

海鲜明鉴

青岛市海洋生态研究会



中国近海牡蛎养殖
养殖水产品评估报告

2019-09
海鲜明鉴评估团队

目录

海鲜明鉴简介.....	3
评估结果概述.....	3
养殖水产品概况.....	5
评估正文.....	9
评估项一 养殖模式与管理状况.....	9
评估项二 栖息地影响.....	12
评估项三 化学品使用与病害防治.....	12
评估项四 养殖对象逃逸风险及处置.....	13
评估项五 饲料需求.....	14
评估项六 种质来源.....	14
评估项七 对野生动物，尤其是受胁物种的影响.....	15
致谢.....	16
参考文献.....	16

声明

海鲜明鉴团队在进行所有物种的评估工作时，将严格遵循评估标准，并参考最新的、公正客观的科学数据。常见的评估数据参考渠道包括：文献、官方发布的资料、客观公正的媒体报道、实地调研获取的数据、专家访谈等。当然，许多渔业存在数据缺乏或只有部分数据的现实问题，还有部分数据没有对外公开，这不可避免地会在一定程度上影响评估结果。海鲜明鉴团队承诺在尊重客观事实、最大限度利用公开数据、依靠专家严谨把关的基础上，客观公正地开展所涉物种的评估评价工作。**相关物种评估结果并不代表任何特定专家、学者等的意见**。海鲜明鉴团队对相关评估结果拥有最终解释权。

海鲜明鉴简介

中国是全球第一渔业大国，也是水产消费大国。我们舌尖上的选择，决定了海洋、淡水生态系统的现在和未来。为了培养新一代负责任的海鲜“吃货”，青岛市海洋生态研究会发起海鲜明鉴项目，为中国消费者定制科学、有趣的可持续水产品消费指南。我们希望通过提升公众意识促进其消费行为改变，从而利用市场的力量倒逼产业转型，为中国海洋生态环境健康的不断改善做出长久的贡献。

评估结果概述

牡蛎作为我国消费者喜闻乐见的水产品，与蛭、蚶、蛤被称为中国传统的四大养殖贝类。牡蛎养殖产量在我国养殖水产品中位居前列，同时中国也是世界上牡蛎养殖量最大的国家。目前我国沿海养殖的牡蛎品种丰富，养殖方式多样，其中以长牡蛎、福建牡蛎、香港牡蛎等种的筏式养殖为主。牡蛎养殖所采用的苗种既有人工育种，也有自然海区采集的苗种，养殖周期从数月到两年不等(周昌仕，2013)，最终的产品形式及销售渠道也较为多样。

近年来我国的牡蛎养殖产业快速增长，产业不断做大，但也存在一些亟待改进的地方：如牡蛎的各类病害种类繁多，对应防治手段目前较为缺乏，难以做到综合治理(陈皓文，陈阳，2007)。目前我国养殖的牡蛎多为本土野生种类，养殖牡蛎逃逸对生态环境及野生种群的潜在影响较低；但有少数新选育的优良品种在试验扩大养殖，未来需开展相关新选育种对自然环境中野生种群的影响研究，以避免大批量养殖的潜在不利影响。在野生种群苗种补充日趋减少的背景下，对野生苗种的依赖不利于自然种群的保持，因而也出现了需要工厂化苗种补充的现象(周昌仕，侯晓梅，李肖敏，王玉斌，2016)。这也提示未来需要加大人工苗种的供给，减少对野生苗种的依赖。

当前我国的牡蛎养殖产业对生态环境的影响有正负两个方面：牡蛎通过滤食水体中的浮游生物及有机颗粒获得能量，将海水中的碳元素用于自身贝壳的生长，在净化水体的同时发挥着生物碳汇的生态功能。然而，在养殖实践中，养殖户为追求产量最大化，存在盲目提高养殖密度的现象，养殖密度超出海区自净能力导致不能及时净化的有害物质在底层堆积，对栖息地造成不利影响(蔡清海，2001)，并易产生连锁反应，增加各类灾害疾病的发生概率。牡蛎养殖过程中并不涉及严格意义的饲料使用，且基本未见使用化学品防治疾病或敌害。养殖中遇到的敌害多为近海常见的各类食肉动物，多采取人工捕抓或驱除的方式消除(宫一震，2007)。这些措施简单有效，不会对生态系统或驱逐对象种群造成明显的负面影响。



长牡蛎

Crassostrea gigas

推荐

图1 牡蛎养殖生态表现评级

综上所述,牡蛎养殖产业存在养殖海域缺乏合理规划和管理,产业发展缺乏规划与引导,对养殖中频发的病害、近海环境质量日益下降等问题缺乏治理及管控等方面的不足,这些都将成为未来产业与相关政府需要合力解决的工作重点(周昌仕, 侯晓梅, 李肖敏, 王玉斌, 2016; 牡蛎专家组, 2017),但海鲜明鉴团队评估认为牡蛎是高产、低碳的本土水产品,属于绿色 - 对生态环境较为友好的养殖品类。

养殖水产品概况

1 物种生物学特点介绍

牡蛎，又称生蚝，海蛎子等，遍布全球温带和热带的各大洋沿岸水域。我国常见的牡蛎有 20 多种(姜峰, 2013), 目前我国最主要养殖的牡蛎有三种, 分别是香港牡蛎(*Crassostrea hongkongensis*)、福建牡蛎(*Crassostrea gigas angulata*)、长牡蛎(*Crassostrea gigas*), 均属牡蛎科动物。长牡蛎主要生长在长江以北, 浙江、福建、台湾地区主要养殖的是福建牡蛎, 两广海域主要养殖的是香港牡蛎。

香港牡蛎是近江牡蛎的一种, 壳型细长, 外壳浅灰色, 壳边缘近绿色, 软体部颜色呈暗褐色, 闭壳肌痕褐色。是我国的地方种, 分布于福建以南的沿海地区(郑小东, 曲学存 et al. 2013)。



图 2 香港牡蛎

福建牡蛎之前常被称为葡萄牙牡蛎, 其壳型变化较多, 近长形或圆形, 两壳近扁平, 附着面大, 右壳面比较光滑, 壳面为青色或褐色。有的个体壳面有明显放射肋存在, 左壳面有轻微放射肋结构。壳内面呈白色, 闭壳肌痕褐色。分布于长江以南沿海的潮间带至浅海(郑小东, 曲学存 et al. 2013)。

长牡蛎又称太平洋牡蛎、日本真牡蛎, 潮间带的野生牡蛎壳较小, 壳型极不规则, 有长形、近三角形、近圆形等。壳内面大部分为白色, 闭壳肌痕为褐色、黄色, 近圆形。而自然采苗养殖的牡蛎壳较大, 壳形比较规则, 近长形或圆形。壳面密生鳞片, 壳面呈淡黄色或褐色。在我国分布于长江以北的潮间带至浅海(郑小东, 曲学存 et al. 2013)。



图3 长牡蛎

牡蛎养殖广泛分布于我国沿海省份有淡水注入的浅海、滩涂地区。牡蛎肉青白色，质地柔软细嫩(沪投联盟，2018)，富含蛋白质，牛磺酸，锌、铁、硒等人体所需营养成分(秦华伟，陈爱华，刘慧慧，邹荣婕，张华威，2015)，具有较高的经济价值。近年来随着人们生活水平提高，作为常见的海产品牡蛎受到越来越多消费者的青睐。

2 贸易相关介绍

牡蛎是我国重要的贝类养殖品种，年产量达 487 万吨，属于沿海地区常见水产品，近几年来我国牡蛎产量数据见下表 1(农业农村部渔政管理局，n. d.)。中国牡蛎产量巨大，也是世界上第一大牡蛎生产国(庞耀珊，谢芝勋，谢丽基，邓显文，刘加波，2012)，统计数据显示我国生产的牡蛎占据全球牡蛎产量的 82%。中国生产的牡蛎除本国消费外，也出口到其他国家，主要的出口目的国家为日本、美国、加拿大、澳大利亚和东南亚国家，以处理过的牡蛎制品为主，年出口量达 8 千多吨。同时我国也从韩国、新西兰日本等国进口少量牡蛎制品，相比出口份额非常少，年进口量约 150 多吨(王莎等，2016) (图 3)。

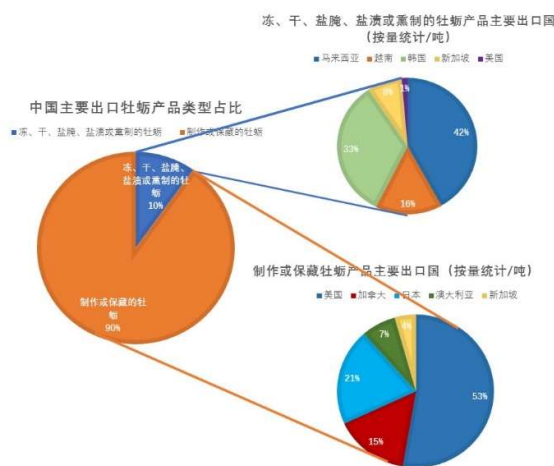


图3：中国主要牡蛎出口产品类型及目的国（数据来源：海关年鉴）

牡蛎作为全球常见的海产品，其市场在售产品种类也多样化，有传统的带壳/剔肉鲜售、带壳冷冻，还可加工成肉干，蚝罐头、蚝油、蚝鼓、牡蛎粉、口服液、酒等多种类产品(王

丽, 2015)。牡蛎的销售分为四种渠道: 1. 本地销售主要是新鲜售卖; 2. 销往外地, 主要是收购商上门收购; 3. 集散地销售, 将牡蛎集中运输到某地进行转售; 4. 出口, 出口到世界其他国家和我国港澳台地区(周昌仕, 郇长坤, 慕永通, 2014)。近年来牡蛎的市场销售逐年上升, 除去以上传统销售途径外, 借助互联网的电商销售也逐渐发展起来, 市场需求不断增长, 总供给量亦不断增加。

3 常见名及产地

牡蛎在辽鲁被称为海蛎子, 闽粤称为蚝的鲜活牡蛎就是我们吃货们口中的生蚝了。牡蛎一称同样被人熟知。欧洲人称牡蛎是“海洋的玛娜”(即上帝赐予的珍贵之物), “海洋的牛奶”(沪投联盟, 2018)。牡蛎为我国沿海地区常见的水产品, 以山东(主乳山、烟台、荣成)、福建(主莆田、漳州、宁德)、广东(主汕头、阳江、湛江)、广西(主钦州、防城、北海)等省份为主产区(牡蛎专家组, 2017)。各牡蛎主产区近年来产量保持稳步增长, 侧面反映出消费需求的不断增长(表 1)。

2013-17 中国牡蛎主产区产量变化图 (单位: 吨)

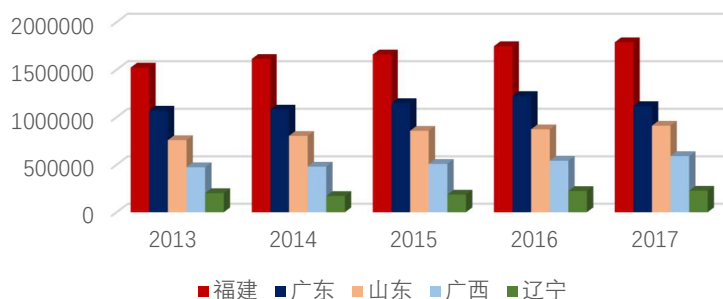


表 1: 中国牡蛎主产省份 2013-17 牡蛎养殖产量变化分析表 (数据来源: 中国渔业统计年鉴)

4 食用安全风险评估

牡蛎营养丰富, 据美国食品药品监督管理局 (FDA) 发布的鱼类食用建议, 推荐成年人每周食用 2-3 次牡蛎 (每次 4 盎司左右, 约 110 克), 儿童每次量减半, 以从牡蛎中获取有益营养元素。牡蛎一般在春、冬季节上市较多(车向庆, 2016), 在选购上可选择饱满、均匀的个体。常见的牡蛎替代产品包括其他常见的贝类产品, 如扇贝、蛤类、贻贝等, 价格相似, 亦是不错的料理食材。

牡蛎属于滤食性贝类, 以滤食周边水环境中的微藻类及有机碎屑为主, 其食用安全性与生长海域的水环境质量息息相关, 而在后端的运输及加工中较少出现食安风险隐患。关于牡蛎的食品安全报道主要集中在重金属、致病菌等检测超标的问题, 此类问题与其分布海域周边人类活动相关。研究发现牡蛎养殖场周边如有工业区、住宅区等大量陆源污水入海, 该海域重金属污染程度普遍较高, 指示高风险养殖环境下养殖牡蛎的食品安全风险较高(王丽玲, 胡小玲, 白艳玲, 2004)。

此外, 近些年微塑料 (粒径小于 5mm 的塑料颗粒) 在水生生物体内检出的报道使得塑料污染逐渐成为消费者关注的热点, 滤食性贝类如牡蛎等则更易受水体微塑料污染的影响。Jia Teng 等人通过对我国沿海 17 个地区的养殖牡蛎进行抽样检测发现, 84% 的样品中有微塑料的检出, 微塑料平均含量为 2.93 个/牡蛎个体, 该含量水平与全球其他国家相比处于中低水平(Teng, Wang et al. 2019)。另外南方海域出产的牡蛎含量水平明显高于北方, 研究者认为这与牡蛎生长的水体环境有关(Teng, Wang et al. 2019)。目前微塑料对人体的危

害风险尚无明确定论，但海鲜明鉴建议在牡蛎的选购上建议挑选来源可追溯，养殖于较深或人类活动少海域的牡蛎，同时注意养殖牡蛎地区的水质状况，避免购买产自水质不达标水域的牡蛎产品，以降低食用污染牡蛎的风险。海鲜明鉴也在此呼吁塑料制品的生产和适用企业们与研究机构和公益组织们群策群力，逐步消除塑料废弃物对海洋生态和我们自身健康的风险，也希望广大吃货们通过声音和行动多多支持。

牡蛎虽是夏天餐桌上不可缺少的美味，但食用牡蛎要注意季节并学会鉴别。欧美国家通常推荐在含有字母“R”的月份（九月到来年四月）食用牡蛎，主要原因之一是晚春到盛夏是赤潮多发季节(GALLERY 2015)。当海水中有毒藻类被海洋贝类滤食后，其毒素易在贝类体内蓄积，形成“贝毒”，常见有麻痹性、腹泻性贝毒等，多种贝毒热稳定性高，蒸煮后食用依然会导致中毒。我国历史上曾有食用贝类中毒事件发生，多出现于赤潮高发季节。因此，消费者可以在我国的赤潮高发期 5-7 月期间谨慎选择食用野生牡蛎（郭皓等，2015），但养殖牡蛎环境相对可控，风险相对较小。

另外，夏季是贝类普遍产卵的季节，营养物质大量消耗，牡蛎比较消瘦。而目前广泛养殖的三倍体牡蛎是人工培育的具有三套染色体的牡蛎，除了具有生长快、抗逆性强、肉质好的优势外，还因无法繁育后代而保持稳定生长，因此肉质可以保持全年肥美，也不会因过度繁殖而对自然环境造成不利影响（青岛前海洋种业公司 2019）。目前夏天餐桌上的肥蚝，大部分是三倍体牡蛎。

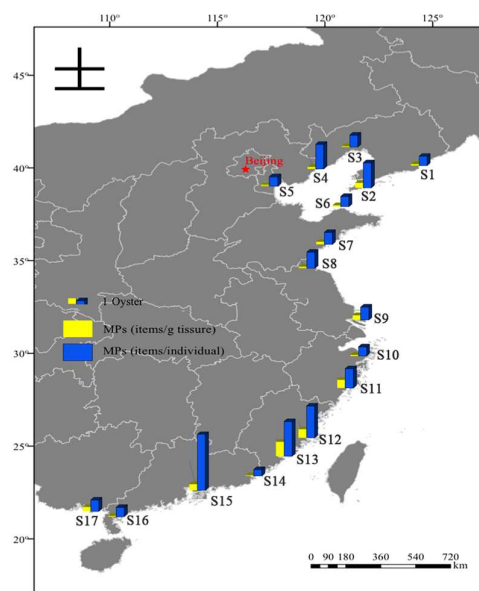


图 4. 沿海 17 个地区养殖牡蛎体内微塑料抽检结果(Teng, Wang et al. 2019)

基于上述信息，海鲜明鉴认为：

- ✓ 从 9 月到来年 4 月是食用国产牡蛎的适宜时段（11 月-2 月的冬季最佳），人工培育的三倍体牡蛎是可以全年选购的美食。
- ✓ 选择来自水质监控良好的养殖场或者寒冷水域培养的牡蛎。
- ✓ 建议消费者在选购时注意鉴别牡蛎来源，了解捕捞海域或者养殖方式等信息以判断安全风险。
- ✓ 建议政府、零售餐饮行业、各地环保组织特别加强对贝类食品安全的监管，及时公布近海污染状况信息和赤潮预警，防止出产于水质不达标的水域或有可能含有贝毒的牡蛎流向市场。

评估正文

评估项一 养殖模式与管理状况

养殖模式与产业介绍概况

蚝的中文名是牡蛎,属牡蛎科或燕蛤科,是双壳类软体动物,主要分布于温带和热带各大洋沿岸水域。牡蛎多生活于河口地区,不耐受高盐度环境(沪投联盟,2018)。牡蛎是我国的四大养殖贝类之一,年产量达 480 多万吨,占据全国贝类总产量的 10%左右,在我国有 2000 年以上的养殖历史。近五年来我国牡蛎总产量稳步增长,反映出市场需求的持续增长,近两年来牡蛎养殖面积略有下降,与我国加大对近海环境保护,取缔不合理养殖等举措相关,但总产量并未受影响(表 2)。我国目前主要养殖三种牡蛎,香港牡蛎(*Crassostrea hongkongensis*)、福建牡蛎(*Crassostrea gigas angulata*)、长牡蛎(*Crassostrea gigas*)。牡蛎养殖不仅能提供水产品,也有净化和过滤水体的功效。此外牡蛎养殖地区存在类似于自然潮间带牡蛎礁的生物多样性群落,具有相似的生境价值(王为民,王云龙,2013)。

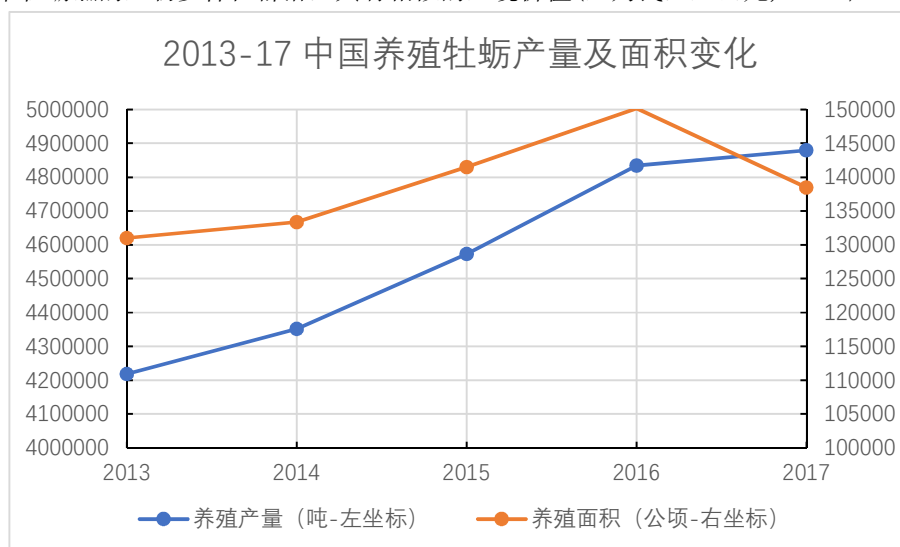


表 2: 中国 2013-17 养殖牡蛎总产量及面积变化 (数据来源: 中国渔业统计年鉴)

我国牡蛎养殖在北方以巨蛎属的长牡蛎为主,浙江、福建、台湾地区主要养殖的是福建牡蛎(葡萄牙牡蛎),两广海域以养殖香港牡蛎为主(表 3)。部分品种如长牡蛎为 80 年代从日本引种,福建牡蛎为 2007 年引进品种(王华青,张志杨,梁和平,2014),其余大多数牡蛎为本土原生物种。不同牡蛎物种的耐盐耐温及抗病害、生长速度等性状存在差异,因此牡蛎养殖需根据本地情况选择合适的物种。牡蛎养殖的苗种多来源于野生采苗或工厂化人工育苗,将采苗器(常见有贝壳、水泥棒、瓦,石棉水泥棒等)或附着基以垂下或铺设的方式置于河口滩涂等地区,在气候、水文条件适宜条件下,采集牡蛎浮游幼体,待其附着到基质上形成“眼点”完成苗种采集,之后苗种经过在缓流区(或虾池)暂养使其附苗坚固,分养后可移挂到养殖区进行育成养殖(劳赞, n. d.)(李华琳,2006)。

中文名	分布
葡萄牙牡蛎(<i>Crassostrea angulata</i>)	福建、浙江、广东、广西等我国南方沿海地区
香港巨牡蛎(<i>Crassostrea hongkongensis</i>)	福建、浙江、广东、广西、海南等我国南方沿海地区
易迁巨牡蛎 <i>Crassostrea irislalei</i>	海南
咬齿牡蛎 <i>Saccostrea mordax</i>	广东、海南、西沙
近海牡蛎(<i>Crassostrea ariakensis</i>)	我国各沿海地区
熊本牡蛎(<i>Crassostrea sikamea</i>)	江苏及以南我国沿海地区
日本巨牡蛎 <i>Crassostrea nippina</i>	浙江
猫爪牡蛎 <i>Talonostrea glomerata</i>	山东、广西
多刺牡蛎 <i>Saccostrea echinate</i>	浙江、广西沿海
长牡蛎(<i>Crassostrea gigas</i>)	辽宁、河北、山东等我国北方沿海
团聚牡蛎 <i>Saccostrea glomerata</i>	广东

表 3： 我国常见牡蛎分布（数据来源：研究论文）

常见的牡蛎育成养殖模式有插桩、底播、筏式养殖（包括浮排吊养，沉排吊养，和浅海吊绳）、笼式等多种养殖方式，其中插桩和底播属于较原始养殖方式。插桩需采用水泥桩或竹木桩等养殖依附物，将其打桩固定在海底，且养殖过程中需防止倒桩、及时移养保证养殖效率。底播则受限于养殖面积，产量较低且牡蛎生长速度受到滩涂食物限制生长较慢(周昌仕，2013；徐鹏飞，2003；李华琳，2006；王丽，2015)。筏式养殖则利用塑料球等组成浮筏之后（用桩固定）以养殖绳挂附着基（贝壳）吊养(陈舜，伍德瀛，2003)，比滩涂底播养殖产量多且节约滩涂。笼式多于海底附着生物较少且单体养殖牡蛎时使用，牡蛎生长不受空间限制，最终成体壳型美观大小均匀，养殖作业接近浮筏养殖(王华青，张志杨，梁和平，2014)。

牡蛎养殖中的日常管理包括及时洗刷污泥，及时清理牡蛎身上的附着物以避免与牡蛎争饵料影响生长，注意防止吊绳缠绕，防御敌害（如藤壶、肉食性螺类等），有害气象（如赤潮，台风等）的影响(陈舜，伍德瀛，2003)。一般养殖 2-3 年收获，部分种如长牡蛎 5-8 个月即可收贝，一些种如香港巨牡蛎则需 3-5 年才可收贝(周昌仕，2013)，收货前部分地区将牡蛎移到饵料丰富水域做育肥处理，以利于上市(徐鹏飞，2003；李华琳，2006)。收获季节多在牡蛎最肥满的冬季和春季。

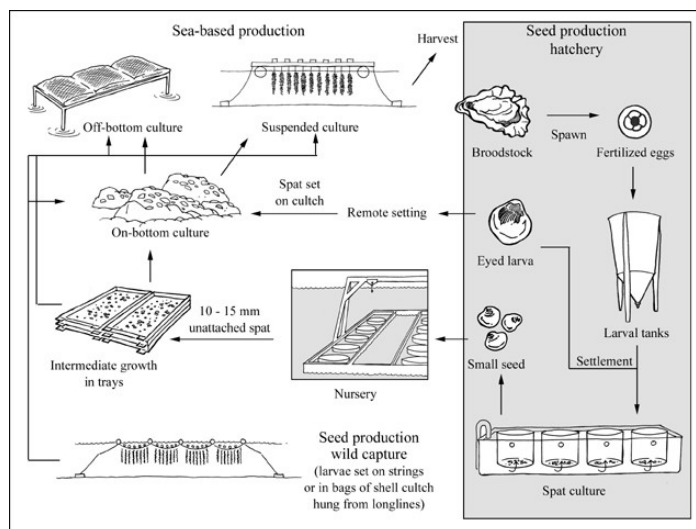


图 5 牡蛎养殖模式（以长牡蛎(*Crassostrea gigas*)为例）(FAO 2019)

为提高牡蛎产量产值及抗病性等性状，解决我国近海多年连续养殖出现的种质退化、部分牡蛎品种受近亲繁殖等影响生长缓慢，死亡率高等问题，中国也开展了许多牡蛎育种工作，通过杂交选育、家系选育，分子标记辅助等多种方式选育优良种系，已成功实现培育三倍体种苗，海大一号、金蚶一号、华南一号等选育或杂交牡蛎的部分品种已成功推广养殖，部分选育品种则处于实践阶段(宁岳，郭香，曾志南，祁剑飞，巫旗生，2016；肖述，喻子牛，2008)。针对牡蛎养殖中排放各类氮、磷等物质，富集水中重金属和病菌的特性，中国近来开展了牡蛎、龙须菜套养模式的探索，龙须菜通过光合作用将无机碳转化为有机碳供牡蛎使用，而牡蛎排泄物则被龙须菜吸收利用，从而实现互利共生(罗茵，方琼玫，2018；钱思，2018)。尚有部分研究尝试对牡蛎体内的重金属和致病菌等微生物进行脱除，利用维生素 C 还原剂及紫外线等净化贝类，提高安全性(张楚妃，马庆涛，林清，2018；慕翠敏，2014)。

当前我国牡蛎养殖产业面临机械化程度低、缺少精深加工、产品附加值不高、病害逐渐增多等问题，由不合理养殖规模（密度过大）导致的牡蛎死亡也时有发生。此外，随着我国牡蛎养殖规模的扩大，也出现了海域使用矛盾突出、近海环境污染加剧、养殖户分散经营无序、行业缺乏自我管理，产业发展欠缺政策引导和规范等诸多问题。

我国牡蛎产业缺乏规划，很多养殖海域水质逐年变差(周昌仕，侯晓梅，李肖敏，王玉斌，2016)，牡蛎养殖受到不同程度的影响。对此海鲜明鉴建议在未来加大对牡蛎养殖的监管管控，合理规划养殖发展区域，建立配套设施、出台相关政策推动产业有序健康发展；此外加大对牡蛎养殖环境的治理力度，推动牡蛎信息监测预警系统的建立；政府可针对产业发展程度低的特点，给予相关技术及政策的扶持引导，促进产业走向高科技装备，科学养殖；对各类养殖病害污染进行研究分析，开展适宜的贝类净化工作/试点，加大对消费者菜篮子安全问题的管控。

政府监管

我国颁布了一系列规范水产养殖的法律法规，从选址生产到最终流通上市均有相应的法规管理相关养殖、流通行为。在牡蛎养殖中，需要在符合国家海洋功能区规划或陆地符合养殖规划的地点开展相关的养殖活动，并完成相应的环境影响评估。与此同时，国家和地方政府均要求相关企业个人办理海域使用证、养殖证，缴纳海域使用金等相关手续，并主动接受政府主管部门的监督；养殖过程中对废水废弃物的排放处置、化学品的使用均有相关的规定(董双林，2011)，严禁对环境和食品安全造成危害的养殖行为；最终的上市流通环节也有相应的配套监督抽查以验证水产品来源可靠、安全。

中国对牡蛎养殖的管理要求采用通用的水产及滩涂养殖规范制度，并未建立专门的特定养殖管理法规或制度。在牡蛎养殖中，常见的政府管理难点集中在海域环境的污染及养殖区域规划的合理性。部分地区养殖海域缺乏合理规划和管理，存在养殖户不合理使用养殖海域致使养殖牡蛎被污染等海域使用混乱问题。此外相关政府对所在辖区近海水质的监控力度有待提高，部分地区在流通环节也缺乏有效监控，存在伪造地理标志等“劣币驱逐良币”的问题(周昌仕，邹长坤，慕永通，2014)。以上各类管理问题需与养殖用海规划等相关产业规划一并综合解决。此外，牡蛎养殖中还存在的难点问题还包括如何处置暴发的病害，合理科学采苗选种，如何科学增大经济收益等，地方养殖技术站等专家力量有限，在出现疾病、灾害时难以及时充分应对等诸多问题。

与此同时，养殖过程中长期使用近海滩涂、各类塑料浮筏等对环境的影响监测评估缺乏，相关产业保险体制不健全(伍晋宏，鲁洋，李晋文，刘松竹，2016)，产业发展，养殖规划（密度）等缺乏有效引导。未来这些问题都需要相关主管部门逐步跟进解决，才能有效提升我国

牡蛎养殖产业的形象。

综上所述,海鲜明鉴团队认为牡蛎养殖产业的政府管理有待提高,虽然目前产业已经非常大,但相应的科学合理规划与管控尚有不足。未来建议政府设立相关产业发展规划政策,加强近海海洋环境监控、引导产业合理发展,通过合理规划发展养殖海域、采取有序合理的养殖手段等提高产业技术水平。同时加大对流通环节的监督管理,确保新鲜、优质的产品能进入市场,拒绝劣质,难以追溯产品混淆市场;针对牡蛎的生物富集特性,还需定期在市場端开展牡蛎体内重金属,致病菌等的相关检测工作,并适时开展源头的牡蛎净化及有害物质残留量监测工作,提高水产品的安全性,增设相关信息发布平台,及时公布近海污染状况信息,防止水质不达标海域出产的贝类流向市场,让消费者吃得放心、安心。

评估项二 栖息地影响

栖息地影响

牡蛎养殖一般位于沿海滩涂或浅海地区,这些地方属于重要的咸淡水交汇处,一般生物多样性较高。经研究,养殖牡蛎不仅可以净化或过滤水体,而且牡蛎养殖设施周边会形成并维持一个生物多样性较高的生物群落,与大型底栖生物群落显著不同但至少与自然潮间带牡蛎礁具有相似的相对生境价值(王为民,王云龙,2013)。另外,牡蛎对水体中浮游生物及有机颗粒的滤食可以将海水中的碳固定,用于其自身软组织及贝壳的生长,从而起到碳汇功能,产生显著的生态效益,这在海洋酸化的大背景下有着重要意义。

但牡蛎养殖业同样会对栖息地产生诸多不利影响,高密度、持续的牡蛎养殖使得养殖区底质有机物中的硫化物升高,水质富营养化会在高温季节引发赤潮造成牡蛎大量死亡,死亡的牡蛎如不能及时清除又会引发交叉感染及水质污染(秦安庆,2000)。此外牡蛎养殖区域的海底常年堆积的牡蛎排泄物无法完全靠海洋自身净化分解,同时长期密殖还引起海水中营养成分逐年减少乃至水质贫瘠(蔡清海,2001)。高密度养殖超过生态系统合理承载上限,不利影响的持续累积容易引发养殖区域生物多样性指数和均匀度显著降低,导致海域生态系统不稳定及生境退化(张玲,李政菊,陈飞羽,江涛,吕颂辉,江天久,2015)。这些都能够对栖息地及相关生物造成不利影响。

为减少牡蛎养殖对周边生态的破坏,可采取的手段包括设置合理的养殖密度,合理管控养殖区底质底泥堆积状况,采用植物套养等。此类措施不仅长远上有利于牡蛎产业的健康有序发展,也有利于改变目前被污染破坏的生态系统栖息地,逐渐恢复栖息地的原有生态功能,同时减少诸如赤潮等有害海洋灾害的发生。

海鲜明鉴于此评定牡蛎部分地区的不科学养殖会对所在的栖息地产生不利影响,不合理的养殖密度和周期会进一步加剧对生态系统的破坏,引发恶性循环最终导致养殖区域自然灾害频发,牡蛎养殖产量下降等问题。对此建议牡蛎产业及相关政府加大对受牡蛎影响栖息地等的监测和评估,及时掌握受影响栖息地状况,并开展牡蛎养殖良好操作规范推广,推进牡蛎养殖走向高质发展,同时保护所在栖息地的生态系统功能完整。

评估项三 化学品使用与病害防治

化学品使用

牡蛎养殖属于开放海域养殖，其养殖过程中并不使用化学品；而对开放水域、海水水交换快的近海而言，使用化学品也难以产生效果。对于养殖过程中在牡蛎群体上出现的敌害，一般采用手工或工具捕抓驱除的方式；对于出现的病害一般难以使用化学品进行治疗，多待其自然恢复或死亡。牡蛎苗种的采集过程中，人工工厂化育苗可能使用少量抗生素，如青霉素(杨春，苏秀榕，李太武，2003)等对亲贝或幼贝进行消毒，未见其他在牡蛎养殖过程中使用化学品的报道。

有鉴于此，海鲜明鉴认为牡蛎养殖中极少使用化学品，处于开放水域养殖的牡蛎在育成过程中不使用化学品，仅在陆基池塘养殖等阶段存在少量化学品使用，总体而言各类化学品的违规使用及对应污染等风险低。

病害防治

牡蛎的养殖中存在较多的疾病危害，主要分为4大类：微生物疾病，原生生物疾病，后生生物疾病和非寄生性疾病。微生物疾病包括病毒性，细菌和真菌性，各种致病微生物多，常可引起牡蛎大批死亡；寄生虫类包括帕金虫，单孢子虫一类，一旦爆发病害传播快且难以治疗；后生动物主要是蠕虫和寄生节肢类，一般致病较轻，不至于杀死寄主；非寄生类疾病主要与环境有关，诸如赤潮中的亚历山大藻，米氏裸甲藻等有毒甲藻均可引起寄主牡蛎染病，在高浓度赤潮时可引起牡蛎死亡。另外还存在各类附着生物与牡蛎竞争空间食物等造成其死亡的现象。牡蛎的病害暴发多会感染同一养殖片区的其他牡蛎，但对周边野生种群的影响有限。牡蛎的各类疾病暴发通常不是单一病因，而多是受一种疾病侵染后抵抗力下降引起第二或三种病原生物感染，且病害多与所处环境相关。当环境优良时，牡蛎往往较为健康。

目前针对牡蛎养殖出现的各类病害处置主要是通过免疫防治、培育优质品种等基因手段进行对抗，而不是通过药物治疗等传统手段(时少坤，2016)。牡蛎养殖不当，不仅会出现死亡减产，还会出现“水蛎”现象，使得牡蛎发育缓慢，体质弱不能食用(钟方杰，n.d.)。目前我国对各类疾病缺乏系统深刻的研究，且在管理治疗上缺乏统筹，缺少远见性(陈皓文，陈阳，2007)，对疾病难以做到综合治理和持久效果。

鉴于以上研究分析，海鲜明鉴在此评定牡蛎养殖业目前存在多种病害，但多与养殖环境恶化息息相关(多由不合理养殖密度引起)。未来需加大对环境的整治保护，同时加大对相关病害和防治的研究投入，减少产业总的病害困扰，推进可持续有序科学养殖，缓解病害对产业的负面打击。

评估项四 养殖对象逃逸风险及处置

逃逸风险

牡蛎属于固着生物，一旦附着便终身不移动，因此除去少数脱落外不存在成体逃逸。但在牡蛎的繁殖季节，雌雄牡蛎会向海里散出大量配子，成千上万的配子在水中形成新的浮游幼体，因为目前中国近海养殖的牡蛎多为本土物种，其苗种亦从天然水域中采集，因此相关苗种逃逸的风险评估为不存在。对于部分引种品种，如长牡蛎，为中国80年代从日本引入种，但其本身在中国沿海已存在野生群体。

与此同时针对养殖业中频繁暴发的病害问题，养殖牡蛎配子的传播一般不具备将亲本疾病等扩散到自然环境中的能力。此外中国沿海自然环境中的牡蛎群体，多受海岸带和潮间带消亡，过度采捕等影响，导致野生资源匮乏，逃逸后代反而可能在一定程度补充了衰减的自

然野生资源。

不同品种的养殖是否会由于配子传播在自然海区形成杂交子代的担忧则可以借鉴相关科研成果。研究发现我国常见养殖牡蛎品种的种间杂交后代不具有生长优势，远缘杂交后代则形成隔离致死(苏家齐，2015)。据此我们认为杂交后代存活影响生境的潜在风险低，且多年来在中国近海传统牡蛎养殖地区并未有报道新杂交或优势的牡蛎物种出现，可初步排除此担忧。

对于选育物种、杂交物种的逃逸目前尚未见到相关的研究或报道，且中国选育、杂交品种的推广处于实验期，目前仍以野生本土品种养殖为主(薛明，2004)。以此同时，通过对广东、福建一带葡萄牙牡蛎的遗传多样性进行研究，发现不同地区种群间遗传多样性都较高，此外人工苗种群多样性低于野生苗群体(翁朝红，谢仰杰，肖志群，王艺磊，2016)，证明野生种群并未受到人工养殖苗种扩散的不利影响。

海鲜明鉴评定当前中国养殖牡蛎逃逸风险低，考虑其多为本地物种且野生资源处于衰减状态；部分新培育的杂交、选育品种推广后潜在的配子扩散到自然环境中对生态系统，周边生境的影响未知，但考虑为影响有限，主要是因为野生牡蛎种群资源的衰减及人类捕捞活动的活跃。但未来仍需建立相关的野生种群状况调查监测及选育品种对野生种群影响等的环境影响评价监测机制。同时建议建立对相关养殖品种区域等的记录，便于日后查阅。

评估项五 饲料需求

饲料中野生鱼占比与可持续性

牡蛎为滤食性生物，无论是在苗种培育还是成体育成阶段均以滤食水体中的浮游植物、底栖微藻和悬浮颗粒有机物为食物。部分工厂化育苗厂在苗种育苗期投喂培育的单细胞藻类作为饵料食物(钱思，2018)。全养殖过程中不涉及鱼粉鱼油，因此对应饵料中野生鱼占比可以忽略，此环节可持续性评估表现优。

评估项六 种质来源

种质来源

我国用于牡蛎养殖的苗种多通过自然半人工或人工工厂化育苗获得，获取的苗种多为本土养殖的品种。中国沿海存在许多牡蛎苗采集的天然场所，如广西钦州湾，苗农通过在合适的时节投放附着基来获取用于养殖的苗种(莫新，2004)。部分自然苗场如茅尾海，近年来随着海底淤泥堆积加重，及入海河流上游用水增大使得流入采苗场的淡水锐减，采苗场冬季盐度偏高致使牡蛎幼苗死亡严重，自然采苗大幅减产。因此，很多养殖地区会转向从外地购买野生或工厂苗(周昌仕，侯晓梅，李肖敏，王玉斌，2016；钟方杰，n. d.)。

我国已实现如长牡蛎、福建牡蛎等常见牡蛎养殖品种的工厂化育苗，能保证苗种的自给自足(巫旗生，曾志南，宁岳，祁剑飞，文宇，2015；张豫，宋爱环，2008)。但近年来我国沿海出现了养殖牡蛎个体变小、生长缓慢、冬季死亡率高等现象，提示苗种可能存在退化问题(于瑞海，李琪，王照萍，孔令峰，2014)。之前对广东、福建一带葡萄牙牡蛎的遗传多样性进行研究，也发现不同地区种群间遗传多样性都较高，此外人工苗种群多样性低于野生苗

群体，提示需警惕长期人工育苗导致种质衰退(翁朝红，谢仰杰，肖志群，王艺磊，2016)。

对此种质问题中国也开展了许多专业的育种工作，运用杂交选育、选择选育、分子标记辅助等多种技术手段培育优良牡蛎苗种，目前已实现第一个选育牡蛎新品种(海大一号)的正式推广，部分地区三倍体牡蛎及许多正在实验的新品种的养殖也在进行(丛日浩，2014；肖述，喻子牛，2008；赵笛，2014)。此类新培育的苗种更适宜人类的养殖生产需求，也能缓解人们对野生苗种的索取，但未来对野生种群的影响未知，值得进一步探讨研究。

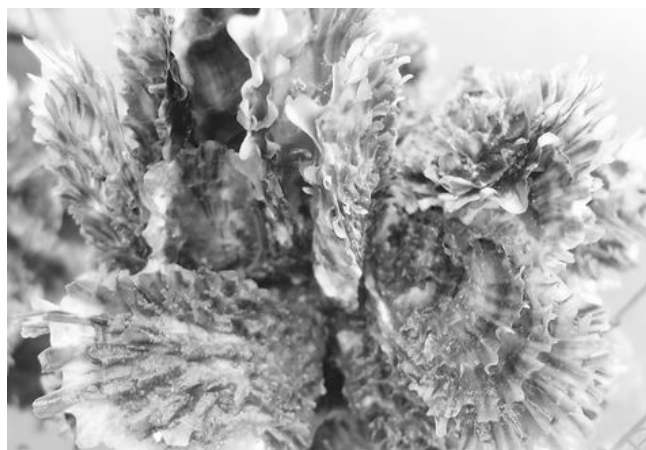


图6 “海大一号”长牡蛎(数据来源：中国水产频道)

据此海鲜明鉴评定牡蛎养殖中对野生苗种的索取在近年来近海环境恶化背景下存在索取过度问题，表现在野生采集的苗种量减少且自然环境野生种群减少。未来需加强近海环境和野生种质资源的保护，保护好牡蛎的物种和基因多样性，同时转变为适度获取野生苗种，避免过度采捕。此外，还需加强养殖苗种选育及种质多样性保护，工厂化育苗、人工选育、杂交育苗等大批量生产苗种的方式能缓解对野生苗种的索取压力，但对野生环境及物种的影响未知，因此未来需针对人工培育的新苗种开展相关苗种与野生种群、当地生态环境关联影响的评估分析，在确保不危害野生种群生息保持的基础上，方可大范围推广养殖。

评估项七 对野生动物，尤其是受胁物种的影响

野生动物接触

根据相关的调研发现，牡蛎在养殖过程中，与其接触的野生动物多为欲抢占其生存空间的竞争者或觊觎牡蛎肉的捕食者。此类野生动物根据多方面报道包括：藤壶、海鞘、苔藤虫、穿孔海绵、贻贝等附着性生物；水鸟（如蛎鹬）、蟹、螳类等食肉性动物；河豚、鳐鱼、海星等啃食生物，还有海葵类、苔藓虫、石灰虫等与牡蛎争食、固着基等。对于绝大多数天敌或竞争野生动物，目前多采用人工采捕、或太阳暴晒、切换水层、设拦网片、惊吓等多种方式驱除或杀死(宫一震，2007；徐鹏飞，2003；陈皓文，2008；陈舜，伍德瀛，2003)。这其中绝大多数为无危的近海常见生物，在养殖过程中杀害此类敌害并不会对其野生种群造成影响，少数如水鸟可能为国际受胁或国家保护动物，但多以驱赶或惊吓的方式进行驱除，并未对其进行捕抓或造成其死亡。

此外牡蛎养殖过程中未发现与ETP物种接触的相关记录，这与其现有养殖模式、沿海潮间带为多的地理位置相关；但评估发现许多养殖户对养殖中相关野生动物的接触缺乏记录，

相关执法管理部门也难以对众多牡蛎养殖场执行监督管理职能。

海鲜明鉴评定牡蛎养殖过程中虽会吸引周边野生动物前往,甚至形成小规模的新生态群落,但所涉及的野生动物基本为近海常见无危品种。对竞争、捕食者的处置以驱除和捕抓为主,虽会杀死部分野生动物但并未对其种群或生境造成影响。此外对于潜在可能受保护的水鸟等多以驱赶或惊吓的方式驱除,并未使用致命手段。但许多养殖场未做到相关野生动物接触的记录,对应执法管理部门在监督管理上也未能覆盖到位,这些都是未来需进一步提高完善的地方。

致谢

海鲜明鉴团队衷心感谢中国科学院海洋研究所副研究员吴富村博士为本报告提供科学专业的反馈意见。

参考文献

- 丛日浩. (2014). 长牡蛎快速生长品系选育及重要功能基因与生长和糖原含量相关性研究. 中国海洋大学.
- 于瑞海, 李琪, 王照萍, 孔令峰. (2014). 太平洋牡蛎育苗及养殖现状. 中国渔业报.
- 伍晋宏, 鲁洋, 李晋文, 刘松竹. (2016). 钦州牡蛎产业现状及发展对策分析. 北方经贸, 58 - 59.
- 农业农村部渔政管理局. (n.d.). 中国渔业统计年鉴 (中国农业出版社). 北京.
- 劳赞. (n.d.). 近江牡蛎养殖技术. 水产科技, 15 - 18.
- 周昌仕, 侯晓梅, 李肖敏, 王玉斌王丽, 慕永通. (2016). 广西地区牡蛎产业的特征及发展策略. 江苏农业科学, 44(01), 422 - 426.
- 周昌仕, 邹长坤, 慕永通. (2014). 珠三角沿海地区牡蛎产业发展策略研究. 农业现代化研究, 35(06), 757 - 762. <http://doi.org/10.13872/j.1000-0275.2014.0090>
- 周昌仕. (2013). 广东东部沿海地区牡蛎产业调查分析. 中国渔业经济, 31(03), 133 - 140.
- 姜峰. (2013). 不同遗传背景牡蛎生长比较及两种珍珠贝幼虫生长规律. 海南大学.
- 宁岳, 郭香, 曾志南, 祁剑飞, 巫旗生. (2016). 牡蛎育种研究进展. 厦门大学学报自然科学版, 55(5), 624 - 636.
- 宫一震. (2007). 牡蛎养殖常见敌害及防治. 科学养鱼, 55.
- 巫旗生, 曾志南, 宁岳, 祁剑飞, 文字. (2015). 葡萄牙牡蛎工厂化人工育苗技术. 福建水产, 37(5), 399 - 405.
- 庞耀珊, 谢芝勋, 谢丽基, 邓显文, 刘加波 & 谢志勤, 范晴. (2012). 广西牡蛎养殖业的现状与发展对策. 南方农业学报, 43(12), 2118 - 2121.
- 张楚妃, 马庆涛, 林清. (2018). 近江牡蛎体内重金属的净化技术. 海洋与渔业, 76 - 77.
- 张玲, 李政菊, 陈飞羽, 江涛, 吕颂辉, 江天久. (2015). 大鹏澳牡蛎养殖对浮游植物种群结构的影响研

- 究. 海洋与湖泊, 46(3), 551 - 555. <http://doi.org/10.11693/hyhz20150100006>
- 张豫, 宋爱环. (2008). 太平洋牡蛎人工育苗及养殖现状. 齐鲁渔业, 25(04), 26 - 28.
- 徐鹏飞. (2003). 牡蛎滩涂立体养殖高产新技术. 中国水产, 62 - 63.
- 慕翠敏. (2014). 长牡蛎净化技术及赤潮甲藻对其性成熟和早期发育的影响研究. 中国海洋大学.
- 时少坤. (2016). 牡蛎主要疾病及其研究进展. 水产渔业, 33(06), 203 - 206.
- 李华琳. (2006). 太平洋牡蛎养殖技术. 生物学通报, 41(04), 50 - 51.
- 杨春, 苏秀榕, 李太武. (2003). 牡蛎养殖技术. 水产科学, 22(05), 31 - 33.
- 沪投联盟. (2018). 生蚝养殖——享受海洋的馈赠!.
- 牡蛎专家组. (2017). 2016年牡蛎专题报告.
- 王为民, 王云龙. (2013). 象山港熊本牡蛎设施养殖与邻近自然牡蛎礁中大型底栖生物群落比较. 生态学杂志, 32(09), 2462 - 2468. <http://doi.org/10.1360/zd-2013-43-6-1064>
- 王丽. (2015). 广西牡蛎产业SCP分析. 广东海洋大学.
- 王丽玲, 胡小玲, 白艳玲. (2004). 珠海市海域养殖牡蛎中汞、铅、镉含量调查. 中华预防医学杂志, 38(01), 69.
- 王华青, 张志杨, 梁和平. (2014). 单体葡萄牙牡蛎筏式笼养试验. 中国水产, 70 - 71.
- 王莎等. (2016). 中国水产品进出口贸易统计年鉴.
- 秦华伟, 陈爱华, 刘慧慧, 邹荣婕, 张华威黄会等. (2015). 乳山海域养殖太平洋牡蛎中营养成分及重金属含量分析及评价. 中国渔业质量与标准, 5(6), 64 - 70.
- 秦安庆. (2000). 关于牡蛎的养殖技术之二-牡蛎台筏养殖个体消瘦与死亡原因的浅析. 中国水产, 42 - 43.
- 罗茵, 方琼玫. (2018, February). 太平洋牡蛎与龙须菜互利, 共享美丽南澳海区. 海洋与渔业, 44 - 46.
- 翁朝红, 谢仰杰, 肖志群, 王艺磊. (2016). 福建和广东南部葡萄牙牡蛎养殖群体和野生群体遗传多样性分析. 热带海洋学报, 35(03), 94 - 98. <http://doi.org/10.11978/2015065>
- 肖述, 喻子牛. (2008). 养殖牡蛎的选择育种研究与实践. 水产学报, 32(02), 287 - 295.
- 苏家齐. (2015). 葡萄牙牡蛎与熊本牡蛎_僧帽牡蛎的种间杂交研究. 中国海洋大学.
- 莫新. (2004). 贝类养殖技术之一-提高牡蛎采苗技术. 中国水产, 55 - 57.
- 董双林. (2011). 高效低碳-中国水产养殖业发展的必由之路. 水产学报, 35(10), 1595 - 1600.
- 蔡清海. (2001). 牡蛎养殖技术的进展. 福建水产, 20(3), 77 - 80.
- 薛明. (2004). 牡蛎的遗传育种研究进展. 湛江海洋大学学报, 24(01), 78 - 84.
- 赵笛. (2014). 中国海洋大学培育出我国首个牡蛎新品种. 青岛日报, p. 001.
- 车向庆. (2016). 太平洋牡蛎浅海延绳垂下养殖模式. 科学养鱼, (08), 45 - 46.
<http://doi.org/10.14184/j.cnki.issn1004-843x.2016.08.032>
- 钟方杰. (n.d.). 广西茅尾海香港巨牡蛎半人工采苗技术研究. 广西大学.
- 钱思. (2018). 单体牡蛎的养殖生产与市场流通模式浅析. 海南大学.
- 陈皓文, 陈阳. (2007). 牡蛎的微生物疾病. 水产科学, 26(09), 531 - 534.
- 陈皓文. (2008). 养殖牡蛎的敌害. 河北渔业, 169(01), 31 - 42.
- 陈舜, 伍德瀛. (2003). 贝类养殖技术之二-高盐海区太平洋牡蛎延绳式养殖技术. 中国水产.
- 青岛前海洋种业有限公司 (2019). "什么是三倍体牡蛎?" from <http://qianyanhy.com/2016/10/28/%e4%bb%80%e4%b9%88%e6%98%af%e4%b8%89%e5%80%8d%e4%bd%93/>.
- 水产百科 (2019). "大连湾牡蛎." from <https://www.59baike.com/doc-view-1817>.
- 郑小东, et al. (2013). 中国水生贝类图谱, 青岛出版社.
- FAO (2019). "Crassostrea gigas." from http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea_gigas/en.

-
- GALLERY, C. (2015). "Myth Busting: What Time of Year Is It Safe to Eat Oysters?". from <https://www.thekitchn.com/myth-busting-what-time-of-year-is-it-safe-to-eat-oysters-223123>.
- Teng, J., et al. (2019). "Microplastic in cultured oysters from different coastal areas of China." Science of The Total Environment **653**: 1282-1292.