



辽宁省现代渔业实用技术丛书

无公害海参饲料 生产与应用技术

丛书主编 何焕秋

本书主编 袁成玉

WUGONGHAI HAISHEN SILIAO
SHENGCHAN YU YINGYONG JISHU



辽宁科学技术出版社

无公害海参饲料 生产与应用技术

WUGONGHAI HAISHEN SILIAO
SHENGCHAN YU YINGYONG JISHU



ISBN 978-7-5381-9323-7



9 787538 193237 >

定价：12.00 元

无公害海参饲料 生产与应用技术

WUGONGHAI HAISHEN SILIAO SHENGCHANYUYINGYONG JISHU

丛书主编：何焕秋

本书主编：袁成玉

辽宁科学技术出版社

沈阳

丛书主编：何焕秋

丛书编委：蒋海山 钱 劲 倪彦文 叶保民 魏敬华 张婧琪

本书主编：袁成玉

本书编委：韩家波 陈 冲 董 颖 刘卫东 关晓燕

图书在版编目（CIP）数据

无公害海参饲料生产与应用技术 / 袁成玉主编. —沈阳：
辽宁科学技术出版社，2015. 8

（辽宁省现代渔业实用技术丛书 / 何焕秋主编）

ISBN 978-7-5381-9323-7

I. ①无… II. ①袁… III. ①海参纲—饲料生产
IV. ①S963

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第158697号

出版发行：辽宁科学技术出版社

（地址：沈阳市和平区十一纬路29号 邮编：110003）

印刷者：沈阳市新友印刷有限公司

经销者：各地新华书店

幅面尺寸：145mm × 210mm

印 张：3.25

字 数：75千字

出版时间：2015年8月第1版

印刷时间：2015年8月第1次印刷

责任编辑：陈广鹏

封面设计：屈 明

版式设计：屈 明

责任校对：潘莉秋

书 号：ISBN 978-7-5381-9323-7

定 价：12.00元

联系电话：024-23284354

邮购热线：024-23284502

<http://www.lnkj.com.cn>

序 言

现代渔业是相对传统渔业而言，遵循资源节约、环境友好和可持续发展理念，以现代科学技术和设施装备为支撑，运用先进的生产方式和经营管理手段，促进各种现代生产要素进入渔业领域，使产业由传统的倚重资源和劳动投入，转变为依靠现代科学技术、装备和劳动者素质提高，实现经济、生态和社会效益和谐共赢的渔业产业形态。加快推进现代渔业是渔业可持续发展的前进方向。

近几年来，我省各级渔业行政主管部门、各涉海涉渔大专院校和各级渔业科研机构，认真学习贯彻落实党的十八大提出的实施创新驱动发展战略的总要求，坚持统筹科技资源，立足产业需求，新常态下突出创新驱动，将科技立项、成果转化、人才培养、示范推广有机结合，从我省主要经济水产动物入手，重点围绕良种培育、病害防治、健康养殖等领域开展科技攻关，取得了一些可喜的科研成果，并应用推广到我省海洋与渔业生产实际中去，促进了我省现代渔业建设和渔业经济的又好又快发展。

本丛书的编写与出版，凝结着站在我省渔业科研、培训及实践前沿的各位专家和老师的心血、汗水与智慧，它必将为加快推进现代渔业科技创新，加强先进适用技术的示范推广，培养有文化、懂技术、会经营的新型渔民，促进我省海洋与渔业可持续发展发挥重要作用。

何煥敬

前 言

近年来,我国水产食品安全事故时有发生,致使国民的健康安全受到严重威胁,这一社会敏感问题已引起从政府到地方、从生产者到消费者的广泛关注。对于海参养殖业而言,欲破解这个问题,首先就得从无公害饲料生产与应用技术抓起。这就要求业界必须根据海参的生物学特性,充分运用生态学、营养学原理来科学指导养殖生产。为此不仅要为养殖对象海参营造一个良好的、有利于快速生长的生态环境,同时还要提供无农药残留、无抗生素残留、无致病微生物、无有机或无机化学毒害品以及霉菌毒素不超标的充足的全价营养饲料,使其在生长发育期间最大限度地减少疾病的发生,使生产的产品健康、无污染、营养丰富,与天然品相当。

从20世纪80年代开始,随着海参人工育苗技术的突破,特别是20世纪90年代池塘养殖的开展,海参目前已经成为我国海水养殖业中最重要的经济种类之一。如何推动海参养殖产业健康、可持续地发展,主要取决于业界能否通过科学研究、试验和生产实践相结合,认识和掌握海参的生物学特性及其与生态因子的相互作用,实施人工调节和自然调节等技术措施,满足海参的生物学需求,提高成活率,促进生长,实现最佳经济效益和生态效益。其中,能否科学运用海参饲料生产与应用技术,是决定海参养殖产业成败最为关键的前提和保障

因素。笔者从多年来海参养殖业户的咨询情况来看，各家各户在海参养殖过程中所使用的饲料原料、方法均有所不同，就地取材进行生产的情况比较多，这样虽可以降低生产成本，但所得产品质量良莠不齐。虽然他们的实践经验较为丰富，但对饲料理论、原理方面的掌握及认知却不甚全面，往往难以保障饲料成分的科学配比和安全卫生，所以养殖业户急需饲料理论、营养原理方面的书籍。为了满足基层单位和第一线从业人员的迫切需要，笔者较为全面系统地总结了国内外有关的科研成果和生产实践经验，并采取科普读物形式向业界读者奉献《无公害海参饲料生产与应用技术》一书，以践行服务社会之宗旨。

编写饲料方面的书籍，正常来讲，应该有添加剂（包括防腐剂）和抗生素等内容，但是从海参无公害养殖角度考虑，在海参饲料方面应该尽可能地不予添加，所以在此就没有加以叙述。另外，对发酵饲料与有益微生物部分的叙述有所偏重，主要考虑的是倡导业界用这些方式来替代添加剂和抗生素。笔者认为，采用有益微生物是未来进行水产品无抗养殖发展的有效方法之一，将是大势所趋，确有必要普及于生产者与管理者。

本书引用了大量国内外文献资料，未能一一列出，在此特向所有文献资料的作者致以衷心的感谢。由于编著水平有限，有不当之处，敬请广大读者和同仁指正。

编者

2015年4月

目 录

第一章 概 论

一、海参饲料研究的目的	3
二、海参饲料生产的作用	4
三、海参饲料生产的现状	5
1. 海参用饲料研究简况	5
2. 海参不同生长阶段的主要饲料种类	7
四、海参饲料与其他品种饲料的异同	9
1. 饲料形状	9
2. 原料粉碎粒度	9
3. 饲料营养成分	9

第二章 海参饲料营养原理

一、蛋白质营养	13
1. 蛋白质的组成与生理功能	13
2. 海参的蛋白质代谢	14
二、糖类营养	15
1. 糖类的组成与生理功能	15

2. 海参的糖类代谢与对糖类的利用	17
三、脂类营养	17
1. 脂类的组成与生理功能	17
2. 脂类的代谢与对脂类的利用	19
四、维生素营养	20
1. 维生素的组成与生理功能	20
2. 海参对维生素的代谢与对维生素的利用	23
五、矿物质营养	25
1. 矿物质的代谢与生理功能	25
2. 海参对矿物质营养的需求与利用	28
六、海参摄食习性与营养需求	29
1. 海参的摄食习性	29
2. 海参的营养需求	31

第三章 海参常用生物饲料的生产性培养

一、海参常用单细胞藻种类的筛选与评价	37
二、海参常用单胞藻类的生物学特性	39
1. 牟氏角毛藻	39
2. 盐藻	40
3. 小新月菱形藻	41
4. 底栖硅藻	42
三、海参常用单细胞藻类的生产性培养	42
1. 藻种的分离	42
2. 单细胞藻的培养方式与设施	44
3. 单细胞藻生产性培养的基本操作方法	47
4. 海参常用单细胞藻单种生产	49

第四章 海参饲料发酵生产与投喂技术

一、海参发酵饲料生产的基本原理	61
1. 基本概念与发展情况	61
2. 微生物的作用	62
二、海参发酵饲料生产工艺与生产技术	66
1. 海参发酵饲料生产工艺	66
2. 海参发酵饲料生产技术	67
三、海参饲料发酵与无抗养殖问题探讨	78

第五章 海参配合饲料生产与投喂技术

一、海参配合饵料生产厂设计	83
二、海参饲料厂生产工艺设计	85
1. 原料接收场地与库房设置	85
2. 粗粉碎与超微粉碎车间的设置	85
3. 一次配料与混合设置	86
4. 二次混合与制粒	87
5. 物料调质	87
三、包装与储存	88
四、海参饵料生产与饲喂中应注意的问题	89
1. 质量控制	89
2. 安全与卫生控制	90
3. 饲喂中应该注意的问题	91
主要参考文献	93

第一章 >>

概 论

GAILUN

一、海参饲料研究的目的

海参饲料研究,是指研究海参人工养殖所需的营养及提供营养饲料的科学。它所研究的对象是海参,研究的理论基础是海参的营养生理、生化和营养需要,其应用研究是海参养殖所需的生物饵料、配合饵料及饵料添加剂,包括饵料原料的选用和开发、配方设计、生产工艺、生产设备的选用等。只有在深入研究营养的基础上,才能生产出高质量的海参饲料。海参的饲料系数从20世纪80年代初的4~5现已降低到2~3,主要是由于其营养研究逐步深入的结果。因此可以说,海参的营养生理、生化和营养需要的研究,是海参饲料研究的基础和前提。

海参饲料的生产加工技术是决定海参饲料质量的重要环节之一。生物活体饵料主要供给海参浮游幼体摄食,只有生产加工优质和足够的生物活体饵料,才能保障海参苗种的正常生产;配合饲料的生产加工,原料质量是否优良、添加剂配比是否合理、加工粒度大小是否合适等因素的不同,都可能直接影响到海参育苗和养殖生产的成败。另外,生产设备的选择是否合理,也将直接影响到饲料生产的质量和经济效益等。

20世纪90年代初期,海参养殖以粗放型为主,且规模及密度小,鲜活饲料足以满足生产需要。在科技进步推动下,当传统粗放的海参养殖方法逐步为半精养或精养所取代时,生产规模迅速扩大、产品产量大幅度提高,仅靠鲜活饲料已远远不能满足需要。特别是在海参育苗生产方面,过去仅用鼠尾藻就可以满足需求,而目前单靠它已难以为继;同时因鼠尾藻的原料价格直线攀高,造成生产成本无法适应该产业的持续发展。因此,加快配合饲料研究,提高生产加工技术,增加产量确保供给,成为打破海参养殖及育苗“瓶颈”制约的重要途径。

二、海参饲料生产的作用

海参饲料生产是伴随着海参养殖业的兴起而发展壮大的，具有强大的生命力。海参既可以提供丰富的优质蛋白质食品，又是天然药物和活性物质的潜在宝库。发展海参饲料生产，其主要作用是为海参育苗及其养殖业提供各类优质饲料产品，以提高海参质量和增加海参产量，从而满足市场需求。

至20世纪80年代末期，全国仅有屈指可数的几家厂家生产海参配合饲料，年产量不足百吨。而目前生产厂已超过上百家，年产量达到数十万吨，如果加上微生物、单胞藻、添加剂以及其他海参代用饲料的话，年产量则超过百万吨，居于世界首位。特别是在辽宁、山东、河北等沿海地区，海参育苗与养殖已经成为举足轻重的新兴产业之一，而海参饲料生产与加工则为其提供了重要的物质基础和技术支撑。发展海参饲料生产，对振兴我国渔业经济贡献突出，其经济效益和社会效益非常显著：

一是降低了生产成本。发展海参饲料业和提高加工技术，可以降低海参育苗与养殖成本，进一步促进海参育苗与养殖业的发展，提高经济效益和扩大产业规模。同时，也为农牧渔业副产品、下脚料的充分利用开拓了新的渠道，例如酒糟、酱糟、啤酒酵母、豆粕、甘蔗渣、扇贝边、各种海菜加工的下脚料等，经过再加工都可以成为海参饲料的原料。

二是丰富了相关学科的研究开发。海参饲料生产与加工技术的提高，推动了有关海参营养以及微生物、添加剂以及微量元素等相关学科的研究，加速了免疫多糖、电解多维、海洋红酵母、各种有益微生物种类的筛选等的开发，以及加工业的即食海参、非得海参肽、海参胶囊等新产品的推出。

三是吸纳了大量城乡劳动力。海参饲料生产与加工技术

的逐步完善,使随之加快发展起来的海参饲料生产、原材料生产、添加剂生产、微生物生产以及海参育苗与养殖业、海参食品加工业等,对各种劳动力的需求日益增加,缓解了当前失海渔民的转型安置矛盾和就业问题。

三、海参饲料生产的现状

海参用饵料供给能力及质量的好坏,对海参育苗与养殖业生产的成败产生直接影响。自海参育苗与养殖业诞生以来,海参用饲料生产一直是业内人士研究的重点方向。特别自20世纪80年代以来,随着海参苗种生产与成参养殖规模迅速扩大,导致海参饲料需求量不断增加而优质原料较为短缺的矛盾日显突出,因此其研究进展情况更加受到人们的关注。在业内人士的积极实践探索和长期不懈努力下,各项研究工作已取得很大进展,目前海参用饲料生产总体运行状况良好。

1. 海参饲料研究简况

(1) 国外

海参用饲料研究工作始于刺参人工育苗,其中日本起步较早。自1893—1897年,日本学者其作对刺参的生态习性和生活史研究开始,到1942年山内等对刺参摄食习性的研究这一阶段,人们还未开展海参饲料方面的研究。1950年今井丈夫等用无色鞭毛虫(*Monas* sp.)作为刺参幼体饲料,在 1.9m^3 水体中,育出稚参569头;1977年石田稚俊(1979)采用单鞭金藻(*Monochrysis huihere*)作为耳状幼体饲料,在 $4\sim 10\text{m}^3$ 的水体中育出体长 $419\mu\text{m}$ 的稚参8.5万头($0.86\text{万}\sim 2.20\text{万头}/\text{m}^3$);此后小田(1982)、山本(1984)等先后用单鞭金藻、角毛藻(*Chaetoceros* sp)、底栖硅藻和人工配合饲料等进行稚、幼参的培育,但稚参至幼参的成活率仅为 $0.4\%\sim 3.1\%$ 。尽管日本刺参人工育苗研究起步较早,但在海参用饲料研究方面却未能真

正深入进行下去。20世纪80年代末开始,韩国、俄罗斯等国家的有关学者也相继开展了刺参人工育苗技术的研究,但对于饲料问题的研究没有取得实质性进展。

(2) 国内

1954年中国水产科学研究院张风瀛等,采用解剖性腺的方法获取精卵,培育出刺参耳状幼体和樽形幼体,到1957年,通过刺激诱导产卵的方法,以菱形藻和滴虫为饲料,培育出少量的稚、幼参,才将海参饲料纳入研究之列;20世纪60年代初期,山东省海水养殖研究所陈宗尧等,采用解剖性腺取卵受精,并以衣藻(*Chlorella* sp.)、小新月菱形藻(*Nitzschia closterium*)、小球藻(*Chlorella* sp.)和盐藻(*Dunaliella salina*)等为幼体饲料,以石莼(*Ulva lactuca*)、大叶藻(*Zostera marina*)的磨碎液为稚、幼参饲料,培育出一定数量的稚、幼参;1973年国家农业部下达了刺参人工育苗及增养殖试验研究课题后,辽宁、河北、山东等三省在开展该项研究的同时,相继进行了刺参各发育阶段最适饲料的研究,但只是处于探讨阶段,且局限于直接投喂天然饲料;20世纪80年代中期,辽宁省海洋水产研究所隋锡林率先研制出“8310、8406、8407、8408”刺参配合饲料。此外,徐宗法等(1999)探讨了饲料对稚幼参生长变色的影响,河北省水产研究所和辽宁省锦州市水产研究所曾先后采用稻草发酵液培育稚参。进入21世纪后,隋锡林又研制出“0201、0202、0203、0204、0205、0206”等海参配合饲料,不少饲料生产单位也相继推出各种品牌的海参配合饲料,如:益参宝海参专用系列饲料、青岛龙兴海参配合饲料、大连蛟龙海参配合饲料、海珍苑海参配合饲料等。在基础研究方面,王吉桥等探讨了“饲料中脂肪及乳化剂含量对仿刺参生长和体组成的影响”、“在无藻粉饲料中添加包膜氨基酸对幼刺参生长、消化和免疫指标的影响”等,樊月

居等探讨了“饲料中用豆粕替代鱼粉对仿刺参生长、体成分及消化酶活性的影响”等，袁成玉等探讨了“微生态制剂对幼刺参生长及消化酶活性的影响”等。总之，进入21世纪后，人们对海参饲料生产研究更加注重，并进行了大量的理论和实践性的探讨。

2. 海参不同生长阶段的主要饲料种类

(1) 浮游幼体阶段

浮游幼体阶段主要饲料种类有单细胞藻类和代用饵料。常用的单细胞藻类有盐藻、湛江等鞭金藻、球等鞭金藻、小新月菱形藻、牟氏角毛藻、简单角刺藻、三角褐指藻和海水小球藻等。此外，国内外一些学者也还曾经用过扁藻、异胶藻、氯肾球藻、罗氏裸甲藻衣藻、中肋骨条藻、单鞭金藻和微绿球藻等。目前人们在海参人工育苗中，主要使用牟氏角毛藻、盐藻、小新月菱形藻和湛江等鞭金藻等，即基本采用隋锡林1980年所筛选的单细胞藻种类。

常用代用饲料种类主要有酵母、大型海藻磨碎液。其中酵母使用种类主要有红酵母11、德氏酵母112a、汉氏酵母125、假丝酵母216、球拟酵母304、球拟酵母409、隐球酵母606、海洋红酵母等，且商业品牌种类繁多，如安琪海洋红酵母粉、安琪水产酵母粉、安琪福邦酵母、药用干酵母、干酵母片、破壁酵母等。根据目前的试验和应用效果来看，以辽宁省海洋水产研究所研发的海洋红酵母较受欢迎，作为海参幼体饲料育苗效果较好。大型海藻磨碎液的藻类主要有鼠尾藻、马尾藻、大叶藻等，其中以鼠尾藻育苗效果为最好。

目前主要使用的微生物种类有光合细菌、芽孢杆菌、EM菌、乳酸菌、消化细菌等，而前三种最为常用。

(2) 稚参阶段

稚参阶段主要饲料种类有底栖硅藻、大型海藻磨碎液、人