

影响对虾性腺发育的因素

庞智予^{1,2}, 赵真慧^{1,2}, 赖晓芳^{1,2}, 张庆起³, 高焕^{1,2}

(1.海洋生命与水产学学院/江苏省海洋生物技术重点实验室, 江苏海洋大学, 江苏 连云港 222005;

2.江苏省农业种质资源保护与利用平台, 江苏 南京 210014; 3.连云港赣榆佳信水产开发有限公司, 江苏 赣榆 222100)

摘要:影响对虾性腺发育的因素有很多,最主要的是温度、盐度、光照和饵料这4个外源因素,该文对此进行了总结和分析,以期为促进对虾类苗种繁育技术的发展提供指导帮助。

关键词:对虾;性腺;生长发育;环境因素

中图分类号:S968 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-2091(2020)10-0016-04

中国是水产养殖产量超过捕捞量的水产养殖大国,已经连续多年水产养殖产量居世界首位^[1]。对虾作为一种富含营养,口味极佳的海产品,深受人们的青睐,如今成为餐桌上必不可少的美味^[2]。随着我国水产养殖业的高速发展,养殖规模的不断扩增,苗种的需求量也是日益增长。优质的苗种是对虾养殖业可持续发展的前提,也是增产增效的必要保证^[3]。尽管目前对虾的人工育苗技术已有所研究,但是稳定高效的人工苗种繁育技术尚未完全成熟^[4]。外界养殖环境会强烈影响对虾的生长发育,且野生苗种存在易携带病原和遗传不稳定的状况。因此,完善高效高质的人工育苗技术并解决对虾苗种问题已成为对虾养殖业的头号任务。

1 温度对对虾性腺发育的影响

Tettelbach 等^[5]研究发现,海洋动物的生长发育受多种环境因子的影响,特别是温度。对虾完成性腺发育需要一定的热总量,即有效温度的积累。水温在有效温度以上,性腺的发育程度在一定范围内随着温度的升高而逐渐成熟。早在1995年,李明云^[6]研究发现,在一定范围内,性腺发育期间日平均水温越高,中国对虾(*Penaeus orientalis*)的性腺发育速率越快,性腺发育历期越短。黄明哲^[7]通过日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)育种试验发现,水温在

25℃以下时,亲虾的性腺发育速度较慢,将水温升至25~28℃后性腺发育明显加快。

对虾是变温动物,其代谢速率在环境温度的作用下会发生变化。林继辉等^[8]研究表明,温度直接影响凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)的新陈代谢速率,在适温范围内,温度越高,对虾的新陈代谢速率越快,生长速度也越快。高于适温时,代谢强度超出正常范围,能量被一系列的应激反应所消耗,分配于生长的能量减少,不利于性腺的发育;低于适温时,对虾体内的消化酶活性降低,代谢强度低于正常范围,无法满足对虾自身生长的能量需求,性腺发育较慢。

对虾有着较为完善的生殖调控系统,受到神经肽、激素和神经递质等多种激素的调控,这些激素水平会随着温度的变化而作出调整,温度通过调控激素合成与分泌水平,参与调控对虾的蜕皮和性腺发育^[9]。同时,温度也影响对虾消化酶的活性,在一般的养殖水温下(<30℃),随着温度的降低,对虾体内的消化酶活性逐渐下降,影响到对虾对营养物质的消化和吸收,进而影响性腺的发育^[10]。

Pascual 等^[11]认为温度在24~27℃时,对虾精原细胞的恶化和黑化作用会逐渐降低,提升精子质量。但是急性高温33℃时,精子质量会明显下降,

资助项目:江苏省研究生科研与实践创新计划项目(SJ CX20-1273)

作者简介:庞智予(1996—),男,硕士研究生,研究方向为水产养殖技术。E-mail:1109668299@qq.com

通信作者:高焕,男,教授。E-mail:huanmr@163.com

生殖管退化的几率也会升高。这同样表明,适当的升高温度会对对虾的性腺发育和生殖产生积极作用,超过适宜温度范围则相反。对虾蜕皮的次数也会因温度升高而上升,导致同类互相残食,可以通过减少养殖密度、投放水草等遮蔽物来减少苗种损失,提高产量。

2 盐度对对虾性腺发育的影响

盐度能够对水产动物的生长与发育产生极大的影响,与其新陈代谢和能量转化有着密切的关系^[12]。甲壳动物通过改变自身代谢状况来克服外界盐度渗透压的影响,当水体的盐度发生变化时,改变了对虾体内和水体环境的盐度差,重新维持渗透平衡会消耗对虾一部分能量,导致其正常的生长发育受到一定的影响^[13]。蒋湘等^[14]研究了不同盐度对日本囊对虾生长的影响,结果表明,盐度为 27 时对虾生长最快,病死率最低,最适生长盐度范围为 22~32。

盐度对性腺的影响是一个渐进的过程,凡纳滨对虾在盐度不同的水环境中,对脂肪酸等营养物质的吸收程度有很大差异,这些营养物质对性腺的发育相当关键,直接影响对虾卵巢以及精荚的发育程度^[15]。杜学芳等^[16]对凡纳滨对虾的研究表明,在一定的盐度范围内(8~30),雌虾卵巢的成熟率随着盐度的降低而下降,盐度为 1 时,雌虾全部死亡,盐度的降低会导致雄虾精荚发育缓慢。国内有学者发现凡纳滨对虾在低盐度的养殖环境中,其性腺是可以基本发育成熟的,但盐度对雄虾的繁殖性能具有显著的影响^[17]。

如果说性腺发育是对虾苗种培育的关键,那么受精率和孵化率就是评价对虾苗种培育是否成功的关键指标。当养殖水体的盐度发生剧烈变化时,受精卵与环境之间的物质交换会受到影响,细胞的正常结构会发生一定程度的变化甚至损坏,导致孵化率下降。彭昌迪等^[18]研究发现,不同盐度对凡纳滨对虾受精卵孵化时间的长短以及受精率有显著影响,盐度 22 以下或 38 以上,受精卵无法正常发育。有学者指出,海水相对密度为 1.0135~1.0145 时(28 ℃时相对盐度约为 20.8~22.1),盐度对凡纳滨对虾亲虾的成熟和产卵影响不大,对受精及孵化率有很大影响,可能是因为受精卵对盐度的要求比性腺发育对盐度的要求更高^[19]。因此,在养殖过程中,不但要提供对虾性腺发育所要求的盐度条件,也要关注盐度对虾类交配、产卵以及受精卵孵化情况的影响。

3 光照对对虾性腺发育的影响

在水产养殖环境中,光是一种重要的环境影响因子,对水生动物的摄食、生长、繁殖等都具有直接或间接的影响^[20]。实践表明,在水产养殖过程中,根据水产动物的需求,提供合理的光照条件,对提高生产稳定性有相当重要的帮助。

Petersen 等^[21]提出了描述动物摄食量的峰值曲线和 S 曲线,属于前者的动物,视觉的影响在摄食中起到主导地位,因此,在适宜的光照范围内,动物的摄食活动最活跃;属于 S 型摄食曲线的动物,其摄食量会随着光照的减弱而增大,当光照强度下降到某个临界值时,摄食量达到最高且基本保持不变。关于不同的光照条件对虾类的摄食和生长的影响,国内外学者均有研究。Wang 等^[22]研究指出,暴露在白炽灯光线照射下的中国对虾生长速度相对较快,日光灯照射会使幼虾的生长速度明显下降,这可能是因为白炽灯的光线更接近于自然光,相较于其他光源,更有利于幼虾的生长发育。其他研究表明^[23],凡纳滨对虾在金卤灯(200 W)照明条件下的摄食率更高、生长更快;但是在日光灯的持续照射下,凡纳滨对虾的摄食率出现明显的下降,生长速度减缓。由此可见,适宜的光照会促进虾类的摄食和生长发育,从而有利于性腺的发育。在连续照明的情况下,凡纳滨对虾的摄食率和生长速度并没有提升,甚至低于黑暗处理组,可能是过度的光照会扰乱凡纳滨对虾的正常生理活动,导致一系列不利于其生长发育的影响。齐玉祥等^[24]的试验表明,对虾在弱光条件下的性腺指数大于黑暗对照组和强光组。林汝榕等^[25]研究发现,弱蓝光或弱绿光更有利于斑节对虾 *P.monodon* 性腺的发育,这可能是因为对虾在自然条件下生活在海洋中,正常情况下光线较弱,并且以蓝色和绿色为主。

一般情况下,虾类眼柄中的 X-器官能分泌性腺抑制激素(gonad-inhibiting hormone, GIH),抑制其性腺的发育,人为施加适宜的光照条件可干扰神经细胞的正常分泌活动,使 GIH 分泌量减少,缓解对性腺发育的抑制^[26]。切除眼柄和激光照射同样也是减轻 GIH 对性腺发育的抑制作用,但是对虾类的伤害也是巨大的,其正常的生理结构与功能遭到破坏,容易造成亲虾的死亡。

4 饵料对对虾性腺发育的影响

对虾性腺的发育离不开营养物质^[27]。在亲虾的

生长过程中,需要不断的合成、积累和转移营养,为性腺的发育提供物质和能量^[28]。饵料中的多不饱和脂肪酸(PUFA)对海洋甲壳类动物卵巢发育的成功至关重要,这些脂肪酸储存在肝胰腺中,在卵巢发育过程中与卵黄结合^[29]。对虾性腺的发育需要蛋白质、脂类、胆固醇、维生素等营养物质,营养的成分和含量不同,对性腺发育程度产生的影响也不同^[30]。因此,在亲虾繁育过程中,应投喂合适的饵料来促进其性腺的发育。

目前,一般投喂沙蚕、牡蛎、鱿鱼等传统的生物饵料来进行亲虾催熟培育。陈建华等^[31]在投喂脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)的试验中发现,投喂沙蚕和水丝蚓、沙蚕和牡蛎肉混合饵料试验组的亲虾相较于投喂其他单一饵料和配合饲料的试验组亲虾,其性腺指数明显更高。高度不饱和脂肪酸(HUFA)对亲虾的性腺发育和成熟有着关键性作用,但是虾类无法自主合成 HUFA 或者合成能力很低,必须通过摄食饵料来获取。沙蚕体内不饱和脂肪酸含量较高,再合理搭配一些其他成分,能够保证对虾性腺的正常发育,因此,投喂沙蚕混合饲料更具有优势。杜少波等^[32]对比了几种凡纳滨对虾常用的天然饵料,杜氏枪乌贼富含蛋白质和胆固醇,是补充蛋白质和胆固醇的优质饵料;双齿围沙蚕体内含有较多的二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA),能提供对虾充足的 HUFA,促进性腺发育,提升受精卵的质量。

亲虾的生长和性腺发育所需要的营养物质种类比较多,单靠投喂一种饵料是很难全面满足其营养需求的。因此,在实际养殖过程中,要根据对虾的营养需求来配制混合饲料。在不同的生长阶段,对虾对每种营养物质的依赖程度也有所区别,所以饵料营养成分的配比应适当做出调整。

5 展望

在高密度养殖条件下,水产动物对养殖环境会更加敏感,其生长发育会受到养殖条件的强烈影响。为提高对虾苗种的质量,研究影响其性腺发育的因素是非常有必要的。虾类性腺发育的研究涉及的面很广,一些作用机理还不能得到确切的解释,目前来看,温度、盐度和光照对虾类性腺发育的影响在分子水平的研究相对较少,大多是宏观的研究,无法从更深层次解释作用机理。饵料方面,不同生长时期的对虾对每种营养物质的需求有所

区别,可以根据这一点来调整饵料营养的成分及含量,避免不必要的浪费,达到事半功倍的效果。近些年对雄虾的研究很少,这对于提高育种效率是不利的,只有成熟的雄虾才能完成追尾和交配等活动。改良对虾遗传特性,培育出适应高密度养殖,抗逆性强,生长快速的对虾品种也将会是未来研究的重点。

参考文献:

- [1] 农业部渔业局. 中国渔业年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2019.
- [2] 陈文汉,宁凌. 中国对虾产业现状及相关研究综述[J]. 渔业经济研究,2008(2):21-27.
- [3] 宋盛宪. 对虾养殖现状、发展趋势与对策[J]. 水产科技,2006(2):1-7.
- [4] 梁俊平,李健,刘萍,等. 脊尾白虾生物学特性与人工繁育的研究进展[J]. 中国农学通报,2012,28(17):109-116.
- [5] Tettelbach S T, Rhodes E W. Combined effects of temperature and salinity on embryos and larvae of the northern bay scallop *Argopecten irradians irradians*[J]. Marine Biology, 1981, 63(3): 249-256.
- [6] 李明云. 温度对中国对虾越冬亲虾性腺发育与存活率的影响[J]. 生态学报,1995(4):378-384.
- [7] 黄明哲. 日本对虾人工选育种繁育试验[J]. 福建水产,2010(3):65-67.
- [8] 林继辉,李松青,林小涛,等. 凡纳滨对虾摄食与生长的实验研究[J]. 海洋科学,2004,28(8):43-46.
- [9] 李青,陈永祥. 温度对虾蟹生长发育影响的研究进展[J]. 江苏农业科学,2019,47(10):26-31.
- [10] 吴垠,孙建明,周遵春. 温度对中国对虾、日本对虾主要消化酶活性的影响[J]. 大连水产学院学报,1997(02):17-24.
- [11] Pascual C, Sánchez A, Sánchez A, et al. Haemolymph metabolic variables and immune response in *Litopenaeus setiferus* adult males: The effect of an extreme temperature[J]. Aquaculture, 2003, 218(1).
- [12] Pequeux A. Osmotic regulation in crustaceans[J]. Journal of Crustacean Biology, 1995, 15(1): 1-60.
- [13] Pan Lu Qing, Fang Bo, Jiang Ling Xu, et al. The Effect of Temperature on Selected Immune Parameters of the White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*[J]. Journal of the World Aquaculture Society, 2007, 38(2): 326-332.
- [14] 蒋湘,谢妙,刘永奎,等. 盐度对日本囊对虾生长性能影响[J]. 水产养殖,2017,38(7):43-48.
- [15] 梁萌青,王士稳,韩庆炜,等. 海水养殖和低盐养殖凡纳滨对虾脂肪酸分析比较[J]. 渔业科学进展,2009,30(1):87-91.
- [16] 杜学芳,孔杰,罗坤,等. 利用低盐度养殖的凡纳滨对虾培育亲虾初探[J]. 中国水产科学,2013,20(5):982-989.

- [17] 袁路,蔡生力. 温度、盐度对凡纳滨对虾精英再生和精子质量的影响[J]. 水产学报,2006,30(1):63-68.
- [18] 彭昌迪,郑建民,彭文国,等. 南美白对虾的胚胎发育以及温度与盐度对胚胎发育的影响[J]. 上海水产大学学报,2002,11(4):310-316.
- [19] 刘永. 凡纳滨对虾人工繁殖的初步研究[J]. 湛江海洋大学学报,2002,22(4):19-23.
- [20] 武模戈. 光照对水生动物影响[J]. 河南教育学院学报(自然科学版),2001(02):38-39.
- [21] Petersen J H, Gadomski D M. Light-mediated predation by northern squawfish on juvenile Chinook salmon[J]. J. Fish Biol, 1994(45): 227-242.
- [22] Wang F, Dong S L, Huang G Q, *et al.* The effect of light color on the growth of Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis* [J]. Aquaculture, 2003(228): 351-360.
- [23] 游奎,刘鹰,杨红生,等. 不同光源及光照时间对凡纳滨对虾生长的影响[J]. 海洋科学,2005(5):1-5.
- [24] 齐玉祥,高学兴,刘枫林. 光照对越冬亲虾成活和性腺发育的影响[J]. 河北渔业,1991(4):22-23.
- [25] 林汝榕,何进金,丘虎三. 诱导池养斑节对虾的性腺发育与产卵[J]. 水产学报,1990,14(4):277-285.
- [26] 罗文. 光照对红螯螯虾繁殖性能及其受精卵卵质的影响[J]. 水产学报,2004,28(6):675-681.
- [27] Wouters R, Lavens P, *et al.* Penaeid shrimp broodstock nutrition: An updated review on research and development [J]. Aquaculture, 2001, 202(1): 1-21.
- [28] Goodall J D, Wade N M, *et al.* The effects of adding microbial biomass to grow-out and maturation feeds on the reproductive performance of black tiger shrimp, *Penaeus monodon* [J]. Aquaculture, 2016(450): 206-212.
- [29] Wimuttisuk W, Tobwor P, Deenarn P, *et al.* Differential regulation of the lipoxigenase pathway in shrimp hepatopancreases and ovaries during ovarian development in the black tiger shrimp *Penaeus monodon* [J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2017, 487(2): 369-402.
- [30] 杜少波,胡超群,沈琪. 亲虾营养需求研究进展[J]. 热带海洋学报,2002,21(4):80-91.
- [31] 陈建华,张庆起,高焕,等. 不同饵料对脊尾白虾亲虾性腺发育的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(20):184-186.
- [32] 杜少波,胡超群,沈琪,等. 凡纳滨对虾亲虾常用天然饵料营养成分的比较研究[J]. 热带海洋学报,2005(1):50-59.

(收稿日期:2020-07-14)

Factors affecting gonadal development of prawn

Pang Zhiyu^{1,2}, Zhao Zhenhui^{1,2}, Lai Xiaofang^{1,2}, Zhang Qingqi³, Gao Huan^{1,2}

(1.College of Marine Life and Fisheries/Key Laboratory of Marine Biotechnology of Jiangsu Province, Jiangsu Ocean University, Lianyungang 222005, China; 2.Jiangsu Provincial Platform for Conservation and Utilization of Agricultural Germplasm, Nanjing 210014, China; 3.Lianyungang GanyuJiaxinAquatic Products Development Co., Ltd., Ganyu 222100, China)

Abstract: There are many factors that affect the gonadal development of prawn. The most important factors are temperature, salinity, light and food. This paper summarized and analyzed these factors in order to provide guidance and help for the development of shrimp fry breeding technology.

Key words: prawn; gonad; growth and development; environmental factors

