目。		仅原紅藻綱中的紫球藻屬可以生在滴水处或潮湿的牆壁上。

第二节 藻类植物在国民經济中的意义

有人认为藻类植物生于水中,体型很小,用途不大。但只

要我們稍加研究，就会发现这种說法是錯誤的。自然界中任何物质，对人类都是有用的。藻类植物沒有充分發揮其作用，是由于人們对它的經濟意义認識不足的緣故。

我国大陆的海岸綫的长度有 11,000 公里以上，如果把大小島屿的海岸綫一起計算在內，長約 21,000 公里以上。海面上大小島屿約有三千四百多个，在大多数島屿的周圍出产丰富多彩的海藻。我国的疆土，北起黑龙江的漠河 ($53^{\circ}32'N$)，东至黑龙江与烏苏里江汇流处 ($135^{\circ}3'E$)，西到帕米尔高原 ($73^{\circ}E$)，南达南海中的曾母暗沙 ($4^{\circ}N$)，面积約有 9,597,000 方公里，地跨热、溫、寒三帶。地形复杂，有海拔 8,882 米的高峰(珠穆朗瑪峰)，也有低于海面以下 300 米的洼地(吐魯番)；有三大河(黄河、长江和珠江)流域的湖泊群，以及黑龙江、松花江、烏苏里江、雅魯藏布江、塔里木河等等淡水水面。单是全国湖泊的面积至少有 40,000 平方公里以上。长江中游地区的大小湖泊有一千二百多个，总面积約有 20,000 平方公里，是世界上少見的稠密湖区。又如长江和錢塘江形成的三角洲地区內，大小湖泊的总面积也有 3,359 平方公里，其中太湖的面积就有 2,213 平方公里。这些数字只是粗略的估計，如果把全国所有的淡水和半咸水的水面統計起来，毫无疑問一定会远远超过这个数字。在这样广大的水面(包括海水、半咸水和淡水)中都有藻类植物存在，它們不断地生长繁殖，造成的物质当然不是很少，而是很多，而且这些物质的应用范围也是很大的。現在我們把藻类植物与人們生活关系比較密切的項目擇要介紹如下：

1. 食用的藻类植物

由于我国各地习惯的不同，往往是同一种藻，这地方的人

們吃它而那地方的人們不吃它，但是也有些藻類植物是很普遍食用的，其數目不下 50~100 種，例如：

(1) 食用藍藻：葛仙米、發菜、眉藻、海雹菜等。

(2) 食用綠藻：石莖、礁膜、游苔、苔條、海松和小球藻與栅列藻等。在西南地區，例如雲南省的西双版纳族和傣族人民，常將剛毛藻、絲藻、鞘藻、水綿和其他絲狀綠藻一起壓制成片狀物，干制收藏以備食用。

(3) 食用褐藻：海帶、裙帶菜、鵝掌菜、羊栖菜、鹿角菜、囊藻和繩藻等，有些地方還吃酸藻。

(4) 食用紅藻：紫菜、石花菜、麒麟菜、海蘿、海菜、海菜面、紅綿、雞冠菜和江蓠等。

2. 工業用的藻類植物

工業用的藻類植物也很多，例如石花菜用于食品工業和醫藥工業。在歐洲大陸和美洲大陸，每年用大量的石花菜來製造冰淇淋等冷食品，或混雜其他物質制成果醬、罐頭食品和糕點等。我國的福建省沿海地帶，尤其是廈門市，每年也有相當數量的消費。食用方法很簡易，將石花菜洗淨煮溶，冷后結凍，就成為夏天解暑止渴的極好食品。

醫藥方面，大多用石花菜所提制的琼膠來培養細菌和其他微生物。

石花菜的成分如下：

水分	22~28%
----	--------

蛋白質	6~12%
-----	-------

纖維質	0~7%
-----	------

碳水化合物	60~62%
-------	--------

灰分	3~4%
----	------

藻类植物除用于食品与医药方面以外,还用于紡織工业、制碘、制鉀等方面。欧美沿海地区,利用焚燒海藻(海带 *Laminaria*、巨胞藻 *Macrocystis*、囊叶藻 *Ascophyllum* 等)所得的灰分,提取鉀的化合物,供作各种工业原料和农业肥料。方法极简单,即在海藻燃燒将尽时洒上冷水,大約二十吨海藻可得一吨左右的灰分,其中含有下列各种化合物:

硫酸鉀 K_2SO_4	10~12%
氯化鉀 KCl	20~25%
碳酸鈉 Na_2CO_3	5%
錳及鈉的盐类	15~20%
不溶解物质	40~50%

制碘方法也很简单,即把海藻燃燒后的灰分放在水中浸出卤汁,再用蒸餾法及化学处理,提取純碘。

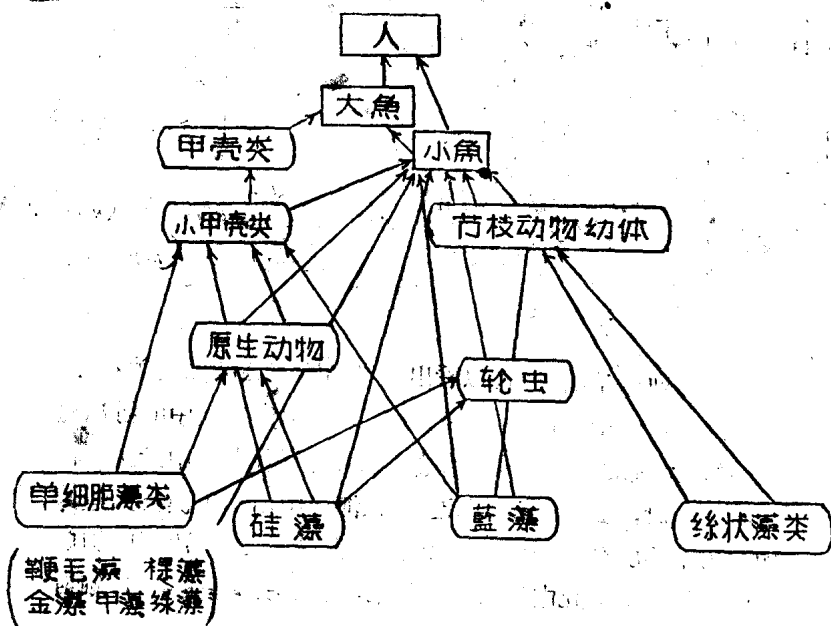
紡織工业中所用的一种良好的浆料,就是从藻体中提出的一种胶质,主要原料是海产的褐藻,所以叫做褐藻胶。褐藻胶不仅用作紡織工业中的浆料,而且还有其他用途,在药物、橡胶、选矿等工业中,褐藻胶是一种良好的乳化剂、稳定剂、分散剂、增稠剂、凝固剂。許多海岸綫較长的国家,如苏联、日本、挪威、英、美、法等,都相继建立了褐藻工业。我国在解放前,除了少数地区用石花菜作琼胶以外,沒有利用褐藻。解放以后,在共产党和人民政府的大力支持和鼓舞下,对于綜合利用海藻的研究,获得了不少成果,并且建立了褐藻胶工厂,为进一步研究藻类的綜合利用創造了条件。

3. 其他用途的藻类植物

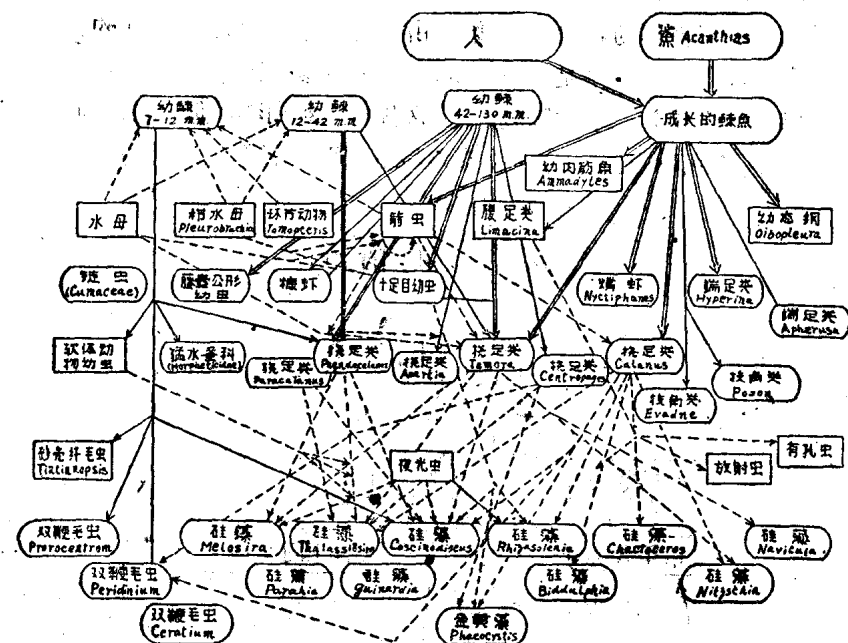
藻类植物除了前面所談的食用和工业用外,还有很多其他用途,有直接利用的,也有間接利用的。例如輪藻(*Chara*)、

車軸藻(*Nitella*), 可用来作为創伤的止血剂, 这是直接利用的。間接利用, 往往不引起人們注意。例如各种水体内有大量的浮游性藻类植物, 它們是魚类及其他水产动物的天然餌料, 作为水产各种經濟动物就是間接利用浮游性藻类植物作餌料的。在水体中这种关系是很复杂的, 藻类植物多被經過几个轉化, 每一轉化成为一个食物列; 食物列越长, 利用率越低; 食物列越短, 利用率越高。这种关系可用下面两个图解来表示:

淡水中的情况



海水中的情况



从上面两个图解,可以看出藻类植物与人的间接关系。

此外，例如稻田中有些藍藻，可以固定空气中的游离氮素，增加土壤的肥力；有些藍藻和某些綠藻，在水中产生一种水花現象时，会引起魚类死亡；在海洋中由于甲藻类大量繁殖，使局部海区的水中缺少氧气，加上甲藻死亡后发臭，引起海中魚类和貝类死亡等等，也都間接与人有一些关系，詳細情况在以后各章中再討論。

第二章 培养藻类植物的目的及方向

第一节 培养藻类植物的目的

1. 藻类植物的培养工作的发展

在很久以前,人們就已做藻类植物的培养工作,但迄今还没有确实知道什么人第一次从事这个工作。第一个认为用无机盐可以培养藻类植物的是范金 (Famintzin 1871),可是藻类植物培养工作在他以前已经开始了。范金曾经多次提出藻类植物可能生活于无机盐的溶液中,以后毛里士(Molisch 1895)和濱耐克(Benecke 1898)相继培养成功。

藻类植物的培养,虽然有了以上的一些工作,但是由于目的性不明确,又因为失败多而成功少,许多人不愿继续进行这一工作,所以没有很快地发展。培养藻类植物有卓著成绩的是本捷克 (M. W. Beijerinck) 的学生藻类学家平格斯害姆 (Pringsheim),他对藻类植物的培养总结出不少可贵的经验。

对于藻类植物的培养,在1942年以后,我国藻类学家朱树屏发表了很重要的论文,开辟了我国对于藻类植物培养的道路。

1949 年全国解放后，在共产党和人民政府的正确领导下，十多年来，我国对于藻类植物的研究，不论是形态分类方面、综合利用方面以及培养方面，都有了很大的发展。单是海带的养殖工作，每年给国家增产了不少财富。对于紫菜的研究，已经掌握了紫菜的生活规律，为进一步养殖紫菜寻到了途径。在 1958 年工农业生产大跃进中，有许多地方研究了小球藻和蓝藻的培养，也获得了很大的成就。这些成就在这样短的时间内获得，是非常可贵的。但这仅仅是初步的成绩，今后还要进行更多的研究工作，充分地掌握和利用藻类植物，使其在社会主义建设事业的发展中起应有的作用。

· 2. 培养藻类植物的目的

培养藻类植物有下列各项目的：

- (1) 形态学上和细胞学的研究；
- (2) 研究植物的发育过程；
- (3) 鉴定藻类植物的种；
- (4) 研究藻类植物的形成与演化过程；
- (5) 细胞病理学的研究；
- (6) 细胞生理学的研究；
- (7) 生理学发展的研究；
- (8) 细胞营养生理学的研究；
- (9) 生理学中新陈代谢作用的研究；
- (10) 生理学中刺激作用的研究；
- (11) 生态学的研究；
- (12) 生物与城市供水的研究(生物学的水的检查)；
- (13) 大量培养以供人和动物食用；
- (14) 医药中抗菌素的提取；