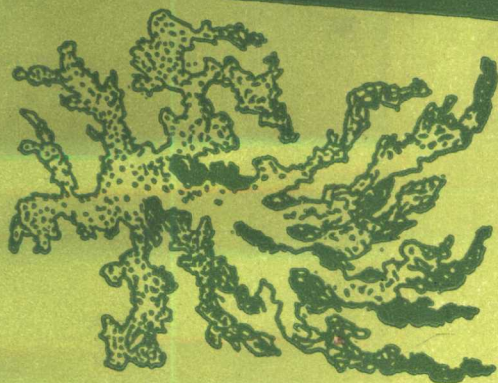


海水养殖丛书

方宗熙 主编

海藻养殖

缪国荣 编著



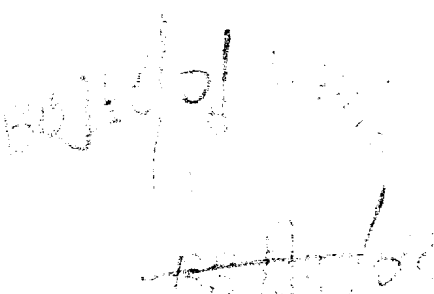
海洋出版社

海水养殖丛书

方宗熙 主编

海藻养殖

缪国荣 编著



海洋出版社

1992年·北京

内 容 简 介

本书概括地介绍了海藻的经济价值和我国的海藻资源；简练地阐述了海藻养殖的生物学基础知识及海藻养殖与海洋环境的密切关系；较详细地叙述了养殖海藻的基本方法、苗种生产、病害防治、施肥及新品种的培育等；最后明确指出，海洋农牧化，特别是海水养殖是每一个海洋国家解决人类食物、能源的有效途径，海藻是初级生产者，是海洋农场不可缺少的重要环节。

本书是水产院校师生及从事海水养殖工作的科技人员和工人、农民的重要参考书，也是一本图文并茂、介绍海藻养殖知识、能激励广大读者向海洋进军的好书。

(京)新登字087号

责任编辑 张兰芬

海水养殖丛书

方宗熙 主编

海 藻 养 殖

缪国荣 编著

*

海洋出版社出版(北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行 北京四季青印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32印张：5.125字数：110千字

1992年7月第一版 1992年7月第一次印刷

印数：1—700

*

ISBN 7-5027-0028-5/Q·5 定价：4.90元

序

(一)

社会在发展，科学技术在进步。展现在我们面前的未来世界，充满着希望，也蕴藏了若干重大的难题，需要我们去探讨，去解决。

人口问题是重大难题之一。按照现在人口增长的趋势，每经过32年，世界人口要增加一倍。跟着而来的是食物问题，特别是动物蛋白质的供应问题。这是因为，要满足人类的营养，人们不仅要吃饱，而且要吃得好一些。

由于陆上可耕面积在缩小，必须寻找新的食物来源。就我国讲，开发大西北和向海洋进军，索取食物，是解决问题的有效回答。

海洋生物跟陆上生物一样，是可再生的资源。它们通过生殖过程，可以产生出许多后代。陆上的生物资源，由于人们采取了合理的农牧化制度，食物的产量和质量比较可靠。海洋生物资源，一般不是这样。我们从海洋取得食物，主要是采取捕捞方式。而“捕鱼捉蟹”这种方式，有个不容易克服的缺点：容易捕捞过度，使海洋经济动植物，特别是鱼虾和贝类，失去生息的机会。这就会损害渔业资源。世界许多滨海国家已遇到了这个问题，我国也不例外。例如，我国的小黄鱼资源已遭到严重的破坏了。现在，我们正在采取措施，保

护我们的渔业资源。

(二)

保护渔业资源是开发海洋生物资源的有效途径之一。另一条有效途径，是实现海洋农牧化。农是指对海洋经济动植物进行养殖，象我们在陆地上经营农业那样。牧是对某些海洋经济动植物的幼体，进行放养，让它们在海洋里自己去寻找食物，象我们在草原上放养羊群、马群那样，达到增产的目的。

就一般情况讲，养殖比放养容易见效，这是因为，对养殖比较容易管理。现在许多滨海国家或海洋国家重点抓的就是养殖。日本的海水养殖，总的看来，可说是世界第一。在日本许多海区可以看到鱼虾贝藻的养殖。在那里，网箱养鱼，规模很大。美国的牡蛎养殖已达到了工厂化。苏联、法国、挪威、泰国、菲律宾等国家也在注意海水养殖业的发展，并已取得了可喜的成绩。

海洋放牧的工作在国际上也在积极进行。日本的人工鱼礁，规模不小，这对提高渔获量大有帮助。美、苏、加拿大、挪威、日本等对于大麻哈鱼、鲑鱼的放牧，也有多年的经验，也取得了增殖的效益。

一句话，海洋农牧化可以提供大量的食物，特别是可以提供高质量的动物蛋白质。

这些财富的取得，是人们进行多年研究的结果，是现代海洋科技的成就之一。

(三)

我国不仅是一个大陆国家，占有960万平方公里的陆地，而且也是一个海洋国家，占有很大的领海面积。

我国有长达18 400公里的海岸线。我国还有大大小小的6000多个岛屿，岛屿的海岸线也在14万公里以上。与此有关的是我国的海岸带面积很大，据估计，达30多万平方公里。我国大陆架在200米以内的海域面积还要大，有22亿多亩，远远地超过了全国可耕面积的总和。这意味着，我国沿海可供养殖或农牧化的面积是非常广阔的。不消说，它具有巨大的海洋生产力，可供我们去开发利用。

怎样利用我们的近海和海岸带进行养殖，实现海洋农牧化呢？

很显然，这需要有关的知识，首先是海水养殖的知识。

海水养殖在我国已有很久的历史，牡蛎、蚶、蛏、紫菜等的养殖，很早以前就开始。但是在过去，在旧社会，我国人民是靠经验进行海水养殖的。那时候，养殖技术比较差，产量也不稳定。这是因为，海洋科学在旧中国时期，可说是空白。

新中国建立以来，我国的海洋科学得到了党和政府的重视，开始发展起来。与此相联系的是：我们水产科学工作者开始应用海洋生物学知识来进行海水养殖，于是海水养殖事业得到了前所未有的发展。我国的海带养殖就是“科学种田”取得显著成绩的一个范例。

海带是富含碘质的良好食物，它又是提取碘、褐藻胶和

甘露醇的重要工业原料，由于它含有较大量的碘，它又是防治甲状腺肿的良好药物。在旧中国的长时期里，我国人民所需要的海带主要是从日本进口的。这是因为海带是冷水性的海藻，它的老家在日本北海道一带。

新中国诞生以来，我国海藻科学工作者对海带的生活史以及海带各发育阶段所需要的生活条件进行了系统的基础研究，由此提出了全人工养殖海带的一系列技术，取得了举世瞩目的成就。现在我国海带养殖每年鲜品产量在一百五十万吨左右，成为世界人工养殖海藻产量最多的国家。我国海带生产不仅满足了自己作为食物和工业原料的需要，而且出口到国外。

随着海洋科学的发展，适应人民对海产品的需求，我国海洋科学工作者已经把“科学种田”的精神，应用到其他海洋经济动植物，例如对虾、扇贝、紫菜等的养殖和增殖中去，逐步往海洋农牧化方向发展，取得了不少新的经验和收获。我们在这方面的事业正方兴未艾。

(四)

从上面简略的材料可以知道，海洋农牧化，特别是海水养殖是我们向海洋索取食物、获得动物蛋白质的一个有效途径。

海洋出版社同志约我们山东海洋学院一些教师编写一套《海水养殖丛书》，介绍海水养殖和增殖的科普知识，用意很好。我们这些教师从事海水养殖和增殖的教学和科学研究已有若干年，对于国内外的海洋农牧化情况，有所了解。这套丛

书里介绍的海洋农牧化知识重点是海水养殖知识，既有国内的，也有国外的。目的在于引起读者对这方面事业的兴趣，促进这方面工作的发展。限于我们的业务水平，这套书里也许会存在一些问题，欢迎读者批评指正。让我们共同为发展我国海洋农牧化而努力吧，这是时代对我们的要求。

这本书的编著者还有王承禄

方宗熙

1984年6月于青岛

目 录

一、海藻的经济价值和海藻资源.....	(1)
(一) 海藻的经济价值.....	(1)
(二) 我国的海藻资源.....	(7)
二、海藻养殖的生物学基础知识.....	(10)
(一) 海带的形态构造、繁殖和生态习性.....	(10)
(二) 裙带菜的形态构造、繁殖和生态习性.....	(20)
(三) 巨藻的形态构造、繁殖和生态习性.....	(25)
(四) 紫菜的形态构造、繁殖和生态习性.....	(27)
(五) 石花菜的形态构造、繁殖和生态习性.....	(33)
(六) 麒麟菜的形态构造、繁殖和生态习性.....	(37)
(七) 江蓠的形态构造、繁殖和生态习性.....	(39)
三、海藻养殖与海洋环境的关系.....	(42)
(一) 光照.....	(42)
(二) 温度.....	(44)
(三) 海水的运动.....	(45)
(四) 海水中的营养盐.....	(47)
(五) 海水中的氧气和二氧化碳.....	(48)
(六) 海水的污染.....	(49)
四、养殖海藻的基本方法和程序.....	(51)
(一) 海底增殖.....	(53)
(二) 筏式养殖.....	(57)
(三) 海藻养殖的基本程序.....	(6)

五、海藻的苗种生产	(66)
(一) 海带夏苗生产.....	(67)
(二) 紫菜丝状体的培育.....	(73)
六、几种海藻的养殖	(81)
(一) 海带养殖.....	(81)
(二) 裙带菜养殖.....	(93)
(三) 紫菜养殖.....	(96)
(四) 其他几种红藻的养殖.....	(111)
七、养殖海藻的病害及防治	(119)
(一) 海带的病敌害.....	(120)
(二) 紫菜的病敌害.....	(126)
八、施肥	(132)
(一) 施肥的意义.....	(132)
(二) 在海水中施肥的特点.....	(133)
(三) 施肥方法和提高肥效的途径.....	(133)
九、养殖海藻的品种培育	(136)
(一) 养殖海藻的性状遗传和变异.....	(136)
(二) 我国培育的海带品种.....	(138)
(三) 海带品种的培育方法.....	(139)
(四) 对我国海带育种工作的评价.....	(142)
十、海洋农场与海藻的关系	(145)
(一) 海洋食物与能源农场设想.....	(146)
(二) 海洋农场的初级生产者——巨藻.....	(149)
(三) 上升流的开发利用.....	(149)
(四) 海洋农场的规划与实施.....	(150)
(五) 在我国开辟海洋农场的前景.....	(152)

一、海藻的经济价值 和海藻资源

（一）海藻的经济价值

人们一谈起海洋，就会想到海洋中的鱼类、海兽，而很少有人知道海洋中生活着的大量藻类植物。它们中的一部分生活在近海的潮间带、浅水区，固着生长在石头、贝壳、木桩上，呈绿色、蓝绿色、褐色、红色，这就是藻类学家们所叫做的定生海藻。但海藻中的大多数成员，生活在广阔的大洋中，营浮游生活，随着洋流、海流到处飘漂营生，它们的个体很小，要借助显微镜才能看清它们的“庐山真面目”，这就是藻类学家们所叫做的浮游藻类。

海藻是植物界中的重要一类，它们最大的特点是细胞内含有叶绿素、叶黄素、胡萝卜素等色素，能利用太阳光能，把海洋中取之不尽的、简单的无机物——水和二氧化碳，综合成为葡萄糖。因而海藻是海洋中的初级生产者，是海洋生物食物链中的第一环。正因如此，藻类在自然界中有着特殊的功绩，与人类的生活有着密切的关系。

1. 藻类在自然界中的作用

由于藻类大部分成员的个体很小，因此，人们对于它们

在自然界中有机物的生产过程中所起的作用没有正确的认识。但实际上，它们在这方面的贡献，远非陆生植物所能比。我们知道，全球陆地的面积为 149×10^6 平方公里，陆生植物每年每平方公里的有机碳生产能力约130吨，全球陆地的有机碳年产量为 1.9×10^{10} 吨。而全球海洋的面积为 361×10^6 平方公里，是陆地面积的两倍多，而且根据实验，海藻的平均单位面积生产能力比陆地植物高好几倍，每年每平方公里的产量为375吨，这样全球海洋的年总产有机碳约为 13.5×10^{10} 吨，为陆地的七倍多。

藻类植物在生产有机碳的过程中，另一个对大自然的伟大贡献是，保持了自然界中的氧气、二氧化碳的循环，使它们始终处于平衡状态，为人类和一切动物的生存提供了一个良好的生活环境。根据科学家们的计算，全球的二氧化碳大约300—400年循环一次，即从无机状态转变为有机状态，然后再转回无机状态。氧气约需2000年循环一次。可是地球上的二氧化碳和氧气，千百万年来始终保持一定的比例，就是因为自然界中，一方面有对有机物起破坏作用的细菌，另一方面有绿色植物，特别是有海藻进行光合作用的结果。

人们常说：大鱼吃小鱼，小鱼吃虾，虾吃“砂”。这个“砂”就是海洋浮游藻类。人们把生物界的这种食物关系，叫做食物链，海藻处于食物链的第一环。人们计算过，鱼类每生长500克，大约需要摄食5000克浮游动物，而浮游动物每生长500克，又大约需要摄食5000克浮游藻类。按照这样的计算，每年全世界的海洋渔业捕捞量约7000万吨，则就需要700 000万吨的浮游藻类。我国的舟山渔场，是全国的最大渔

场，每年这里生产的黄花鱼、带鱼、乌鱼等占全国之冠。舟山海域之所以水产资源如此丰富，一个重要的原因就是这里处于长江、钱塘江两条大河的入海口，水质肥沃，生长着大量的鱼类的饵料生物——浮游动物、浮游藻类。

2. 藻类的食用价值

世界上多数国家是利用海藻作工业原料，进行综合利用，直接食用海藻的国家很少，日本、朝鲜、东南亚和我国人民，从古就有食用海藻的习惯。但是，近年来欧美国家的人，也逐渐认识到吃海藻的好处，日本每年向欧美国家大量出口紫菜、海带。

海藻是一种特殊的蔬菜。它味道鲜美、纤维素含量很低，含有一些陆生蔬菜所不具有的成分。海藻的干制品可以长期储存、运输，对缺少蔬菜的高寒地区、海岛及长期在野外作业生产的人员，更是一种特殊的蔬菜。以海带为例，据中国医学科学院营养学系的分析，每100克干海带所含营养物质如下：胡萝卜素0.57毫克、硫胺素（维生素B₁）0.69毫克、核黄素（维生素B₂）0.36毫克、尼克酸1.6毫克、粗蛋白质8.2克、脂肪0.1克、醣57克、粗纤维9.8克、无机盐12.9克、钙2.25克、铁0.15克，能发出 $262\,000 \times 4.1868$ 焦耳热量。另外，碘的含量达到3—5%，是已知植物中含碘量最高的。紫菜的营养价值更高，蛋白质的含量就达到29—35%。

说海藻是特殊的蔬菜的另一方面，是指常食用海藻对人体健康，对一些疾病的防治有特殊的作用。早在1500多年前，南齐陶弘景编著的名医别录中就记载着：“昆布生东海”，“今惟出高丽，绳把索之如卷麻，作黄黑色，柔韧可

食”。明朝李时珍在《本草纲目》中，记载了海带能主治12种水肿，并特别提到了对甲状腺肿大症的医治疗效。我国的中医医药学认为海藻（象石莼、浒苔、礁膜、海带、裙带菜、紫菜、昆布、羊栖菜等）大多数属咸、寒性，一般均有清热、解毒、软坚散结、消肿利水及化痰等功效。近代医学研究证明，常食用海藻，对防治心脑血管病、慢性气管炎、抗放射污染，甚至对肿瘤的预防都有一定效果。

据调查，我国可直接食用的海藻有40—50种之多，它们广泛地分布于我国的各个海域的沿岸带。

3.海藻的工业利用价值

海藻在工业上的用途极为广泛，我国的海藻工业已经形成了一个独立的工业部门。

（1）藻胶：海藻的体内含有丰富的藻胶，是藻胶工业的原料。褐藻类主要含褐藻胶，红藻类主要含琼胶、海萝胶和卡拉胶。

海带、马尾藻等褐藻是提取褐藻胶的主要原料。褐藻胶的用途很多，可作纺织物的浆料，可作媒染剂、乳化剂、增稠剂、硬水软化剂等，在石油工业上可作驱油剂。褐藻酸钠可代替淀粉、明胶等，用来制作冰糕、冰砖、冰淇淋、巧克力、糖果、糕点等。我国科研工作者还用褐藻胶抽丝，制成止血纱布；用褐藻酸钠制成代血浆；用褐藻胶代替明胶制成药用胶囊。国外还用褐藻酸钠制造纸板电极等。我国褐藻胶主要是海带制碘的副产品，每生产一吨碘，可生产60吨胶。我国褐藻胶的年产量近万吨，除了国内用一部分，大部分出口。

红藻中的石花菜、江蓠、凝花菜、拟石花菜等，藻体内含有丰富的琼胶，其中石花菜所含的琼胶量最多，质量也最好。我国北方主要是利用自然生长的石花菜提取琼胶，南方主要是利用人工养殖的江蓠提取琼胶。琼胶是医药工业的重要原料，主要用来制作细菌培养基。另外，琼胶在食品、化工等方面都有广泛的应用。我国琼胶的生产尚不能满足国民经济发展的需要，近年来正在积极开展石花菜人工筏式养殖的研究和生产，但目前尚不能为琼胶工业提供大量人工养殖的石花菜。我国生产的麒麟菜，除作食用外，一部分用来提胶。麒麟菜的琼胶质量较差，可作乳白鱼肝油的乳化剂。但近年来，由于制胶工艺的改进，大大提高了麒麟菜胶的质量。另外，我国南方还用凤尾菜、珍珠麒麟菜、凝花菜等来提取琼胶，以补充石花菜和江蓠资源的不足。

由海萝类海藻提取的海萝胶，是广东的特产——香云纱的最好浆料，但由于香云纱的生产不兴旺，对海萝胶的需求也不迫切。至于海萝胶的其他用途，目前研究得还很少。红藻中的另一大类藻胶——卡拉胶，我国资源较少，也还未研究它的利用价值，但国外已广泛应用。

(2) 碘：碘是医药、国防、化工、冶金等部门的重要原料，比如碘酒是外伤消毒的用药，碘也是人造雨的原料。我国是一个碘资源缺乏的国家，在历史上就是依靠进口。海藻中的褐藻类的某些种类，具有很强的富集碘的能力，其中以海带为最强，自然生长的海带的含碘量为3—5%，人工培育的高碘品种的含碘量能达到7%。解放后，我国随着海带养殖生产的发展，同时也发展了制碘工业。我国从海藻提取的碘已能满足国内需要量的1/3左右，为国家节省了大量外汇开

支。

(3) 甘露醇：甘露醇是海带综合利用的三大产品之一。甘露醇是六价醇的一种，它在褐藻中广为存在，我们在淡干海带叶片上看到的一层白色粉末物，大部分就是甘露醇。海带和马尾藻是提取甘露醇的主要原料。甘露醇是一种良好的细菌培养基，可以代替葡萄糖。可做泡沫塑料，可作化学调合剂代替甘油生产牙膏等。在石油工业上可作破乳剂，使水与石油分开。近年来，我国海藻化学工作者进一步研究了甘露醇的新用途，如甘露醇聚醚硬泡塑料，其强度、尺寸稳定性等性能均优于甘油和木酐聚醚硬泡塑料，适于航海、航空、电气、运输和冷藏等部门使用。

(4) 制药：海藻是一个巨大的药物宝库，很多药物学家都企图从海藻中提取当今人类尚无好药物治疗的一些疑难病症，如抗癌药物、防治高血压药物等，并已取得了一些成果。美国科学家宣称，他们从海带类海藻中提取出了一种治疗高血压的特效药。我国也十分重视包括海藻在内的海洋生物药物的研究。在青岛专门成立了海洋药物研究所。山东海洋学院水产系从六十年代就开始海藻药物的研制工作，先后研制成功了褐藻酸钠注射液（代血浆）、降糖素（医治糖尿病）、PS（医治心脑血管病）等。我们完全可以预计，将有更多的海藻药物为人类的健康长寿服务。

4. 肥料和饲料

沿海农民常把海边的大量海藻收集起来，培土让其发酵，或晒干后烧成灰，用作肥料，效果很好。这是因为海藻中含有农作物生长发育所需要的钾、氮、磷肥及其他各种盐

类。象褐藻类一般含有15—30%的钾盐、1—2%的氮和0.2—1%的磷、钾的含量更多,所以能促进农作物的根茎粗壮、坚挺、不易倒伏,同时也能增加作物的抗病、抗旱、抗寒能力。干燥的海藻施于土壤中,能起到疏松土壤的作用。此外,施海藻有机肥,不混有杂草种子、病菌孢子及害虫卵等。还有人报道,用褐藻浸泡液(马尾藻、海带等),在小麦扬花时喷洒,能提高传粉率,能提高10%左右的产量。这是由于海藻中含有一些促进植物生长的特殊物质——生长素。

沿海居民也常用海藻作饲料,饲养家畜、家禽,能促进鸡多下蛋,奶牛多产奶。用海藻作饲料时,应先用淡水浸泡一下,将其中的盐类大部分溶解去掉,不然过多的盐类被家畜、家禽吃下去后,能引起泻肚。如能用海藻作基本原料,再加上鱼杂(鱼头、鱼尾及内脏)和苜蓿(1:1:1),可制成优良的饲料。但遗憾的是,国内对海藻饲料尚未重视和广泛使用,很多海藻资源都白白的浪费掉了,或者被日本等购买去了。另外,海洋中的很多单细胞藻类现在被人们用来大规模培养、生产、用来作贝类、鱼类及其他海洋动物的饵料。

(二) 我国的海藻资源

我国有着漫长的海岸线,又处于北温带,海藻资源十分丰富,在广阔的潮间带和潮下带浅水区,生长着繁茂的海藻、象海带、裙带菜、马尾藻……,这些大型海藻类在海底形成了茂密的海底森林;象紫菜、石莼、浒苔、石花菜……,