蒋　湘,谢　妙,彭树锋,等. 盐度对日本囊对虾生长与存活率的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(16):152 – 155.
doi:10.15889/j.issn.1002 – 1302.2017.16.039

盐度对日本囊对虾生长与存活率的影响

蒋　湘[1], 谢　妙[1], 彭树锋[1], 曾凤仙[1], 郑静静[2], 刘建勇[2]
(1. 湛江国联水产开发股份有限公司,广东湛江 524022; 2. 广东海洋大学水产学院,广东湛江 524025)

摘要:在盐度 0.7% ~4.2% 范围内研究盐度对日本囊对虾生长、存活与饵料系数的影响,结果表明,日本囊对虾生长、存活率、增长率与饵料系数均有显著差异($P < 0.05$),盐度 2.7% 的生长最快,明显大于 0.7% 盐度组($P < 0.05$);存活率变化范围为(85.00 ± 2.82)% ~(98.50 ± 2.11)%,盐度 2.7% 存活率最高,高盐度或低盐度的存活率均低于中间盐度,但高盐度的存活要比低盐度高;生长性状的增长率变化范围(10.62 ± 8.01)% ~(45.71 ± 10.98)%,增长率最快为盐度 1.7% ~3.2%;饵料系数最低为盐度 2.2%。日本囊对虾最适生长盐度范围为 1.7% ~3.2%,该盐度范围内对虾生长速率快、存活率较高、饵料系数低;日本囊对虾的盐度适应范围广,在盐度 0.7% ~4.2% 的最低存活率达到(85.00 ± 2.82)%,但高盐度下的日本囊对虾存活率更高。

关键词:日本囊对虾;盐度;生长;存活率;饵料系数
中图分类号: S968.22　　**文献标志码**: A　　**文章编号**:1002 – 1302(2017)16 – 0152 – 03

日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)俗称花虾、车虾、竹节虾,主要分布在印度 – 西太平洋热带、非洲东海岸、马来西亚、日本、朝鲜、中国东南沿海等海域,是中国主要对虾养殖品种之一[1-2]。近年来,凡纳滨对虾养殖深受种质退化、病害侵袭,养殖产量连续下滑,日本囊对虾以其抗病力高、适应性广、经济效益高以及离水存活时间长等优点备受青睐[3]。盐度是水产养殖最关键的因素之一,甲壳动物均有一定的盐度适应性[4],最适盐度范围常因物种差异而不同[5-6]。已有研究表明,渗透压会引起养殖动物的生理反应,如增加耗氧量和氨氮排泄率[7-8],进而可能会影响养殖环境,对生产不利。盐度直接影响虾类的蜕壳和生长,如罗氏沼虾(*Marcrobrachium rosenbergi*)在低盐度下蜕壳周期较短,生长较快[9];凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)在较低盐度下生长较快,高盐度则会抑制其生长[5],在对虾的养殖中,人们常认为低盐度能促进对虾蜕壳和生长,因而在育苗和养殖中常常利用加淡水来降低盐度,以促进对虾蜕壳,从而获得较快的生长效率[10]。关于日本囊对虾盐度适应性有较多报道,潘鲁青等研究表明,盐度对日本囊对虾仔虾的生长、增质量率有显著影响($P < 0.05$)[11];臧维玲等研究表明,盐度对日本囊对虾幼虾生长、存活率有显著影响[12];李才文等研究指出,盐度升高或降低均可影响日本囊对虾的免疫力,对虾对外部的抗感染力降低,盐度变化是导致白斑综合征暴发的诱因之一[13]。本试验以日本囊对虾稚虾为研究对象,在不同盐度水平进行生长与存活的研究,旨在为日本囊对虾养殖生产和科研提供必要的基础资料。

收稿日期:2016 – 11 – 14
基金项目:广东省海洋与渔业局良种体系专项(编号:〔2014〕301 号);湛江市科技计划项目(编号:2015A03004)资助。
作者简介:蒋　湘(1985—),男,湖南祁东人,硕士研究生,水产养殖工程师,主要从事水产动物遗传育种。E – mail:18665753406@163.com。
通信作者:刘建勇,博士,教授,主要从事水产动物遗传育种。E – mail:liujy70@126.com。

1　材料与方法

1.1　试验地点与材料

2015 年 9 月 12 日,试验在湛江国联水产开发股份有限公司南三基地开展,选取体积 48 cm^3 的塑料水槽(65.5 cm × 29.5 cm × 25.0 cm)24 个,试验所需日本囊对虾平均体长(2.06 ± 0.21) cm、体质量(0.11 ± 0.04) g、腹节长(1.45 ± 0.14) cm。

1.2　试验设计

设计 8 个盐度梯度:分别为 0.7%、1.2%、1.7%、2.2%、2.7%、3.2%、3.7%、4.2%,每个盐度梯度设置 3 个重复,每个试验组放入日本囊对虾幼虾 30 尾。试验用水是在天然海水基础上分别用淡水降低盐度和添加氯化钠提高盐度的方法来达到试验所需盐度水平,试验用海水经沉淀、过滤、消毒后备用。试验过程中 pH 值为 8.1 ± 0.3,平均水温在(26 ± 2)℃,每个组放置 1 个气石,24 h 充氧,底部铺适量干净海沙供日本囊对虾潜沙。每天投喂 2 次,分别在 05:00 和 17:00 各投喂 1 次,投喂斑节对虾饲料 1#料,及时检查残饵情况并捞出残饵,每天根据前一天的吃料情况调节投料,并记录投每个组的投料量。

1.3　生长性状的测量

试验开始前随机抽取 30 尾对虾,通过游标卡尺测量其体长和腹节长;甩干水后使用电子天平测量个体体质量,取其平均值作为试验初始体长、腹节长及体质量,养殖 30 d 后,统计每个试验组的存活率、饵料系数并记录体长、体质量、腹节长。

相关指标的计算方法如下:

$$增长率 = (末值 - 初值)/初值 \times 100\%;$$

$$存活率 = 存活数/总数 \times 100\%;$$

$$饵料系数 = 摄食饵料总量/体质量增量。$$

1.4　数据分析

用 SPSS 21.0 软件处理数据,通过单因素方差分析来比

较不同组合间的生长差异,组间两两比较采用最小显著差法(least - significant difference,*LSD*),差异显著为 $P<0.05$,差异极显著为 $P<0.01$。

2　结果与分析

2.1　盐度对日本囊对虾生长与存活的影响

由表 1 可知,盐度 2.7% 时日本囊对虾生长最快,体长、腹节长与体质量分别为(2.79 ±0.44)cm、(1.87 ±0.26)cm、(0.22 ±0.11)g;盐度 0.7% 与盐度 4.2% 均表现生长较慢;盐度 2.7% 的存活率最高,为(98.5 ±2.11)%;盐度 0.7% 的存活率最低,为(85.00 ±2.82)%;方差分析结果表明,不同试验组间生长与存活性状差异显著($P<0.05$),盐度 2.7% 生长与存活率显著大于盐度 0.7%。

2.2　盐度对日本囊对虾生长增长率的影响

由图 1 可知,增长率体质量 > 体长 > 腹节长,盐度 1.7% ~3.2% 范围内的增长率表现最好,其中以 2.7% 表现最佳。方差分析结果表明:体质量、腹节长与体质量增长率在不同盐度间有极显著差异($P<0.01$);盐度 2.7% 显著大于盐度 0.7%、1.2%、4.2%;盐度 0.7% 与盐度 4.2% 无显著差异($P>0.05$)。

2.3　盐度对日本囊对虾饵料系数的影响

由图 2 可知,随着盐度的升高,饵料系数的变化范围(1.58 ±0.18) ~ (3.68 ±0.42),呈两端高中间底的趋势,盐度 0.7% 饵料系数为 3.68 ±0.42,盐度 2.2% 饵料系数 1.58 ±0.18。方差分析表明,不同盐度间的饵料系数有显著差异($P<0.05$),其中 0.7%、1.2%、3.7%、4.2% 盐度组饵料系数显著大于 1.7%、2.2%、2.7%、3.2% 盐度组($P<0.05$),因此盐度 1.7% ~3.2% 有较低的饵料系数。

表 1　盐度对日本囊对虾的生长性状及存活率的影响

盐度(%)	体长(cm)	腹节长(cm)	体质量(cm)	存活率(%)
0.7	2.44 ±0.30aA	1.64 ±0.18aA	0.16 ±0.06aA	85.00 ±2.82aA
1.2	2.60 ±0.29abAB	1.73 ±0.20abAB	0.18 ±0.07abAB	88.50 ±2.11abA
1.7	2.73 ±0.39bB	1.80 ±0.19bB	0.23 ±0.08bB	90.00 ±4.24abA
2.2	2.73 ±0.38bB	1.83 ±0.25bB	0.23 ±0.09bB	95.00 ±7.02abA
2.7	2.79 ±0.44bB	1.87 ±0.26bB	0.22 ±0.11bB	98.50 ±2.11bA
3.2	2.67 ±0.26bAB	1.78 ±0.17bB	0.21 ±0.06bAB	93.50 ±4.95abA
3.7	2.63 ±0.29bAB	1.74 ±0.19abAB	0.20 ±0.06bAB	88.00 ±7.07abA
4.2	2.53 ±0.28abAB	1.65 ±0.13aAB	0.20 ±0.06abAB	88.50 ±2.11abA

注:同一列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

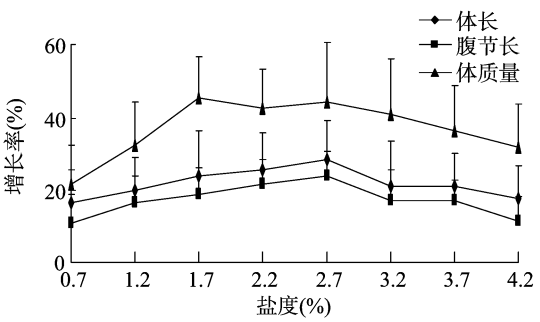


图1　盐度对日本囊对虾生长性状增长率的影响

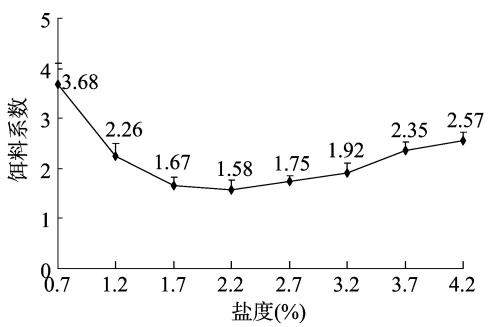


图2　盐度对日本囊对虾饵料系数影响

3　讨论

3.1　日本囊对虾的盐度适应性问题

试验结果表明,日本囊对虾在盐度 0.7% ~4.2% 范围内都能存活并生长,最低存活率达到(85.00 ±2.82)%,可见日本囊对虾为广盐性水产动物,最适宜盐度范围在 1.7% ~3.2%。潘鲁青等研究了盐度对日本囊对虾仔虾(*M. japonicus*)生长发育的影响,结果表明盐度对日本囊对虾仔虾存活率、增质量率影响显著($P<0.05$),随着向低盐度变化的增加,仔虾的存活率和增质量率明显下降,适宜盐度范围 1.5% ~3.5%[11]。臧维玲等就盐度对日本囊对虾(*M. japonicus*)幼虾生长与氧代谢水平的影响进行了研究,结果表明盐度对日本囊对虾幼虾的生长、存活率有显著影响[12]。本研究结果与之一致,日本囊对虾对盐度的耐受性是一系列复杂的生理代谢综合反应,不同盐度的海水化学组成上有差异,但渗透压不同,才是其影响日本囊对虾生理活动和生理功能(如生长性状、存活率、增长率与摄食量等)的主要方面[2]。试验中发现,日本囊对虾在过低或过高盐度的海水中出现活力降低、不潜沙、频繁游于水面、摄食减少等现象。有研究表明盐度通过改变渗透压对广盐性水产动物的生长产生影响,在等渗条件下,海洋动物因无需调节渗透压,只需维持体内外离子平衡,耗能最少,生长最快;低于等渗透盐度海洋动物行高渗调节,高于等渗透盐度则行低渗调节,偏离等渗盐度越远,海洋动物调节渗透压耗能越多,生长受影响越大[14]。推测日本囊对虾的等渗浓度应该在 1.7% ~3.2% 之间,或在 2.7% 附近,随着盐度向两极方向变化,日本囊对虾需要更多的代谢能量来适应这种极端环境,因此用于其他方面的代谢能量就会减少,但是调节能力也是有一定限度的。

关于水产动物盐度适宜范围的研究报道较多,臧维玲等研究表明,盐度对日本囊对虾幼虾生长与存活有显著影响,日本囊对虾幼虾的最适盐度范围为 1.0% ~2.7%,该盐度下的幼虾生长效果最佳,盐度为 2.0% 时,增长率和增质量率为最

大[12]。水柏年研究日本囊对虾(*M. japonicus*)虾苗对若干环境因子影响的结果表明,日本囊对虾虾苗的适应范围为 1.8% ~3.0%[15]。其他对虾养殖品种盐度适应性研究,如朱春华研究盐度对南美白对虾生长性能的影响,得到的南美白对虾的适宜生长盐度为 1.4% ~2.2%[16];陈政强等研究盐度对中国龙虾的生长与存活的影响,得到适宜盐度范围为 2.13% ~3.95%[14]。杨其彬等研究盐度对斑节对虾生长与存活的影响,结果表明养殖斑节对虾的适宜盐度 2.0% ~3.0%[17]。张瑞标等研究中国对虾盐度的适应性,研究表明中国对虾最佳养殖盐度为 2.3%,1.5% ~3.0% 更适宜中国对虾的生存[18]。本研究结果,盐度最适宜盐度范围为 1.7% ~3.2%,本研究与以上研究结果略有差异,日本囊对虾的盐度的适应结果范围应该受诸多因素影响,如生长阶段、体质量、地理分布等[19-21],从虾苗到幼虾的盐度适应范围变宽,稍往高盐度偏移。该群体为台湾海峡引入野生亲本,个人推测这种适应盐度的差异与个体遗传变异也有关系,因为研究发现日本囊对虾个体的生长性状增长率变异系数很高。家系内部分个体对盐度或其他极端环境有着很好的耐受性,该现象在很多研究者的结果中都有体现[22-25]。与其他对虾品种相比,日本囊对虾在稍高盐度下生长效果会更好。

3.2　盐度对日本囊对虾生长的影响

日本囊对虾的生长伴随着蜕壳与物质能量积累,直到下一次蜕壳来实现体质量的增长,每次蜕壳后,表皮钙化需要大量的钙质,而日本囊对虾没有钙贮存机制[16],蜕皮后早期对钙的需要突然增加,必须从海水吸收,低盐度的海水中钙离子少,因而生活在低盐度中的日本囊对虾缺少钙元素,钙化变慢,导致蜕壳的间隔延长,物质积累变慢,从而表现为生长缓慢[26]。在高盐度的海水中,虽然日本囊对虾获得钙离子较容易,但是由于在高渗的溶液中,日本囊对虾需要消耗更多的能量去调节,代谢加快,物质积累量不足,蜕壳周期的差异是由摄食率与渗透压调节耗能不同引起的[14],蜕壳周期延长。盐度通过改变日本囊对虾的蜕壳周期与渗透压等来影响其生长,不同盐度下日本囊对虾的蜕壳周期差异较大,低盐能刺激对虾蜕壳,高盐度影响日本囊对虾的渗透压调节。

3.3　盐度对日本囊对虾成活率的影响

研究发现日本囊对虾在中高盐度下的存活率稍高于低盐度,盐度 2.7% 与盐度 0.7% 的存活率差异显著,大部分试验组的存活率差异不明显,说明日本囊对虾对盐度适应范围广,这与 Chen 等和 Cawchorne 等研究的中国对虾、斑节对虾在低盐度时的存活率较低结果[27-28]一致。在长时间的低盐度下日本囊对虾的适应能力变差,盐度引起对虾死亡的主要原因是蜕壳不遂和互相残食。低盐度下蜕壳后甲壳硬化困难且甲壳较薄,容易被同类残食;当水温变化较大或在吸污、换水时,虾的活力变差,摄食量减少,最后死亡。高盐度下日本囊对虾需要调节体内渗透压,这是一种主动调节过程,对虾需要消耗大量体内储存的能量,以适应盐度的变化,因而代谢率升高,生长变慢,抗逆性变差,存活率降低[29];日本囊对虾有自相残杀的习性,随着蜕壳周期的延长,增加被敌害和同类捕杀的机会导致存活率降低。

参考文献:

[1]蔡心一,苏永全. 改进养殖环境,养好日本囊对虾[M]//苏永全. 虾类的健康养殖. 北京:海洋出版社,1998:50-55.

[2]王克行. 虾蟹类增养殖学[M]. 北京:中国农业出版社,1997:85-85.

[3]蔡晓鹏,游欣欣,曾凡荣,等. 中国沿海日本囊对虾 5 个地理群体间形态差异比较分析[J]. 中国水产科学,2010,17(3):478-486.

[4] Pequeux A. Osmotic regulation in crustaceans[J]. Journal of Crustacean Biology,1995,15(1):1-60.

[5]Brayw A,Lawrencea L,Leung T R. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with obser-vationson the interaction of IHHN virus and salinity[J]. Aquaculture,1994,122(2/3):133-146.

[6]Soyeli H,Kumlu M. The effects of salinity on postlarval growth and survival of *Penaeussen isulcatus*[J]. Turkish Jouranal of Zoology,2003,27:221-225.

[7] Chen J C,Ln J I. Osmolality and chloride concentration in the haemolymph of subadult *Penaeus chinensis* subjected to different salinity levels[J]. Aquaculture,1994,125(1/2):167-174.

[8]Lemos D,Phan V N,Alvarez G,et al. Growth oxygen consumption,ammonia-N excretion,biochemical composition and energy content of far fantepenaeus paulensis Pérez-Farfante(Crustacea,Decapoda,Penaeidae) early postlarvae in different salinities[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,2001,261(1/2):55-74.

[9]徐桂荣,朱正国,臧维玲,等. 盐度对罗氏沼虾幼虾生长的影响[J]. 上海水产大学学报,1997,6(2):124-127.

[10]黄加琪,林琼武. 影响日本对虾蜕壳因素的探讨[J]. 海洋科学,2003,27(2):30-31.

[11]潘鲁青,栾治华. 盐度对日本囊对虾仔虾生长发育和 Na^+-K^+-ATPase 活力的影响[J]. 水生生物学报,2005,6(2):425-430.

[12]臧维玲,戴习林,江　敏,等. 盐度对日本对虾幼虾生长与瞬时耗氧速率的影响[J]. 上海水产大学学报,2002,11(2):114-117.

[13]李才文,管越强,俞志明. 盐度变化对日本对虾暴发白斑综合症病毒病的影响[J]. 海洋环境科学,2002,21(4):6-9.

[14]陈政强,陈昌生,吴仲庆,等. 盐度对中国龙虾存活、生长的影响[J]. 集美大学学报(自然科学版),2000,5(1):31-36.

[15]水柏年. 日本对虾虾苗对若干环境因子的适应性研究[J]. 水产学报,2004,28(4):468-472.

[16]朱春华. 盐度对南美白对虾生长性能的影响[J]. 水产养殖,2002(3):25-27.

[17]杨其彬,叶　乐,温为庚. 盐度对斑节对虾蜕壳、存活、生长和饲料转化率的影响[J]. 南方水产,2008(1):16-21.

[18]张瑞标,罗　坤,王　浩,等. 盐度对中国对虾"黄海 2 号"幼虾生长与存活的影响[J]. 大连海洋大学学报,2013,28(4):347-349.

[19]沈丽琼,陈政强,陈昌生,等. 盐度对凡纳滨对虾生长与免疫功能的影响[J]. 集美大学学报(自然科学版),2007,12(2):108-113.

[20]王兴强,曹　梅,马　甡,等. 盐度对凡纳滨对虾存活、生长和能量收支的影响[J]. 海洋水产研究,2006,27(1):8-13.

[21]吴立峰,张吕平,胡超群,等. 2 个凡纳滨对虾全同胞家系在不同盐度下的生长比较[J]. 热带海洋学报,2011,30(1):152-158.

[22]蒋　湘,刘建勇,赖志服. 九孔鲍(*Haliotis diversicolor supertexta*)耐低盐与生长性状的遗传参数评估[J]. 海洋与湖沼,2014,45(3):542-547.

韩耀全,施　军,吴伟军,等. 广西内陆水域主要增殖放流鱼类生长生物学特征及变化[J]. 江苏农业科学,2017,45(16):155 – 160.
doi:10.15889/j.issn.1002 – 1302.2017.16.040

广西内陆水域主要增殖放流鱼类生长生物学特征及变化

韩耀全[1], 施　军[1], 吴伟军[1], 雷建军[1], 孔　彬[2]
(1. 广西水产科学研究院/广西水产遗传育种与健康养殖重点实验室,广西南宁 530021; 2. 广西来宾市渔政渔港监督管理站,广西来宾 546000)

摘要:生物的生长和生态学参数不仅能反映其生长及生存状况,也能在一定程度上反映其生活环境的质量及生活史情况。利用 2013—2014 年度开展渔业资源调查采集的鱼类生物学数据,分析广西主要增殖放流鱼类的生长生物学特性,为增殖放流、增殖效果评估及水域生态环境修复提供方法依据。通过体长和体质量关系数据估算鱼类生长参数和种群生态学参数。结果表明,主要增殖放流鱼类青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*)和鳙鱼(*Aristichthys nobilis*)的生长生物学特征参数分别为,青鱼 $a=2.766\ 0\times10^{-2}$、$b=2.965\ 9$、$L_\infty=117.97$ cm、$m_\infty=38\ 593.97$ g、$k=0.146\ 0$ 年$^{-1}$、$t_0=-1.339\ 4$ 年、$t_{rp}=6.11$ 年、$m_{rp}=11\ 594.5$ g,草鱼 $a=6.062\ 8\times10^{-2}$、$b=2.691\ 9$、$L_\infty=112.06$ cm、$m_\infty=19\ 933.8$ g、$k=0.198\ 5$ 年$^{-1}$、$t_0=-0.987\ 6$ 年、$t_{rp}=4.00$ 年、$m_{rp}=6\ 692.2$ g,鲢鱼 $a=1.631\ 3\times10^{-4}$、$b=2.652\ 3$、$L_\infty=99.25$ cm、$m_\infty=14\ 479.8$ g、$k=0.100$ 年$^{-1}$、$t_0=-1.104\ 0$ 年、$t_{rp}=8.65$ 年、$m_{rp}=4\ 939.8$ g,鳙鱼 $a=1.851\ 7\times10^{-4}$、$b=2.656\ 3$、$L_\infty=96.6$ cm、$m_\infty=15\ 724.1$ g、$k=0.160$ 年$^{-1}$、$t_0=-0.682\ 9$ 年、$t_{rp}=5.42$ 年、$m_{rp}=5\ 355.7$ g。与历史数据及其他水域相关研究数据相比,青鱼样本的渐近体长和渐近体质量值均小于历史数据,但相对体质量更大,有小型化、低龄化的趋向。草鱼的参数相差较小,生长速度参数略有上升。鲢鱼的生长速度及体质量相对较低,鳙鱼的体质量增长速度相对较低。增殖放流鱼类生长基本正常。青鱼和草鱼的最佳起捕体质量为 10、6 kg;鲢鱼和鳙鱼约为 5 kg。调查研究水域应开展生态环境优化修复工作,通过持续增殖放流、调整增殖放流鱼类数量措施,保持水域草鱼现存资源量,适当增加青鱼、鲢鱼和鳙鱼的资源量。

关键词:广西;内陆水域;增殖放流;鱼类;生物学特征
中图分类号: S917.4;S931.5　　**文献标志码**: A　　**文章编号**:1002 – 1302(2017)16 – 0155 – 06

在渔业生态环境及渔业资源衰退的情况下,加强鱼类增殖放流恢复渔业资源、提高渔业产量及质量是我国渔业发展的重要措施。科学开展水生生物增殖放流可以改善水域生物资源及结构,恢复水域生物多样性,维持水域生态系统平衡,促进渔业可持续发展,对维护生态安全及经济社会安全稳定具有重要意义。我国自上世纪 50 年代开始,开展的渔业资源增殖活动已经取得了明显的社会、经济和生态效益[1]。

随着增殖放流工作的深入,增殖放流效果评估需求越来越迫切,我国学者开展了不少相关探索研究,目前鱼类增殖放流效果评估普遍从生长发育、资源贡献以及经济、生态和社会效益展开。陈丕茂用渔业资源评估模型推导了增殖放流鱼类群体残存量、回捕量和回捕效益的理论方法[2];梁君等用理论公式估算资源量、用体长频率方法估算种群生态学参数进行评估[3];段金荣等通过指标体系筛选、权重赋值、综合加权计算开展评价[4];江兴龙等利用回捕鱼类评估增殖放流鱼类的生长、分布及资源量贡献[5];苏志烽等利用渔业资源评估模型估算的回捕率等参数进行评估[6];成为为等基于微卫星

收稿日期:2016 – 04 – 02
基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(编号:201303048);广西自然科学基金重大专项(编号:2013GXNSFEA053003);农业部渔业种质资源保护项目(编号:农渔办〔2013〕75 号)。
作者简介:韩耀全(1969—),男,广西南宁人,高级工程师、注册咨询师,主要从事水生生物自然资源及水生生态调查、保护与修复工作。Tel:(0771)5316254;E – mail:hyqao@sohu.com。

[23]王　正,高保全,刘　萍,等. 三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)耐低盐的遗传力估计[J]. 渔业科学进展,2015,36(3):74 – 78.
[24]刘宝锁,张天时,孔　杰,等. 大菱鲆生长和耐高温性状的遗传参数估计[J]. 水产学报,2011,35(11):1601 – 1606.
[25]杨章武,郑雅友,李正良,等. 凡纳滨对虾群体自交与杂交子代幼体对低温、低盐抗逆性与生长比较[J]. 水产学报,2012,36(2):284 – 289.
[26]Dall W, Smith D M. Ionic regulation of four species of penacid prawn[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1981,55:219 – 232.
[27]Chen J C, Lin J N, Chen C T, et al. Survival, growth and intermolt period of juvenile *Penaeus chinensis* (Osbeck) reared at different combinations of salinity and temperature[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1996, 204(1/2):169 – 178.
[28]Cawthorne D F, Beard T, Davepart J, et al. Response of juvenile *Penaeus monodon* fabricius to natural and artificial seawater of low salinity[J]. Aquaculture, 1983, 32(1/2):165 – 174.
[29]申玉春,陈作洲,刘　丽,等. 盐度和营养对凡纳滨对虾蜕壳和生长的影响[J]. 水产学报,2012,36(2):290 – 299.