

影响日本囊对虾养殖的环境因素分析及其健康养殖技术

赵思哲¹, 柳森¹, 张庆起³, 阎斌伦^{1,2}

(1.江苏海洋大学、海洋科学与水产学院、江苏省海洋生物技术重点实验室,江苏 连云港;

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 连云港 222100)

摘要:水环境一直以来都是影响对虾养殖效益的重要因素之一。该文综述了水体环境中影响日本囊对虾养殖的主要影响因素对其存活、生长、免疫等的影响,并总结了日本囊对虾的关键健康养殖技术,以期为提高日本囊对虾的养殖成功率提供指导和帮助。

关键词:日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*);水环境;影响因子;养殖技术

中图分类号:S968 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-2091(2020)10-0020-05

日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)原名日本对虾,又称车虾、竹节虾、斑节虾等,隶属甲壳纲、十足目,游泳亚目,对虾科,囊对虾属。日本囊对虾是一种大型的甲壳类动物^[1],具有潜沙、底质选择、互相攻击等生活习性,其广泛分布于印度、西太平洋地区,我国南部沿海,如福建、浙江等地区也有分布。因其生长迅速,耐低温、耐干旱、耐干露能力强,对盐度的适应性好,且肉质鲜嫩、营养丰富,从而深受人们喜爱,拥有广阔的市场^[2]。

对虾养殖业在我国渔业产业中占有重要的地位,为我国渔业经济的发展做出了巨大的贡献。但随着其发展的迅速,生产的盲目扩大、养殖技术的落后、养殖废水的肆意排放以及药物的滥用等都威胁到了对虾养殖行业的可持续健康发展。优良的水环境是保障水产养殖业健康发展的先决条件,“养鱼先养水”这句话就是这个道理。水体是对虾赖以生存的环境,水体中的pH值、温度、盐度等环境因子对虾类生长、发育、繁殖都有着重要的调控作用^[3]。该文解析了水环境因子在日本囊对虾养殖中的重要作用,并结合这些因素阐述了日本囊对虾的健康养殖技术,以期对日本囊对虾绿色健康养殖提供指导和帮助。

1 水环境因子对日本囊对虾养殖的影响分析

1.1 pH值

pH值作为重要的水质指标之一,对水产养殖动物的生长、存活、免疫、代谢都有着十分重大的影响,在极端情况下甚至会导致养殖动物的死亡。梁彩凤等^[4]研究发现,日本囊对虾在低浓度pH胁迫中,在相同的pH下其死亡率和时间呈正相关;在相同的胁迫时间内,日本囊对虾的死亡率随pH的降低而升高。这是由于pH过低会损伤日本囊对虾的腮和肝胰腺组织,使虾获氧能力下降,消化和代谢能力损伤,虾体产生应激反应,免疫调节能力下降,最终死亡。赵先银等^[5]分别在pH为7.2和9.2的水环境下对日本囊对虾进行胁迫并测定其血清中非特异性免疫因子含量和肌肉中RNA/DNA比值,结果发现与对照组相比,日本囊对虾在两种pH值环境下血清中的免疫因子含量及RNA/DNA比值都有着明显的降低,且随着胁迫时间的延长,同种胁迫环境下的测定结果也有着不同程度的降低。pH值的变化也会影响日本囊对虾仔虾离子运转酶的活力。张林娟等^[6]研究发现,在pH值为8.1的环境中暂养的日本囊对虾仔虾无论是对于pH值的上升还是降低,ATPase、Na⁺-K⁺-ATPase活力都呈先上升后稳定的趋势;V-ATPase和HCO₃⁻-ATPase的活力先

资助项目:江苏省研究生科研与实践计划项目(SJ CX20-1227)

作者简介:赵思哲(1997—),男,硕士研究生,研究方向:水产养殖。E-mail: zszseb0817@163.com

通信作者:阎斌伦(1962—),男,教授,研究方向:海水经济生物苗种繁育

随着 pH 变化的幅度增加而增加,后回归稳定。

1.2 氨氮及亚硝酸盐氮

在水产经济动物集约化养殖过程中,粪便及残饵的累积会使水体中的氨氮及亚硝态氮的含量增加,对水产动物的健康造成影响,情况严重时会导致其患病甚至死亡,从而减少养殖产量,降低经济效益。在养殖过程中由于成本的原因,我们并不提倡大量换水。因此,如何高效快速地清除和转化水体中的无机氮成了现在养殖过程中急需攻克的一大难题。

氨氮含量过高可能会破坏日本囊对虾的免疫应答,诱导氧化应激,破坏细胞膜,造成细胞凋亡,最终导致死亡^[7]。王仁杰等^[8]研究发现,随着氨氮浓度的不断升高,日本囊对虾幼虾除无节幼体时期外每个时期的存活率都呈下降趋势,这说明随着氨氮浓度的升高,有害物质会在虾体内积累,严重影响其新陈代谢,导致死亡。与此同时,日本囊对虾在不同时期对氨氮的耐受能力也各不相同,姚庆祯等^[9]研究发现,日本囊对虾幼体从蚤状幼体发育到糠虾幼体再长成仔虾的过程中,其对氨氮的耐受性逐渐增强,同时氨氮也对日本囊对虾幼体的变态发育起到促进作用。

亚硝态氮对虾的毒性也不容忽视。陈亭君等^[10]研究发现,水体中的亚硝态氮会降低甲壳动物血淋巴对氧的亲水性,使机体的输氧能力下降,最终导致中毒或死亡。同时,亚硝态氮会降低对虾的免疫能力,破坏组织器官。对虾对亚硝态氮的耐受性会受到水体中其他环境因子的影响。胡贤德等^[11]、Gladys 等^[12]研究发现,在适宜的盐度范围内,盐度越高,对虾对亚硝态氮的耐受性也就越高。王娟等^[13]研究发现在溶氧含量正常的条件下,对虾对亚硝态氮的耐受性也更高,这些也为将来对研究提高日本囊对虾对亚硝态氮的耐受性上提供了理论依据。

1.3 温度

温度在水产养殖过程中起到至关重要的作用,它对水生动物的生长代谢都起到调控作用。江敏等^[14]研究发现,温度的变化对日本囊对虾幼虾的存活率有显著影响,且在适宜范围之内幼虾的生长速度会随着温度的升高而加快。同时,在适宜的温度条件下,日本囊对虾氨氮、亚硝态氮、磷的代谢速率会随着温度的上升而增加^[15],各种消化酶的活力也会随之增加^[16]。日本囊对虾的斗争性与温度也有极

大的关联性,在 25 ℃条件下,日本囊对虾会表现出很强的攻击性,在 15 ℃下,攻击性会显著下降^[17]。

1.4 盐度

日本囊对虾对盐度的适应范围较广,一般在 15~33 之间,但在高密度养殖时对盐度的适应性较差^[18]。低盐度能够促进日本囊对虾蜕壳,在中高盐度下成活率较高^[19],而盐度过高会对日本囊对虾的渗透压造成影响,且随着盐度的升高,饲料系数呈波浪式浮动^[20]。钟志华等^[21]研究发现,通过逐级淡化,日本囊对虾能在盐度为 2 的水域正常生活。盐度对日本囊对虾的代谢能力也有着重要的影响,当日本囊对虾处于低盐度时,耗氧量和排氨量增加^[22];当处于的最适盐度范围时可以提高能量的利用率;当盐度不断升高时,无机磷、亚硝酸盐氮的代谢率升高,硝酸氮、氨氮的代谢率降低^[23]。

1.5 金属离子

随着工业化进程的不断加快,工业废水乱排乱放的现象也日趋严重,这些污水进入河流或其他水体,给环境造成了不可挽回的破坏。重金属对甲壳动物的生长发育、蛋白合成以及机体免疫能力等都会造成极大的影响。金属离子与虾体内的酶及核酸等大分子物质结合,引起中毒现象^[24]。Hg²⁺对日本囊对虾仔虾的毒性最大,且 Hg²⁺和 Cu²⁺会延缓日本囊对虾胚胎的发育速度,随着浓度的增加,滞后发育现象也会更加明显^[25]。但同时,适宜的金属离子在适宜的浓度下也会对其生长发挥正向作用。高年成等^[26]研究发现,Zn²⁺在 20~40 μg/L 的浓度下有益于日本囊对虾幼虾的生长发育,可以提高碱性磷酸酶活性,同时,40 μg/L 的 Mn²⁺也对碱性磷酸酶活性的提高有促进作用^[27]。王伟伟等^[28]发现,Zn²⁺、Mn²⁺、Cu²⁺、Ca²⁺在低浓度下对日本囊对虾肌肉组织中的超氧化物歧化酶的表达具有促进作用。王伟宏等^[29]在日本囊对虾肝胰腺细胞培养液中添加了 Ca²⁺、Zn²⁺、Mg²⁺,结果发现 3 种离子在一定浓度下均对细胞生长有好处。

1.6 病原微生物

病原微生物对水生动物的危害十分巨大。目前,还没有有效的手段可以治疗患病的虾,只能以预防为主^[30]。白斑综合征(WSS)现在仍然是造成虾类大量死亡的主要病症,毒性最强。日本囊对虾在盐度胁迫下免疫能力会下降,会增加 WSSV 的感染率^[31]。升高水温可降低 WSSV 的感染率,显著降低病死率^[32]。

2 日本囊对虾人工养殖技术

2.1 养殖设施

水是对虾养殖的关键条件,一般养殖场要建立在进出水方便、水质优良、水资源丰裕、交通便利、供电设施齐全的地方。工厂化养殖还要配备增氧设施、增温设施、过滤设施、废水循环处理等设施^[33]。养殖池一般用砖堆砌,在顶上再用两层塑料膜覆盖以作为加固棚以便保温。一般养殖池的规模在20~40 m²,水深在1.0~1.2 m左右。日本囊对虾具有很强的潜沙性,一般要在池底铺置10~15 cm的细沙。铺沙前用海水冲洗过滤,保证干净无污染。进水口一般为2个,设置在同一方向,方便集污排污^[34]。

2.2 养殖池清理

养殖池在放苗前应提前10~15 d进行消毒。消毒时一般可大量使用生石灰,可以干池泼洒也可以带水清池。生石灰遇水后会产生氢氧化钙并放出大量的热量,可以迅速杀死池中的病菌和微生物。同时生石灰可以和水反应生成碳酸钙,能够提高水的碱度和硬度^[35]。同时Ca²⁺含量的增加对甲壳类动物生长、发育和蜕壳都有促进作用。

2.3 水体培养

放苗前的一周左右开始肥水,加入一定量的有机肥,投放藻类进行光合作用,同时藻类还可以作为虾苗的天然饵料^[36]。加入适量的有益菌也有助于虾类生长发育。

2.4 放苗

苗种应选择体长在0.8 cm左右,规格整齐、体型健壮、活力足的进行投放。日本囊对虾第一轮放苗时间要尽早,一般3、4月为最佳时机,第二轮一般在7月中下旬进行放苗。放苗密度一般在250~350尾/m²比较适宜^[37]。

2.5 饵料投喂

饵料投喂要坚持“四定”原则。日本囊对虾为底栖动物,喜欢摄食底栖生物,兼食底层漂浮生物和游泳动物,白天潜沙,很少出来摄食,到晚上活动较多,一般投喂时间为傍晚,分两次投喂较好^[38]。日本囊对虾对饵料蛋白质含量的要求较高,一般使用冰鲜卤虫、煮熟贻贝肉和日本囊对虾专用饲料配合投喂^[39]。

2.6 日常管理

在对虾养殖过程中日常管理也尤为重要。根据日本囊对虾的最适环境条件,应保持水温在25~30℃

之间,盐度一般在25~30之间,pH值在7.8~9之间,溶氧不低于2 mg/L。水质必须每天测量,并根据测定结果进行相应调整。养殖前期为了保证养殖水体稳定,一般不换水,养殖中后期控制日换水量在20~30 cm,根据水中的颜色、可见度以及藻类的生长情况可使用微生物制剂来改善水质^[40]。每天坚持巡池,白天观察池水环境,晚上记录虾活动及摄食情况,及时将残饵及粪便捞出,保证水体清洁卫生。

2.7 病害防治

遵循“以防为主,以治为辅”的原则。稳定水质,调控好pH、温度、溶解氧、透明度等,使用微生物制剂来改善水质,改善养殖环境,提高虾的抗病能力。在养殖过程中加强观察,尽早预防。定期使用高锰酸钾、生石灰、漂白粉等消毒剂泼洒消毒。在虾的配合饲料中添加多维和免疫多糖,增强虾的免疫能力,降低患病几率^[41-42]。

3 展望

综上所述,经过多年研究,国内外学者对不同的水环境因子对日本囊对虾生长、发育、代谢、繁殖的情况已有比较深入的了解,对日本囊对虾工厂化养殖技术也提出了较好的建议。我国目前工厂化养殖技术还并未完全成熟,需要大量的养殖科技和管理型人才。日本囊对虾已经成为我国养殖对虾类的热门品种,但养殖密度不高、病害防治研究不透彻等问题还尚未得到有效地解决。因此在养殖过程中提高养殖密度、提升抗逆性以及防治病害等问题也成为我们接下来需要继续攻克的难题。目前在日本囊对虾的高密度养殖方法及水环境因子与日本囊对虾疾病防治的关系上并没有太多研究,还需要进一步探索。

参考文献:

- [1] 徐涵,熊慧,吴亚林,等. 养殖密度、底质类型对日本囊对虾生长、存活的影响[J]. 湖北农业科学,2015,54(4):923-925.
- [2] 尹向辉,程宝平,刘维宾. 日本对虾养殖技术讲座(一)——日本对虾的生物学特征[J]. 农村养殖技术,2002(9):18.
- [3] 李恒慧. 水质对水产养殖的影响及其调控[J]. 农家科技(上旬刊),2019(2):116.
- [4] 梁彩凤,刘建勇. pH对日本囊对虾的急性毒性初步研究[J]. 渔业现代化,2019,46(1):41-45.
- [5] 赵先银,李健,李吉涛,等. pH胁迫对日本对虾非特异性免疫因子及RNA/DNA比值的影响[J]. 渔业科学进展,2011,32(1):60-66.

- [6] 张林娟, 潘鲁青, 柴治华. pH变化对日本囊对虾仔虾离子转运酶活力和存活、生长的影响[J]. 水产学报, 2008(5): 758-764.
- [7] Liang C F, Liu J Y, Cao F J, *et al.* Transcriptomic analyses of the acute ammonia stress response in the hepatopancreas of the kuruma shrimp (*Marsupenaeus japonicus*)[J]. Aquaculture, 2019(513): 73428.
- [8] 王仁杰, 姜令绪, 李建. 氨氮和硫化氢对日本对虾幼体生长和变态发育的影响[J]. 海洋科学, 2007(7): 51-54.
- [9] 姚庆祯, 臧维玲, 戴习林, 等. 亚硝酸盐和氨对凡纳对虾和日本对虾幼体的毒性作用[J]. 上海水产大学学报, 2002, 11(1): 21-26.
- [10] 陈亭君, 刘建勇, 申玉春, 等. 亚硝酸盐氮对日本囊对虾幼虾的急性毒性研究[J]. 渔业现代化, 2019, 46(3): 35-40.
- [11] 胡贤德, 孙成波, 王平, 等. 不同盐度条件下亚硝酸氮对斑节对虾的毒性影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2009, 40(1): 103-106.
- [12] Valencia-Castañeda G, Frías-Espericueta M G, Vanegas-Pérez R C, *et al.* Acute Toxicity of Ammonia, Nitrite and Nitrate to Shrimp *Litopenaeus setiferus* Postlarvae in Low-Salinity Water[J]. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 2018(101): 229-234.
- [13] 王娟, 曲克明, 刘海英, 等. 不同溶氧条件下亚硝酸盐和氨氮对中国对虾的急性毒性效应[J]. 海洋水产研究, 2007, 28(6): 1-6.
- [14] 江敏, 臧维玲. 温度对日本对虾幼虾生长与耗氧的影响[J]. 渔业现代化, 2002(3): 14-16.
- [15] 孙成波, 李婷, 李义军, 等. 多因子对日本囊对虾 *Marsupenaeus japonicus* 氮磷代谢的影响[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2012, 51(2): 91-96.
- [16] 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(2): 17-24.
- [17] 李玉全. 日本囊对虾的争胜行为及其与温度的关系[J]. 江苏农业科学, 2014(8): 231-232.
- [18] 徐友波, 张成飞, 王君霞, 等. 日本对虾池塘高效生态养殖技术[J]. 河北渔业, 2014(5): 45-46.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 钟志华, 叶盛权. 日本对虾池塘低盐度养殖试验研究[J]. 食品研究与开发, 2004, 25(5): 45-46.
- [22] Agung S, Carlos A S, Fumio T *et al.* Short-term responses of adult kuruma shrimp *Marsupenaeus japonicus* (Bate) to environmental salinity: osmotic regulation, oxygen consumption and ammonia excretion[J]. Aquaculture Research, 2004, 35(7): 669-677.
- [23] 孙成波, 李婷, 李义军, 等. 多因子对日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)氮磷代谢的影响[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2012, 51(2): 91-96.
- [24] 沈晔, 王兴强, 曹梅, 等. 脊尾白虾养殖技术研究[J]. 安徽农业通报, 2019, 25(15): 76-80.
- [25] 高淑英, 邹栋梁, 厉红梅. 汞、镉、锌和锰对日本对虾仔虾的急性毒性[J]. 海洋通报, 1999, 18(2): 93-96.
- [26] 高成年, 曲克明, 张渡溪, 等. 中国对虾(*Penaeus chinensis*)卵子孵化和无节幼体变态水环境中锌离子的最佳活度[J]. 中国水产科学, 1995, 2(3): 1-7.
- [27] 刘存岐, 王安利, 王维娜. 海水中 Zn^{2+} 和 Mn^{2+} 对日本对虾仔虾体内碱性磷酸酶活性的影响[J]. 水产科技情报, 2002(5): 195-197.
- [28] 王伟伟, 刘存岐, 李道季, 等. 3种虾超氧化物歧化酶部分理化性质比较[J]. 水产科学, 2009, 28(4): 200-204.
- [29] 王宏伟, 王安利, 王维娜, 等. Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 对培养日本对虾肝胰腺细胞的影响[J]. 东海海洋, 2003, 21(2): 37-42.
- [30] 马东海. 关于水产养殖病害防治问题探讨[J]. 河北渔业, 2012(7): 60-62.
- [31] Yu Z M, Li C W, Guan Y Q. Effect of salinity on the immune responses and outbreak of white spot syndrome in the shrimp *Marsupenaeus japonicus*[J]. Ophelia, 2003, 57(2): 99-106.
- [32] Guan Y Q, Yu Z M, Li C W. The effects of temperature on white spot syndrome infections in *Marsupenaeus japonicus* [J]. Journal of invertebrate pathology, 2003, 83(3): 257-260.
- [33] 李玉伟. 日本对虾工厂化养殖技术的研究[J]. 农家科技(下旬刊), 2019(8): 127-128.
- [34] 宋锋, 孔祥青, 司军昔, 等. 日本对虾工厂化养殖技术[J]. 中国水产, 2018(7): 94-95.
- [35] 郭健. 生石灰清塘的关键技术[J]. 黑龙江水产, 2014(2): 9-10.
- [36] 黄春梅, 肖鹤. 常见肥水困难原因及解决方案[J]. 科学养鱼, 2019(11): 90.
- [37] 日本对虾全人工育苗技术的研究[Z]. 江苏省赣榆县水产局, 江苏省赣榆县海珍品试验场.
- [38] 徐丽平. 北方地区日本对虾生态高效养殖技术[J]. 乡村科技, 2018(29): 107-108.
- [39] 许成团, 龙起著. 湛江地区日本对虾高位池高产养殖技术[J]. 当代水产, 2016(6): 79-81.
- [40] 李文敏, 李春岭, 王继芬, 等. 微生态制剂调控虾蟹混养池水质试验[J]. 河北渔业, 2008(11): 18-19.
- [41] 林红军. 提高日本对虾人工育苗产量的技术措施[J]. 水产养殖, 2009, 30(3): 33-34.
- [42] 唐绍林, 孙钦明, 徐忠. 日本对虾池塘养殖模式及改进建议[J]. 科学养鱼, 2014(2): 32-33.

(收稿日期: 2020-08-06)

(下转第 29 页)

Effects of nitrogen and phosphorus supplies on the growth and intracellular composition for *Chaetoceros gracilis*

Zhou Zepeng¹, Zhou Xiaojian^{1,2}, Song Yuqing¹, Liu Qing^{1,2}, Jin Cuili^{1,2}

(1.College of Environmental Science & Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China;

2.Marine Science & Technology Institute, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China)

Abstract: *Chaetoceros gracilis* is an important biological food microalgae with rich nutritional composition. In the experiment, the respective nitrogen and phosphorus supply levels in the standard f/2 medium were used as the reference to study the growth and intracellular composition of *C. gracilis* under different nitrogen and phosphorus supplies. The results showed that the low nitrogen supply of 1/2 folds of the reference nitrogen concentration and below reduced the biomass of *C. gracilis* seriously, while the high nitrogen supply of 2 and 3 folds of the reference nitrogen concentration was still not much different from the reference nitrogen supply. Phosphorus supply higher than the reference phosphorus concentration promotes the growth of *C. gracilis*, and 3/2 fold the reference phosphorus concentration was optimal one. Aiming on increasing the biomass production of *C. gracilis*, increasing the concentration of phosphorus was more effective than increasing the concentration of nitrogen. In terms of intracellular composition, a high nitrogen supply of 3/2–3 folds of reference nitrogen concentration was an effective means to increase cell protein content, while changes in phosphorus concentration had a lower impact on protein content. The increase in sugar content could be achieved by reducing the phosphorus supply to 1/8–1 folds of reference phosphorus concentration. Oligotrophic conditions that reduce the nitrogen supply to 1/8–1/4 folds or reduce the phosphorus supply to 1/8–1/4 folds of respective the reference concentration could effectively increase the cell lipid content, among which 1/8 folds of the reference phosphorus concentration had the highest increased lipid content. In summary, the growth and intracellular composition of *C. gracilis* was more significantly affected by phosphorus supply than nitrogen supply.

Key words: *Chaetoceros gracilis*; nitrogen and phosphorus supplies; growth; intracellular composition

~~~~~  
(上接第 23 页)

## Analysis of environmental factors affecting the culture of *Marsupenaeus japonicus* and its healthy culture technology

Zhao Sizhe<sup>1</sup>, Liu Sen<sup>1</sup>, Zhang Qingqi<sup>3</sup>, Yan Binlun<sup>1,2</sup>

(1.Jiangsu Ocean University a. College of Marine Life and Fisheries; b. Jiangsu Key Laboratory of Marine Biotechnology, Lianyungang 222100, China; 2.Jiangsu Agricultural Germplasm Resources Protection and Utilization Platform, Nanjing 210014, China; 3.Lianyungang Ganyu Jiaxin Aquatic products Development Co., Ltd., Lianyungang 222100, China)

**Abstract:** Water environment has always been one of the important factors that affect the benefits of shrimp culture. In this paper, the effects of the main influencing factors on the survival, growth and immunity of *Marsupenaeus japonicus* in water environment were summarized, and the key healthy culture techniques of *M. japonicus* were summarized in order to provide guidance and help for improving the success rate of culture of *M. japonicus*.

**Key words:** *Marsupenaeus japonicus*; Water environment; Influence factor; Culture technology