

杨世平,王成桂,李扬海,等.长毛明对虾幼虾对盐度和温度的适应性[J].江苏农业科学,2016,44(10):298-301.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.085

# 长毛明对虾幼虾对盐度和温度的适应性

杨世平,王成桂,李扬海,张美妹,陈兆明,孙成波

(广东海洋大学水产学院,广东湛江 524088)

**摘要:**通过温度、盐度的渐变以及突变试验研究长毛明对虾(*Fenneropenaeus penicillatus*)幼虾对盐度和温度的适应性。当盐度由 2.5% 突变至 2.0%、1.5% 时,长毛明对虾幼虾的 96 h 死亡率与对照组相比差异不显著( $P > 0.05$ ),其死亡率分别为 8.33%、18.33%;当盐度由 2.5% 渐变至 0.5%、3.7% 时,长毛明对虾幼虾仍可正常摄食。当温度由 29 ℃ 突变至 19 ℃ 时,长毛明对虾幼虾的 96 h 死亡率为 18.33%;当温度由 29 ℃ 渐变至 13 ℃ 时,长毛明对虾幼虾摄食开始减少,但其存活率仍为 90.00%。试验结果表明,长毛明对虾幼虾对盐度变化的适应性较强,对低温也有一定的耐受力。

**关键词:**长毛明对虾;盐度;温度;适应性

**中图分类号:** S968.22      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0298-03

长毛明对虾(*Fenneropenaeus penicillatus*)属节肢动物门十足目(Decapoda)对虾科(Penaeidae)明对虾属(*Fenneropenaeus*)<sup>[1]</sup>,主要分布于印度洋、巴基斯坦至印度尼西亚沿海一带,在我国福建省、台湾地区、粤东沿海最为常见。早在 20 世纪 80 年代初,长毛明对虾的人工育苗技术已经成功,使其成为我国南方地区的主要养殖品种之一。1986 年,仅台湾地区长毛明对虾的养殖产量就达到 8 000 t<sup>[2-3]</sup>。学者们先后对长毛明对虾的亲虾培育、饵料、幼体发育等进行了研究<sup>[4-7]</sup>。然而,随着生长速度较快的凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)的引进,长毛明对虾的养殖未能实现持续发展。近年来,对虾养殖过程中疾病频发,养殖成本不断攀升,养殖效益大幅下降,学者们开始研究和推广南方本土品种长毛明对虾和墨吉明对虾(*F. merguensis*)来优化对虾养殖结构。

盐度及温度对水产动物的生长和存活极为重要,能影响对虾的生长代谢、免疫力、能量转化、存活等<sup>[8-13]</sup>。很多对虾类物种对盐度变化均具有一定耐受力,表明盐度耐受范围较广<sup>[14]</sup>,但对虾对盐度的适应范围会因种类的不同而表现出很大差异。关于温度、盐度对长毛明对虾受精卵孵化及无节幼体发育的影响已有研究<sup>[15]</sup>,但未见长毛明对虾幼虾对盐度和温度适应性的报道。开展长毛明对虾幼虾对盐度和温度的适应性研究,可为其增殖放流提供依据,并对生产实践具有重要的指导意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

购买广东省湛江市海区采捕的自然成熟的长毛明对虾亲

虾,挑选个体大、性腺饱满的雌虾进行产卵、孵化、培育,以得到的健康幼虾作为试验材料。幼虾的体长为 $(2.26 \pm 0.02)$  cm,体质量为 $(0.138 \pm 0.085)$  g。养殖用水为盐度 2.5% 的自然海水,经沉淀、沙滤后使用。采用精度为 0.001 g 的电子天平测量其体质量,采用精度为 0.1 mm 的游标卡尺测量其体长。

### 1.2 方法

由于幼虾前期均在自然水温 29 ℃、自然盐度 2.5% 的环境下进行培育,为尽可能降低环境因素的影响,试验的起始温度和盐度分别设定为 29 ℃、2.5%。试验中,采用空调将实验室内的温度控制在 29 ℃。采用充气泵在恒温空调房内对试验用海水不间断地充气,确保充足的溶氧以及恒定的温度。

**1.2.1 盐度突变试验** 根据试验需要共设计 10 个盐度梯度,分别为 0.0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%,每个盐度梯度设 3 个平行,试验在装有 2 L 海水的试验桶中进行。将盐度为 2.5% (原海水盐度) 的试验组作为对照组。高盐度组(3.0%、3.5%、4.0%、4.5%)的海水盐度采用海水精进行调节,低盐度组(0.0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%)的海水盐度采用经曝气处理的自来水进行调节。试验时,将幼虾从暂养桶捞出后直接放入不同盐度的海水中进行试验,每个试验桶放入幼虾 30 尾。定期观察各试验桶中幼虾的摄食情况和活动情况,并及时捞出死亡个体,记录存活尾数。日投饵量为体质量的 30% 左右,分 3 次投喂。试验期间(96 h)每天换水 1 次,并保持微充气。

**1.2.2 盐度渐变试验** 在低盐度渐变试验中,试验期间每天调整盐度 1 次。盐度的初始降低幅度为 0.5 百分点,直至盐度为 1.5% 后,每次盐度降低幅度调整为 0.2 百分点,直至盐度为 0.1%,24 h 后再将盐度直接调整为 0.0%。试验设 6 个平行。

在高盐度渐变试验中,试验期间每天调整盐度 1 次。盐度的初始增加幅度为 0.5 百分点,直至盐度为 1.5% 后,每次盐度增加幅度调整为 0.2 百分点,直至累计死亡率超过 80%。试验设 6 个平行。试验用水及其配制方法、试验容器、

收稿日期:2015-10-16

基金项目:广东省扬帆计划高层次人才项目(编号:201334018);广东海洋大学创新强校工程科研项目(编号:GD0U2013050306)。

作者简介:杨世平(1977—),男,重庆人,博士,副教授,主要从事虾蟹类健康养殖及水产微生物学研究。E-mail:ysp20010@sina.com。

通信作者:孙成波,博士,教授,主要从事对虾健康养殖与病害防治研究。E-mail:sch248@126.com。

试验条件、观察记录等均与盐度突变试验相同。

1.2.3 温度突变试验 试验于装有 2 L 海水的试验桶中进行。根据试验需要,分别设计 14、19、24、29、34、39 ℃ 共 6 个温度梯度,每个温度梯度设 3 个平行,将 29 ℃ 试验组作为对照组。采用白色泡沫箱内装淡水水浴的方式控制温度,高温组(34、39 ℃)采用缸内电子恒温器进行加热,低温组(9、14、19、24 ℃)采用冰袋降温,所有试验桶均放置温度计,以监测控温的准确性。试验过程中的试验容器、试验条件、日常管理、观察记录等均与盐度突变试验一致。

1.2.4 温度渐变试验 在低温渐变试验中,试验期间每天调整温度 1 次。温度的初始降低幅度为 5 ℃,直至温度为 19 ℃ 后,每次温度降低幅度调整为 2 ℃,直至累计死亡率超过 80%。试验设 6 个平行。

在高温渐变试验中,试验期间每天调整温度 1 次。试验开始时,直接将幼虾从 29 ℃ 的自然海水转入 34 ℃ 的海水中,此后每天调整温度 1 次,每次温度增加幅度为 2 ℃,直至累计死亡率超过 80%。试验设 6 个平行。试验过程中的试验容器、试验条件、日常管理、观察记录等均与盐度突变试验一致。

1.3 数据处理

采用 SPSS 19.0 软件对数据进行多重比较和单因素方差分析(ANOVA),并对结果进行差异显著性检验( $P < 0.05$ )。所有数据均以平均值  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示。

2 结果与分析

2.1 盐度突变试验结果

将长毛明对虾幼虾从盐度为 2.5% 的海水中直接转入其他盐度的海水。当长毛明对虾幼虾养殖水体的盐度突变至 0.0%、4.5% 时,幼虾出现急游、偶尔跳出水面、身体发白等现象,并于 1 h 后全部死亡。当盐度突变至 4.0% 时,幼虾停止摄食、身体发白,并出现大量死亡。当盐度突变至 0.5% 时,幼虾摄食量减少、空胃。当盐度突变至 1.5% ~ 2.5% 时,幼虾能够正常摄食,96 h 存活率达到 80% 以上。方差分析显示,不同盐度组幼虾的 96 h 死亡率存在显著差异( $P < 0.05$ ),但盐度为 1.5%、2.0%、2.5% 各组之间的差异不显著( $P > 0.05$ ),表明长毛明对虾幼虾对盐度突变的适应能力较强(表 1)。

表 1 盐度突变对长毛明对虾幼虾死亡率的影响

盐度 (%)	摄食情况	死亡率(%)			
		24 h	48 h	72 h	96 h
0.0	摄食停止	100.00	100.00	100.00	100.00e
0.5	摄食减少	20.00	33.33	36.67	41.67bc
1.0	正常	11.67	25.00	30.00	36.67b
1.5	正常	1.67	1.67	8.33	18.33a
2.0	正常	3.33	3.33	6.67	8.33a
2.5	正常	5.00	10.00	13.33	15.00a
3.0	正常	15.00	21.67	26.67	35.00b
3.5	正常	15.00	28.33	36.67	53.33c
4.0	摄食减少	45.00	53.33	58.33	70.00d
4.5	摄食停止	100.00	100.00	100.00	100.00e

注:同列数字后不同小写字母表示组间差异显著( $P < 0.05$ )。下表同。

2.2 盐度渐变试验结果

对养殖水体的盐度进行调整,从自然盐度 2.5% 开始,每 24 h 下降 0.2 ~ 0.5 百分点,直至盐度为 0.0%。当盐度渐变至 0.5% 时,长毛明对虾幼虾的累计死亡率为 55%,摄食正常。当盐度突变至 0.5% 时,96 h 累计死亡率为 41.67%,低于渐变盐度,但摄食明显减少。当盐度渐变至 0.1% 时,仍有 41.25% 的长毛明对虾幼虾存活,但摄食停止。当盐度渐变至 0.0% 时,24 h 后长毛明对虾幼虾全部死亡。方差分析显示,盐度对幼虾的累计死亡率存在显著影响( $P < 0.05$ )(表 2)。

表 2 低盐度渐变对长毛明对虾幼虾死亡率的影响

盐度 (%)	摄食情况	渐变死亡率 (%)	累计死亡率 (%)
2.0	正常	10.00	10.00a
1.5	正常	10.00	21.25b
1.3	正常	9.00	32.00b
1.1	正常	10.00	40.00c
0.9	正常	5.00	45.00cd
0.7	正常	6.25	51.25cde
0.5	正常	3.75	55.00de
0.3	摄食减少	0.00	55.00de
0.1	摄食停止	3.75	58.75e
0.0	摄食停止	41.25	100.00f

对养殖水体的盐度进行调整,从自然盐度 2.5% 开始,每 24 h 增加 0.2 ~ 0.5 百分点,直至累计死亡率超过 80%。当盐度渐变至 3.7% 时,长毛明对虾幼虾的累计死亡率为 34.17%,但摄食仍然正常。当盐度渐变至 3.9% 时,幼虾摄食开始明显减少,累计死亡率为 45.83%。幼虾的累计死亡率随着盐度的增加逐渐升高。当盐度渐变至 4.7% 时,幼虾停止摄食。方差分析显示,盐度对幼虾的累计死亡率存在显著影响( $P < 0.05$ )(表 3)。

表 3 高盐度渐变对长毛明对虾幼虾死亡率的影响

盐度 (%)	摄食情况	渐变死亡率 (%)	累计死亡率 (%)
3.0	正常	18.33	18.33a
3.5	正常	8.33	26.67b
3.7	正常	7.50	34.17b
3.9	摄食减少	11.67	45.83c
4.1	摄食减少	6.67	52.50cd
4.3	摄食减少	5.00	57.50de
4.5	摄食减少	5.00	62.50ef
4.7	摄食停止	7.50	70.00fg
4.9	摄食停止	2.50	72.50gh
5.1	摄食停止	7.50	80.00h

2.3 温度突变试验结果

将长毛明对虾幼虾从温度为 29 ℃ 的海水中直接转入其他温度的海水。当温度突变至 14 ℃ 时,幼虾活动能力骤减,停止摄食和游泳,沉底并大量死亡,于 10 min 后全部死亡。当温度突变至 19 ℃ 时,幼虾的摄食量明显减少,但其 96 h 累计死亡率仅为 18.33%。当温度突变至 39 ℃ 时,幼虾停止摄食,1 d 后死亡率为 100%。方差分析显示,温度对幼虾的 96 h 死亡率存在显著影响( $P < 0.05$ ),但 24 ℃ 与 29 ℃ 之间差异不显著( $P > 0.05$ )(表 4)。

表 4 温度突变对长毛明对虾幼虾死亡率的影响

温度 (℃)	摄食情况	死亡率(%)			
		24 h	48 h	72 h	96 h
14	摄食停止	100.00	100.00	100.00	100.00d
19	摄食减少	5.00	8.33	10.00	18.33b
24	正常	1.67	3.33	5.00	5.00a
29	正常	1.67	5.00	5.00	5.00a
34	正常	21.67	26.67	33.33	40.00c
39	摄食停止	100.00	100.00	100.00	100.00d

2.4 温度渐变试验结果

对养殖水体的温度进行调整,从自然温度 29℃开始,每 24 h 降低 2~5℃,直至试验组累计死亡率超过 80%。当温度渐变至 15℃时,幼虾摄食正常,累计死亡率为 6.67%。当温度渐变至 13℃时,幼虾摄食减少、活动减弱,但累计死亡率仅为 10.00%。当温度渐变至 11℃时,幼虾摄食停止。当温度渐变至 9℃时,幼虾身体发白,停止游动并沉底,于 24 h 内全部死亡。方差分析显示,24、19、17℃各温度组间累计死亡率差异不显著( $P>0.05$ )(表 5)。

表 5 低温渐变对长毛明对虾幼虾死亡率的影响

温度 (℃)	摄食情况	渐变死亡率 (%)	累计死亡率 (%)
24	正常	0.83	0.83a
19	正常	2.50	3.33 ab
17	正常	1.67	5.00ab
15	正常	1.67	6.67bc
13	摄食减少	3.33	10.00c
11	摄食停止	37.50	47.50d
9	摄食停止	52.50	100.00e

对养殖水体的温度进行调整,从自然温度 29℃开始,每 24 h 增加 2~5℃,直至试验组累计死亡率超过 80%。当温度渐变至 38℃时,幼虾摄食减少,累计死亡率为 60.83%。当温度渐变至 40℃时,幼虾停止游动并沉底,于 24 h 内全部死亡。方差分析显示,34~40℃各温度组间累计死亡率差异显著( $P<0.05$ )(表 6)。

表 6 高温渐变对长毛明对虾幼虾死亡率的影响

温度 (℃)	摄食情况	渐变死亡率 (%)	累计死亡率 (%)
34	正常	21.67	21.67a
36	正常	10.00	31.67b
38	摄食减少	29.16	60.83c
40	停止摄食	39.17	100.00d

3 结论与讨论

温度和盐度是水产动物养殖生产过程中极为重要的 2 个因素。目前,我国水产动物人工养殖以露天池塘为主,温度和盐度易受天气变化等因素的影响,大大增加了水产养殖的管理难度。一般认为,虾蟹类可通过改变自身代谢状况来克服盐度渗透压的影响,从而适应不同的盐度环境。Chen 等研究发现,在适宜的盐度范围内,盐度升高时中国明对虾(*F. chinensis*)的血淋巴渗透压增加,组织水分也会发生相应的变化;当盐度超出其适应范围时,对虾需要通过消耗更多能量来

调节体内的渗透压,以适应盐度的变化<sup>[15]</sup>。盐度突变还会引起对虾呼吸的变化,使呼吸与排泄的氧氮原子比(O/N)升高<sup>[16]</sup>。盐度突变对罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)、中国明对虾、墨吉明对虾、凡纳滨对虾的存活率均有不同程度的影响,盐度突变幅度越大,对对虾存活率的影响就越大<sup>[17-21]</sup>。本研究发现,将长毛明对虾幼虾从盐度为 2.5%的水体直接移至盐度为 0.5%的海水中时,幼虾摄食量明显减少,而进行盐度渐变处理时其摄食基本保持正常。可见,通过盐度的渐变方式,长毛明对虾幼虾可逐渐调整其渗透压的调节强度和方式,更能适应盐度的变化。无论是盐度突变还是盐度渐变,当盐度为 1.0%或 3.5%时,长毛明对虾幼虾的存活率均低于 80%,而墨吉明对虾幼虾的存活率均高于 80%<sup>[19]</sup>,表明墨吉明对虾对盐度的适应范围比长毛明对虾更广。

对虾属于变温动物,其机体的生理调节机制和代谢水平直接受到环境温度的影响。对虾的摄食、生长、发育、抗氧化酶活力、免疫指标等也会受到温度的影响<sup>[16,22-24]</sup>。将长毛明对虾幼虾从温度为 29℃的海水中直接移至温度为 14℃的海水中时,幼虾活动能力下降,停止摄食,无法游动并沉底,大量死亡,10 min 后存活率为 0%。当温度渐变至 13℃时,其累计死亡率仅为 10%。可见,降低温度的变化幅度可提高幼虾对低温的适应性。本研究结果与贾旭颖等对凡纳滨对虾对温度的适应性研究结论类似<sup>[25]</sup>。对虾养殖过程中,在条件允许的情况下必须严格控制水温变化,避免由水温变化造成应激后带来的一系列疾病甚至死亡。当养殖水温渐变至 15℃时,长毛明对虾幼虾能正常摄食,累计死亡率仅为 6.67%;而墨吉明对虾幼虾却表现出摄食减少,且累计死亡率为 25.83%<sup>[19]</sup>,表明长毛明对虾比墨吉明对虾更耐低温。长毛明对虾、墨吉明对虾的自然分布调查发现,长毛明对虾分布于我国福建省、台湾地区、广东东部沿海,而墨吉明对虾仅分布于我国南海地区<sup>[1]</sup>。

参考文献:

[1]梁华芳. 虾蟹类生物学[M]. 北京:中国农业出版社,2012: 40-41.

[2]毛忠际,陈炳能,陈世杰. 对虾(*Penaeus*)人工苗种培育技术的研究 I. 水泥池培育长毛对虾(*Penaeus penicillatus* Alcock)苗种的工艺流程[J]. 福建水产,1980(2):24-30.

[3]吴仲庆. 人工培育长毛对虾亲虾的实验研究[J]. 海洋科学, 1988(5):49-53.

[4]颜允明. 长毛对虾幼体发育与水温 and 化学因子的关系[J]. 水产科技情报,1997(1):37-40.

[5]Liao I C,Chao N H. 短沟对虾、巴西对虾及长毛对虾三种新选对虾的试养[J]. 水产科技情报,1989,16(6):189-192.

[6]张桂玲,黎中宝,王展林,等. 长毛明对虾的研究现状与展望[J]. 现代渔业信息,2010,25(2):7-10.

[7]王春忠,林国荣,严涛,等. 长毛对虾海水养殖环境以及虾肠道微生物群落结构研究[J]. 水产学报,2014,38(5):706-712.

[8]Zhang P D,Zhang X M,Li J,et al. The effects of temperature and salinity on the swimming ability of whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei* [J]. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A: Molecular & Integrative Physiology,2007,147(1):64-69.

[9]杨章武,卢小宁,郑雅友,等. 温度对凡纳滨对虾幼体生长、变态

张金龙,贾胜军,熊喜龙,等. 鸡皮肤组织学观察[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):301-302.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.086

# 鸡皮肤组织学观察

张金龙,贾胜军,熊喜龙,包慧君,张 洁

(扬州大学兽医学院/江苏省动物重要疫病与人兽共患病防控协同创新中心,江苏扬州 225009)

**摘要:**对成年伊莎蛋鸡皮肤进行了组织学观察,鸡皮肤由表皮、真皮和皮下组织构成。鸡皮肤表皮很薄,由基底层细胞、棘层细胞、移行层细胞和角质层细胞构成,其中棘层细胞很少,不成层,散在基底层与移行层之间;移行层细胞只有 1~2 层细胞。真皮层分浅层和深层,深层又分为致密层、疏松层和弹性纤维层,其中羽区致密层未见有平滑肌分布,真皮深层的疏松层发达,较致密层厚得多。

**关键词:**鸡;皮肤;组织学观察

**中图分类号:**S831.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2016)10-0301-02

家禽皮肤较哺乳动物薄,除尾部皮肤内有尾脂腺,其他部位皮肤中没有皮肤腺<sup>[1-2]</sup>。禽类皮肤根据有无羽毛被覆,分为羽区和裸区<sup>[2-3]</sup>。目前,国内对哺乳动物皮肤组织结构的研究较多,而对于禽类皮肤组织结构的研究则较少,对禽类皮肤组织结构的描述也不如哺乳动物详细。另外,在鸡皮肤创伤愈合过程中能实现无疤痕组织愈合<sup>[4]</sup>,有其特殊性。于是,本试验对鸡皮肤结构进行组织学观察。

## 1 材料与方法

从农贸市场购买 6 只成年健康的伊莎蛋鸡,体质量约 1.5 kg,将鸡颈部放血致死,立即剪取全层羽区和裸区皮肤,

收稿日期:2015-08-28

基金项目:江苏高校优势学科建设工程资助项目(编号:PAPD)。

作者简介:张金龙(1965—),男,江苏如皋人,硕士,副教授,主要从事动物解剖学方面的教学和研究。E-mail:zjl@yzu.edu.cn。

和存活率的影响[J]. 台湾海峡,2011,30(1):81-85.

[10]黄 凯,王 武,卢 洁,等. 盐度对南美白对虾的生长及生化成分的影响[J]. 海洋科学,2004,28(9):20-25.

[11]Pan L Q,Fang B,Jiang L X,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.

[12]潘青鲁,姜令绪. 盐度、pH 值突变对 2 种养殖对虾免疫力的影响[J]. 青岛海洋大学学报:自然科学版,2002,32(6):903-910.

[13]Ye L,Jiang S G,Zhu X M,et al. Effects of salinity on growth and energy budget of juvenile *Penaeus monodon*[J]. Aquaculture,2009,290(1/2):140-144.

[14]查广才,周昌清,黄建荣,等. 低盐度养殖的凡纳滨对虾体长和体重的增长规律[J]. 水产学报,2006,30(4):489-494.

[15]Chen J C,Lin M N,Ting Y Y,et al. Survival,haemolymph osmolality and tissue water of *penaeus chinensis* juveniles acclimated to different salinity and temperature levels[J]. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A: Molecular & Integrative Physiology,1995,110(3):253-258.

[16]张 特,孙成波,关仁磊. 多因子对凡纳滨对虾仔虾能量代谢的影响[J]. 热带生物学报,2012,3(1):11-15.

采用福尔马林固定。将福尔马林固定的皮肤组织块,经酒精脱水,石蜡包埋切片,HE 染色,显微镜观察拍照。

## 2 试验结果

由图 1 可知,鸡的皮肤由表皮、真皮和皮下组织构成,羽区皮肤内有羽囊。

### 2.1 表皮层

由图 2 可知,表皮层由基底层、棘层、移行层和角质层构成。基底层是表皮的最深层,位于基膜上,借基膜与真皮相连;基底层由 1 层矮柱状的细胞组成,细胞胞核多呈卵圆形,胞质呈嗜碱性(图 2-J)。棘层位于基底层与移行层之间,细胞多为不规则形,胞核呈圆形或卵圆形,胞质呈弱嗜碱性(图 2-K);棘细胞很少,散在不成层分布。移行层位于棘层的表面,细胞呈长扁状,胞核深染,仅见 1 层分布(图 2-S)。角质层为表皮的表层,淡染,呈梭形,很长,无细胞核。

[17]刘洪军,王金山. 罗氏沼虾及蚤状 XI 期幼体对盐度突变的适应试验[J]. 海洋湖沼通报,1998(1):70-76.

[18]马英杰,马爱军,孙 谧,等. 低盐度突变对中国对虾仔虾存活率的影响[J]. 海洋与湖沼,1999,30(2):134-138.

[19]杨世平,孙成波,吴颖豪,等. 墨吉明对虾幼虾对盐度和温度的适应性研究[J]. 大连海洋大学学报,2015,30(3):261-265.

[20]吴 凯,时 翔,徐晓群,等. 急性盐度变化对凡纳滨对虾仔虾呼吸和排泄代谢的影响[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2007,46(增刊1):149-154.

[21]陈 琴,谢达祥,唐泽皓. 南美白对虾仔、幼虾对盐度突变的适应性试验[J]. 淡水渔业,2002,32(5):11-14.

[22]施流章. 温、盐度与长毛对虾卵的孵化及无节幼体发育的关系[J]. 水产学报,1981,5(1):57-63.

[23]周鲜娇,邱德全,刘文珍. 温度变化对凡纳滨对虾心率和肝胰腺抗氧化酶活性的影响[J]. 渔业现代化,2007,34(5):5-7.

[24]李 强,李 华,姜传俊,等. 温度对凡纳滨对虾血淋巴免疫指标的影响[J]. 大连水产学院学报,2008,23(2):132-135.

[25]贾旭颖,王 芳,王春生,等. 温度突变和非离子氨对海水和淡水养殖条件下凡纳滨对虾存活的影响[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2013,43(10):33-40.