

· 综述 ·

影响养殖珍珠质量的主要因子

李家乐^{1,2*}, 刘越¹

(1. 上海海洋大学农业部淡水水产种质资源重点实验室, 上海 201306;
2. 上海市高校水产养殖学 E-研究院, 上海海洋大学, 上海 201306)

摘要: 珍珠被誉为“宝石皇后”, 养殖珍珠质量的提升是珍珠产业关注的焦点, 也是珍珠研究领域的重要课题。本研究着重介绍了评价养殖珍珠质量的 6 个方面内容, 包括颜色、大小、形状、光泽、光洁度、有核珍珠珠层厚度等。详细陈述了各主要育珠贝种类及其产珠特点, 它们所培育的淡水无核珍珠和海水有核珍珠的质量情况, 论述了不同规格、不同壳色育珠贝对所产珍珠质量的影响。重点介绍了作为制作小片供体的供片贝不同种类, 以及供片贝不同年龄、不同壳色对育珠贝所产珍珠质量的影响。同时, 阐述了插片手术过程中, 化学药物因素、小片分离方式、插片个数等插片手术工艺对珍珠质量的影响。此外, 还从水质、水体微量元素、养殖深度、养殖方式和养殖周期等几个方面系统探讨了外部条件对养殖珍珠质量的影响。

关键词: 珍珠; 质量; 标准; 影响因子; 进展

中图分类号: S 917.4

文献标志码: A

珍珠素有“宝石皇后”之美誉。自 20 世纪 70 年代以来, 中国珍珠总产量迅速提高, 占据世界 95% 以上份额, 但产值却仅占世界 10%, 产量与产值形成强烈反差, 珍珠质量不高是主要原因^[1]。致使我国珍珠质量不高的因素有很多, 如淡水养殖珍珠中大规格珍珠少、颜色单调, 海水养殖珍珠中珠层薄、光洁度差, 育珠贝养殖种类少、种质退化、病害严重、养殖技术落后等^[2]。长此以往, 将严重影响我国珍珠产业的健康发展和广大养殖者的收益。

近半个世纪以来, 国内外在珍珠科学养殖的研究方面取得了许多进步, 在珍珠贝生理^[3-4]、人工繁殖与育苗^[1]、病害防治^[5]、生态保护^[6-7]和遗传育种^[8]等方面的研究取得了一定进展, 对养殖珍珠的产量提高起到了较好的促进作用。加强养殖珍珠质量的影响因子的研究, 有利于进一步提升养殖珍珠质量, 对促进我国珍珠产业良性发展有重要意义。养殖珍珠质量受到很多因素的影响^[1,9-10], 本研究以养殖珍珠质量标准为依据, 从

育珠贝、供体贝、插片手术工艺、养殖条件等几个关键的珍珠质量影响因素入手, 重点介绍养殖珍珠质量影响因子的研究进展。

1 养殖珍珠质量评价内容

珍珠质量分级标准是评价养殖珍珠质量的基础性工作, 对珍珠养殖有重要意义。2002 年, 国家质量监督检验检疫总局批准颁布了国家标准《GB/T 18781-2002 养殖珍珠分级》, 确定了养殖珍珠质量因素及级别评定规则。2008 年对该标准进行了修订, 形成了国家标准《GB/T 18781-2008 珍珠分级》, 并于 2009 年 5 月 1 日起实施。在国家标准中, 珍珠的质量包括颜色 (color)、大小 (size)、形状 (shape)、光泽 (lustre)、光洁度 (surface finish)、有核珍珠珠层厚度 (nacre thickness) 等 6 个方面内容^[11]。

珍珠颜色主要指珍珠的体色、伴色和晕彩。珍珠的体色包括: 白色系列、红色系列、黄色系列、黑色系列及其他系列; 珍珠的伴色有: 白色、粉红

收稿日期: 2011-06-16 修回日期: 2011-09-26

资助项目: 国家“九七三”计划前期研究专项项目 (2009CB126001); 国家自然科学基金项目 (30871923)

通讯作者: 李家乐, E-mail: jlli@shou.edu.cn

色、玫瑰色、银白色、绿色等;珍珠表面可能有晕彩,可分为晕彩强、晕彩明显、有晕彩。珍珠形状分为正圆、圆、近圆、椭圆、扁平、异形。珍珠的大小,在正圆、圆、近圆形养殖珍珠中以最小直径来表示,其他形状养殖珍珠中以最大尺寸乘最小尺寸表示,批量散珠中可以用珍珠筛的孔径范围表示。珍珠的光泽,划分为极强、强、中、弱等几个等级。珍珠的光洁度,划分为无瑕、微瑕、小瑕、瑕疵、重疵。有核珍珠的珠层厚度,分为特厚、厚、中、薄、极薄等级别^[12]。

2 育珠贝对珍珠质量的影响

育珠贝是产生珍珠的母体,没有育珠贝就不可能形成珍珠。育珠贝的质量对所产珍珠的质量有决定性影响。

2.1 育珠贝种类对珍珠质量的影响

产珍珠的贝类包括海水贝和淡水蚌,主要的海水珍珠贝有马氏珠母贝(*Pinctada martensii*)、白蝶贝(*Pinctada maxima*)、黑蝶贝(*Pinctada margaritifera*)和企鹅珍珠贝(*Pteria penguin*)^[13],主要的淡水珍珠蚌有三角帆蚌(*Hyriopsis cumingii*)、池蝶蚌(*Hyriopsis schlegeli*)、褶纹冠蚌(*Cristaria plicata*)和丽蚌(*Lamprotula*)。育珠贝种类不同所产珍珠质量也不一样。

马氏珠母贝又称合浦珠母贝,是培养海水珍珠的重要贝类,广泛分布于我国广东、广西和海南的沿海,所产珍珠颜色主要为白色、粉色、银灰色、黄色等。20世纪60年代中国成为马氏珠母贝养殖珍珠的出口国,2002年后国内开展了马氏珠母贝遗传育种研究^[14]。目前我国海水养殖珍珠中,由马氏珠母贝生产出的珍珠占95%以上。

白蝶贝又称大珠母贝,它属热带、亚热带海洋双壳贝类,分布区域为澳大利亚沿岸、西太平洋沿岸的东南亚国家近岸^[15]。在我国主要分布在海南岛、西沙群岛、雷州半岛沿岸海域,是我国南海重要的珍珠贝类。用白蝶贝养殖出来的有核珍珠,颜色主要为白色、灰色、金色等,不仅颗粒大,色泽好,价格高,而且在国际珍珠市场上热销。海南曾利用白蝶贝培育大珍珠,于1981年收获一颗高19 mm、直径15.5 mm、重6 g、桃子形、银白色的大珍珠,它是我国当时最大的一颗珍珠,被誉为“珍珠王”^[16]。目前,白蝶贝资源稀少,在我国仅海南有一定的养殖。

黑蝶贝又称珠母贝,在众多的贝类所产珍珠中,黑蝶贝所产海水珍珠色泽迷人,主要有孔雀绿、酪乳黄、银冰灰、乳亮白等,珍珠质细腻致密,是海水珍珠中的上品^[15,17]。黑蝶贝是养殖价值昂贵的产黑珍珠的珍稀种类,由于其数量稀少,天然栖息地范围较有限,加上黑蝶贝人工养殖和黑珍珠培育技术要求较高,所以由黑蝶贝产生的黑色珍珠价格一直居高不下,因此其开发价值和潜力很大。目前,世界上黑蝶贝珍珠的两个主要产地为波利尼西亚群岛的大溪地岛和库克群岛的彭林岛和马居希基岛^[18],在我国养殖规模很小。

企鹅珍珠贝又称翼贝,生长在热带、亚热带海区,如澳大利亚、新几内亚、印度尼西亚、日本及我国的广东、海南沿海,栖息于潮下带的水域或港湾,营附着生活^[19]。企鹅珍珠贝具有个体大、生命力强、壳内珍珠色泽优美,外套膜分泌珍珠机能旺盛等特点,是生产大型海水附壳珍珠的优质育珠贝。其培育的附壳珍珠具有珠层形成快、颗粒大、光泽好、商品价值高的特点^[20]。目前,在我国海南与粤西南部海域已逐渐兴起企鹅珍珠贝的养殖。

三角帆蚌是我国特有种,斧足运动能力小,对插核插片的敏感性小,因此排核排片行为不强,固核率和固片率很高。淡水无核珍珠中,以三角帆蚌所产的珍珠质量为最佳,珠质细腻光滑,色泽鲜艳,形状较圆,是当前我国培育淡水珍珠的主要育珠蚌,淡水珍珠大部分由它培育。但三角帆蚌的珍珠形成较慢,无核珍珠一般需要3~5年才能长成。

池蝶蚌原产于日本滋贺县的琵琶湖,它与我国的三角帆蚌为同属不同种,是日本特有种,池蝶蚌的外部形态和内部构造与三角帆蚌十分相似,育出的珍珠产量高、个体大,质量优。本实验室通过定向培育,获得了杂交优势显著的杂交组合—池蝶蚌(♀)×三角帆蚌(♂)^[21],被全国水产原种和良种审定委员会认定为新品种,定名为“康乐蚌”,目前在一些区域推广养殖^[22]。

褶纹冠蚌壳皮角质层带黄色,珍珠层也多带黄色,棱柱层中往往沉积有多种色素形成的色斑^[23]。褶纹冠蚌培育珍珠,成珠快,珍珠长圆形,呈白或粉红色。插片部位的壳间距大,产量高^[24]。但褶纹冠蚌的活动能力强,斧足伸缩活动

范围大,所以排片与排核能力亦强,中心部的外套膜很薄,贝壳较膨突,不便手术作业。虽然珍珠分泌细胞分泌力旺盛,但珍珠质粗糙,珠光也不及三角帆蚌的强^[25],目前已很少养殖。

丽蚌属在我国的分布有十余种,其中较常见的有背瘤丽蚌(*L. leai*)、猪耳丽蚌(*L. rochechouarti*)、洞穴丽蚌(*L. caveata*)和绢丝丽蚌(*L. fibrosa*)等^[26]。丽蚌是制作珍珠珠核及高档工艺品的重要原料,可用作手术蚌育珠及药用,也可作为水质评价的指标物种。近年来,由于国内外对丽蚌壳的大量需求和高额利润的刺激,丽蚌遭到过度捕捞,其资源急剧减少,有的种类甚至濒临灭绝。目前,丽蚌在我国有一定的养殖量,主要作为生产珠核的原料。

2.2 育珠贝规格对珍珠质量的影响

WADA 等^[27]对日本马氏珠母贝研究发现,育珠贝体质量和珍珠重量显著相关。珍珠大小和育珠贝规格有密切联系,育珠贝壳长、壳宽、体质量等可量性状之间也存在着线性关系^[28]。所以,对海水育珠贝进行良种选育时,可以用体质量、壳宽作为主要选育指标。

本实验室发现同一种三角帆蚌相同群体,个体大的所产珍珠相应也较大,在研究鄱阳湖群体三角帆蚌同一母蚌的后代产珠性能与生长性状的关系后发现,生长性状能代表产珠性能,蚌体质量和蚌壳宽与产珠性能关系最为密切,应作为两个最主要选育指标^[29],这与海水珍珠贝的研究结果类似。

2.3 育珠贝壳色对珍珠颜色的影响

淡水育珠蚌壳色深的产深色珍珠的比例大,且深色珍珠多产于蚌体色深的部位。在对 35 只不同壳色淡水珍珠蚌所产珍珠的颜色进行统计分析后发现,体色为深色的育珠蚌产深色珍珠占总产珠数的比例为 33.6%,体色为浅色的育珠蚌产深色珍珠占总产珠数的比例仅为 11.2%^[11]。本实验室比较分析了白色和紫色两种贝壳珍珠质颜色的三角帆蚌所产珍珠的颜色,结果显示白色蚌产白色珍珠的比例平均为 48.75%、紫色珍珠为 2.53%,而紫色蚌产白色珍珠平均为 35.48%、紫色珍珠为 6.07%,白色蚌所产白色珍珠比例比紫色蚌高 13.27%,可见三角帆蚌育珠蚌贝壳珍珠质颜色对珍珠颜色影响很大^[30]。

鉴于育珠贝壳色对珍珠颜色的影响,以壳色为选育指标的珍珠贝良种选育已成为珍珠贝选育

的一大热点。色度理论的发展为用仪器定量、客观、准确地测量、评价珍珠和贝壳颜色奠定了基础。北京理工大学研制的 CSE-1 成像色度检测分析系统,可以用来定量鉴别珍珠贝壳珍珠质颜色与珍珠颜色^[31],目前在马氏珠母贝和三角帆蚌等珍珠贝上得到了应用^[30-31]。另外,利用图像扫描技术与 Scion Image 等软件相结合的方法,分析内壳颜色分布不均匀的贝类壳色也是未来珍珠蚌壳色测定的一个潜在方向。MURAKAMI 等^[32]利用图像扫描技术结合 Scion Image 软件对枫树叶叶绿素进行分析,利用扫描仪将枫叶表面图像扫描成图像,通过软件分析树叶表面图像各种颜色比例,得出树叶表面颜色比例,并且建立了颜色比例和树叶叶绿素含量的关系,实现了不通过化学手段而只通过软件分析图像计算生物组织内化学含量。此外,利用图像扫描和软件分析颜色的方法其它生物组织研究中也有应用^[33-34],值得在珍珠贝壳色研究中借鉴。

3 供片贝对珍珠质量的影响

在培育珍珠过程中需要两类珍珠贝共同参与:一类是育珠贝,小片插入其体内,属于受体(host);另一类是供片贝,用于制作外套膜小片,属于供体(donor)^[35-36],供片贝作为供体对珍珠质量有重要影响。

3.1 供片贝种类对珍珠质量的影响

目前,珍珠生产实践中大多数插核插片手术使用的是同种异体移植(allograft),即供体贝和受体贝同种。门摩西^[37]曾经对不同种类供片贝对淡水珍珠质量的影响做了初步研究,结果表明,在三角帆蚌中,插入褶纹冠蚌、背角无齿蚌、圆背角无齿蚌、背瘤丽蚌制成的小片培育珍珠,所产珍珠质量较好;在褶纹冠蚌中,插入背角无齿蚌和圆背角无齿蚌制作的小片培育珍珠,所产珍珠珠形饱满,珍珠颜色多为粉红色。MCGINTY 等^[15]对海水的白蝶贝和黑蝶贝进行研究后发现,小片异种移植对珍珠囊的形成影响不显著,但是对珍珠的颜色和形状有显著影响,以黑蝶贝做育珠贝、白蝶贝为供体贝所产珍珠的重量和珍珠层厚度都要高于同种育珠贝插同种小片以及白蝶贝做育珠贝、黑蝶贝做供片贝所产生的珍珠。某一种育珠贝对不同种类的供片贝可能有不同的排异反应而降低它们结合后所产珍珠质量,相反,不同种类的育珠

贝和供片贝组织相互作用也可能结合了双方的优势性状。所以,值得对不同供片贝种类对珍珠质量的影响进行更深入的研究,摸索出打破传统养殖方式的新的插片技术。

3.2 供片贝年龄对珍珠质量的影响

研究发现,利用不同年龄三角帆蚌制备的小片所培育的珍珠质量有很大差别,日本学者认为,选用2龄蚌为供片蚌所形成的珍珠呈奶油色、金色的较多,而且珠层厚;选用3龄蚌为供片蚌则白色珍珠居多;4龄蚌为供片蚌所形成的珍珠白色较多但分泌珠质能力差^[24]。虽然传统淡水无核珍珠插片方法一般都是用低龄蚌制作珍珠小片,但是各个年龄的小片对形成珍珠有何具体影响的文献报道较少,值得进一步研究。

3.3 供片贝壳色对珍珠质量的影响

同样壳色马氏珠母贝作为育珠蚌,插入来自不同壳色贝的外套膜小片,所产出的珍珠颜色比例不同,来自深壳色的小片所形成的珍珠中深色珍珠的比例比白色壳色的小片所产珍珠高15.9%~24.4%^[27]。在黑蝶贝产有核珠的研究中发现,并不是所有插入育珠贝的小片都能生产出高质量的珍珠,只有10%~50%的小片产出珍珠,其中只有5%~10%是高质量的黑珍珠。本实验室研究发现,三角帆蚌作为供片蚌对所产珍珠颜色的影响比作为受体蚌的影响要大。贝壳珍珠质颜色为白色的三角帆蚌作为供片蚌制作的小片,插入贝壳珍珠质颜色为白色的育珠蚌中,平均产白色珍珠高达61.23%、产紫色珍珠只有0.91%,紫色蚌壳供片蚌制作的小片插入白色育珠蚌平均产白色珍珠10.66%、产紫色珍珠为37.92%,同样是白色育珠蚌,白色蚌壳供片蚌制作的小片比紫色蚌壳供片蚌制作的小片产白色珍珠多50.57%、产紫色珍珠少37.01%^[30]。

4 插片手术工艺对珍珠质量的影响

用供片贝制作小片,插入育珠蚌,才能形成珍珠。插片手术过程中,制作小片、插入小片等手术工艺对珍珠质量有重要影响。

4.1 手术中化学药物因素对珍珠质量的影响

珍珠贝在实施插片手术后体内免疫防御调节增强^[38],在插入小片或小片+珠核后会出现手术伤口^[39],如处理不好将对珍珠贝的伤口愈合和珍珠质量产生不利影响。小片活力状态在人工培育

珍珠过程中非常重要,通常从外套膜切取小片后,均需滴加含有营养、激素、抗菌素等的溶液,以增强小片活力,有利于加快珍珠囊形成。制片过程包括开壳、剪除色线、剥膜、剪取外表皮、切片等步骤,所切外套膜需消毒和擦除黏液,用小片处理液浸泡后,切成小片备用。用聚乙烯吡咯烷酮(PVP)处理淡水无核珠小片,能加速育珠初期珍珠层的增厚,显著提高珍珠质量^[24]。用金霉素处理三角帆蚌和褶纹冠蚌小片和手术蚌,能促进珍珠加速成长,加速珍珠囊的形成及提早分泌珍珠质,并且可以有效的防治育珠蚌的细菌感染^[40]。在三角帆蚌有核珠培育过程中进行细胞色素C和蛋黄卵磷脂处理后,产珍珠直径大,珍珠层厚度增加^[41]。NORTON等^[42]对黑蝶贝育珠手术的研究发现,用氰基丙烯酸盐黏合剂处理手术切口,能降低带尾畸形珠的产生,提高珍珠质量。

近些年的研究中发现,运用抗生素(金霉素)、肌苷、PVP等单一药物无法达到抗感染、滋养、促进伤口愈合的多重功效,同时滴片液的pH、渗透压等也无法保证与三角帆蚌蚌体组织相适应。

4.2 小片分离方式对珍珠质量的影响

小片质量好坏直接影响到珍珠质量。在撕膜法、削膜法和分膜法几种常见小片分离方法中,要获得优质小片,以撕膜法较为理想。因为这种方法制成的小片较厚,它所带的结缔组织较多,容易成活。撕膜法分离外套膜内外表皮,伤口均匀一致,是产生圆珠的一个重要因素^[24]。黄惟灏等^[43]在三角帆蚌插有核珠过程中,进行不同方式擦小片的实验,他们用海绵块擦小片条、棉球擦小片条和不擦等三种方式处理小片的方法对比有核珍珠质量,结果表明,成珠率:海绵块组>脱脂棉球组>不擦组,优珠率:脱脂棉球组>海绵块组>不擦组,无论是成珠率还是优珠率,育珠小片用海绵块擦和脱脂棉球擦比不擦明显要高,表明小片不擦不利于有核珍珠的培育。

4.3 插片个数对珍珠质量的影响

淡水育珠插片手术中,每只育珠蚌插小片的数量与珍珠的产量和质量密切相关,插片数是育珠生产的关键技术参数之一。在对57只不同插片数的珍珠蚌进行统计分析后发现,插片数以31~32为最适,插片数在31~37时,珍珠的绝对产量、珍珠规格没有显著差异,但随着插片数的增

加,珍珠的月增重量反而呈下降趋势,而当插片数小于 30 时,珍珠增产潜力未得到充分发挥^[24]。

5 养殖条件对珍珠质量的影响

插入小片的育珠贝,必须经过在一定的养殖条件下培育,才能长大,才能形成一颗一颗晶莹的珍珠,所以养殖条件对珍珠质量的影响也非常重要。

5.1 养殖水体水质及微量元素对珍珠质量的影响

珍珠贝养殖环境会影响珍珠质分泌,影响珍珠质量。在中性水环境中,三角帆蚌能积极地从外界水环境中吸收钙,并能旺盛地合成和分泌蚌壳珍珠层及珍珠有机基质前体物质;持续的酸性水环境导致蚌体钙严重丢失,并引起珍珠质分泌细胞对有机基质前体物质合成和分泌能力减弱;持续的碱性水环境虽能导致蚌体对钙的积累,但珍珠质分泌细胞合成和分泌珍珠质有机基质前体物质的能力减弱;水环境酸性或碱性程度越高,对珍珠质分泌细胞的合成和分泌活动的影响越大^[44]。轻稀土和全元素混合稀土能显著促进三角帆蚌珍珠质分泌,其促进程度大小顺序是:混合稀土 > 轻稀土 > 重稀土^[45]。三角帆蚌珍珠层微结构对珍珠光泽影响很大,使用铈盐能诱导珍珠层微结构发生改变从而提高珍珠光泽^[46]。环境中适宜钙浓度可促进三角帆蚌对钙质的吸收、贮藏以及细胞的分泌活动,而过高和过低的钙浓度会对蚌外套膜钙代谢活动产生抑制作用,从而影响到珍珠和蚌壳的正常生长^[47]。硫酸铜对三角帆蚌珍珠光泽影响很大,提高硫酸铜处理浓度使骨珠百分率上升,其上升幅度与硫酸铜浓度高低及处理时间长短存在相关性^[48],说明了环境中毒害作用因素对珍珠形成有不利影响。不同浓度漂白粉对三角帆蚌外套膜和珍珠囊细胞的超微结构均有不同程度损害,表现为粗面内质网脱颗粒、网腔扩张、线粒体基质电子密度改变等,在三角帆蚌养殖过程中要慎重使用漂白粉^[49]。

以上研究均表明,在珍珠的生产中,对于珍珠贝养殖池塘消投放物和营养物质的使用要慎重,不能仅凭养殖者的经验盲目使用,要结合科学数据合理的利用药物和金属元素达到提高珍珠质量的目的。

5.2 吊养深度对珍珠质量的影响

育珠水体各水层理化特性和生物学性状不尽相同,张元培等^[50]的研究表明,封闭型育珠水域

培育三角帆蚌具有明显而较稳定的最佳育珠水层,他们认为最佳育珠水层与透明度的关系式为:最佳育珠水层(cm) = 透明度(cm) × 0.8。对企鹅珍珠贝的研究也发现,养殖水层影响贝体生长率^[51],不同水层珍珠贝生长率差异能进一步影响到珍珠质量^[29]。

5.3 吊养方式对珍珠质量的影响

RUIA-RUBIO 等^[19]对企鹅珍珠贝进行研究后发现,用网兜和网笼二种养殖方式,在相同环境中养殖相同时间,珍珠贝生长速率差异并不显著,珍珠层厚度也没有显著差异,但是在网笼中养殖生产出的珍珠,商品质量要明显高于网兜中养殖的珍珠。对刚出培育池的三角帆蚌幼蚌,采用网箱加土浮吊方式培育,能确保蚌体生长速度快、规格整齐、肥胖而又膜厚,达到接种规格从网箱取出就可直接插种。对三角帆蚌手术蚌的吊养方式从最早的打孔拴绳吊养,发展为网笼和网夹吊养,使蚌体成活率和珍珠质量得到提高,为了促进珍珠生长和提高圆珠率,可用养蚌笼进行养殖^[24]。

5.4 养殖周期对珍珠质量的影响

一般淡水无核珍珠养殖周期需要 3 ~ 5 年,在养殖周期内养殖时间越长,产出珍珠颜色越丰富,珍珠直径和重量越大,圆形珍珠比例越高,强光泽珍珠比例越高,高质量珍珠比例也越高^[52]。

日本海水有核珍珠养殖时间一般为 2 年,而我国目前仅 8 个月至 1 年,有些地方甚至一年收 2 次,所以我国产的海水有核珍珠,珍珠层较薄、珠光也比较弱。对企鹅珍珠贝进行插核手术后,分别养殖 5 个月、7 个月、9 个月和 11 个月,发现养殖时间不同珍珠层厚度和珍珠质量不同,养殖 9 个月所产珍珠质量要高于 5 个月和 7 个月,但是 9 个月和 11 个月之间没有明显差异^[19]。以上结果表明,养殖时间是珍珠质量的必要保证,但当到达了一定时期后再继续养殖对珍珠质量的提升作用不大。不同的珍珠贝种类、插有核珍珠或插无核珍珠对养殖时间的要求不同,不同季节和不同区域的水体中浮游生物种类也不尽相同,这也表明珍珠贝的养殖时间要根据不同种类、不同水质参考科学的数据,摸索出不同条件下最适宜的养殖时间,合理的进行养殖管理。

影响养殖珍珠质量的因素繁多,涉及的环节多、机理复杂,近年来对养殖珍珠质量影响因素的研究有了一定进展。为了进一步推动我国养殖珍

珠质量的提高,应继续加强对珍珠质量影响关键环节的研究,得出科学数据,开发新技术,探索进一步提高珍珠质量的方法。同时,在养殖珍珠生产环节中应遵循科学的方法,改革养殖技术,抛弃盲目的、落后的生产方式,实现珍珠养殖质量的快速提高,珍珠养殖产业的全面提升。

参考文献:

- [1] LI J L, LI Y S. Aquaculture in China—Freshwater pearl culture[J]. World Aquaculture, 2009, 40(1): 60–62.
- [2] 张莉,李世敏. 中国珍珠产业技术创新研究[J]. 海洋科学, 2008, 32(4): 19–23.
- [3] AREEKIJSEREE M, ENGKAGUL A, KOVITVADHI U, et al. Temperature and pH characteristics of amylase and proteinase of adult freshwater pearl mussel, *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* Simpson 1900 [J]. Aquaculture, 2004, 234(1–4): 575–587.
- [4] HORIT, SUGITA M, ANDO S, et al. Characterization of a novel glycosphingolipid, ceramide nonasaccharide, isolated from spermatozoa of the fresh water bivalve, *Hyriopsis schlegelii* [J]. Journal of Biological Chemistry, 1981, 256(21): 10979.
- [5] MIYAZAKI T, GOTO K, KOBAYASHI T, et al. Mass mortalities associated with a virus disease in Japanese pearl oysters *Pinctada fucata martensii* [J]. Diseases of aquatic organisms, 1999, 37: 1–12.
- [6] LI J L, WANG G L, BAI Z Y, et al. Ten polymorphic microsatellites from freshwater pearl mussel, *Hyriopsis cumingii* [J]. Molecular Ecology Notes, 2007, 7(6): 1357–1359.
- [7] GEIST J, KUEHN R. Genetic diversity and differentiation of central European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) populations: implications for conservation and management [J]. Molecular Ecology, 2005, 14(2): 425–439.
- [8] LI J L, WANG G L, BAI Z Y. Genetic variability in four wild and two farmed stocks of the Chinese freshwater pearl mussel (*Hyriopsis cumingii*) estimated by microsatellite DNA markers [J]. Aquaculture, 2009, 287(3–4): 286–291.
- [9] GERVIS M, SIMS N A. The biology and culture of pearl oysters (*Bivalvia pteriidae*) [M]. Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1992: 34–37.
- [10] 石安静,张矛,吴中文,等. 三角帆蚌珍珠囊形成的研究[J]. 水产学报, 1985, 9(3): 247–253.
- [11] 宋中华,喻学惠,章西焕. 养殖珍珠质量影响因素分析[J]. 宝石和宝石学杂志, 2001, 3(1): 18–21.
- [12] 国家质检总局. GB/T 18781–2008, 珍珠分级[S]. 2008.
- [13] BONDAD-REANTASO M G, MCGLADDERY S E, BERTHE F C J. Pearl oyster health management: a manual [M]. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007: 8–15.
- [14] 王爱民,石耀华,周志刚. 马氏珠母贝不同地理种群内自繁和种群间杂交子一代形态性状参数及相关性分析[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(3): 39–45.
- [15] MCGINTY E L, EVANS B S, TAYLOR J U U, et al. Xenografts and pearl production in two pearl oyster species, *P. maxima* and *P. margaritifera*: Effect on pearl quality and a key to understanding genetic contribution [J]. Aquaculture, 2010, 302(3–4): 175–181.
- [16] 蒙钊美. 珍珠王与白蝶贝[J]. 中国水产, 1984(7): 29.
- [17] ACOSTA-SALMONÓ H, MARTINEZ-FERNANDEZ E, SOUTHGATE P C. Use of relaxants to obtain saibo tissue from the blacklip pearl oyster (*Pinctada margaritifera*) and the Akoya pearl oyster (*Pinctada fucata*) [J]. Aquaculture, 2005, 246(1–4): 167–172.
- [18] POUREAU S, TIAPARI J, GANGNERY A, et al. Growth of the black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, in suspended culture under hydrobiological conditions of *Takapoto lagoon* (French Polynesia) [J]. Aquaculture, 2000, 184(1–2): 133–154.
- [19] RUIA-RUBIO H, ACOSTA-SALMON H, OLIVERA A, et al. The influence of culture method and culture period on quality of half-pearls (mabe) from the winged pearl oyster *Pteria sterna*, Gould, 1851 [J]. Aquaculture, 2006, 254(1–4): 269–274.
- [20] 符韶,梁飞龙. 企鵝珍珠贝附壳珍珠培育的中间试验[J]. 海洋科学, 2000, 24(2): 12–14.
- [21] 谢楠,李应森,郑汉丰,等. 三角帆蚌、池蝶蚌及杂交 F₁ 代养殖效果与育珠性能的比较[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(3): 264–269.
- [22] 李家乐,白志毅. 淡水养殖新品种——康乐蚌[J]. 中国水产, 2007(10): 44–45.
- [23] WEN C, NIE P, ZHU Z. Population dynamics of the water mite *Unionicola arcuata* (Unionicolidae) in the freshwater bivalve *Cristaria plicata* (Unionidae) in Poyang Lake, eastern China [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2006, 70(1–2): 123.

- [24] 张根芳. 河蚌育珠学[M]. 北京:中国农业出版社, 2005:97.
- [25] 邱安东,石安静. 褶纹冠蚌光珠与骨珠珍珠囊差异的研究[J]. 水生生物学报,2000,24(2):161-166.
- [26] 董志国,李家乐. 淡水贝类生物多样性保育[J]. 水生生物学报,2004,28(4):440-444.
- [27] WADA K, KOMARU A. Color and weight of pearls produced by grafting the mantle tissue from a selected population for white shell color of the Japanese pearl oyster *Pinctada fucata martensii* (Dunker) [J]. Aquaculture, 1996, 142(1-2):25-32.
- [28] ALAGARAJA K. Observations on the length-weight relationship of pearl oysters [J]. Journal of the Marine Biological Association of India, 1962, 4(2):198-205.
- [29] 白志毅,李家乐,汪桂玲. 三角帆蚌产珠性能与生长性状和插片部位的关系[J]. 中国水产科学, 2008, 15(3):493-499.
- [30] 朱文彬. 三角帆蚌两种贝壳珍珠质颜色对珍珠颜色影响的研究[D]. 上海:上海海洋大学, 2011.
- [31] 顾志峰,王嫣,石耀华,等. 马氏珠母贝两个不同地理种群的形态性状和贝壳珍珠质颜色比较分析[J]. 渔业科学进展, 2009, 30(1):79-86.
- [32] MURAKAMI P F. An instructional guide for leaf color analysis using digital imaging software [M]. Ohio: US Dept of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, 2005:3-29.
- [33] DANA W, IVO W. Computer image analysis of seed shape and seed color for flax cultivar description[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2008, 61(2):126-135.
- [34] ROBINSON S C, LAKS P E, TURNQUIST E J. A method for digital color analysis of spalted wood using Scion Image software [J]. Materials, 2009, 2(1):62-75.
- [35] ARNAUD-HAOND S, GOYARD E, VONAU V, et al. Pearl formation: persistence of the graft during the entire process of biomineralization [J]. Marine Biotechnology, 2007, 9(1):113-116.
- [36] ACOSTA-SALMONÓ, SOUTHGATE P C. Mantle regeneration in the pearl oysters *Pinctada fucata* and *Pinctada margaritifera* [J]. Aquaculture, 2005, 246(1-4):447-453.
- [37] 门摩西. 河蚌育珠的异体移植[J]. 淡水渔业, 1974(5):20-21.
- [38] 何秀娟,施志仪,李文娟. 插核手术对三角帆蚌血淋巴中3种免疫防御因子的影响[J]. 中国水产科学, 2009, 16(6):859-867.
- [39] WADA K. Science of the pearl oyster [M], Tokyo: Shinju Shinbunsha, 1999:336.
- [40] 王梅芳,余祥勇. 育珠贝细胞小片及处理技术研究进展[J]. 广东海洋大学学报, 2010, 30(4):86-90.
- [41] ZHENG J Y, ZHANG M X, LIU T, et al. Effects on the early development of the pearl sac by cytochrome c, yolk lecithin and polyvinylpyrrolidone [J]. Wuhan University Journal of Natural Sciences, 1997, 2(2):237-240.
- [42] NORTON J H, LUCAS J S, TURNER I, et al. Approaches to improve cultured pearl formation in *Pinctada margaritifera* through use of relaxation, antiseptic application and incision closure during bead insertion [J]. Aquaculture, 2000, 184(1-2):1-17.
- [43] 黄惟灏,沈智华,童建民,等. 育珠细胞小片擦片方式对有核珍珠影响的试验[J]. 浙江海洋学院学报:自然科学版, 2007, 26(4):410-412.
- [44] 邱安东,石安静. 不同 pH 值对三角帆蚌珍珠质分泌的影响[J]. 动物学报, 1999, 45(4):361-370.
- [45] 张元培,韩德举. RE 对三角帆蚌珍珠质促泌作用适宜剂量的研究[J]. 浙江水产学院学报, 1995, 14(4):238-242.
- [46] SHI W L, JINY F, MA X Y. Ce (III) salt induced changes of superficial microstructure in freshwater pearls [J]. Journal of Rare Earths, 2007, 25(5):637-642.
- [47] 唐敏,石安静. 环境钙浓度对淡水育珠蚌外套膜及珍珠囊钙代谢的影响[J]. 四川大学学报:自然科学版, 2000, 37(5):741-747.
- [48] 肖永清,石安静. 硫酸铜对三角帆蚌的珍珠质量及外套膜与珍珠囊细胞的影响[J]. 水生生物学报, 2000, 24(3):263-270.
- [49] 孙奇志,石安静. 漂白粉对三角帆蚌外套膜粘液细胞及珍珠囊细胞的影响[J]. 四川大学学报:自然科学版, 2000, 37(6):937-943.
- [50] 张元培,韩德举. 袁家湖三角帆蚌 *Hyriopsis cumingii* 最佳育珠水层的试验研究[J]. 湖泊科学, 1996, 8(1):60-66.
- [51] SMITASIRI R, KAJITWIWAT J, TANTICHODOK P. Growth of a winged pearl oyster, *Pteria penguin*, suspended at different depths [C]. Manado: Proceedings of the Fifth Workshop of the Tropical Marine Mollusk Programme, 1994:213-216.
- [52] ALAGARSWAMIN K. Pearl culture in Japan and its lessons for India [C] // Proceedings of the symposium on mullusca. India: Marine Biological Association of India, 1969:975-993.

The main influencing factors on the quality of cultured pearls

LI Jia-le^{1,2*}, LIU Yue¹

(1. *Key Laboratory of Freshwater Aquatic Genetic Resources, Ministry of Agriculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;*

2. *Aquaculture Division, E-Institute of Shanghai University, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China*)

Abstract: Pearls are known as “the queen of gems”. The improvement of the cultured pearls quality is the focus of pearl industry and the important topic in the research field of pearls. In this paper we summarized the standard of evaluating the quality of cultured pearls in six aspects, including color, size, shape, lustre, surface finish and nacre thickness of nucleated pearls. The major species of pearl oysters and mussels were introduced as well as the characteristics of freshwater pearls and nucleated seawater pearls they produced. The relation between the sizes, the shell colors of the pearl oysters and mussels and the pearl quality was discussed. In this paper, we emphatically introduced the influences of the species, ages and shell colors of donors oysters and mussels, which were used to prepare mantle transplantation (allograft), on the pearl quality. And the influences of the chemicals factors, the means of separating mantle transplantation (allograft) and the number of the mantle transplantations during the implantation of mantle transplantation on the pearl quality are also introduced. How the culture conditions influenced the pearl quality was discussed in addition, and the culture conditions included water quality and microelements, water depth, culture pattern and period to culture the pearl oysters and mussels.

Key words: pearl; quality; standard; influencing factors; progress

Corresponding author: LI Jia-le. E-mail: jlli@shou.edu.cn