

ALGINATE

海藻酸

秦益民 主编



中国轻工业出版社

海藻酸

秦益民 主 编

刘洪武 李可昌 安丰欣 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

海藻酸 / 秦益民主编. —北京: 中国轻工业出版社,
2008.6

ISBN 978-7-5019-6394-2

I. 海… II. 秦… III. 海藻—基本知识 IV. Q949.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第042745号

责任编辑: 涂润林

策划编辑: 涂润林 责任终审: 滕炎福 封面设计: 灵思舞意 刘微

版式设计: 王超男 责任校对: 李靖 责任监印: 胡兵 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印刷: 河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经销: 各地新华书店

版次: 2008年6月第1版第1次印刷

开本: 720 × 1000 1/16 印张: 14.75

字数: 287千字

书号: ISBN 978-7-5019-6394-2/TS · 3728 定价: 34.00元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

71236K1X101ZBW



关于主编

秦益民 男，博士，1965年11月生，浙江嘉善人。1985年浙江理工大学本科毕业后考取东华大学研究生，被选派留学英国。1990年获英国利兹大学博士学位后，在苏格兰纺织工学院从事博士后研究工作。1993—2002年在英国 Advanced Medical Systems Ltd. 和SSL International公司工作期间，对海藻酸纤维、海藻酸水凝胶材料、海藻酸与其他高分子的复合材料等有深入的研究，取得美国专利7项。2002年回国后在嘉兴学院生物与化学工程学院任教，先后在国际国内核心刊物上发表科研论文90余篇。

序

海洋，覆盖着地球约71%的面积，占地球总水量的97%。它是生命的摇篮、风雨的故乡、五洲的通道、资源的宝库。浩瀚的大海中，蕴藏着难以计数的矿产宝物，包容了千千万万的生物资源，引起了人类的关注、神往和探索。

在辽阔而富饶的海洋里，除了生活着形形色色的动物之外，还有种类繁多、千姿百态的海洋植物。海藻是海洋植物的主体，是人类的一大自然财富。随着现代科学的发展，人类对海洋的认识逐步深入，一个“海洋经济时代”正在掀起。海洋中的一万多种海藻，每年为世界经济提供了850多万吨的原料，产生了50多亿美元的产品。

海藻酸工业是海洋经济中一颗耀眼的明珠。自1881年英国人Stanford发现海藻酸以来，经过100多年的发展，海藻酸产业已经形成了从海藻养殖、海藻加工到海藻酸综合利用的产业链，产生了巨大的商业价值，每年从海藻中提取出的水溶性胶体就产生了10多亿美元的销售额。

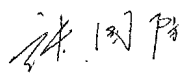
我国的海藻酸产业开始于20世纪50年代，在著名藻类植物学家曾呈奎先生等老一辈海藻工作者的领导下，山东省青岛市轻工业局、青岛实业酒精厂、中国科学院海洋研究所等单位为海藻酸产业的发展奠定了基础，系统地解决了从海藻植物中提取海藻酸的关键性技术问题。经过50多年的发展，我国的海藻酸产业日益完善，已经成为世界上最大的海藻酸生产国。

过往思今，我们也应该清醒地认识到，我国的海藻酸产业与国外发达国家相比还存在着相当的距离。特别是在高档次的海藻酸产品以及下游产品的开发方面，国外企业走在我们的前面。在我们向国际一流的综合性海藻加工企业迈进的过程中，我欣喜地看到《海藻酸》一书的问世。

《海藻酸》一书全面阐述了海藻酸的结构、性能和应用，结合海藻酸及其应用领域的发展历史和最新研究成果，总结了海藻酸及其盐和酯在食品、医疗卫生、日化、纺织印染、生物技术及废水处理等领域中的应用，介绍了相关的行业标准及测试方法，它将为海藻酸产业的进一步发展提供一个十分重要的信息平台。

我衷心期望广大读者在阅读《海藻酸》一书的过程中，能够了解海藻酸的特殊性能，并且把它结合到实际的应用中，为海藻酸产业的发展提供动力，使我们的海藻酸产业链能够更上一层楼。

中国海藻工业协会副理事长
青岛明月海藻集团有限公司董事长



前 言

海藻酸又称褐藻酸、海藻胶、褐藻胶，是从褐藻类植物中提取的一种天然高分子材料。海藻酸具有许多优良的性能，在食品、医药、纺织、印染、造纸、日用化工、废水处理等领域有十分广阔的应用，是我们日常生活中使用最多的一种高分子材料之一。尽管如此，与纤维素、甲壳素等天然高分子相比，海藻酸的性能还没有得到广泛的认知，其主要应用目前还仅局限于食品、印染等领域。也就是说，海藻酸的潜力还没有得到充分的发掘。

当前，随着石化资源的日益枯竭以及消费品市场环保意识的加强，具有可持续发展特性的天然高分子材料变得越来越重要，很多化工原料正在由化学原料向天然提取原料转变。作为一种从海藻植物中提取的天然高分子材料，海藻酸及各种海藻酸盐正在得到越来越多的关注。它们具有良好的增稠性、成膜性和凝胶性，并且具有高度的安全性和配伍性，对人体及皮肤无毒、无刺激，可生物降解，是一种优良的绿色高分子材料。海藻酸及海藻酸盐在制作冰淇淋、饮料、仿生食品、健康食品、黏合剂、生物黏附剂、缓控释片、医用敷料、牙模材料、饲料黏合剂、宠物食品黏合剂、面膜、化妆品增稠稳定剂、印花糊料、水处理剂、电焊条、造纸添加剂等各类产品中具有重要的应用价值。

应该指出的是，尽管海藻酸有许多优良的性能及广阔的应用领域，但我国在开发应用海藻酸的深度及广度上与发达国家相比还存在着很大的差距。经过几十年的发展，我国的海藻酸产量已经处于世界领先地位，是一个海藻酸生产大国。但是，在高档次的海藻酸原料以及高附加值下游产品的开发方面，国外企业走在我们的前面。在向海藻酸强国迈进的过程中，我们编写了《海藻酸》一书，向读者介绍海藻酸及海藻酸盐的来源、化学结构和性能，总结它们在各个领域中的应用，通过对其性能及应用的总结和分析，起到推陈出新，促进海藻酸产业更好地发展的作用。

《海藻酸》一书共分12章，由嘉兴学院秦益民博士担任主编，青岛明月海藻集团有限公司刘洪武、李可昌、安丰欣为副主编。在本书的编写过程中，得到青岛明月海藻集团有限公司研发中心的大力支持，刘秀娟、张宗亮、王晓梅、李圆圆、刘健、黑雅各、张玉伟、陈华等技术人员参与了本书的编写工作。

本书适合食品、医疗卫生、日化、纺织印染、生物技术及废水处理等相关行业从事生产、科研、产品开发的工程技术人员，也可供大专院校师生阅读、参考。

由于海藻酸涉及的应用领域广泛，内容深邃，我们的学识有限，故疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

中国轻工业出版社食品类科技图书书目
(截至2008年3月)

食 品 科 学

国家“九五”重点图书食品工程全书(第一卷)	160.00
国家“九五”重点图书食品工程全书(第二卷)	160.00
国家“九五”重点图书食品工程全书(第三卷)	130.00
制粉师工程手册	80.00
现代乳品工业手册(精装)	160.00
焙烤工业实用手册(精装)	148.00
FDA食品法规(2001版)(精装)	220.00
肉类工业手册(精装)	120.00
果蔬保鲜手册(精装)	72.00
食品微生物实验室手册(第三版)(精装)	70.00
农产品无损检测技术与数据分析方法	35.00
中华烘焙食品大辞典-机械及器具分册	50.00
中华烘焙食品大辞典——原辅料及食品添加剂分册	42.00
英汉食品工业词汇(第二版)	80.00
保健食品功效成分检测方法(第二版)	38.00
保健食品注册申报实用指南	55.00
保健食品GMP实用指南	120.00
香物质的生物法制备	30.00
中国食品产业地图	54.00
中国生物质产业地图	35.00
食品行业网络信息资源检索指南	42.00
野生蕈菌生物学特性与栽培技术	28.00
中国农产品加工业发展战略及政策研究	80.00
2007中国食品工业与科技发展报告	50.00
食品质量与安全案例分析	32.00
食品分子检测鉴别技术	48.00
肉类产品概念设计	68.00
餐饮企业绿色营销管理	30.00
食品功能成分的制备及其应用	26.00
糖醇生产技术与应用	45.00
基于MATLAB的化工实验技术(汉-英)	20.00
乳品科学与技术	45.00
碳水化合物功能材料	58.00
淀粉基生物降解材料	32.00
木糖与木糖醇的生产技术及其应用	32.00

合成香料工艺学	49.00
食品微胶囊技术	24.00
现代食品工程高新技术	80.00
乳品技术装备	90.00
营养保健食品	72.00
食品分析	23.00
新编食品微生物学	38.00
食品质量管理学	21.80
特种食用油的功能特性与开发	16.00
肉类产品概念设计	68.00
现代食品分子检测鉴别技术	46.00
原料乳生产与质量控制	42.00
液态乳加工与质量控制	54.00
食品酶学导论	18.00
食品冷藏学	38.00
植物活性成分开发	52.00
中国茶叶大辞典(★★★)	
——荣获第四届国家辞书奖一等奖、第五届国家图书提名奖	380.00
瓶装水生产技术	24.00
饮料和冷饮配方1800例	72.00
冷饮生产技术	35.00
冷冻饮品生产技术	50.00
软饮料工艺学	36.00
蛋糕裱花基础(上册)——焙烤食品制作教程	32.00
蛋糕裱花基础(下册)——焙烤食品制作教程	32.00
时尚蛋糕制作精选	32.00
面包制作116款	32.00
食品保鲜技术	48.00
挤压食品	25.00
儿童食品	18.00
脉冲电场非热灭菌技术	28.00
西式糕点制作新技术精选(修订版)	20.00
面粉品质改良技术及应用	20.00
复合调味品生产问答	15.00
大豆制品工艺学(第二版)	36.00
农产品市场营销理论与实践	21.00
类胡萝卜素化学及生物化学	50.00
现代乳品加工学	42.00
保健茶制作技术	25.00
浓香花生油制取技术	25.00
现代粮食加工技术	45.00
大豆蛋白质生产与应用	24.00

功能性低糖生产与应用	35.00
果蔬贮藏加工及质量管理技术	48.00
食品杀菌新技术	54.00
禽蛋制品生产技术	30.00
功能性大豆食品	25.00
肉制品加工原理与技术	22.00
肉制品添加物的性能与应用	30.00
零售企业食品安全信息管理	25.00
零售企业食品供应链管理	25.00

国外现代食品科技系列

欧盟食品法典	30.00
工业化干燥原理与设备	35.00
食品添加剂分析方法	28.00
食品卫生原理	46.00
安全食品微生物学	35.00
食品化学安全(第二卷·食品添加剂)	35.00
饼干加工工艺(第三版)	50.00
麦芽与制麦技术	68.00
减肥与体重控制	56.00
功能性食品	35.00
食品香精的化学与工艺学(第三版)	42.00
肉制品加工技术(第三版)	39.00
冷冻食品加工技术	32.00
蛋糕加工工艺(第六版)	42.00
面包加工工艺	35.00
素食者膳食指南	47.00
食品加工原理	30.00
食品工业化干燥	32.00
简明临床膳食学	36.00
食品化学(第三版)	98.00
食品分析(第二版)	80.00
食品科学(第五版)	70.00

食品安全与健康系列

食源性病原微生物及防控	20.00
食品质量安全市场准入指南	23.00
食品安全指南	60.00
国家法定禽病诊断与防制	28.00
国家法定牛羊疫病诊断与防制	48.00
国家法定猪病诊断与防制	42.00
食品安全性	35.00

餐饮业HACCP实用教程	28.00
饲料与绿色食品	30.00
安全食品的开发与质量管理	44.00
HACCP原理与实施	46.00
食品安全管理体系与质量环境管理体系整合实务	42.00
食品质量安全认证指南	46.00

服务三农·农产品深加工系列（国家十一五重点图书）

玉米深加工技术（第二版）	20.00
薯类加工技术	12.00
粮食加工技术	12.00
生态农业技术与产业化	20.00
蔬菜贮藏与加工技术	22.00

农产品深加工系列

农作物秸秆饲料加工技术	15.00
魔芋加工实用技术和装备	20.00
米粉加工原理与技术	18.00
大豆深加工技术	28.00
马铃薯深加工技术	20.00
生物资源开发利用	45.00
大蒜保鲜贮藏与深加工技术	25.00
净菜加工技术	24.00
柑橘加工与综合利用	22.00
蜂产品深加工技术	24.00

新版食品配方

新版蛋糕配方	20.00
新版休闲食品配方	25.00
新版饮料配方	16.00
新版乳制品配方	22.00
新版配制酒配方	20.00
新版果蔬配方	25.00
新版糕点配方	16.00
新版面包配方	25.00
新版饼干配方	25.00
新版调味品配方	16.00
新版酱腌泡菜与脱水菜配方	28.00
新版肉制品配方	20.00
新版冰淇淋配方	16.00
新版糖果巧克力配方	28.00
新版方便食品配方	24.00

食品生产工艺与配方

杂粮食品生产工艺与配方	20.00
龙口粉丝生产工艺与配方	15.00
水生蔬菜加工工艺与配方	26.00
新型饮料生产工艺与配方	38.00
新编肉制品生产工艺与配方	46.00
软冰淇淋生产工艺与配方	18.00
米果生产工艺与配方	20.00
酸奶和发酵乳饮料生产工艺与配方	23.00

食 品 营 养

中国营养工作回顾	85.00
实用食物营养成分分析手册（第二版）	35.00
中国居民膳食营养参考摄入量	68.00
中国居民膳食营养参考摄入量（简要本）	16.00
营养与健康圣典（第五版）	38.00
实用钙补充剂手册	18.00
实用维生素矿物质补充剂手册	18.00
实用维生素矿物质安全手册	18.00
食品营养与卫生	18.80
维生素E的生产与应用	16.00
健康食品资源营养与功能评价	38.00
铁强化酱油技术指南——国家营养改善项目重点图书	14.00

食品添加剂

功能性食品添加剂	52.00
饲料与饲料添加剂	26.00
食品添加剂原理及应用技术（第二版）	42.00
食用胶的生产、性能与应用	25.00
食品添加剂（修订版）	27.50
食品增稠剂	35.00
食品添加剂使用手册（精装）	25.00
食品添加剂基础	18.00
食品添加剂在饮料中的应用	20.00
食品色香味化学（第二版）	45.00
天然色素的生产及应用	28.00
食品添加剂手册	130.00

食品安全与营养健康科普丛书

食品安全知识手册	3.80
----------	------

关注身边的食品安全	15.00
益生菌与健康生活	18.80
食品添加剂知多少	12.80
食品污染知多少	12.00
食品的魔术师——酶	25.00
掺假食品识别300招	18.80
中老年滋补保健酒	28.00
婴幼儿营养与科学喂养	28.00
蜜蜂生生不息一亿年的奥秘-蜜蜂产品食疗养生话题	34.00

社会主义新农村建设实务丛书

现代农业园区规划与案例分析	36.00
农业美学初探	14.00

购书办法：各地新华书店，本社网站（www.chlip.com.cn）、当当网（www.dangdang.com）、卓越网（www.joyo.com）、轻工书店（联系电话：010-65128352），我社读者服务部办理邮购业务，联系电话：010-65241695。

目 录

第一章 概述	1
第一节 海藻的种类及分布	1
第二节 海藻酸加工业概况	6
第三节 海藻酸产品的种类	9
第四节 海藻酸产业的发展趋势	10
第二章 海藻酸的化学结构	14
第一节 海藻酸的分子结构	14
第二节 海藻酸的高分子结构	16
第三节 海藻酸的胶体结构	18
第四节 海藻酸的结构表征	20
第三章 海藻酸及海藻酸盐的性能	27
第一节 概述	27
第二节 海藻酸及海藻酸盐的物理性质	27
第三节 海藻酸盐溶液的流变性能	29
第四节 海藻酸及海藻酸盐的凝胶性能	33
第五节 海藻酸与各种金属离子的结合力	34
第六节 海藻酸及海藻酸盐的生物活性	37
第四章 海藻酸及海藻酸盐的生产工艺	40
第一节 海藻酸的来源	40
第二节 海藻酸的提取方法	43
第三节 海藻酸加工过程中产生的海藻渣	48
第五章 海藻酸及海藻酸盐在食品中的应用	51
第一节 概述	51
第二节 海藻酸及海藻酸盐在饮料中的应用	52
第三节 海藻酸及海藻酸盐在面制品中的应用	58
第四节 海藻酸及海藻酸盐在冷食、点心中的应用	61
第五节 海藻酸及海藻酸盐在肉制品中的应用	67
第六节 海藻酸及海藻酸盐在仿生食品中的应用	68
第七节 海藻酸及海藻酸盐在功能食品中的应用	74
第八节 海藻酸及海藻酸盐在水果保鲜中的应用	76

第九节	海藻酸及海藻酸盐在可食性包装膜中的应用	78
第十节	小结	81
第六章	海藻酸及海藻酸盐在医药卫生行业中的应用	86
第一节	概述	86
第二节	海藻酸及海藻酸盐在药物制剂上的应用	86
第三节	海藻酸及海藻酸盐在片剂中的应用	89
第四节	海藻酸盐在缓释制剂中的应用	92
第五节	海藻酸盐口腔印模材料	96
第六节	海藻酸及海藻酸盐在医用敷料中的应用	99
第七节	防护及保健性海藻酸纤维	106
第八节	海藻酸及海藻酸盐在原位凝胶中的应用	107
第九节	展望与前景	108
第七章	海藻酸及海藻酸盐在日化行业中的应用	113
第一节	概述	113
第二节	海藻酸及海藻酸盐在面膜中的应用	113
第三节	海藻酸及海藻酸盐在牙膏中的应用	117
第四节	海藻酸及海藻酸盐在日常生活中的应用	118
第八章	海藻酸及海藻酸盐在纺织工业中的应用	121
第一节	概述	121
第二节	海藻酸钠在经纱上浆材料中的应用	121
第三节	海藻酸钠在印花糊料中的应用	126
第四节	海藻酸钙纤维及其应用	129
第九章	海藻酸及海藻酸盐在生物技术中的应用	132
第一节	海藻酸及海藻酸盐在固定化技术中的应用	132
第二节	海藻酸及海藻酸盐在组织工程中的应用	137
第三节	海藻酸及海藻酸盐在微囊技术中的应用	140
第十章	海藻酸及海藻酸盐在废水处理中的应用	146
第一节	概述	146
第二节	海藻酸及海藻酸盐在印染废水处理中的应用	146
第三节	海藻酸及海藻酸盐在含重金属离子废水处理中的应用	148
第四节	海藻酸钠固定化光合细菌及应用	156
第五节	海藻酸钠固定化细胞处理难降解有机废水	158
第六节	海藻酸盐在废水处理行业的发展前景	158
第十一章	海藻酸及海藻资源的其他应用	163
第一节	海藻酸及海藻酸盐在造纸工业中的应用	163
第二节	海藻酸及海藻酸盐在黏结剂中的应用	164

第三节	海藻酸及海藻酸盐在农业生产中的应用	165
第四节	海藻酸及海藻酸盐在烟草工业中的应用	167
第五节	由海藻酸及海藻酸盐制备的薄膜	168
第六节	由海藻酸及海藻酸盐制备的高吸水保水材料	168
第七节	海藻酸钠在石油生产中的应用	169
第八节	海藻饲料	170
第九节	海藻肥料	174
第十二章	海藻酸丙二醇酯 (PGA) 及其应用	177
第一节	概述	177
第二节	PGA的化学合成方法	178
第三节	PGA的物理性质	178
第四节	PGA溶液的性质	179
第五节	PGA在食品工业中的应用	181
第六节	PGA的其他应用	185
附录一	海藻酸及海藻酸盐的质量标准	187
附录二	与海藻酸产品相关的外语词汇	212

第一章 概 述

第一节 海藻的种类及分布

一、海藻植物的种类

海藻是海洋植物的主体。根据光合作用产生的色素不同,海藻可以分为褐藻、红藻、蓝藻、绿藻四个大类。具有经济价值的海藻主要有褐藻、红藻、绿藻三大类,全球年总产量约为850万t。

世界各地的褐藻、红藻、绿藻类植物种类繁多,其中褐藻有1750多种,红藻有6000多种,绿藻有1200多种。目前已经被广泛利用的海藻种类有:

(1) 褐藻类的巨藻属、海带属、翅藻属、裙带菜属;

(2) 红藻类的江蓠属、石花菜属、麒麟菜属、沙菜属、角叉菜属、杉菜属、紫菜属、叉红藻属、育叶藻属和伊谷草属;

(3) 绿藻类的石莼属、浒苔属和厥藻属。

亚洲是经济类海藻植物的主要生产地区,其中较大的生产国是中国、菲律宾、日本、韩国、朝鲜。世界上其他一些国家,如智利、秘鲁、印尼、挪威、法国、美国、俄罗斯、爱尔兰、南非、墨西哥、越南、冰岛、加拿大、澳大利亚等也具有丰富的可利用海藻资源。

除了作为海洋蔬菜直接食用外,海藻在工业上的主要用途是提取天然水溶性海藻胶,如褐藻胶、琼脂、卡拉胶等。早在1658年,日本人用热水从石花菜等红藻中提取出具有凝胶性能的琼脂(agar)。从角叉菜、麒麟菜等红藻中提取卡拉胶的工艺在18世纪已经实现工业化生产,19世纪已经普遍用作增稠剂。褐藻胶,即工业界通常所说的海藻酸及海藻酸盐,是1881年由英国化学家Stanford首先从褐藻类植物中提取。1929年美国开始从褐藻中提取海藻酸盐作为增稠剂和胶凝剂。随着褐藻胶、卡拉胶和琼脂在商业上日益广泛的应用,从褐藻和红藻中提取褐藻胶、卡拉胶和琼脂的海藻化工行业日渐发展壮大。其中,褐藻胶是海藻工业中产量最大,品种最多,用途最广的产品,它包括从褐藻中提取出的海藻酸、海藻酸盐以及海藻酸的有机衍生物等。

工业上海藻酸可以从许多种类的褐藻类植物中提取,世界各地使用最广泛的是泡叶藻(*Ascophyllum Nodosum*)、极北海带(*Laminaria Hyperborea*)、掌状海带(*Laminaria Digitata*)、海带(*Laminaria Japonica*)、巨藻LN(*Lessonia Nigrescens*)、巨藻LF(*Lessonia Flavicans*)、巨藻MP

(*Macrocystis Pyrifera*)、昆布(*Ecklonia*)、*Durvillaea Antarctica*、马尾藻(*Sargassum*)等。作为工业用原料,这些海藻的藻体大、产量高、资源丰富、容易采集。

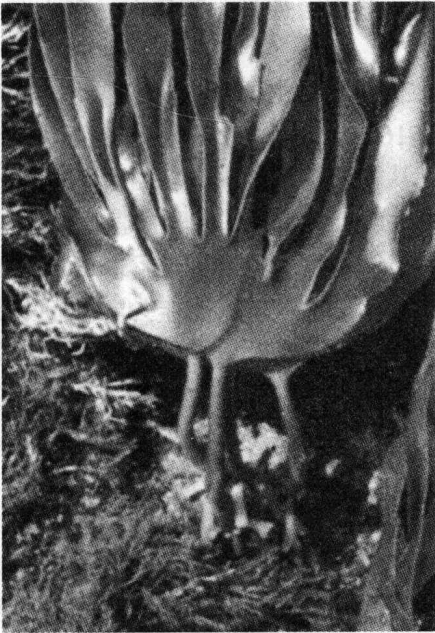
图1-1所示为几种主要的商业用海藻植物。



(1) 泡叶藻 (*Ascophyllum Nodosum*)



(2) 极北海带 (*Laminaria Hyperborea*)



(3) 掌状海带 (*Laminaria Digitata*)



(4) 海带 (*Laminaria Japonica*)