

海带养殖技术

HADAI YANGZHI JISHU

主编 刘 涛

副主编 翁祖桐 宋洪泽



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

海带养殖技术

主 编 刘 涛

副主编 翁祖桐 宋洪泽

中国海洋大学出版社

· 青 岛 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

海带养殖技术 / 刘涛主编. — 青岛: 中国海洋大学出版社, 2019.5

ISBN 978-7-5670-2204-1

I. ①海… II. ①刘… III. ①海带—海水养殖
IV. ①S968.42

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第087994号

出版发行 中国海洋大学出版社
社 址 青岛市香港东路23号 邮政编码 266071
出版人 杨立敏
网 址 <http://pub.ouc.edu.cn>
订购电话 0532-82032573 (传真)
责任编辑 姜佳君
电子信箱 jjiajun@outlook.com
电 话 0532-85901984
印 制 青岛正商印刷有限公司
版 次 2019年5月第1版
印 次 2019年5月第1次印刷
成品尺寸 140 mm × 203 mm
印 张 3
字 数 47千
印 数 1 ~ 1500
定 价 32.00元

如有印刷质量问题, 请与印厂联系, 电话18661627679

《海带养殖技术》编委会

主 编 刘 涛

副主编 翁祖桐 宋洪泽

编 委 (按姓氏笔画排序)

于亚慧 王文磊 王珊珊 龙连东

台 方 曲光荣 刘欣欣 李晓波

张以明 陈曦飞 林 琪 金月梅

金振辉 贾旭利 董志安 谢潮添

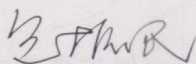
序

FOREWORD

中国海带养殖产量已连续28年位居全球首位，为全球海藻产业的发展做出了重要的贡献并具有产业支配性地位。20世纪50年代初期，中国率先突破了海带全人工养殖技术并在全球开创了全人工海水养殖业发展的先河；“海带南移养殖”进一步把海带养殖区域从北方地区最南拓展至福建和广东，形成了中国海水养殖业的第一次浪潮；海带遗传理论的建立及其育种应用，开辟了中国海带产业乃至全世界海水养殖业的良好化养殖进程；海带制碘业的自主发展进一步促进了海带养殖业的发展和海藻化工业的兴起。进入21世纪以来，一批高产优质海带新品种的培育以及海带食品加工业的快速发展，为中国海带产业的转型升级发展注入了新的活力。中国海带产业的发展历程充分印

证了科技创新的重大贡献。本系列书籍包括了产业发展研究、苗种繁育技术和养殖技术等分册，以图文并茂的方式总结了我国现代海带产业的基本面貌与工艺技术，既可作为实用性的技术培训手册，也颇具学术参考价值，将有助于进一步传播和推广最新的海带产业知识与技术，为国家渔业绿色发展和沿海乡村振兴建设做出更多的贡献。

中国工程院院士



2019年4月16日

前 言

PREFACE

海带是迄今为止综合开发用途最广的海产品。除了作为海洋蔬菜食品，海带也被用作鲍、海胆等养殖的主要鲜活饲料。同时，海带精深加工生产的褐藻酸钠、岩藻多糖硫酸酯等产品，在医药保健、生物材料、纺织印染、食品、化妆品等领域也具有非常广泛的用途。同时，海带养殖业是无环境污染的海洋农业产业，规模化的海带养殖不仅促进就业和产业增收，具有重要的社会效益，同时具有缓解海水富营养化、扩大养殖容量等重要的生态环境保护价值。

海带并非是我国原产物种。19世纪初期，在我国大连海域首次发现了海带的分布。新中国成立后，我国科学家和产业单位联合攻关，先后突破了海带自然光夏苗培

育技术、海带筏式养殖技术和海带施肥养殖技术，建立了海带全人工养殖技术，使国际海洋渔业领域首次实现了从自然采捕和增殖向全人工养殖的发展，开创了全球海水养殖业的先河。我国的海带年产量也从1952年的22.3吨快速增长至1958年的6 253吨，同期我国海藻产业对全球海藻产量贡献达到了15%（联合国粮食与农业组织，2004）。1958年，“海带南移养殖”进一步把海带养殖区域从辽宁、山东向南拓展至江苏、浙江、福建和广东，至今仍保持着海带最低纬度的养殖纪录。20世纪60年代，我国科学家首次开展了海带遗传学和育种研究工作，培育出了国际上第一个海水养殖新品种“海青一号”海带，开辟了我国海带良种化栽培的历程。此后，选择育种、单倍体育种、杂交育种和远缘杂交育种、杂种优势利用等育种技术的建立，以及“单海1号”“单杂10号”“860”“远杂10号”“901”等海带新品种培育，进一步提升了我国海带养殖产量，并为我国海藻化工发展提供了重要的优质加工原料保障。由于我国海带人工栽培技术的发展以及优良品种的应用，我国海藻产业于20世纪80年代首次超过日本，成为全球海藻养殖第一大国，至今一直保持着全球领先地位。20世纪末期以来，中国海洋大学、山东东方海洋科技股份有限公司、中国科学院海洋研究所、中国水

产科学研究院黄海水产研究所等单位培育的“901”“荣福”“东方2号”“东方3号”“东方6号”“爱伦湾”“黄官”“东方7号”“三海”“205”海带等10个国家水产新品种的培育和养殖推广，进一步推动21世纪我国海带产业的健康优质发展。由于新品种在我国海带养殖业发展中发挥了关键作用，联合国粮食与农业组织《世界渔业和水产养殖状况（2014）》指出：“在中国，从2000年到2012年海藻养殖产量几乎增长一倍，主要高产品种的开发发挥了重要作用。”

海带产业作为我国海洋农业中产业链最长、产品种类最丰富的产业，在我国已形成了育苗、养殖、食品加工、海藻化工、海洋药物与保健品研发、农用肥料和水产鲜活饲料生产等较为完整和系统的产业链条，并在世界海藻生产和贸易中具有支配性地位。目前，我国海带养殖面积44 236公顷，养殖产量1 486 645吨（《中国渔业统计年鉴》，2018），约占全球海带总产量的89%。由于持续的技术创新以及应用改进，我国现行的海带养殖技术较经典的筏式养殖技术已经发生了一定的改变。海带平养已成为当前主要的养殖模式，内湾养殖已大幅度向深水海域养殖发展，耐高温品种的应用延长了养殖收获周期，轻简化养殖管理得到了广泛的采用。新技术

与新模式的应用深刻地改变了我国海带产业的格局，对我国海洋强国建设、沿海乡村振兴和绿色渔业发展提供了重要的产业支撑作用。

笔者在与山东省和福建省海带产业单位多年合作的基础上，进一步结合现场考察调研工作，编撰了《海带养殖技术》一书，期待广大读者能够更直观地了解我国现行的海带养殖技术。本书出版得到了福建省种业创新与产业化工程项目“海带品种创新与种苗繁育产业化工程”、福建省科技重大专项专题项目“坛紫菜、海带优质抗逆新品种选育及产业化应用”、山东省泰山产业领军人才项目、国家海洋经济创新发展区域示范项目和现代农业产业技术体系（藻类）专项资金项目资助，特此致谢。

编者

2019年3月10日

目 录

CONTENTS

第一篇 海带的基础知识

- 1 海带孢子体的形态与构造 / 1
- 2 海带孢子体的生长阶段 / 7
- 3 海带生长的条件 / 15

第二篇 养殖环境与设施

- 1 养殖环境 / 21
- 2 养殖设施 / 26

第三篇 海带养殖技术

- 1 下海暂养 / 37
- 2 分苗 / 46
- 3 海区养殖与管理 / 59
- 4 养殖管理 / 63
- 5 病害防控 / 68
- 6 收割 / 76
- 7 初级加工 / 78

第一篇 海带的基础知识

1 海带孢子体的形态与构造

1.1 海带孢子体的形态

海带孢子体分为叶片、柄和固着器（图1.1）。不同品种间，海带固着器、柄、叶片的形态差异显示出种群的特征，如叶片的长度、宽度和厚度，成体色泽，等等。同时，不同种群的孢子囊群外观与成熟期也有所差异。因此，海带外部形态特征是鉴别品种简便的依据。另外，碘、褐藻胶、甘露醇等化学成分含量的不同，也可代表品种的特征。

1.1.1 固着器

海带柄部的最下端部分称为固着器（图1.2），又称假根，是藻体营固着生活的重要器官。固着器是由许多自柄基部生出的多次双分支的组织构成的，形态似植物的根系，附着在岩石或养殖绳上，以固定整个藻体。海带幼苗期，固着

器只有一个吸盘，为盘状固着器（图1.3）；随着藻体的长大，在固着器上方逐渐自柄的基部呈放射状长出很多新的假根，增加藻体的附着能力；海带成体的固着器形态一般呈圆形或扫帚形。一般而言，养殖海带比自然繁殖海带的固着器更发达。



图1.1 海带孢子体的形态构造



图1.2 海带成体固着器（假根）



图1.3 海带幼苗固着器（盘状）

1.1.2 柄

海带叶片与固着器连接的部位，称为柄（图1.4），形状呈圆柱状或扁圆柱状。成体海带的柄呈深褐色，和叶片相接的部分呈扁平形，再向下直至固着器则渐变成圆柱状。柄的长度随海带的生长而有较大变化，成体海带的柄长3~8 cm。海带柄长还与养殖密度以及海区透明度密切相关，在透明度低或养殖密度较大的情况下，柄部一般较长。



图1.4 海带的柄（去除假根）

1.1.3 叶片

海带叶片为褐色、扁平、不分支的带状，其长度、

宽度、厚度与养殖环境、养殖技术以及不同品种有关。叶片的长度、宽度、厚度不仅是分类鉴定的主要依据，也是生产中衡量经济性状的主要指标。在叶片上从梢部到柄部的中央部位，贯穿着有一定宽度而又在厚度上比两边缘略厚的部分，称中带部。中带部两侧形成两条浅沟，称为纵沟。海带叶片两侧的叶缘薄而软，呈波褶皱状。受光条件不同导致海带叶片细胞生长速度差异而使叶片略显弧形，一面凹，一面凸，凹面称外面或向光面，凸面称里面或背光面。一般栽培的海带叶片宽30~60 cm，长2~4 m。辽宁和山东栽培的海带由于生长适温期长，叶片又长又宽；而浙江、福建、广东因生长适温期较短，海带叶片短而窄。

1.2 海带孢子体的内部构造

海带藻体由外向里一般分为表皮、皮层、髓部，但由于生长发育时期以及部位不同，这3部分组织在细胞数量多少、细胞大小等方面存在很大的差别。

海带孢子体最外层就是表皮组织，也是进行光合作用的组织。表皮细胞个体小，排列整齐，横断面观为正方形，纵切面观为长方形（图1.5）。

表皮以内是皮层组织，由多层细胞构成。皮层细胞大小、数量及形状随着藻体的生长分化而变化，皮层细胞层

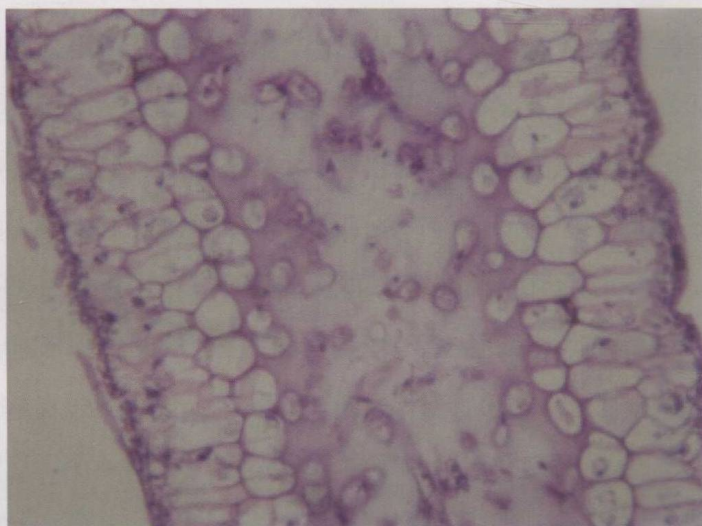


图1.5 海带孢子体的组织构造

数多的一般又分为外皮层与内皮层。在成长的藻体中，皮层细胞原生质体内贮存了很多有机物质。

在海带不断生长过程中，皮层内部一部分细胞形成髓部。海带的髓部由髓丝细胞和喇叭丝细胞组成。喇叭丝细胞是一系列首尾相连的内皮层细胞分化形成的管状组织，开始分化时细胞先延长，在连接处的细胞其细胞壁变得膨大，形成筛板（图1.6）。喇叭丝是海带的输导组织。