

# 泥蚶养殖生物学

林志华 主编



科学出版社

# 泥 蚶

## 养 殖 生 物 学

林志华 主编

科 学 出 版 社  
北 京

## 内 容 简 介

本书是迄今关于泥蚶生物学及养殖技术方面最为系统和全面的一部专著，系统总结了泥蚶的基础生物学、生态生理学与营养、繁殖生物学、苗种繁育、遗传学及良种选育、健康养殖、敌害与病害等内容。全书共分十一章，主要内容为作者团队及其合作者近十几年的研究成果，还吸纳了前人的研究成果和各地的生产经验，力求兼具学术价值和实用价值。

本书可作为水产养殖相关专业的教科书，也可作为海洋贝类养殖科研人员、生产一线技术和管理人员提供参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

泥蚶养殖生物学/林志华主编. —北京: 科学出版社,  
2015. 12

ISBN 978-7-03-047035-5

I. ①泥… II. ①林… III. ①泥蚶—海水养殖 IV.  
①S968.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第318619号

责任编辑: 潘秀燕 李 濒 / 责任校对: 杨慧芳  
责任印刷: 华 程 / 封面设计: 刘 刚

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

中国科技出版传媒股份有限公司新世纪书局发行 各地新华书店经销

\*

2015年12月第一版

开本: 787×1092 1/16

2015年12月第一次印刷

印张: 14 1/2

字数: 353 000

定价: 89.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 《泥蚶养殖生物学》编委会

---

主 编：林志华

编 委：董迎辉 陈彩芳 包永波 何 琳

刘广绪 何 京 姚韩韩

# 序

泥蚶是我国传统四大养殖贝类之一。泥蚶养殖在我国有悠久的历史，早在三国时期沈莹所著《临海异物志》中就有记载“蚶之大者，径四寸，肉味极佳，今浙东以近海田种之，谓之蚶田”，可见浙江沿海泥蚶传统养殖方式是在沿海泥质滩涂如农田般耕作播种养殖。因泥蚶含血红蛋白，浙江沿海居民视泥蚶为高营养具补血功能的高档水产品。泥蚶养殖业历来受到政府和民间的重视，是浙江最具特色的水产养殖业。

1992年起，由于对虾病害爆发，全国对虾养殖业陷入困境，浙江温州地区率先开展了海水池塘底播养殖泥蚶等滩涂贝类为主兼养对虾、青蟹等的池塘综合养殖技术模式试验。养殖池中的虾、蟹的残饵及排出的粪便，起到肥水作用，促使池塘内浮游生物繁生，给贝类提供丰富的饵料；而贝类通过滤食，又起到净化水质的作用，使两者在同一水体中互相促进，共同生长，达到了提高综合经济效益的目的。由于池塘蓄水综合养殖技术模式取得良好的经济效益，得到了迅速发展和推广应用，形成了具有浙江地方特色的技术模式和产业结构。20世纪80年代全国沿海围垦大力发展对虾养殖，导致泥蚶天然苗种场遭受破坏，泥蚶自然苗种产量急剧下降，远不能满足养殖产业需求。因此，泥蚶人工育苗技术成为当时产业发展的迫切需求。1992年开始，众多学者和技术人员参与了泥蚶人工育苗技术产业化与应用开发工作，泥蚶苗种生产工艺得到不断优化完善，并逐步形成了轻简化实用技术。2000年起，浙江省成为全国泥蚶苗种生产基地，形成了年产泥蚶苗种数千亿颗的种苗产业，并通过技术服务、异地承包等多种形式，将泥蚶人工育苗、大规格苗种中间培育和养殖技术辐射到福建、广东、江苏、山东等地，达到了全国养殖面积近10万公顷，产值近百亿元的产业规模。

国家贝类产业技术体系岗位科学家、浙江万里学院林志华研究员从事泥蚶生物学及养殖技术与推广应用二十余年，此次组织其团队成员和相关专家，系统总结了泥蚶养殖生物学基础理论和技术研究进展，编写了《泥蚶养殖生物学》一书。该书内容涵盖泥蚶形态学、生态学、生理学、营养与药用价值、繁殖生物

学、遗传学、环境生物学等方面的研究成果，总结凝练了人工育苗和养殖技术要点，内容丰富，有重要的科学意义和实用价值，对推动我国泥蚶产业技术水平和养殖业的可持续发展将起到重要作用。



农业部国家贝类产业技术体系首席科学家

2015年10月

# 前 言

泥蚶肉味鲜美，含血红蛋白，还含有丰富的维生素、高度不饱和脂肪酸EPA和DHA，营养丰富，尤以浙江、福建沿海居民最为喜爱。泥蚶是我国传统四大养殖贝类之一，浙江泥蚶养殖历史尤为悠久，早在三国时期沈莹所著《临海异物志》中就有记载。

浙江温州地区于1992年起，率先开展了海水池塘底播养殖泥蚶等滩涂贝类为主兼养对虾、青蟹等的池塘综合养殖技术模式试验，取得了良好的经济效益，得到了迅速发展和推广应用，形成了具有浙江地方特色的技术模式和产业结构。众多学者和技术人员参与了泥蚶人工育苗技术产业化与应用开发工作，泥蚶苗种生产工艺得到不断优化完善，并逐步形成了轻简化实用技术。2000年起，浙江省成为全国泥蚶苗种生产基地，形成了年产泥蚶苗种数千万颗的种苗产业，并通过技术服务、异地承包等多种形式，将泥蚶人工育苗、大规格苗种中间培育和养殖技术辐射到福建、广东、江苏、山东等地，达到了全国养殖面积近10万公顷，产值近百亿元的产业规模。因此，浙江成为泥蚶养殖产业技术的发源地。

为了总结泥蚶生物学及养殖技术研究成果，更好地为产业健康发展服务，国家贝类产业技术体系岗位科学家、浙江万里学院林志华研究员组织其团队成员和相关专家编写了《泥蚶养殖生物学》一书。本书共分11章，包括绪论、营养与药用价值、形态学、生态学、生理学、繁殖生物学、普通遗传学、分子遗传学、环境生物学、人工育苗和养殖技术，系统总结了编者及其团队的研究成果，也对国内外相关领域的文献进行了归纳总结。

本书主编为农业部国家贝类产业技术体系池塘养殖岗位科学家林志华研究员，具体编写分工如下：林志华编写第一章，陈彩芳编写第二章，何琳编写第三章，陈彩芳、包永波编写第四章，陈彩芳编写第五章，董迎辉、林志华编写第六章，董迎辉、姚韩韩编写第七章，董迎辉、包永波编写第八章，陈彩芳、刘广绪编写第九章，林志华、何京编写第十章，董迎辉、林志华编写十一章，何京负责参考资料检索及整理、图片编辑和全书校对工作。国家（农业部）贝类产业技术体系首席科学家、中国科学院海洋研究所张国范研究员和中国贝类学会常务理

事、宁波市海洋与水产学会理事长尤仲杰研究员审阅了全书，提出了宝贵的修改意见。本书除总结本团队相关研究成果外，还引用了其他学者公开发表的文献资料，在此一并向这些作者和提供过帮助的人们表示衷心的感谢。

本书可为从事海洋贝类养殖生产、管理和研究人员提供参考，也可供对海洋贝类学和养殖学感兴趣的研究生和本科生阅读。

由于编者水平有限，本书难免存在疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

编著者

2015年10月



# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一章 绪论                       | 1  |
| 第一节 分类地位和自然分布                | 1  |
| 第二节 经济价值                     | 1  |
| 第三节 泥蚶养殖产业发展历史与现状            | 2  |
| 参考文献                         | 3  |
| 第二章 营养与药用价值                  | 4  |
| 第一节 营养价值                     | 4  |
| 一、氨基酸的组成                     | 4  |
| 二、脂肪酸的组成                     | 6  |
| 三、灰分分析                       | 7  |
| 第二节 药用价值                     | 8  |
| 参考文献                         | 9  |
| 第三章 形态学                      | 10 |
| 第一节 外部形态                     | 10 |
| 壳形态变异特征                      | 10 |
| 第二节 内部构造                     | 13 |
| 一、外套膜 (Mantle)               | 13 |
| 二、闭壳肌 (Adductor muscle)      | 13 |
| 三、足和缩足肌 (Foot and Retractor) | 13 |
| 四、呼吸系统 (Respiratory System)  | 13 |
| 五、消化系统 (Digestive System)    | 13 |
| 六、循环系统 (Circulatory System)  | 14 |
| 七、排泄系统 (Excretory System)    | 14 |
| 八、生殖系统 (Reproductive System) | 14 |
| 九、神经系统 (Nervous System)      | 14 |

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 参考文献 .....                   | 15        |
| <b>第四章 生态学</b> .....         | <b>16</b> |
| 第一节 栖息环境与生态习性 .....          | 16        |
| 第二节 对环境耐受能力 .....            | 16        |
| 一、对盐度适应能力 .....              | 16        |
| 二、对温度适应能力 .....              | 19        |
| 三、耐干露能力 .....                | 21        |
| 四、对氨氮耐受能力 .....              | 22        |
| 第三节 摄食行为 .....               | 24        |
| 第四节 生长 .....                 | 25        |
| 参考文献 .....                   | 28        |
| <b>第五章 生理学</b> .....         | <b>29</b> |
| 第一节 摄食和消化 .....              | 29        |
| 一、摄食生理 .....                 | 29        |
| 二、消化生理 .....                 | 30        |
| 第二节 血细胞和血红蛋白 .....           | 31        |
| 一、血细胞周期和DNA含量 .....          | 31        |
| 二、血细胞形态结构特征 .....            | 32        |
| 三、血红蛋白及抗菌功能研究 .....          | 36        |
| 参考文献 .....                   | 51        |
| <b>第六章 繁殖生物学</b> .....       | <b>53</b> |
| 第一节 性腺发育与配子发生 .....          | 53        |
| 一、性腺发育 .....                 | 53        |
| 二、精子超微结构 .....               | 53        |
| 第二节 繁殖季节 .....               | 55        |
| 第三节 产卵与受精 .....              | 55        |
| 一、受精和早期卵裂过程核行为的细胞学观察 .....   | 55        |
| 二、精液浓度对多精受精及胚胎发育的影响 .....    | 58        |
| 三、泥蚶(♀)×毛蚶(♂)受精发育与多精受精 ..... | 60        |

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| 第四节 变态与附着 .....                               | 62        |
| 参考文献 .....                                    | 62        |
| <b>第七章 普通遗传学 .....</b>                        | <b>64</b> |
| 第一节 形态遗传学 .....                               | 64        |
| 一、泥蚶壳形态性状对活体重和软体部重的影响效果分析 .....               | 64        |
| 二、主要经济性状遗传参数的估算 .....                         | 67        |
| 第二节 细胞遗传学-染色体核型分析 .....                       | 71        |
| 一、泥蚶染色体检测方法 .....                             | 72        |
| 二、染色体数目和染色体核型 .....                           | 72        |
| 第三节 群体遗传学 .....                               | 73        |
| 一、7个地理群体泥蚶遗传变异的同工酶分析 .....                    | 73        |
| 二、同工酶在泥蚶发育表达方面的研究 .....                       | 74        |
| 三、我国沿海4个泥蚶地理群体遗传变异的SSR分析 .....                | 75        |
| 四、奉化种群与韩国种群形态特征和遗传结构的差异分析 .....               | 79        |
| 五、生长性状相关AFLP分子标记的筛选 .....                     | 82        |
| 六、4个快速生长家系的遗传变异分析 .....                       | 86        |
| 参考文献 .....                                    | 90        |
| <b>第八章 分子遗传学 .....</b>                        | <b>92</b> |
| 第一节 转录组文库和EST文库的构建和分析 .....                   | 93        |
| 一、转录组文库的构建和分析 .....                           | 93        |
| 二、泥蚶EST文库的构建和分析 .....                         | 103       |
| 第二节 分子标记开发与生长性状QTLs定位 .....                   | 109       |
| 一、基于转录组Singleton和Contig开发EST-SSR标记的差异研究 ..... | 110       |
| 二、基因组SSR和EST-SSR的开发及比较研究 .....                | 111       |
| 三、基于转录组的78个多态性EST-SNP标记开发 .....               | 118       |
| 四、遗传连锁图谱的构建和生长性状QTLs定位 .....                  | 121       |
| 第三节 泥蚶生长调控基因的克隆与时空表达分析 .....                  | 124       |
| 一、泥蚶肌肉生长抑制素(MSTN)基因的克隆与表达分析 .....             | 124       |
| 二、泥蚶Smad1基因的克隆与表达分析 .....                     | 129       |
| 三、泥蚶Smad3基因的克隆与表达分析 .....                     | 136       |
| 四、泥蚶BMP7基因的克隆与表达分析 .....                      | 141       |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 五、生长因子受体结合蛋白2 (GRB2) 基因的克隆与表达分析 ..... | 147        |
| <b>第四节 泥蚶免疫相关基因的克隆与表达分析 .....</b>     | <b>151</b> |
| 一、泥蚶TIMP基因的克隆和免疫表达研究 .....            | 151        |
| 二、泥蚶乙二醛酶 I 基因的克隆及时空表达特征分析 .....       | 158        |
| 三、谷氨酰胺合成酶基因的克隆和表达分析 .....             | 162        |
| 四、小热休克基因(sHSP)的克隆和表达分析 .....          | 166        |
| 五、半乳糖凝集素基因的克隆和表达分析 .....              | 169        |
| 六、泥蚶蛋白质代谢基因LAP3的克隆与表达分析 .....         | 173        |
| <b>参考文献 .....</b>                     | <b>179</b> |
| <b>第九章 环境生物学 .....</b>                | <b>183</b> |
| <b>第一节 三唑磷对泥蚶的毒性 .....</b>            | <b>183</b> |
| 一、三唑磷在泥蚶体内的积累和消除规律 .....              | 183        |
| 二、三唑磷对泥蚶急性毒性及血清 SOD、CAT 酶活性的影响 .....  | 184        |
| <b>第二节 重金属对泥蚶胁迫作用 .....</b>           | <b>186</b> |
| 一、泥蚶对重金属铜、铅、镉的生物富集动力学 .....           | 186        |
| 二、重金属对泥蚶的毒性效应 .....                   | 189        |
| <b>参考文献 .....</b>                     | <b>199</b> |
| <b>第十章 人工育苗 .....</b>                 | <b>200</b> |
| <b>第一节 育苗场址选择及规划 .....</b>            | <b>200</b> |
| 一、场址选择 .....                          | 200        |
| 二、总体布局 .....                          | 200        |
| <b>第二节 苗种培育室和饵料培育室 .....</b>          | <b>201</b> |
| 一、苗种培育室 .....                         | 201        |
| 二、饵料培育室 .....                         | 201        |
| <b>第三节 配套供电、供热、供气设备设施 .....</b>       | <b>202</b> |
| 一、供电系统 .....                          | 202        |
| 二、供热系统 .....                          | 202        |
| 三、供气系统 .....                          | 202        |
| <b>第四节 水处理和供水系统 .....</b>             | <b>203</b> |
| 一、蓄水沉淀池 .....                         | 203        |
| 二、砂滤装置 .....                          | 203        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 三、供水系统 .....                 | 203        |
| 四、其他仪器设备和物品配备 .....          | 203        |
| <b>第五节 饵料及培养 .....</b>       | <b>204</b> |
| 一、适宜单胞藻饵料筛选 .....            | 204        |
| 二、饵料培养 .....                 | 204        |
| <b>第六节 亲贝选择与培育 .....</b>     | <b>206</b> |
| 一、亲贝的选择 .....                | 206        |
| 二、亲贝培养 .....                 | 206        |
| <b>第七节 催产与孵化 .....</b>       | <b>207</b> |
| <b>第八节 幼虫培育 .....</b>        | <b>208</b> |
| <b>第九节 幼虫变态附着和稚贝培育 .....</b> | <b>209</b> |
| <b>第十节 运输 .....</b>          | <b>210</b> |
| <b>参考文献 .....</b>            | <b>210</b> |

## **第十一章 养殖技术 .....**

### **211**

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>第一节 一般养殖技术 .....</b>   | <b>211</b> |
| 一、养殖场选择 .....             | 211        |
| 二、蚶苗放养 .....              | 212        |
| 三、日常管理 .....              | 212        |
| 四、收获 .....                | 213        |
| <b>第二节 池塘蓄水养殖技术 .....</b> | <b>213</b> |
| <b>第三节 泥蚶与虾混养技术 .....</b> | <b>215</b> |
| 一、场址选择和池塘条件 .....         | 215        |
| 二、苗种放养 .....              | 216        |
| 三、养殖管理 .....              | 217        |
| <b>参考文献 .....</b>         | <b>217</b> |

# 第一章 绪 论

## 第一节 分类地位和自然分布

蚌总科贝类 (Arcoidea) 隶属于双壳纲 (Bivalvia) 翼形亚纲 (Pteriomorpha) 蚌目 (Arcoida), 全世界保守估计约有300种 (Oliver, 2006), 绝大部分为海产, 仅有一个分布于东南亚地区的淡水属 (*Scaphula*)。蚌总科贝类主要栖息于热带和温带水域, 在印度-西太平洋区域生物量最高。中国海区分布有5科22属71种 (Okutani, 2000; 徐凤山等, 2008)。

泥蚌 (*Tegillarca granosa*), 英文名Ark shell、Mud clam、Bloody clam、Blood clam, 中国地方名: 宁蚌、粒蚌、血蚌、血螺、瓦楞蛤, 隶属于软体动物门 (Mollusca), 瓣鳃纲 (Lamellibranchia), 蚌目 (Arcoida), 蚌科 (Arcidae), 泥蚌属 (*Tegillarca*)。广泛分布生长于印度洋和西太平洋沿岸滩涂, 主产自印度、泰国、越南、马来西亚、印度尼西亚、日本、中国等。在我国主要分布于山东以南沿海各省, 属于热带及温带生物, 以浙江、福建、广东为主要自然资源分布区, 其中以浙江乐清湾和福建云霄所产的泥蚌最负盛名, 同时也是山东、江苏、浙江、福建、广东、海南等省的主要海水养殖对象, 是我国传统四大养殖贝类之一 (王如才等, 2008) (图1.1)。

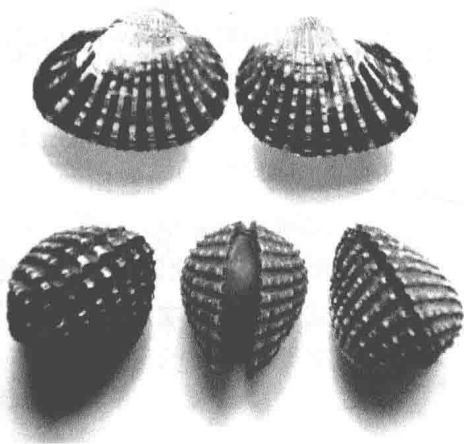


图1.1 泥蚌外形图 (何琳 拍摄)

## 第二节 经济价值

清朱邕华有诗《椒江竹枝词》: “一夜潮回葭船, 花蚌白蟹不论钱; 祀过周七娘娘庙, 满地青虾带雨鲜。” 蚌类个大质厚、肉嫩味鲜, 自古就被视为珍品, 是高蛋

白、低脂肪、低热量的健康食品。泥蚶肉味鲜美，营养丰富，是沿海各地居民普遍食用的海产品，尤以浙江、福建沿海居民最为喜爱。泥蚶全肉中含粗蛋白14.7%、灰分2.44%、粗脂肪0.89%，具有高蛋白低脂肪的营养特点。氨基酸种类齐全，含有人体8种必需氨基酸、10种非必需氨基酸以及6种呈味氨基酸（吴洪喜等，2004）。泥蚶具有海产贝类明显的鲜美品质，其全肉干基中呈味氨基酸分别占到氨基酸总量的47.87%（吴洪喜等，2004），尤其是谷氨酸含量相当高，它与肌肉中的5'-核苷酸一起能进一步增强鲜味，所以泥蚶味美清甜可口。

泥蚶除味道鲜美外，还具有药用价值。泥蚶富含血红蛋白，还含有丰富的维生素、高度不饱和脂肪酸EPA和DHA，具有降低人体胆固醇，促进平滑肌收缩，扩张血管，抑制血小板凝聚，降低血黏度，防治动脉硬化和血栓症，提高大脑记忆力和一定的抗癌功效。泥蚶软体部的提取物对葡萄球菌、大肠杆菌等具有抑制作用；泥蚶壳粉有“消血块、化痰积”功效，对治疗胃溃疡等具有一定疗效。研究表明泥蚶多肽体外对不同肿瘤细胞的抑制作用机制不同，体内对小鼠移植性肿瘤具有显著的抑制作用（姚如永等，2006）。泥蚶体液和肌肉凝集素对人和动物红细胞均有凝集作用（柯佳颖等，2005）。泥蚶血液在清除氧自由基方面起主要作用（肖湘等，2004）。研究还表明泥蚶血细胞对大肠杆菌、奥斯陆莫拉氏菌、豚放线杆菌都具有一定的抗菌活性（潘沙芳等，2007）。

泥蚶在气温5~10℃，一般可以保活储存10~15天，具备了保活远销国内外各大城市的良好条件。

### 第三节 泥蚶养殖产业发展历史与现状

泥蚶养殖在我国有悠久的历史，早在三国时期沈莹所著《临海异物志》中就有记载：“蚶之大者，径四寸，肉味极佳，今浙东以近海田种之，谓之蚶田。”

传统的泥蚶养殖方式为潮间带滩涂底播养殖。一般选择在内湾中潮区中下层，选择养殖的涂面需要翻耕、平整，使涂面变得松软以利于蚶苗潜居，建成宽度为6~8m、长度不等的畦状蚶田。这种养殖方式由于受环境影响较大，饵料生物量有限，放养密度不宜过高，养殖产量不高，养殖周期也相对长些。这种养殖方式在20世纪90年代以前较为普遍。

滩涂筑坝蓄水养殖泥蚶，是20世纪90年代以后发展起来的滩涂贝类养殖新模式。在内湾的高、中潮区一带，根据地形和养殖种类形成了在该区域围成大小不等的蓄水池，池内保留一定量海水的蓄水养殖方式。池内平涂整畦后筑坝，一般泥坝高为50cm左右。这种养殖模式优点是利用原来不宜养殖泥蚶的高潮区，大大扩展了泥蚶养殖面积。且高潮区潮流较小，敌害生物相对容易控制，养殖贝类能受到更好的保护，成活率很高。此外，由于池内经常存水，贝类摄食时间长、生长也较快。但缺点是退潮后池内存水不够多，因此不宜高密度养殖。目前滩涂筑坝蓄水养殖已基本取代了传统的滩涂底播养殖模式。

1992年以后, 由于对虾病害爆发, 全国虾养殖业陷入困境, 浙江温州地区率先开展了海水池塘底播养殖泥蚶、缢蛏等滩涂贝类为主兼养对虾、青蟹的池塘综合养殖技术模式的试验。这是一种对池塘结构进行改造, 四周和中间挖沟, 建成环沟和纵沟, 在占池塘总面积约1/3的中央底部平涂整畦, 利用池塘四周环沟水体养殖虾、蟹, 池塘底部涂面播养贝类的立体养殖方式。养殖池中的虾、蟹的残饵及排出的粪便, 起到肥水作用, 促使塘内浮游生物繁生, 给贝类提供丰富的饵料; 而贝类通过滤食, 又起到净化水质的作用, 使两者在同一水体中互相促进, 共同生长, 达到了提高综合经济效益的目的。由于池塘蓄水综合养殖技术模式取得了良好的经济效益, 因而得到了迅速发展和推广, 泥蚶等滩涂贝类池塘蓄水养殖形成了具有浙江地方特色的技术模式和产业结构(林志华等, 2005)。

因传统泥蚶养殖苗种来源于沿海滩涂天然苗种, 养殖区域主要在浙江省乐清湾、三门湾、象山港, 福建省宁德、罗源、云霄, 广东省汕头、阳江沿海, 山东省乳山、文登沿海, 江苏省海门等地。20世纪80年代全国沿海围垦, 大力发展对虾养殖, 导致泥蚶天然苗种场遭受破坏, 泥蚶自然苗种产量急剧下降, 已无法满足养殖产业需求。因此, 泥蚶人工育苗技术成为当时产业发展的迫切需求。浙江省海洋水产养殖研究所继1979年泥蚶人工育苗技术研究成功的基础上, 1992年开始深入开展泥蚶人工育苗技术产业化与应用开发工作。其先后解决了人工诱导产卵、大水体幼虫高效培育、适口饵料生物培养与供给、稚贝附苗与高效培育、大规格苗种中间培育等关键技术问题, 并于1997年后获得了大规模推广应用, 泥蚶苗种生产工艺得到不断优化完善, 并逐步形成了轻简化实用技术。从2000年起, 浙江省成为全国泥蚶苗种生产基地, 形成了年产泥蚶苗种数千亿颗的种苗产业, 并通过技术服务、异地承包等多种形式, 将泥蚶人工育苗、大规格苗种中间培育和养殖技术辐射到福建、广东、江苏、山东等地, 达到了全国养殖面积近10万公顷, 产值近百亿元的产业规模。

## 参考文献

- 柯佳颖, 陈寅山, 许友勤. 2005. 泥蚶体液和肌肉提取液凝集素的初步研究. 泉州师范学院学报(自然科学版), 23(2): 81-90
- 林志华, 尤仲杰. 浙江滩涂贝类养殖高产技术模式. 海洋科学, 2005, 29(8): 95-99
- 潘沙芳, 李太武, 苏秀榕. 2007. 泥蚶血细胞耐饥饿及抗菌力特性的研究. 水产科学, 26(1): 22-25
- 肖湘, 韩雅莉, 季百苗. 2004. 泥蚶抗氧化作用研究. 食品科学, 25(6): 64-66
- 徐凤山, 张素萍. 2008. 中国海产双壳类图志. 北京: 科学出版社, 26-45
- 王如才, 王昭萍. 2008. 海水贝类养殖学. 青岛: 中国海洋大学出版社. 337-339
- 吴洪喜, 柴雪良, 李元. 2004. 乐清湾泥蚶肉营养成分的分析及评价. 海洋科学, 28(8): 19-22
- 姚如永, 初晓, 陈守国, 等. 2006. 海洋泥蚶多肽抗肿瘤作用的实验研究. 中国药理学杂志, 41(11): 33-36
- Oliver P G, Holmes A M, 2006. The Arcoidea (Mollusca: Bivalvia): a review of the current phenetic - based systematics. Zoological Journal of the Linnean Society, 148(3): 237-251
- Okutani T, 2000. Marine mollusks in Japan. Tokai University Press, Tokyo, 845-861



## 第二章 营养与药用价值

### 第一节 营养价值

泥蚶肉味甘咸、鲜美，其血鲜红，软体部含有丰富的蛋白质和维生素，深受中国东南沿海一带居民喜爱，常鲜食。泥蚶软体部的营养成分组成，在湿重和干重状态下占的比例分别为：水分79.24%和0%、粗蛋白14.7%和70.84%、粗脂肪0.89%和4.28%、灰分2.44%和11.74%、总糖2.73%和13.14%（吴洪喜等，2004）。与马氏珠母贝、文蛤、翡翠贻贝、牡蛎等4种贝类相比，其粗蛋白含量仅次于马氏珠母贝；粗脂肪含量最低；灰分含量次于马氏珠母贝和文蛤，高于翡翠贻贝和牡蛎（章超华等，2000；刁石强等，2000；庆宁等，2000）。此外，也有研究表明养殖泥蚶的风味并不亚于野生泥蚶，3个野生种群（广西北海、浙江乐清湾和山东乳山湾）和1个养殖种群（浙江乐清湾）泥蚶肉均含有丰富的游离氨基酸和无机元素（雷焕宗等，2004）。

#### 一、氨基酸的组成

氨基酸成分是鉴定贝类口味和营养价值的重要指标。泥蚶含氨基酸种类齐全，含量丰富，占泥蚶干重的45.88%~53.48%；含有人体必需的8种氨基酸，分别为赖氨酸（Lys）、色氨酸（Trp）、苯丙氨酸（Phe）、组氨酸（His）、苏氨酸（Thr）、缬氨酸（Val）、亮氨酸（Leu）、异亮氨酸（Ile）（潘沙芳，2006），其中色氨酸为唯一的限制性氨基酸（吴洪喜等，2004）；含有6种呈味氨基酸，分别为谷氨酸（Glu）、天冬氨酸（Asn）、甘氨酸（Gly）、丙氨酸（Ala）、脯氨酸（Pro）和丝氨酸（Ser）（吴洪喜等，2004；潘沙芳等，2006），占测出氨基酸总量的68.7%，表现出具有浓厚甜味特征，其中呈鲜味特征的谷氨酸和天冬氨酸含量最高（吴洪喜等，2004）。

张永普等（2002）对广西北海、浙江乐清湾和山东乳山湾的3个野生种群和2个养殖种群泥蚶肉的营养成分进行了比较分析，结果发现同一地区野生种群干物质中的可溶性糖、脂肪和灰分含量高于养殖群体，而蛋白质、不饱和脂肪酸、高度不饱和脂肪酸、氨基酸总量和必需氨基酸含量低于养殖群体（表2.1，表2.2）；另外发现，福建以南泥蚶与福建以北泥蚶在多种营养成分含量上存在较大差异。潘沙芳等（2006）对7个不同地理种群（乐清、奉化、韩国、湛江、汕头、福建以及荣成）泥蚶的氨基酸成分、含量差异分析显示（表2.3），乐清群体和韩国群体的氨基酸差异最小，其次为奉化群体和湛江群体、荣成群体和福建群体，各地区群体间的氨基酸差异逐渐增加；汕头群体，与其他6个群体氨基酸的差异程度最大。从氨基酸影响泥蚶口感和营养价值角度来讲，乐清和韩国泥蚶的口感最相近，汕头泥蚶种群的味感与其他地区相比差异最大。