

海藻利用与 加工



金 骏
林美娇 主编



科学出版社

海藻利用与加工

金 骏 林美娇 主编

科 学 出 版 社

1 9 9 3

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

海藻是一种资源丰富、营养价值高、用途广的水产品。本书就海藻的资源状况、化学组成及其利用和加工作了概略的介绍，侧重阐明我国新兴的海藻工业发展情况、加工方法和主要产品的多种用途。

本书可作为水产、食品、医药等领域的科技、生产人员以及大专院校有关专业师生参考。

海藻利用与加工

金 骏 林美娇 主编

责任编辑 赵徐懿

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

北京朝阳区东华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1993年10月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1993年10月第一次印刷 印张：23 插页：2

印数：1—820 字数：534 000

ISBN 7-03-003521-6/P·679

定价：23.80元

前 言

我国有漫长的海岸线，浅海滩涂面积广阔，藻类资源丰富，品种繁多。海藻生产有悠久的历史，为人们提供着食用、药用和工业利用等多种产品，繁荣社会经济，丰富人民生活。

我国海藻的采捕和养殖，经过多年的发展，已形成一定的基础，特别是人工养殖海藻，产量增加较快，养殖品种不断有新的突破。继50年代突破海带养殖后，60年代突破了紫菜养殖，70年代海藻的工业产品普遍开花，至80年代趋于巩固和稳步发展。我国人工养殖海藻的产量已居于世界领先地位，海藻工业已成为一个新兴的工业门类。

为了更好地发展海藻事业，我们邀请了有关专家、学者，把海藻利用的科研成果和工作实践，分门别类地加以总结，编纂成书，以献给我国广大的水产工作者，科研、教育界人士，以及国际上关心我国海藻事业的朋友们。

本书共分八章，概述了海藻资源及其工业利用情况；介绍了海藻的化学组成；按褐藻、红藻两大类分别阐述了褐藻胶、甘露醇、碘、琼胶、琼脂糖、卡拉胶等产品的结构、性质、制造工艺和设备，以及这些产品在食品、工业、农业、医药、日用化工等领域的应用原理和途径；包括海带、裙带菜、紫菜在内的海藻食品加工、包装和贮存方法；海藻在医药、饲料、肥料等方面的用途。对于海藻及其产品的检验分析与质量标准，也作了概略的介绍。这是一本藻类生产理论和实践的综合性论著，在当前发展经济十分注重经济效益、生态效益和社会效益有机结合的要求下，本书的出版，对于普及海藻科学知识、交流经验、搞好海藻生产和规划布局，都是会有帮助的。

参加本书编写工作的有中国科学院海洋研究所史升耀、张燕霞、范晓，上海水产大学严伯奋，湛江水产学院王铭和，青岛海洋大学陈正霖，福建师范大学甘纯玘，中国水产科学研究院黄海水产研究所过绍武、李晓川，大连海藻工业公司赵长义，大连水产养殖公司丁明进，黄海海藻工业公司王学良、宋耀燧，以及农业部水产司金骏、林美娇和山东省水产局高金城等。严伯奋、王铭和负责全书的统稿。在编写过程中曾得到张燕霞等专家、学者的指导和支持，中国科学院海洋研究所张峻甫协助订正海藻名称，在此一并致谢。由于水平所限，疏忽或错误之处在所难免，衷心希望广大读者提出批评意见，以便再版时加以改正。

目 录

前言	(iii)
第一章 海藻资源及其工业利用概况	(1)
第一节 世界海藻资源及利用概况	(1)
第二节 我国的海藻资源及生产情况	(9)
第三节 我国海藻工业利用情况	(12)
第四节 我国海藻工业利用的前景	(16)
第二章 海藻的化学组成与结构	(18)
第一节 海藻的一般化学组成	(18)
第二节 海藻中的碳水化合物	(24)
第三节 海藻的其他化学组成	(60)
第三章 褐藻工业	(70)
第一节 褐藻胶	(70)
第二节 甘露醇	(108)
第三节 碘	(131)
第四章 红藻工业	(156)
第一节 琼胶	(156)
第二节 琼脂糖	(177)
第三节 卡拉胶	(187)
第五章 海藻工业产品的利用	(206)
第一节 褐藻胶的应用	(206)
第二节 甘露醇的应用	(248)
第三节 琼胶的应用	(250)
第四节 琼脂糖的应用	(252)
第五节 卡拉胶的应用	(257)
第六章 海藻食品加工	(265)
第一节 食用海藻的预处理	(266)
第二节 海带食品加工	(267)
第三节 裙带菜食品加工	(277)
第四节 紫菜食品加工	(288)
第七章 海藻的其他利用	(295)
第一节 海藻的药用	(295)
第二节 海藻饲料	(301)
第三节 海藻肥料	(306)
第八章 海藻及其产品检验分析与质量标准	(311)
第一节 海藻的质量标准和检测方法	(311)
第二节 褐藻胶的质量标准和检测方法	(322)

第三节	甘露醇的质量标准和检测方法.....	(336)
第四节	碘的质量标准和检测方法.....	(339)
第五节	琼胶和琼脂糖的质量标准和检测方法.....	(341)
第六节	卡拉胶的质量标准和检测方法.....	(349)
第七节	其他海藻产品的质量标准和检测方法.....	(352)

第一章 海藻资源及其工业利用概况

第一节 世界海藻资源及利用概况

一、世界海藻生产的现状和规模

世界上可以利用的海藻主要为褐藻类、红藻类、绿藻类。1986年世界总产量240万吨，主要生产地区集中于亚洲，尤其是日本、中国和朝鲜半岛，它们的海藻产量占世界总量的69%，而产值占96%以上。其余的海藻产区则分布于前苏联、美国、英国以及一部分非热带国家，如挪威、智利、法国、墨西哥、加拿大、葡萄牙、冰岛等。热带国家只占很少一部分。按吨位计，远东地区较世界其他地区高14倍之多。世界各种海藻产量及主要生产国和地区见表1.1.1，1.1.2。

表 1.1.1 世界各种海藻的年产量

海藻种类	每年产量($\times 10^3$ t)				
	1975	1977	1980	1983	1984
褐藻	786	892	2 470	2 298	2 393
红藻	460	470	789	823	1 036
绿藻	2.5	2.5	9	14	8
杂藻	92	97	80	70	107
总计	1 340	1 461	3 205	3 205	3 545

据考查，全世界资源最丰富和广为利用的海藻是：

褐藻——巨藻属、海带属、翅藻属、裙带菜属。

红藻——江蓠属、石花菜属、麒麟菜属、沙菜属、角叉菜属、杉藻属、紫菜属、叉红藻属、育叶藻属和伊谷草属。

绿藻——石莼属、浒苔属和蕨藻属。

中国与日本比较，其生产的原藻价值还不到日本的1/4，这主要是由于日本的生产多样化、品种多、用途广。但是中国近十

年来不仅褐藻产量逐年增加，而且红藻也已跃居世界第四位。菲律宾由于开拓和发展了麒麟菜养殖，红藻生产保持世界第二位。

统计资料表明，有些国家海藻年产量变化很大。例如美国，1980年西海岸生产

表 1.1.2 主要藻类生产国和地区产量 (1986)

地 区	产量($\times 10^3$ t)
日 本	654
中 国	700
韩 国	224
美 国	126
前 苏 联	100
英 国	24
世界总量	2 400

162 000吨褐藻，而3年以后仅生产几千吨。南非、英国和智利的褐藻生产也呈骤降趋势，但法国、阿根廷等国却呈增长趋势。1975—1984年，加拿大和阿根廷等国红藻减产，而智利却增产4倍，菲律宾骤增几十倍，印度尼西亚也有类似情况，成为海藻生产大国。

亚洲各国和地区的海藻资源丰富。

日本有利用和养殖藻类的悠久历史，藻类约占海产品总量的5%，商业价值的10%。所有藻类中，紫菜占总量的30%，总价值的75%；海带占总量的33%，总价值的11%；裙带菜占总量的22%，总价值的9%；制胶植物占总量的4%，总价值的2%。日本的海藻主要用来提炼琼胶和褐藻胶以及食用。日本的大部分紫菜是人工养殖的，主要有4个种类。日本的海带科藻类（海带属和裙带菜属）主要集中在北海道3—8m水深处（约为150万吨），每年可以采收15万吨海带，5万吨裙带菜。海带属中被利用最多的是海带，未被食用的海带和昆布用来提炼褐藻酸钠（1 260吨）。天然生长的裙带菜产量低于人工养殖的。他们为大规模增殖经济海藻，投放了人工礁，对附着藻类采用人工授精，并清除了礁上的杂生植物。人工养殖的各种红藻的每公顷产量为：紫菜32吨（湿品），石花菜达10吨（湿品），海萝达0.45吨（干品）。在日本，每年获天然生长海藻20—30万吨，而人工养殖则每年可提供40吨紫菜，20吨裙带菜，数十万吨海带。另外，还从韩国、智利、阿根廷、南非和澳大利亚等国家进口海藻。

菲律宾居民多将海藻作为食物，但难于估计所需藻类的数量。最常食用的海藻有：江蓠、沙菜、凹顶藻、蕨藻和马尾藻。近年来，菲律宾开始广泛养殖麒麟菜（食用和提炼卡拉胶），麒麟菜的生长速度每天为2%。最新资料报道，现在年产量为3—4万吨（干品）。

东南亚的印度尼西亚、马来西亚、越南等国家的居民多喜食海藻，作为食用的绿藻有蕨藻、硬毛藻和石莼；褐藻有网地藻、团扇藻、马尾藻和锥形喇叭藻；红藻有麒麟菜、石花菜、江蓠、杉藻和沙菜等。

在朝鲜半岛近岸水域，依靠人工养殖获得大量藻类。朝鲜养殖海带的产量从1962年到1970年增长7—10倍，目前的产量为30万吨（湿重）。在韩国，主要养殖从日本输入的紫菜，他们为了迅速发展藻类生产，建造了人工礁，清除了一些岩石上的野生植物。

在中国近岸水域，藻类的自然生长条件较好，自古以来，中国人就采捞和利用礁膜、浒苔、石莼、紫菜、小石花菜、江蓠、鹿角海萝、裙带菜、昆布和马尾藻等。在中国，食用藻类主要是人工养殖的海带，此外，还有小规模养殖的裙带菜和石花菜等。台湾省养殖的江蓠用于食用、被输出提炼琼胶和在本地提炼琼胶各占1/3左右。

二、海藻工业利用历史

海藻的工业利用已有300多年历史。据有关资料记载，褐藻用作工业原料始于17世纪末，由法国人首先把墨角藻烧成灰生产纯碱，用于玻璃制造业。经过一个世纪后，法国人又从褐藻中发现了碘元素，由于碘在医药上的价值，促进了当时褐藻工业的发展。除法国外，挪威、荷兰、英国先后建起了海藻提碘加工厂，使海藻提碘成为19世纪中叶一项发达的化学工业。

继褐藻提碘之后，很多国家又自褐藻灰中提取氯化钾或钾肥用于农作物生产，直到

德国中部地区开采钾矿和南美的智利从制造硝石废液中提碘成功后。相比之下，用褐藻提碘显得很经济，因此此项生产逐渐萎缩。但是，代之而起的是从褐藻中提取褐藻胶及甘露醇，特别是1928年美国建立起第一家褐藻胶工厂，把产品应用到食品、医药行业后，褐藻的工业利用由提碘、钾、甘露醇转为提取褐藻胶为主，并迅速地得到发展。

红藻作工业原料比褐藻要早几十年，也就是从17世纪中叶开始，但比较大规模的生产也是本世纪以来的事。从红藻中提取的产品是琼胶和卡拉胶。

目前，世界各国工业生产每年消耗干品海藻约25—30万吨（包括粗加工后直接上市部分），其中化工生产约占60—70%，主要是提取琼胶、褐藻胶和卡拉胶，年产量5万吨左右。

三、世界海藻工业概况

世界上潜在的海藻资源仅仅有一小部分被人类所利用，所谓海藻工业利用是指海藻胶、海藻食品、海藻动物饲料、海藻肥等的生产。据估计，有效加工的海藻每年不到1 000 000吨，直接和间接地为人类创造了几十亿美元（年）的价值（参见表1.1.3）。本节只论及海藻工业直接产品，其衍生的应用产品（如海藻胶的各种衍生物和以褐藻胶做添加剂的各种产品等）未予表述。世界各国和地区工业利用海藻的主要种类见表1.1.4。

表 1.1.3 海藻工业利用综合表（1988年）

项 目	年 产 量 (t)	价 值(US\$)	耗用鲜海藻(t)
褐 藻 胶	25 000	70 000 000	450 000
琼 胶	7 500	42 000 000	150 000
卡 拉 胶	14 000	70 000 000	150 000
海 藻 饲 料	40 000	10 000 000	130 000
紫 菜 食 品	18 000	—	220 000
裙带菜食品	7 000	—	60 000
昆布食品	>100 000	—	>700 000

1. 海藻粉的生产

用海藻粉作畜禽动物饲料添加剂的研究和开发开始于本世纪50年代。作为一项海藻工业它尚属一项小规模的生产品种。由于海藻本身能提供丰富的碘、微量元素、矿物质、维生素及激素等营养源，所以用它生产海藻粉是一项极有前途的工业。虽然目前世界单纯海藻饲料粉产量不大，但以它做为添加剂生产的海藻型饲料数量很大。据估测，目前全世界海藻粉产量近5万吨，其中挪威就占2万吨左右。西欧和北美各国所用的原料主要是泡叶藻、翅藻、墨角藻、巨藻等。亚洲地区主要是用马尾藻。

挪威是世界上最大的海藻饲料生产国，历史悠久。他们深入地进行了海藻喂养动物生理实验和大量的效果实验，既有实践性又有理论指导，所以年产海藻粉数量很高。

表 1.1.4 世界各国和地区加工利用海藻的主要种类

国家和地区	使用的海藻种类(按利用率排列)
日本	昆布、海带、裙带菜、石花菜、江葛、异枝藻、海萝、石莼、浒苔
中国	海带、裙带菜、紫菜、石花菜、江葛、马尾藻
菲律宾	麒麟菜、江葛、沙菜、凹顶藻、蕨藻、马尾藻
印度尼西亚	蕨藻、松藻、石莼、网地藻、团扇藻、马尾藻、麒麟菜、沙菜、江葛
澳大利亚	江葛、麒麟菜、巨藻
新西兰	鸡毛菜、石花菜、江葛、囊叶藻、巨藻、昆布
印度	马尾藻、凝花菜、江葛、石花菜
挪威	泡叶藻、掌状海带、极北海带、墨角藻、翅藻、角叉菜、杉藻、红皮藻
英国	墨角藻、海叶藻、极北海带
法国	掌状海带、墨角藻、杉藻、角叉藻
瑞典	墨角藻、红皮藻、角叉菜、杉藻、掌状海带、极北海带、翅藻
西班牙	石花菜、杉藻、墨角藻
葡萄牙	石花菜、鸡毛菜、杉藻、角叉菜
墨西哥	巨藻、石花菜、杉藻、沙菜、江葛
秘鲁	巨藻、杉藻、伊谷草、石花菜、红皮藻、角叉菜
摩洛哥	石花菜、江葛
塞内加尔	石花菜、沙菜、拟石花菜
巴西	石花菜、鸡毛菜、凝花菜、马尾藻、网地藻
阿根廷	巨藻、江葛
加拿大	泡叶藻、海带、角叉菜、杉藻、红皮藻
美国	巨藻、墨角藻、泡叶藻、掌状海带、杉藻、红皮藻、角叉菜
前苏联	昆布、海带、杉藻
韩国	昆布、海带、裙带菜、石花菜、紫菜、石莼、浒苔

表 1.1.5 挪威饲料海藻粉(添加剂)生产情况

年 代	产 量 (t)	年 代	产 量 (t)
1950	160	1961	15 000
1951	840	1962	14 000
1952	1 630	1963	12 000
1953	3 350	1964	12 000
1954	5 450	1965	15 000
1955	5 180		
1956	8 300		
1957	10 000		
1958	12 000		
1959	13 000	1987	16 800
1960	14 000	1988	>16 000

在亚洲,日本是使用海藻饲料最多的国家。但日本本土生产海藻粉很少,几乎全靠从中国、印度、朝鲜进口。据统计,每年仅从中国就进口3 000吨马尾藻粉。

挪威、丹麦、英国、法国、美国、加拿大、冰岛、日本、新西兰等国家现在都在动物饲料中添加一定量的海藻粉,并且建有专门的海藻粉加工厂;也有的国家在农牧场或家畜饲养场直接把采集到的海藻进行干燥加工,自产自销。海藻粉生产和应用最多的国

家属挪威，自50年代开始，产量逐年增加，现在年产2万吨左右，他们有大型的海藻粉生产厂，原料主要是泡叶藻和少量的海带、墨角藻等。若按3—10%的添加量计算，这个国家每年能生产几十万吨海藻配合饲料。

在爱尔兰、英国、南非、印度、新西兰等国也建有生产海藻饲料的专业厂(场)，制备不同种类的海藻粉，作为牛、羊、猪、鸡、鸭等畜禽基础饲料的添加剂。法国、德国、新西兰、芬兰、加拿大等国沿海地区的牧场或家禽饲养场本身就附设海藻饲料加工企业。

2. 海藻肥的生产

这里所说的海藻肥是指从某些海藻(褐藻)中的提取物(液态或粉末状)，是一种正式商品。

目前生产海藻肥并进入国际市场的国家有挪威、英国、法国、新西兰。英国、挪威和新西兰是生产海藻肥最为成功的国家。

利用海藻的特殊生化特性和各种有效组分来影响陆生植物的生长，早已引起许多海藻学家和农学家的关注。自本世纪60年代以来，海藻提取物在农业上已被广泛应用。

液态海藻提取物是从大型速生褐藻类中提取的一种可溶性物质，其成分是多种有效组分的混合物，有人称其为液体肥料或叫海藻精。现在国际市场上已有多种海藻提取物出售，根据海藻种类及制作方法不同，分为不同的商品代号，如Seagro, Maxicrop, Alginure, Algifert等。

农业作物目前广泛应用海藻提取物作增产剂。据报道，液态海藻提取物可施用于粮食作物、水果、蔬菜、花卉等，能明显提高某些作物的产量，改善植物的品质，延长果实的生命期，增强作物耐寒性，并能杀死和抑制病虫害。

3. 海藻食品的生产

现在被人们广泛食用的海藻约有60多种(见表1.1.6)。海藻的食品加工业集中在亚洲。日本是全世界食用海藻最为普遍的国家，每年有上百种海藻食品上市，如海洋蔬菜、海藻茶、海藻糖、海藻饮料、海藻糕点，各种调味的海藻丝、饼、卷等。被大量食用的海藻有昆布、紫菜、裙带菜。据统计，全世界每年生产紫菜食品2万多吨。海藻食品工业的特点是一般限于本国销售，未形成国际市场。

4. 海藻胶的生产

海藻胶生产是海藻工业的主体，这里所提及的海藻胶仅指琼胶、褐藻胶、卡拉胶(包括帚叉藻胶)而言，其他如海带淀粉、岩藻多糖、脱氧半乳聚糖、特殊的红藻胶(它们分属于琼胶和卡拉胶)以及绿藻藻胶(如石莼胶、蕨藻胶、松藻胶等)等没有形成工业及商品市场的海藻胶(多糖)未予阐述。全世界每年约生产5万吨海藻胶(其中，褐藻胶2.5万吨、卡拉胶1.45万吨、琼胶0.7万吨)创值近4亿美元。

制造海藻胶所利用的海藻种类如下：

琼胶——石花菜属、江蓠属、鸡毛菜、伊谷草、海人草、紫菜等。

褐藻胶——巨藻、海带、泡叶藻、鹅掌菜、爱森藻、马尾藻、墨角藻等。

表 1.1.6 世界可食用海藻的主要种类、产地、食用方法和营养特点

种 名	产 地	食用方法	营养特点
伊谷草(<i>Ahnfeltia plicata</i>)	日本,夏威夷	做菜	维生素B ₆ 、K
翅菜(<i>Alaria esculenta</i>)	美国,英国,冰岛,格陵兰	做菜或生食	
厚叶翅菜(<i>Alaria crassifolia</i>)	日本	做菜	
日本基裸藻(<i>Anelopus japonicus</i>)	日本	做菜	
麦氏泡叶藻(<i>Ascophyllium mackaii</i>)	美国	蒸食	
海门冬(<i>Asparagopsis taxiformis</i>)	夏威夷,印尼	做菜	
红毛菜(<i>Bangia atropurpurea</i>)	中国	做色拉	
钩凝菜(<i>Campylaeophora hypnaeoides</i>)	日本	熟吃	
总状藻藻(<i>Caulerpa racemose</i>)	日本,中国,菲律宾,印尼	生食或做色拉	
粗硬毛藻(<i>Chaetomorpha crassa</i>)	中国,菲律宾	做菜或色拉	
皱波角叉菜(<i>Chondrus crispus</i>)	美国,冰岛,法国	熟吃	高维生素A
角叉菜(<i>Ch. ocellatus</i>)	日本,中国	熟吃	高维生素A
绳藻(<i>Chorda filum</i>)	日本	做汤、色拉或做甜食	大量Fe
空茎昆布(<i>Ecklonia cava</i>)	日本	做汤	高蛋白、Mg、维生素A
双环叉柄藻(<i>Eisenia bicyclis</i>)	日本	做汤	
条浒苔(<i>Enteromorpha clathrata</i>)	美国,中国	生食或做色拉	
扁浒苔(<i>E. compressa</i>)	日本,中国	生食或做色拉	
肠浒苔(<i>E. intestinalis</i>)	日本,中国,马来西亚,菲律宾	生食,蒸熟,烤食	
浒苔(<i>E. prolifera</i>)	日本,中国	生食或做色拉	
麒麟菜(<i>Eucheuma</i>)	菲律宾,美国	做嗜喱,生食	
琼枝(<i>E. gelatinum</i>)	中国,日本	做汤,熟食,做胶冻	
墨角藻(<i>Fucus vesiculosus</i>)	美国	做茶、饮料	
石花菜(<i>Gelidium amansii</i>)	中国,日本,印尼	做嗜喱、冻粉	维生素C
小石花菜(<i>G. divaricatum</i>)	中国,日本,朝鲜	做冻粉	
大石花菜(<i>G. pecificum</i>)	中国,日本	做冻粉	
乳突杉藻(<i>Gigartina papillata</i>)	冰岛	做布丁、甜食	
海萝(<i>Gloiopeltis furcata</i>)	中国,日本,朝鲜半岛	做汤	
海萝肠形变种(<i>G. furcata</i> var. <i>coliformis</i>)	中国,日本	做汤	
鹿角海萝(<i>Gloiopeltis tenax</i>)	中国台湾	炸食或生食	
芋根江蓠(<i>Gracilaria blodgettii</i>)	中国,日本	熟食或做色拉	
扁江蓠(<i>G. textorii</i>)	中国,日本,印尼	熟食或做色拉	
真江蓠(<i>G. asiatica</i>)	越南,中国,日本,菲律宾,及其他东南亚地区	熟食或做色拉	大量Mn
蜈蚣藻(<i>Grateloupia filicina</i>)	中国,日本	做胶冻、饮料	高蛋白 大量Na 大量Fe 高蛋白 高蛋白、含碘量高 高蛋白、维生素A、C
舌状蜈蚣藻(<i>G. livida</i>)	中国,日本	做胶冻、饮料	
囊管藻(<i>Halosaccion glandiforme</i>)	前苏联	生食	
羊栖菜(<i>Sargassum fusi forme</i>)	中国,日本,朝鲜半岛	生食或熟食	
螺旋鲜氏藻(<i>Kjellmaniella gyrata</i>)	日本	做汤	
狭叶海带(<i>Laminaria angustata</i>)	日本	做菜、汤	
长海带(<i>L. longicruris</i>)	美国	熟食,做汤	
海带(<i>Laminaria japonica</i>)	中国,日本,朝鲜半岛	做汤,煮食,腌食	
狭叶海带长叶变种(<i>L. angustata</i> var. <i>longissima</i>)	日本	做菜、汤	
糖海带(<i>L. saccharina</i>)	英国,法国	生食	高蛋白
羽状凹顶藻(<i>Laurencia pinnatifida</i>)	美国	调味,做汤	

续表 1.1.6

种 名	产 地	食用方法	营养特点
鸡冠菜(<i>Meristotheca papulosa</i>)	中国, 日本	做汤, 熟食, 做胶冻	高蛋白、多种氨基酸、维生素B ₁ , B ₂ , C
宽膜藻(<i>Monostroma latissimum</i>)	日本, 中国台湾	熟食, 做汤, 调味	
海蕴(<i>Nemacystus decipiens</i>)	日本	生食	
海素面(<i>Nemalion helminthoides</i>)	意大利, 日本	生食, 做汤或色拉	
海囊藻(<i>Nereocystis luetheana</i>)	美国	腌菜, 做糖果	
掌藻(<i>Palmaria palmata</i>)	西欧, 冰岛, 加拿大, 前苏联	生食, 做饮料, 调味	
幅叶藻(<i>Petalonia fascia</i>)	日本	做汤	
多附藻(<i>Pleurophyucus gardneri</i>)	美国	煮食, 做色拉	
多脉藻(<i>Polysynura latissima</i>)	美国	做汤, 色拉	
坛紫藻(<i>Porphyra haitanensis</i>)	中国	做汤, 熟食	
朱红紫藻(<i>Porphyra miniata</i>)	美国	做汤, 烤食	高蛋白
海囊紫菜(<i>P. nereocystis</i>)	美国, 加拿大	糕点, 干食	高蛋白、维生素C
孔紫菜(<i>P. perforata</i>)	美国	做汤, 炖菜	高蛋白
圆紫菜(<i>P. suborbiculata</i>)	中国, 美国, 朝鲜半岛	做汤	高蛋白
甘紫菜(<i>P. tenera</i>)	中国, 日本, 朝鲜半岛	做汤, 熟食	高蛋白、维生素A
脐形紫菜(<i>P. umbilicalis</i>)	英国	炸食, 炖食, 做色拉	高蛋白
条斑紫菜(<i>P. yezoensis</i>)	日本, 中国	熟食, 做汤	18种氨基酸、维生素B ₁ , B ₂ , C
掌状海棕藻(<i>Postelsia palmaeformis</i>)	美国	做糖果, 煮食	大量Fe
无肋马尾藻(<i>Sargassum enerve</i>)	日本	做汤	
微肋马尾藻(<i>S. fulvellum</i>)	日本, 朝鲜半岛	做菜	
萱藻(<i>Scytosiphon lomentaria</i>)	日本, 中国	做汤, 熟食	
石莼(<i>Uva lactuca</i>)	东南亚, 智利, 印度	做汤或色拉, 生食或熟食	
孔石莼(<i>U. pertusa</i>)	西印度	做汤或色拉, 生食或熟食	大量Fe
缘管浒苔莼(<i>Euteromorpha linza</i>)	西印度	做汤或色拉, 生食或熟食	大量Fe
裙带菜(<i>Undaria pinnatifida</i>)	朝鲜半岛, 日本, 中国	做汤, 生食, 烤食	高蛋白

卡拉胶——角叉菜、麒麟菜、杉藻、海萝、叉枝藻、银杏藻、沙菜等。

全世界现有的海藻胶工业国有：美国、英国、挪威、加拿大、法国、日本、中国、阿根廷、澳大利亚、巴西、智利、丹麦、冰岛、印度、韩国、前苏联、墨西哥、摩洛哥、新西兰、秘鲁、菲律宾、葡萄牙、西班牙、新加坡、斯里兰卡、南非、坦桑尼亚。

从国际贸易情况看：①琼胶生产（参见表1.1.7）近几年来趋于稳定，该产品大部分用于食品业。作为高级的细菌培养基，世界各国对这一档次的琼胶需求量很大。②褐藻胶产品近几年来需要量也正在增加，特别是食品业方面。由于其特殊的化学性质，该产品除在以前的应用领域内稳定使用外，还不断地开发了新的应用途径。该产品是国际市场最为流通的商品。其生产情况见表1.1.8。③卡拉胶的生产情况（参见表1.1.9）变化较大，由于麒麟菜的养殖成功，卡拉胶生产原料供应充足，产量猛增，1988年产量较1980年提高40%。美国每年生产4 500吨，欧洲生产8 000吨，东南亚2 000吨。在国际市场上出现了产品积压、供求不平衡的局面。

表 1.1.7 各国和地区琼胶生产情况 (1986年)

洲 名	国家和地区	海藻原料(t)	琼胶产量(t)
亚 洲	印 度	180	30
	日 本	3 500	2 400
	菲 律 宾	1 500	30
	韩 国	5 000	700
	斯里兰卡	30	
	中 国	4 000	800
	共 计	14 210	3 960
美 洲	阿 根 廷	1 600	150
	巴 西	1 500	180
	智 利	11 000	670
	墨 西 哥	1 100	120
	共 计	15 200	1 120
欧 洲	法 国	250	70
	葡 萄 牙	1 500	300
	西 班 牙	5 500	650
	共 计	7 250	1 020
非 洲	摩 洛 哥	1 500	350
	南 非	1 000	
	共 计	2 500	350
大 洋 洲	新 西 兰	200	60
	共 计	200	60
总 计		39 360	6 510

表 1.1.8 各国和地区褐藻胶生产情况 (1986年)

洲 名	国家和地区	海藻原料(t)	褐藻胶产量(t)
亚 洲	印 度	1 600	450
	日 本	少 量	2 000
	韩 国	1 220	
	菲 律 宾	1 750	
	中 国	4 5000	7 000
	共 计	49 570	9 450
拉丁美洲	巴 西	少 量	
	智 利	10 000	
	墨 西 哥	9 000	
	共 计	19 000	6 700
欧 洲	冰 岛	3 000	
	爱 尔 兰	9 000	
	挪 威	15 000	3 000
	西 班 牙	少 量	少 量
	英 国	4 000	6 000
	共 计	31 000	9 000

续表 1.1.8

洲 名	国家和地区	海藻原料(t)	褐藻胶产量(t)
非 洲	南 非	3 000	
大 洋 洲	澳大利亚	3 000	
北 美 洲	美 国	6 000	
总 计		111 570	25 150

表 1.1.9 各国和地区卡拉胶生产情况 (1986年)

洲 名	国 家	海藻原料(t)	卡拉胶量(t)	消费量(t)
亚 洲	日 本	1 200	400	1 000
	菲 律 宾	2 000	500	
	韩 国	500	220	
	中国台湾	300	100	
	共 计	4 000	1 220	1 000
拉丁美洲	巴 西	少 量	少 量	
	智 利	5 000		
	墨 西 哥	600		
	秘 鲁	470		
	共 计	6 070	少 量	
北 美 洲	加 拿 大	7 000		15 000
	美 国		4 500	3 000
	共 计	7 000	4 500	18 000
欧 洲	丹 麦	6 000	4 400	700
	法 国	500	2 800	1 500
	英 国		100	
	葡 萄 牙	400	100	
	西 班 牙	1 500	500	
	爱 尔 兰	少 量		
	德 国			1 000
	共 计	8 400	7 900	3 200
非 洲	坦桑尼亚	150		
大 洋 洲				300
其 他				1 000
总 计		25 620	13 620	23 500

第二节 我国的海藻资源及生产情况

我国辽阔的海域蕴藏着极其丰富的海藻资源,生长着数千种海藻,迄今被认为有经济价值的有100多种,分别属于褐藻、红藻和绿藻三大门类。

海藻的生长与它的利用价值有密切关系,就这三大门类来说,褐藻和红藻以其种类多、产量高和含有用途广泛的褐藻胶、琼胶等而于400多年前即引起人们的关注。随着

提取技术和产品应用途径的发展，在形成褐藻胶、琼胶、卡拉胶三大工业体系的同时，褐藻、红藻已由自然生长逐步为人工养殖所代替。但在绿藻中，目前除一部分如石莼、浒苔、礁膜等被用作食品和饲料外，由于还没有发现其工业化生产的价值，因而至今还停留在野生藻类的利用阶段。

随着海藻利用的广泛开展，需要量增加，我国人工养殖海藻也得到蓬勃发展，有的品种如海带的养殖技术和产量已居世界首位，1991年我国人工养殖海带的产量已达到35.7万吨（干品），超过历史最高水平。

现将几种主要经济海藻介绍如下：

海带 (*Laminaria japonica*) 属褐藻门，褐藻纲，海带目，海带科，海带属。海带是冷水性海藻，自然分布在高纬度地区，多附生在海底岩礁上。它生长快，个体大，是人工栽培最多的海藻。海带藻体明显的分为固着器、柄和叶片三部分。藻体的叶片成带状，成熟时微橄榄褐色，干燥后变为黑褐色，革质，一般长2—4m，最长可达6—8m，宽20—30cm，最宽可达50cm。在叶片中央有两条平行纵向的浅沟，浅沟中间较厚部分为中带部，其厚度约2—5cm。中带部的两缘渐薄，且有皱褶，叶片基部楔形或扁圆形，因品种不同而异。

海带的生殖为无性和有性两种，生活史中有配子体世代和孢子体世代。

我国人工养殖的海带主要分布在辽宁、山东、江苏、浙江、福建沿海，收割期一般在5—7月份。

海带的经济价值很高，除可食用外，在医药上用作预防、治疗甲状腺肿大有特殊的功效。海带与其他中药配伍，还可以治疗颈淋巴肿大、慢性气管炎、哮喘、肝脾肿大、高血压等疾病。海带的另一个重要的用途，就是可以做化工生产的原料，提取碘、甘露醇、褐藻胶、氯化钾等产品。

裙带菜 (*Undaria pinnatifida*) 属褐藻门，褐藻纲，海带目，翅藻科，裙带菜属。裙带菜是暖温性海藻，自然生长在海底岩礁上，叶片呈羽状裂，宛似裙带。藻体一般长1—1.5m，大的可达2m以上，宽约50—100cm。

藻体明显地分为固着器、柄及叶片三部分。固着器为叉状分枝的假根组成，假根末端略粗大，柄稍长、扁压，中间略隆起。叶片的中部有柄部延伸而来的中肋，两侧形成羽状裂片，整个外形有如破裂的芭蕉叶，在成熟时，柄部两侧形成木耳状重叠褶折的孢子叶，其上形成孢子体。

繁殖与生活史似海带。

裙带菜在日本、朝鲜均有分布。我国的裙带菜分为两种类型：北海型片有相当种，分布在北方沿海，其体形较细长，羽状裂片的缺刻接近中肋，茎较长，孢子叶距叶距离；南海型种，分布于浙江以南沿海，形状与北海型种相反。人工养殖的主要在辽宁、山东沿海，产量仅次于海带，收割期一般在3—4月份。

裙带菜的味道比海带好，因此几乎全部作食用，日本和朝鲜把裙带菜视为日常生活必不可少的菜肴。目前我国养殖的裙带菜大部分加工成盐渍品出口日本。

巨藻 (*Macrocystis*) 属褐藻门，褐藻纲，海带目，翅藻科。是提取褐藻胶的重要原料。也是提取其他化学品、药品及甘露醇的原料。

巨藻主要分布在南、北美洲，大洋洲、非洲也有零星分布。1978年、1985年中国水

产科学研究院黄海水产研究所两次由墨西哥、美国引进巨藻，为我国海藻增加了新种类。

巨藻的形态特征是：藻体多年生，固着器假根状，柄部圆柱形，近基部开始二叉分枝，形成分枝柄，每一分枝柄的顶端具有弯刀形叶片，该叶片由许多开裂叶片组成。叶面具有皱褶，叶片有一短柄及一近似球形或纺锤形的气囊。在分枝柄的基部，着生许多叶面光滑的叶片，称之为孢子叶。孢子囊群即着生于孢子叶的表面。

繁殖与生活史和海带近似。

巨藻个体较大，在我国生长的巨藻长度可达20m，在国外可达60m以上，喜着生于水深流大的海区。

马尾藻 (*Sargassum*) 属褐藻门，鹿角菜目，马尾藻科。马尾藻是温带性海藻，藻体大，高度一般超过1m。我国南、北沿海都有分布，以广东、广西产量高，一般收割期在3—5月。

马尾藻可提取褐藻胶、甘露醇和碘，我国早期的制碘工业即以马尾藻为原料。由于它含碘比海带少，褐藻胶的粘度比较低，色泽也深，逐步为海带所代替。马尾藻在医药上也有重要的用途，早在《本草纲目》中就记载有主治瘰疬结气，治疗奔豚脚气、水气浮肿、宿食不消等功用。广东沿海一带群众常将马尾藻煮成饮料，用于解暑。

紫菜 (*Porphyra*) 属红藻门，红藻纲，红毛菜目，红毛菜科。我国北起辽宁省，南至海南省均有分布，自然品种有10种。藻体为紫红色或浅黄绿色，薄膜状，有椭圆形、长盾形、圆形、披针形或长卵形等各种形状，叶全缘或有皱褶；叶状体基部有丝状的假根，藉以固着在基质上。由于生长的环境不同，藻体的大小、色泽会有一些的变化。

紫菜的生殖分为无性和有性两种，在它的生活史中分为叶状体阶段和丝状体阶段。多生长于平静的中潮带岩石上，为阳生藻类，耐干性强。目前作为养殖对象的主要有坛紫菜和条斑紫菜两种，前者养殖地区以浙江、福建为主，后者以江苏为主。年产量约15 000吨（干品）。收割期一般在11—4月份。

紫菜是味美而营养丰富的食用海藻，它最大的特点是蛋白质含量高，还含有去除血液中胆固醇的物质，因而紫菜作为食品和用于治疗，在我国已有悠久的历史。

江蓠 (*Gracilaria verucosa*) 属红藻门，真红藻纲，杉藻目，江蓠科。江蓠有热带性、亚热带性和温带性三种类型。常见的江蓠是温带性的，我国沿海潮间带均有生长，也有生长在较深的海水中，以广东、福建最为丰富。藻体紫红色、暗紫绿色或暗褐红色，软骨质或肥厚多汁，易折断。枝圆柱状、亚圆柱状、扁平 和叶状。高5—45cm以上，有的可达1m。基部有一盘状的固着器。分枝互生、偏生、叉状或不规则，有的分枝基部缢缩或渐细，藻体单轴型。

江蓠的生活史中有配偶世代、果孢子体世代和孢子体世代，它们可以在同一时期内出现。生殖方式为有性和无性两种。江蓠的生殖季节北方为5—11月份，福建沿海为4—5月份，华南沿海则为3—5月份。我国江蓠年产量约5000吨（干品）。江蓠藻体含有大量琼胶质，是目前我国制造琼胶的主要原料之一。

麒麟菜 (*Eucheuma*) 属红藻门，真红藻纲，杉藻目，红翎菜科。麒麟菜是一种热带和亚热带海藻，在我国目前只见于海南岛、西沙群岛和台湾等地区。多生长在外海珊瑚礁上，以透明度大、水流湍急的海区生长最快。