

文章编号: 1674 - 5566(2014)06 - 0874 - 08

中国淡水珍珠种业现状与发展趋势

白志毅^{1,2}, 汪桂玲^{1,2}, 刘晓军^{1,2}, 李家乐^{1,2,3}

(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. 上海市水产养殖工程技术研究中心, 上海 201306; 3. 上海高校水产养殖学 E 研究院, 上海 201306)

摘要: 我国是世界上第一淡水珍珠生产国, 其产业和种业发展分为 4 个时期, 本文综述了不同时期产业和种业发展特点。第一发展时期, 产业规模迅速发展, 天然水域苗种供不应求, 淡水珍珠蚌种质资源破坏严重; 第二发展时期, 突破淡水珍珠蚌人工繁殖技术, 确定三角帆蚌与褶纹冠蚌为我国最佳淡水育珠蚌, 淡水珍珠产量跃居世界第一; 第三发展时期, 民营珍珠企业发展迅速, 促进淡水珍珠养殖和苗种生产商业化, 淡水珍珠产量达到历史最高水平; 2008 年至今, 进入提高珍珠产量向提高珍珠质量转型期。目前, 淡水珍珠蚌苗种生产规模化水平不断提高, 但农户自繁自养模式仍占较高比重, 苗种生产工业化程度较低。在种质创新与利用方面, 种质资源评价、杂交育种和选择育种等工作逐步开展, 但现代育种技术应用率低、科技成果转化率低的问题突出。最后, 根据现代水产种业发展要求, 展望了我国淡水珍珠种业现代化、商品化和多元化发展趋势, 并提出一些建议, 以期推动淡水珍珠种业乃至产业发展。

研究亮点: 综述我国淡水珍珠产业 4 个发展阶段的种业发展历程, 分析目前淡水珍珠蚌苗种生产现状和种质资源评价与利用现状, 展望我国淡水珍珠种业现代化、商品化和多元化发展趋势, 以期推动淡水珍珠种业乃至产业的发展。
关键词: 淡水珍珠; 种业; 种质资源; 新品种培育; 种苗生产

中图分类号: S 966.22

文献标志码: A

珍珠素有“宝石皇后”之美誉, 我国是世界上最早采集和利用珍珠的国家。珍珠包括淡水珍珠和海水珍珠, 一般淡水珍珠为无核珍珠, 养殖周期长, 总体规格偏小, 但产量很大, 世界上 90% 以上的珍珠为淡水珍珠。海水珍珠为有核珍珠, 养殖周期短, 一般规格比较大, 但目前养殖产量很低, 在我国占珍珠总产量的 2% 左右^[1]。自 1984 年至今, 我国世界第一淡水珍珠生产国地位不断巩固, 但珍珠产量与质量提升的不平衡, 造成我国淡水珍珠高产低值问题日益突出, 自 2008 年, 淡水珍珠产业呈现出由追求产量向提高质量转型的产业态势^[2]。

种业创新是驱动产业发展的重要动力, 苗种生产和种质创新与利用是种业的重要组成部分^[3]。淡水珍珠蚌人工繁育技术的突破, 解决了

苗种供应数量问题, 1984 年将我国淡水珍珠产业规模推向世界第一。此后的 30 年间, 淡水珍珠蚌养殖、插核等育珠技术仍不成熟, 是影响珍珠质量和产量的主要因素, 因此, 育珠技术改良成为淡水珍珠产业的主要研究方向, 经过广大淡水珍珠科研工作者和从业者的共同努力, 育珠技术不断完善并臻成熟, 我国淡水珍珠产量第一的地位得到巩固^[4]。自上世纪 90 年代末, 育珠技术的成熟与稳定, 使得淡水珍珠蚌苗种质量对淡水珍珠产量和质量的影响凸显出来, 淡水珍珠蚌种质创新与利用工作开始得到越来越多的关注, 1997 年江西省抚州市洪门水库开发公司从日本引入池蝶蚌, 1998 年上海水产大学(现上海海洋大学)开展了我国五大湖三角帆蚌种质资源评价与筛选工作, 这两项工作开启我国淡水珍珠蚌种

收稿日期: 2014-05-06 修回日期: 2014-08-08

基金项目: 国家科技支撑计划项目课题(2012BAD26B04); 国家自然科学基金项目(31272657); 上海高校知识服务平台项目(ZF1206); 上海工程技术中心能力提升项目(13DZ2280500); 上海市青年科技启明星(A类)计划项目(12QA1401400)

作者简介: 白志毅(1978—), 男, 副教授, 研究方向为水产动物种质资源与遗传育种。E-mail: zybai@shou.edu.cn

通信作者: 李家乐, E-mail: jlli@shou.edu.cn

质创新与利用的新篇章^[5-7]。2006年第一个淡水珍珠蚌新品种“康乐蚌”培育成功并推广,提高了所育珍珠的产量和质量;更为意外的惊喜是,随着康乐蚌的养殖,大大降低了蚌瘟病的发生和蔓延,这提振我们通过提升淡水珍珠种业推动淡水珍珠产业转型与发展的信心^[8-9]。

通过勾勒淡水珍珠产业和种业发展轨迹,总结淡水珍珠种业发展现状并分析存在问题,结合国家生物种业政策和全国水产技术推广总站建设现代水产种业的要求^[10-11],在改进育种技术、加强新品种培育和建立新品种育繁推一体化的苗种生产体系等方面提出了一些建议,以期推动淡水珍珠种业乃至整个产业的发展。

1 淡水珍珠产业和种业发展历程

自1958年,由当时的湛江水产专科学校和上海水产学院试养淡水珍珠分别获得成功以来,我国的淡水珍珠养殖产业逐步形成,发展很快。江苏与浙江先后于1967年及1968年培育出第一批中国淡水珍珠,后来逐渐发展为我国江苏与浙江两大珍珠养殖产地^[4]。据我国渔业统计年鉴等资料,我国淡水珍珠养殖产业从1958年开始,经历了1个试养淡水珍珠时期和4个发展时期,生产数量和质量不断上升到新的发展台阶(表1、图1)。

表1 我国淡水珍珠发展时期

Tab.1 The development stages of freshwater pearl industry in China

我国淡水珍珠发展时期	年平均产量/t	年平均增长	时期长	淡水珍珠发展特征
1958 - 1971 (试养淡水珍珠)	3.50	-	14年	产量很少
1972 - 1983 (第一发展时期)	27.53	22.44%	12年	迅速发展
1984 - 1993 (第二发展时期)	313.05	13.91%	10年	中速发展
1994 - 2001 (第三发展时期)	1753.71	-	8年	平稳发展
2002 - 2007 (第三时期延伸)	4448.34	-	6年	重复统计
2008 - 2011 (第四发展时期)	3339.19	-12.57%	4年	产业转型期

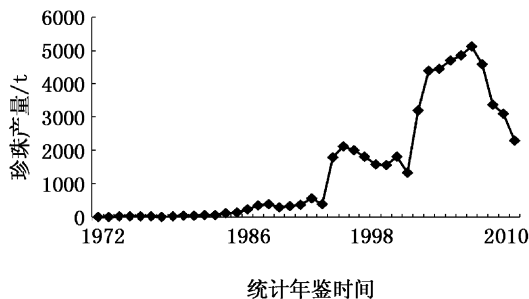


图1 1972年-2011年我国淡水珍珠产量

Fig.1 The yields of freshwater pearl from 1972 to 2011

1958年-1971年属初创阶段(试养阶段),主要生产技术进展可总结为以下几个方面:(1)育珠蚌插核技术逐步提高,并进入初级规模化生产水平;(2)积累了一定母蚌、幼蚌、育珠蚌的培育经验,此阶段淡水育珠蚌以褶纹冠蚌(*Cristaria plicata*)为主,三角帆蚌还没有占据主导地位;(3)珍珠界前辈熊大仁译著的重要专著《珍珠的研究》出版^[12]。该阶段所用育珠蚌全部采自天然资源,种业尚未形成。

1972年-1983年为第一发展台阶。七十年代后期,由于经济体制改变以及国际珍珠市场的需求,有力地推动了中国淡水珍珠养殖产业发展。本阶段淡水珍珠养殖技术比较成熟,但育珠蚌天然资源逐步减少,养殖规模和产量受限,淡水珍珠蚌苗种成为限制当时产业发展的瓶颈。为此,70年代后期,我国老一辈科学家开展了河蚌规模化人工繁殖技术研究,于1978年河蚌人工繁殖成功。人工繁殖技术的突破,为淡水珍珠种业的发展奠定了基础,并顺利将我国淡水珍珠产业推向第二发展台阶^[4]。

1984年-1993年为第二发展台阶。1984年我国淡水珍珠产量超过100万吨,首次超越原来在世界珍珠市场上占统治地位的日本,成为世界上第一淡水珍珠生产国,本阶段珍珠产量稳步上升,第一产珠大国的地位逐步巩固。本阶段的特点是淡水育珠技术得到较好推广,淡水珍珠产量迅速上升。主要表现在两个方面:(1)河蚌人工繁殖技术得到大力推广,养殖苗种来源问题得到解决,养殖规模不断扩大;(2)确立三角帆蚌和褶纹冠蚌在育珠蚌种中的地位。我国淡水育

珠蚌有十几种,经反复育珠试验,从产珠的光泽、颜色、洁度、形状、大小、产量及手术操作方便程度等多种因素考虑,确定三角帆蚌与褶纹冠蚌为我国淡水育珠的最佳育珠蚌^[4]。

1994-2001年为第三发展台阶。这一阶段的主要特点是,随着改革开放,人们的商品意识得到加强,一批珍珠贸易市场及珍珠商应运而生,并且民营珍珠企业发展迅速。这个阶段中,我国珍珠生产技术趋向成熟,产量持续保持世界首位,淡水珍珠产业的发展推动了两个市场的发展,一个是年成交额10亿元的涪塘中国珍珠城,另一个是年成交额20亿元的诸暨市山下湖镇珍珠市场^[13]。2002年-2007年,浙江与江苏两地渔民纷纷交叉跨省承包水面,进行大面积的珍珠养殖,然后由江浙两地承包户,将产品集中运入浙江诸暨和江苏涪塘等市场。由于我国水产品统计是以省为单位独立统计,跨省生产使得重复统计现象严重。2002年以来产量并没有上第四发展台阶,只是第三发展台阶的延伸^[1-4]。这一阶段生产技术也有新的发展,主要有以下特点:(1)探索出早繁殖、快速培育小蚌的方法,当年繁育小蚌11月份即可插核,缩短了生产周期;(2)规范手术工艺和操作规程;(3)确立优质插片区,减轻育珠蚌的负载量,珍珠产量与质量都得到提高;(4)确立低龄、中蚌、中片的插片法,低龄就是插一龄蚌;中蚌,就是插当年的头仔蚌,其规格在7~10 cm;中片,即制插的细胞小片,规格在3.5~4.0 mm间;(5)改进养殖方式。一是改吊养为笼养,二是改小池养殖为大池、湖泊、水库大水面养殖,三是改粗养为精养,四是改深养为浅养等。

2008年至今,受世界金融危机的影响,珍珠需求量下降,但珠宝级珍珠仍供不应求,我国淡水珍珠产业呈现出产量向质量转型的产业态势,成功的产业转型将推动我国淡水珍珠产业进入第四发展台阶^[2]。

2 淡水珍珠蚌种苗生产现状

20世纪六十年代至七十年代末,我国主要利用天然淡水珍珠蚌培育珍珠,由于受资源的限制,淡水珍珠产量很低。1978年,我国突破了河蚌的人工繁殖技术,结束了采集天然苗种的历史。但长期以来,苗种生产以农户自繁自育为

主,形成以农户为单位的分散苗种生产局面,并且这些苗种生产主要在繁殖季节挑选成熟的人工养殖三角帆蚌作为亲蚌,这些亲蚌未经人工筛选和遗传改良。直到本世纪初,三角帆蚌人工早繁技术的发展,亲蚌促熟和苗种培育技术要求提高,生产苗种的门槛提高,促进了苗种生产的集约化、规模化,淡水珍珠蚌苗种产业逐步形成,目前淡水珍珠蚌苗种年需求量达100亿枚,规模化优质苗种生产单位提供苗种量不足市场需求量的五成,其他苗种仍是养殖农户自繁自养模式下生产的苗种,苗种质量良莠不齐,因此,生产优质淡水珍珠蚌苗种存在很大发展空间^[14-15]。

与海水珍珠贝类相比,淡水珍珠蚌苗种生产的工业化程度仍然比较低。具体体现在:(1)温室大棚技术可以改善水温,但仍然不能控制水温;(2)苗种开口饵料仍采用发塘方法解决,培育淡水贝类苗种饵料生物仍是空白;(3)淡水珍珠蚌具有母蚌鳃上怀卵和钩介幼虫寄生的特殊繁殖生物学特性,苗种全人工培育技术仍未突破,苗种繁育工艺流程的可控性较低。淡水珍珠蚌种苗繁育工艺包括亲蚌培育、钩介幼虫培育、稚蚌培育等技术流程,覆盖淡水珍珠蚌从配子形成至发育成幼蚌的发育阶段。掌握该发育阶段种苗生物学特征及其发育规律,据此确定不同发育阶段种苗生长发育所需的光照、营养、水质等环境因子参数,并通过改良种苗培育设施将各环境因子控制在理想水平,是实现工业化种苗繁育的必由之路^[16]。

国内先后开展了三角帆蚌怀卵期外鳃育儿囊的变化^[17]、外鳃育儿囊内三角帆蚌胚胎发育^[18]、钩介幼虫对寄主鱼的选择性^[19]、钩介幼虫寄宿阶段形态变化^[20]等研究,探索了三角帆蚌钩介幼虫发育的生物学零度和有效积温^[21]及水温、盐度等环境条件对钩介幼虫与稚蚌发育的影响^[22]。在进行上述繁殖生物学研究的基础上,发明了“一种适于养殖淡水贝类的软围隔”(ZL 201220023931.X)、“复式三角帆蚌稚蚌培育装置”(ZL 201020676879.9)、“一种育珠蚌稚蚌脱苗及培育池”(ZL 2008 2 0151378.1)、“一种构建三角帆蚌大规模家系的亲蚌繁育配组设施及方法”(201110200312.3)和“一种三角帆蚌苗种早繁方法”(201210014430.X)等繁育设施及技术,不断提高淡水珍珠蚌种苗繁育工业化水平。

3 淡水珍珠蚌种质资源创新与利用

3.1 优质珍珠蚌种质资源评价与利用

我国拥有丰富的淡水珍珠蚌种质资源,上海海洋大学率先分析了中国五大淡水湖群体三角帆蚌和诸暨养殖群体三角帆蚌的生长性能,发现壳长、壳宽、壳高和体重 4 个生长性状在各种群间有极显著差异,鄱阳湖野生群体的壳长、体重等生长及成活率均高于其他 4 个野生群体及养殖群体。其次为洞庭种群与太湖种群,洪泽湖种群生长最慢。鄱阳湖、洞庭湖和太湖群体优质三角帆蚌逐步被养殖户直接作为亲蚌用于繁育,科研单位采用上述优质三角帆蚌作为选择育种基础群体或杂交育种的配套系群体^[23-26]。

随着我国淡水珍珠产业发展,国外优质淡水珍珠蚌也不断引入我国。1997 年,江西省抚州市洪门水库开发公司从日本琵琶湖引进池蝶蚌(*H. schlegelii*),该品种是日本特有种,壳间距较大,贝壳和外套膜均厚,具有生长速度快,养殖成活率高,培育的珍珠个体大、质量优等特点。2005 年,池蝶蚌经农业部全国水产原种和良种审定委员会审定为宜推广的境外引进水产新品种^[7]。紫踵劈蚌(*Potamilus alatus*),又名翼溪蚌,主要分布在密西西比河、大湖、墨西哥湾等流域,属大型淡水贝类,成贝个体达 20 cm 以上,珍珠层厚实,呈紫黑色,光滑细腻,极富光泽。华丹对紫踵劈蚌的育珠试验表明该种是培育淡水紫黑珍珠的优良品种。2012 年 5 月,中国水产科学研究院淡水渔业研究中心与江阴三鲜养殖有限公司合作,从美国弗吉尼亚州引入 700 枚紫踵劈蚌种苗^[27]。

3.2 杂交新品种培育及推广应用

2006 年,上海海洋大学在对不同群体三角帆蚌和池蝶蚌各组合进行系统评价的基础上,培育出首个珍珠贝类新品种——康乐蚌,使淡水珍珠养殖进入良种化阶段^[8]。康乐蚌是杂交种,具有杂种优势,抗病力很强。康乐蚌比三角帆蚌平均壳宽和体重分别增加 25.66% 和 46.98%,产珠量增加 31.96%,珍珠的平均粒径增大 23.32%,大规格优质珍珠比例提高 3.72 倍^[9]。康乐蚌杂交育种技术非常简便,容易掌握,目前较多苗种生产单位采用该技术生产苗种,使淡水珍珠养殖过程中曾经非常严重的疾病问题得到有效控制,大规模提高了淡水珍珠养殖产量。在淡水珍珠

蚌种间杂交育种方面过去也有一些试验。张元培最早开展了三角帆蚌与褶纹冠蚌杂交试验,获得了少量杂交 F_1 。生长对比试验表明:杂交 F_1 的壳宽、外套膜厚度比三角帆蚌有显著提高,但边缘膜宽度减小;育珠试验表明杂交 F_1 育珠性能比亲本显著提高。由于 F_1 杂交蚌的幼蚌采苗率低,在生产上尚未应用^[28],说明淡水珍珠蚌属内种间杂交较属以上远缘杂交更易获得苗种。三角帆蚌与池蝶蚌均属于帆蚌属,目前该属包括 6 个种:鲨鳍蚌(*H. bialata*)、三角帆蚌、*H. delphynus* (欧洲)、*H. desowitzi*、*H. myersiana* 和池蝶蚌,如何引入其他 4 个物种,尤其是泰国养殖淡水珍珠蚌 *H. desowitzi* 和 *H. myersiana*,检测其相互间杂交后代是否产生杂交优势,将是一项很有意义的工作。

也有学者对三角帆蚌种内群体间杂交做了有益尝试,取得了进展。闻海波等对长江水系和淮河水系 2 个群体三角帆蚌杂交和自交幼虫形态比较结果表明:杂交组幼虫在数量性状上表现出一定的杂交优势,但是否能在 F_1 贝上表现仍需要进一步的试验^[29]。本实验室重点对我国 5 大湖的三角帆蚌进行了遗传背景分析,并筛选出太湖(T)、鄱阳湖(P)和洞庭湖(D)3 个优异群体,杂交育种试验研究显示:PD 与 TD、PP 杂交组合在壳宽和体重生长速度上表现出明显杂交优势^[30]。另外,通过不同三角帆蚌群体杂交构建选育基础群体,为后续的选择育种提供了重要的遗传材料,有足够的加性遗传方差用于选择育种。

3.3 性状遗传参数估计与新品种选育

性状遗传参数估计是开展选择育种的前提。在所有生长性状中,三角帆蚌壳厚性状的加性遗传方差最大,遗传力水平按照从高到低依次为壳厚(0.59) > 壳长(0.49) > 体重(0.47) > 壳高(0.27),三角帆蚌育珠性状也具有较高的加性遗传方差(0.18 ± 0.09)^[31]。三角帆蚌内壳色显著影响珍珠颜色,研究表明三角帆蚌内壳色 Lab 颜色参数遗传率均属中高水平^[32],可通过选择育种改良三角帆蚌内壳色。目前具有明显进展的选择育种工作是产彩色珍珠三角帆蚌新品种的培育工作,本实验室和有关生产单位一起在产深紫色珍珠三角帆蚌新品种培育方面已取得重要进展。目前已选育至 F_4 ,其繁育的 F_5 苗种紫色率达 95% 以上,说明 F_4 的贝壳珍珠质颜色已经可

以稳定遗传。其中,2 个家系最优,不仅内壳色紫色较深,且各生长性状均具有较强优势,可用于进一步选育与推广。李梦军等通过对亲本的人工选择,使得选育群体 F_1 比基础对照群体的壳宽(SL)提高了 25.0%、体重提高了 56.4%、单位产珠量提高了 45.5%^[33]。

南昌大学联合相关单位开展了池蝶蚌选择育种工作,人工选育的池蝶蚌后代具有生长更快、育珠能力更强的发育趋势。经过选育后, F_3 较 F_2 的生长速度更快,壳的厚度更大,更适合育珠。RAPD 结果显示,10 个随机引物可产生稳定的可重复的多态性扩增结果,共检测出 45 条扩增带,池蝶蚌四代间的遗传多样性相差不显著,遗传分化水平较低,表明池蝶蚌经人工选育后与生长相关的等位基因频率有较大提高,遗传性状趋于稳定^[34]。

3.4 性别控制育种技术

在传统养殖条件下,雄性 3 龄育珠蚌产珠量比雌性高出 12.4%;单蚌产珠粒重雄性比雌性高出 13.5%;雄性蚌所产珍珠粒径比雌性蚌所产珍珠粒径高出 4.4%。雄性 4 龄育珠蚌产珠量比雌性高出 17.5%;单蚌产珠粒重雄性比雌性单蚌产珠粒重高出 17.9%;所产珍珠粒径雄性比雌性高出 5.4%^[35]。在传统养殖条件下三角帆蚌雄性个体具有更好的育珠性能,而人工雌雄分养条件下能促进三角帆蚌雌性个体生长和产珠量的提高,说明性别控制育种技术可促进珍珠产量和质量提升。湖南文理学院等单位已成功获得三倍体三角帆蚌苗种,但三倍体率较低,仍需进一步改进培育技术。目前,培育全雄三角帆蚌苗种未见报道,采用性反转技术培育 YY 超雄三角帆蚌,然后繁育全雄三角帆蚌可能是一种行之有效的方法。

4 淡水珍珠种业发展趋势

2010 年全国水产技术推广工作会议上,提出了现代水产种业的内涵,即以现代设施装备为基础,以现代科学育种技术为支撑,采用现代的生产管理、经营管理和示范推广模式,育繁推一体化为主要特征的水产种苗生产产业。2011 年出台的《国务院关于加快推进现代农作物种业发展的意见》,为我国现代种业的发展指明了前进的方向。

4.1 淡水珍珠种业现代化

品种培育是种业现代化的核心,水产新品种培育体系主要包括水产遗传育种中心和水产原良种场。目前国内未建立淡水珍珠蚌遗传育种中心,除浙江省 1 家单位刚刚列入农业部 2013 年养殖业良种工程建设项目外,目前建成的淡水珍珠蚌国家级良种场也是空白。国家公益性行业(农业)科研专项“珍珠养殖技术与示范”项目涉及淡水珍珠和海水珍珠的养殖技术与示范,主要针对制约我国珍珠产业发展的主要瓶颈问题^[36]。对这些问题的解决,将会大幅度地提高珍珠养殖技术,提高水体利用率,保护水生态环境,提升我国的珍珠产业水平,涉及淡水珍珠的单位有南昌大学、上海海洋大学、浙江大学、中国水产科学研究院淡水渔业研究中心、广东海洋大学、湖南文理学院、抚州市洪门水库开发公司、广东绍河珍珠有限公司和浙江九色珍珠研究院等技术优势单位,建议在上述条件成熟的单位中优先建设淡水珍珠蚌遗传育种中心和国家级良种场,在扎实传统育种技术的基础上,积极引入现代生物育种技术,提高育种效率。

水产苗种繁育体系是现代种业的主体,迅速将育种体系的成果转化为现实的生产力,地方良种场和苗种繁育场是构成水产苗种繁育体系的主体。目前,仅部分淡水珍珠蚌生产大省浙江、江西、湖南和广东建有省级良种场,而且数量少,养殖区域覆盖率低,应加强建设。

推广体系是现代种业的神经,可将适应市场要求的品种信息和技术辐射到全国,并将效果进行反馈。推广体系可与其他水产品种协同建设。功能完善的种业辅助体系主要包括引种保种体系和质量检测体系。引种保种体系建设可与遗传育种中心和良种场的建设结合起来,科研院所主要针对淡水珍珠蚌的生物学特点建立可行的引种保种技术。目前我国淡水种质检测中心可以满足质量检测的需求,在此基础上改善和扩建即可。

4.2 淡水珍珠种业商业化

2011 年出台的《国务院关于加快推进现代农作物种业发展的意见》明确了任务。国家级和省部级的高等院校,要重点开展种质资源收集、保护,重点开展育种理论方法和技术、分子生物技术、品种检测技术、种子生产加工和检验检测技

术等基础性、前沿性和应用性研究,以及常规作物育种和无性繁殖材料选育等公益性研究。商业化育种逐步转向企业,以企业为主来开展商业化运作,是世界发达国家成功的经验,也是跨国种子集团的一些成功的模式。

淡水珍珠种业应明确种业科研的分工,国家级和省部级科研院所和高等院校要重点开展种业基础性、公益性研究,逐步建立以企业为主体的商业化育种新机制,明确种子企业是商业化育种的主体,是种业发展的主体。目前,我国大型淡水珍珠生产企业主要集中在浙江省诸暨市山下湖镇,这些企业具备“育繁推一体化”的能力,但由于珍珠产品加工的超额利润,使得这些企业不愿承担利润较低的苗种生产的任务。淡水珍珠蚌苗种生产仍主要集中在农户,尽管浙江省武义县淡水珍珠蚌苗种生产已初具规模,但目前仍未培育出苗种生产企业。加大扶持力度,加快培育大型淡水珍珠蚌苗种生产企业是种业商业化的重要基础。

4.3 淡水珍珠种业的多元化

种业多元化是产品多元化的基础,产品多元化又能促进种业的多元化。目前淡水珍珠产品单一,主要生产作为珠宝的淡水无核珍珠,在产品需求接近饱和的情况下,充分挖掘珍珠的价值,增加产品多元化,可扩大需求,创造新的产业增长点。产品多元化的途径主要包括:(1)生产珠宝级淡水有核珍珠;(2)开展劳动力密集型的“米珠”生产,增加手工艺品种类;(3)研究淡水珍珠食用、药用价值的有效成分,培育富含食用、药用成分的淡水珍珠蚌^[37]。

深度开发淡水无核珍珠的性状,也是淡水珍珠产品多元化的有效途径。品种的性状决定珍珠产品的特点,目前淡水珍珠蚌养殖品种单一,因此生产的淡水无核珍珠产品比较单调。评价珍珠质量标准的内容是较丰富的,包括颜色、大小、形状、光泽、光洁度、有核珍珠珠层厚度等6个方面^[38]。其中珍珠颜色又包括珍珠的体色、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、其他系列;珍珠的伴色有:白色、粉红色、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。可见以不同珍珠质量性状为育种目标,培育相应改良品种,必将丰富珍珠产品类型,促进

淡水珍珠种业多元化。

参考文献:

- [1] 陈蓝荪,李家乐. 中国珍珠产业市场结构分析与发展对策[J]. 中国水产,2010(12): 68-70.
- [2] 陈蓝荪,李家乐. 金融危机波及下的中国珍珠产业[J]. 中国水产,2009(8): 18-20.
- [3] 余祥勇,罗建仁,王梅芳,等. 建立珍珠贝良种保障体系以创新引领珍珠产业振兴[J]. 海洋渔业,2007(7): 22-25.
- [4] 陈蓝荪,李家乐. 我国现代珍珠养殖产业的发展对策(上)[J]. 科学养鱼,2007(1): 3-4.
- [5] 李家乐. 淡水养殖珍珠蚌种质资源利用与保护[J]. 科学养鱼,2007(6): 1-2.
- [6] 闻海波,顾若波,华丹,等. 三角帆蚌遗传育种研究进展[J]. 长江大学学报:自然科学版,2011,8(1): 233-236.
- [7] 徐毛喜,邱齐骏,孙小兵,等. 池蝶蚌(*Hyriopsis schlegelii*)与三角帆蚌(*H. cumingii*)育珠生产对比研究[J]. 江西水产科技,2006(4): 27-29.
- [8] 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.
- [9] 谢楠,李应森,郑汉丰,等. 三角帆蚌,池蝶蚌及杂交 F_1 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.
- [10] 雷霖霖. 水产种业未来之路[J]. 海洋与渔业:上半月,2013(1): 55-57.
- [11] 魏宝振,黄太寿,李巍,等. 中国现代水产种业的培养[J]. 海洋与渔业:上半月,2012(11): 65-67.
- [12] 熊大仁. 珍珠的研究[M]. 北京:农业出版社,1965.
- [13] 陈蓝荪,李家乐. 中国珍珠市场研究:我国珍珠交易中心市场发展现状分析[J]. 水产科技情报,2007,34(2): 76-78.
- [14] DAN H, RUOBO G. Freshwater pearl culture and production in China[J]. Aquaculture Asia,2002,7(1): 6-8.
- [15] LI J, LI Y. Aquaculture in China—freshwater pearl culture[J]. World aquaculture,2009,40(1): 60.
- [16] 陈友明,李家乐,白志毅. 三角帆蚌人工繁育工艺的改良及效果[J]. 渔业现代化,2007,34(5): 26-28.
- [17] 张根芳,王旦旦,方爱萍,等. 三角帆蚌怀卵期外侧瓣鳃结构初步研究[J]. 上海水产大学学报,2006,15(4): 419-423.
- [18] 王宏,白志毅,李家乐,等. 三角帆蚌胚胎在外鳃育儿囊内形态变化初步研究[J]. 上海水产大学学报,2007,16(3): 219-223.
- [19] 白志毅,李家乐,潘彬斌. 三角帆蚌钩介幼虫在5种寄主鱼体寄生效果的比较[J]. 淡水渔业,2008,38(1): 3-5.
- [20] 王宏,李家乐,汪桂玲,等. 三角帆蚌钩介幼虫寄宿阶段形态变化的初步研究[J]. 上海水产大学学报,2007,16(4): 394-398.

- [21] 白志毅, 李家乐, 杨光. 三角帆蚌钩介幼虫发育的生物学零度和有效积温初步研究[J]. 特产研究, 2008, 30(1): 12-14.
- [22] 闻海波, 邱丽华, 华丹, 等. 不同盐度对三角帆蚌钩介幼虫, 稚贝生理活动和存活的影响[J]. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 2010, 29(3): 233-236.
- [23] 汪桂玲, 袁一鸣, 李家乐. 中国五大湖三角帆蚌群体遗传多样性及亲缘关系的 SSR 分析[J]. 水产学报, 2007, 31(2): 152-158.
- [24] 李家乐, 白志毅, 钱荣华. 中国五大湖三角帆蚌群体与诸暨养殖群体生长性能的比较研究[J]. 水产科技情报, 2007, 33(6): 243-246.
- [25] 钱荣华, 李家乐, 董志国, 等. 中国五大湖三角帆蚌形态差异分析[J]. 海洋与湖沼, 2003, 34(4): 436-443.
- [26] 王建军, 李家乐, 汪桂玲, 等. 我国五大湖三角帆蚌群体 ITS-1 序列变异分析[J]. 湖泊科学, 2008, 20(2): 208-214.
- [27] 闻海波, 顾若波, 徐钢春, 等. 美国紫踵劈蚌与三角帆蚌和褶纹冠蚌的形态比较与判别分析[J]. 动物学杂志, 2007, 42(3): 84-89.
- [28] 张元培. 三角帆蚌 (*Hyriopsis Cumingii*) ♀ × 褶纹冠蚌 (*Cristaria Plicata*) ♂ 的 F₁ 代育珠性状[J]. 湖南水产科技, 2005, (4): 21-24.
- [29] 闻海波, 顾若波, 华丹, 等. 两水系三角帆蚌亲本及杂交自交组钩介幼虫形态性状比较[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(5): 612-614.
- [30] 董志国, 李家乐, 郑汉丰, 等. 三角帆蚌三个优异群体杂交后代生长性能比较研究[J]. 淡水渔业, 2007, 37(3): 17-21.
- [31] JIN W, BAI Z, FU L, et al. Genetic analysis of early growth traits of the triangle shell mussel, *Hyriopsis Cumingii*, as an insight for potential genetic improvement to pearl quality and yield[J]. Aquaculture International, 2012, 20(5): 927-933.
- [32] 王照旗, 韩学凯, 白志毅, 等. 三角帆蚌紫色选育系 I 龄阶段内壳色及生长性状的遗传参数估计[J]. 水产学报, 2014, 38(4): 36-43.
- [33] 李梦军, 杨品红. 三角帆蚌选择育种技术研究[J]. 内陆水产, 2006, 31(3): 38-40.
- [34] 郭红军, 罗洁, 洪一江, 等. 人工选育池蝶蚌的生长及不同世代遗传分析[J]. 水生生物学报, 2008, 32(2): 220-224.
- [35] ZHAO Y, BAI Z, FU L, et al. Comparison of growth and pearl production in males and females of the freshwater mussel, *Hyriopsis cumingii*, in China [J]. Aquaculture International, 2013, 21(6): 1301-1310.
- [36] 洪一江, 曹小秋, 王军花. 我国珍珠产业体系关键技术与可持续发展分析[J]. 中国水产, 2011(6): 16-18.
- [37] 李家乐, 陈蓝荪. 珍珠的价值概念和产品开发[J]. 水产科技情报, 2007, 34(5): 224-226.
- [38] 李家乐, 刘越. 影响养殖珍珠质量的主要因子[J]. 水产学报, 2012, 35(11): 1753-1760.

The status and development trend of freshwater pearl seed industry in China

BAI Zhi-yi^{1,2}, WANG Gui-ling^{1,2}, LIU Xiao-jun^{1,2}, LI Jia-le^{1,2,3}

(1. Key Laboratory of Freshwater Fisheries Genetic Resources, Shanghai Ocean University, Ministry of Agriculture, Shanghai 201306, China; 2. Shanghai Engineering Research Center of Aquaculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. E-Institute of Shanghai Universities, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: China is the largest freshwater pearl producer in the world. The development of pearl culture and seed industry may be divided into four stages. In this review, the major progress in different development stages of pearl culture and seed industry was characterized respectively. In the first development stage, the pearl culture industry expanded rapidly, and the freshwater pearl mussel resources were damaged seriously due to overfishing natural mussels for pearl culture. In the second development stage, the artificial breeding of freshwater pearl mussel was successful, and *Hyriopsis cumingii* and *Cristaria plicata* were selected as the best two species for pearl production. In this stage, the freshwater pearl yield in China got up to the first place in the world. In the third development stage, the pearl culture and seed industry were commercialized step by step due to the rapid development of private pearl enterprises. The freshwater pearl yield reached the highest level in this stage. Since 2008, the freshwater pearl industry has entered the period of transformation and upgrading from pursuit of high pearl yield to pursuit of high pearl quality. At present, offspring seed scale production has been promoted continuously, however, the seed produced by separate farmer still holds higher proportion. The degree of industrialization in seed production is low. For germplasm creation and application in freshwater pearl mussel, evaluation of germplasm, hybrid breeding and selection breeding are carried out gradually. However, a few modern breeding technologies are applied in pearl mussel breeding and the conversion rate of scientific and technological achievements is low. Finally, according to the requirement of constructing modern aquaculture seed industry, we looked to the future of the modern, commercial and diversified freshwater pearl seed industry in China, and gave some advices. The review is beneficial to developing freshwater pearl mussel seed industry and even pearl industry.

Key words: freshwater pearl; seed industry; germplasm resources; new seed cultivating; offspring seed production