

文章编号:1005-8737(2001)03-0035-05

不同降盐度方式对海湾扇贝幼贝存活的影响

王吉桥, 靳翠丽, 姜静颖

(大连水产学院 养殖系, 辽宁 大连 116023)

摘要:采用3种降盐度梯度研究海湾扇贝(*Argopecten irradians*)幼贝的耐盐极限及其组织学性状。幼贝壳长(3.7±0.2)cm,水温21~23℃。结果表明,盐度每天降1时,幼贝的耐盐性最强,其下限为8;盐度每天降3的耐盐性次之;变梯度降盐度(盐度19以上时每天降3,19以下每天降1),幼贝耐盐性最低。盐度胁迫下幼贝的鳃和肝脏受损伤最严重。对虾与扇贝混养池塘的适宜盐度应在10以上,降盐驯化的日变化不宜超过3,最好为1。

关键词:海湾扇贝;降盐度方式;低盐耐受力

中图分类号:S968.313

文献标识码:A

海湾扇贝(*Argopecten irradians*)生长快,适应性强,已成为虾贝综合养殖的重要种类之一^[1-3]。海湾扇贝幼体能存活的盐度下限是16^[4]。我国虾池分布广,盐度低于16的低盐虾池大量存在。目前利用洁净井盐水或添加淡水防止对虾疾病、进行对虾养殖生产的经验业已成熟,但是对海湾扇贝的耐盐性尚无深入研究。因此,研究海湾扇贝的耐盐性具有重要的理论和应用价值。

本实验采用不同梯度的逐级过渡降盐方式,以确定海湾扇贝的耐盐极限、生理极限和生产应用值,评价扇贝的耐盐能力和低盐损伤,制定切实可行的淡化方案,为对虾与扇贝综合养殖提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 扇贝 采自大连革镇堡养殖场,该海区盐度30左右。随机取扇贝294只,壳高(3.6±0.3)cm,壳长(3.7±0.2)cm。

1.1.2 实验用水 海水取自本院育苗室的过滤海

水,盐度31,总氮0.2~0.4 mg/L,NO₂⁻-N 0.1~2 μg/L,DO 8.0~8.9 mg/L,水温21~23℃。淡水取自经曝晒除余氯的自来水,24 h充气。

1.1.3 容器 实验自1998年8月至9月,在4个2.15 m×0.97 m×0.52 m硬质塑料水槽中进行。

1.2 实验设计

按降盐方式将海湾扇贝随机分成4组:a.剧烈降盐度,梯度为3/d,记作a(3);b.缓慢降盐度,梯度为1/d,记作b(1);c.为对照组,记作c(0);d.变梯度降盐度:盐度19以上时每天降3,19以下时每天降1,记作d(3,1)。各组扇贝密度均为0.06只/L。每天上午10:00换水1次,投喂等量大扁藻,盐度用精密盐度计测量。次日上午9:00检出死亡扇贝并记录,以此死亡数作为当时盐度的死亡数。

1.3 超微结构观察

取盐度9时死亡扇贝的鳃、肝、闭壳肌,用1%戊二醛固定,梯度酒精脱水,真空干燥后JF-1100型溅射仪镀膜,JEM-1200EX型扫描电镜观察、拍片。以盐度31时正常生活的扇贝活体解剖所得鳃、肝、肌肉为对照。

上述组织经梯度酒精脱水后EPON812渗透处理,Ultracut E型超薄切片机切片,铅铀双重染色,JEM-1200EX型透射电镜观察、拍片。

收稿日期:2000-08-28

基金项目:国家自然科学基金重点项目资助(39430102);国家攀登计划B项目资助(PD-B6-7-3)

作者简介:王吉桥(1959-),男,博士,教授,从事水产养殖生态学、研究。

2 结果与分析

2.1 不同降盐方式下扇贝的存活

对照组 c(0)除第 6 天 1 只死亡外,其余扇贝均存活到实验结束。为便于比较,用扇贝相对死亡百分数对盐度作扇贝死亡情况分布图(图 1)。峰数与处理方式相关,单梯度处理只出现 1 个峰,变梯度处理则出现双峰。各处理峰值出现先后顺序如下: $d(3,1) > a(3) > b(1)$ 。峰值出现越早,则死亡高峰期所在的盐度越高,其中 $d(3,1)$ 的第 1、第 2 峰均早于其他 2 种处理,即在较高盐度时,扇贝已经大量死亡。3 种处理峰面积相同(均为 100),以峰高一半处峰的半宽度称为峰宽,记为 A,峰宽越小,说明对盐度的耐受敏感域越窄,在敏感域内盐度的微小变动,将导致死亡率的急剧变化。峰宽大小顺序是: $a(3) > d(3,1) > b(1)$ 。上述结果表明,不同的处理方式,盐度敏感域的位置和域宽均不同,即扇贝对降盐的耐受及调节能力不同。

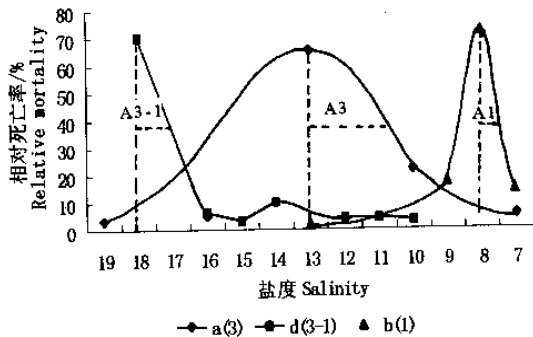


图 1 不同降盐方式下扇贝的死亡率

Fig. 1 Mortalities of bay scallop at different salinity-lowering regimes

当盐度大于 20 时,未见扇贝死亡;小于 20 以后,扇贝存活率随盐度降低而下降。图 2 表明, $b(1)$ 的存活率下降曲线明显分为 3 段: I 段盐度 13→9, II 段盐度 9→8, III 段盐度 8→7。I 段内存活率随盐度降低而缓慢下降, II 段内存活率仅降低 1 存活率就从 82% 迅速降低到 11.5%,之后,存活率逐渐降低到零。 $a(3)$ 情况与 $b(1)$ 类似,但 II 段盐度是从 16 降到 13,存活率下降了 65%。 $d(3,1)$ 是两种处理的复合,变化稍复杂,如以 14 为限分为前后两段,存活率先升高而后降低,存活率并不随盐度下降而直线下降。本实验表明, $b(1)$ 降盐方式,扇贝的耐降盐能

力最高。

2.2 扇贝的耐盐范围

以扇贝存活率为 30% 时所对应的盐度为盐度耐受下限(LC_{30}),同理 LC_{50} 为半致死盐度, LC_{70} 为盐度适宜下限。统计表明, $b(1)$ 组扇贝对降盐度的耐受力最大, $a(3)$ 组次之, $d(3,1)$ 最差(表 1)。

表 1 海湾扇贝幼贝耐盐界限

Table 1 Salinity tolerance thresholds of bay scallop juveniles

项目 Item	b(1)	a(3)	d(3,1)
LC_{30}	9.0	12.5	16.6
LC_{50}	9.5	13.6	18.5
LC_{70}	10.1	14.8	20.6

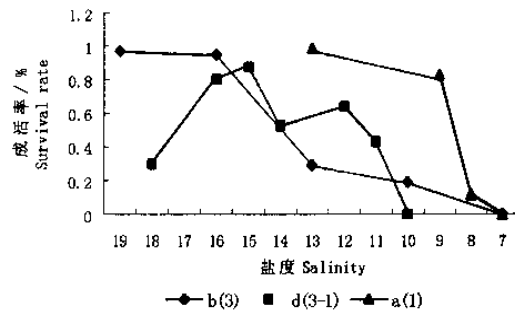


图 2 扇贝在不同盐度下的成活率

Fig. 2 Survival rates of bay scallop at various salinities

不同处理方式下扇贝耐盐界限各异。方差分析 ($\alpha=0.01$) 表明, $b(1)$ 组的耐盐下限、半致死盐度、适宜盐度下限均明显低于 $a(3)$ 和 $d(3,1)$ 组。

2.3 电镜观察

2.3.1 肌肉 正常扇贝肌肉成束排列,结构完整无损,紧密结实(图版 I-1),低盐(盐度 9,下同)扇贝肌肉仍成束排列,但轮廓不清晰,吸水膨胀,排列松散(图版 I-2)。2 种扇贝肌肉肌纤维均具横纹,肌原纤维平行排列,明、暗带清晰。肌纤维之间毛细血管丰富(图版 I-10)。二者的组织学区别主要在于:正常扇贝肌纤维线粒体数量多,且为圆形和近圆形,轮廓清晰,短轴 $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$,长轴 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$ (图版 I-13),而低盐扇贝肌肉的线粒体数量少,轮廓不清晰,明显膨胀,短轴 $0.3 \sim 0.6 \mu\text{m}$,长轴 $0.5 \sim 1.6 \mu\text{m}$,且嵴数目增多,形状发生变异,多呈马蹄形,明带和暗带排列松散而不规则(图版 I-14,15)。

2.3.2 肝脏 正常扇贝的肝脏血管丰富,结构完整,比较紧密(图版 I-3),低盐扇贝肝细胞吸水,表面略显光滑、蓬松(图版 I-4);正常肝细胞的细胞核圆形或椭圆形,结构清晰,核膜完整,细胞器结构正常(图版 I-11,12);而低盐扇贝肝细胞的细胞核已解体,核膜破裂,核呈空泡状(图版 I-16)。

2.3.3 鳃 正常扇贝鳃表面鳃丝高低位置不同而形成褶皱,鳃丝平行排列,鳃丝间有一定距离,鳃丝顶端纤毛发达,长而卷曲,多层重复排列,而侧纤毛和侧前纤毛均不发达(图版 I-5,7)。这与背角无齿蚌^[5]和大连湾牡蛎^[6]鳃瓣的显微结构相似。低盐扇贝鳃无定形,鳃丝间连接被破坏,排列无序,呈“乱草状”,鳃表面无法形成褶皱(图版 I-6)。正常鳃细胞的细胞核饱满,核膜清晰,细胞器形状规则,膜系完整(图版 I-8),而低盐扇贝鳃细胞的细胞核边缘混浊,无明显核膜,细胞多不完整或破损,线粒体呈同心环层结构(图版-9,12)。

3 讨论

3.1 扇贝淡化方案的选择

对3种处理所得的盐度极限值的方差分析表明,不同降盐方式下,扇贝耐盐能力差异极显著。这进一步证明生物对极端环境因素反应不是简单的静态反应,而是随环境变化而不断调节的动态过程。本实验中,先降3后降1的变梯度降盐方式所得耐盐极限值远高于1和3恒梯度降盐度的原因是,非匀速盐度变化可能破坏扇贝已建立的应变机制,迫使其在短期内再次调整,打破了扇贝发挥最大调节力的均衡条件,使耐受盐度值偏高。本实验所得的扇贝耐盐值低于文献值的原因可能是降盐梯度小且中间有适应期。KapneBhel^[7]认为,贝类经不起盐度骤变,只能忍受2~3的跃变。孙勉英^[8]也认为应避免盐度突变可能对生物带来的不良影响,主张逐级过渡。何义朝和张福绥^[4]的实验表明,海湾扇贝经盐度过渡,使之获得调整生理机能的时间,能明显扩大其耐盐范围。盐度梯度越小,过程越缓慢,扇贝的耐降盐能力越强。这表明变化越缓慢,引起的机体急性不良反应越少,越有利于耐受潜能的发挥。每天降1个盐度梯度得到的扇贝耐盐下限是9,为海湾扇贝生理耐受极限盐度。KapneBhel^[7]认为5~8是淡水与海水生物区系的盐度界限。扇贝耐盐下限接近8,这也证明了海湾扇贝是典型的海水型动物。

一般而言,短期盐度下降,扇贝以闭壳、跳跃等

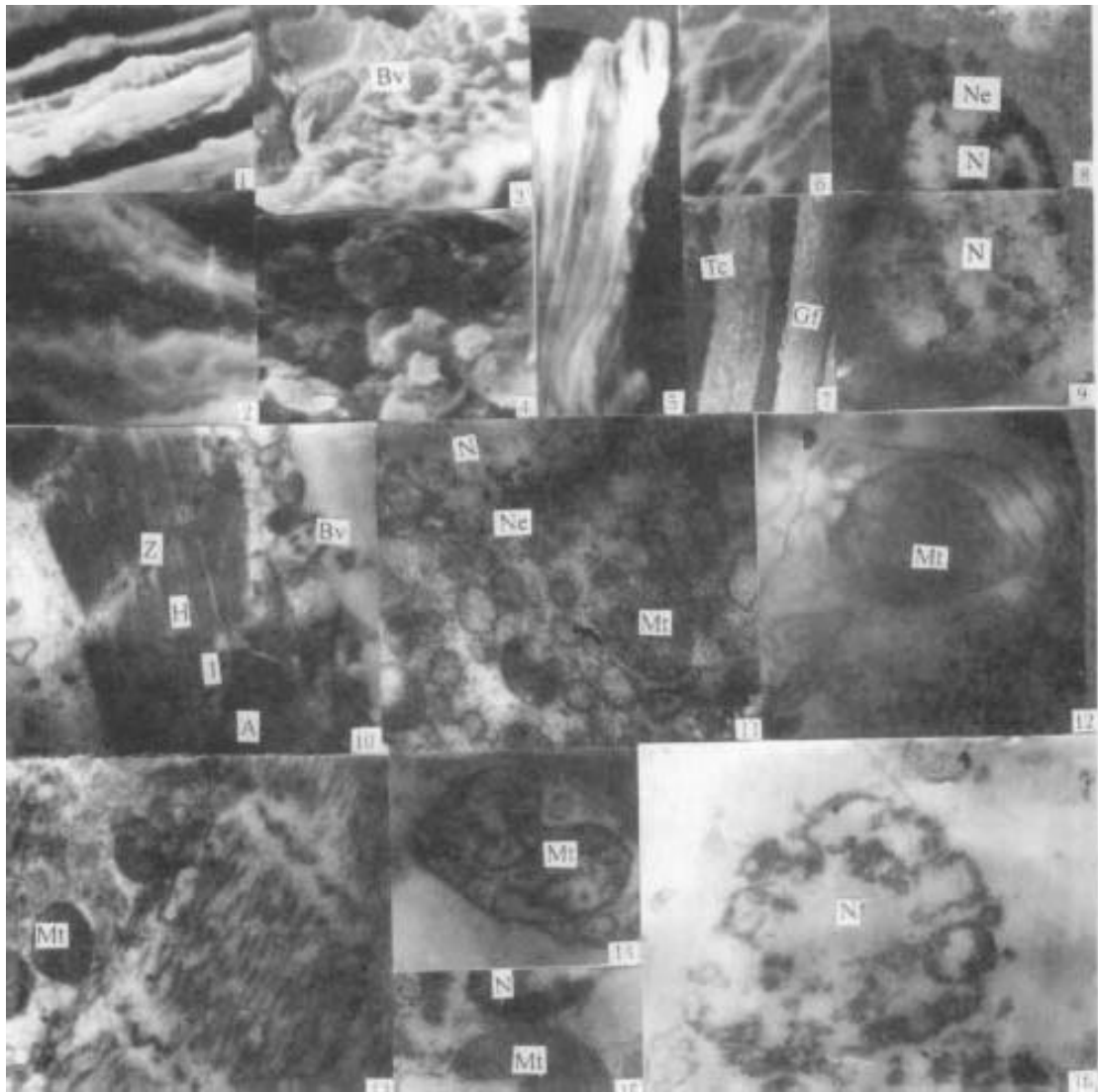
防御性行为反应逃避低盐度,持续一段时间后,扇贝降低血液渗透压以适应环境。但这种被动的忍耐措施并不能无限制进行,因为各项生理活动要求渗透压不能低于某一数值,到达这一界限后,扇贝不得不主动吸收离子,排出多余水分,消耗能量,产生一系列代谢异常,最终导致扇贝吸水、衰竭而死。

甲壳动物具发达的排泄器官和防渗的外壳;广盐性硬骨鱼类表皮难透水,鳃上分泌细胞和肾脏结构复杂,能适应不同盐度的水环境^[9]。而扇贝鳃和后肾结构简单,血液渗透压与海水等渗^[10],这也提示扇贝对外界水环境依赖性大,自我调节能力弱。因此,必须选择降盐幅度小(≤ 3),变化均一的淡化方案,如每天降低3或1个盐度进行淡化。

3.2 扇贝淡化的组织学依据

在低盐度水中,扇贝各器官均有损伤,但受损程度不同。从细胞水平看,肝细胞核解体,细胞已经死亡。鳃细胞核膜消失,细胞器形成同心环层,而肌肉细胞核正常,只是线粒体发生变形,说明它仍是活细胞,正在发生适应性变化。从表面形态看,肝脏和肌肉除略显膨胀外,变化均不明显,而鳃丝则排列杂乱,这是由于鳃丝本身连接松散所致。肝脏受损是由于其本身富含各种酶,细胞破裂后,发生自溶所致。因此,从本质上讲,低盐胁迫下,受损最严重的是肝脏和鳃,肌肉损伤最小,这也是干贝能长期保持美味的的原因之一。死亡速度越快,抗逆性就越差,从机体、器官、细胞3个水平看,机体抗逆性最差,细胞抗逆性最强。Owen^[11]认为,鳃表面的褶皱是扇贝滤食的主要部位,而王芳等^[12,13]则认为,鳃丝间距过大,纤毛才是主要的滤食结构。无论是以哪种方式为主,纤毛的运动带动水流,无疑对扇贝的呼吸和滤食都是至关重要的。在低盐环境下,扇贝鳃丝遭破坏,褶皱无法形成,纤毛运动逐渐停止,呼吸和滤食受阻,难以生存。肝脏遭到损坏,食物利用率降低,机体所需的能量来源进一步受限制甚至切断。由此看来,扇贝在低盐度下,是由于氧气和食物供应受阻,破坏了多种生理过程而衰竭死亡。在逐渐小梯度驯化下,盐度8是扇贝的生理极限值,低于文献报道的极限值16。但必须注意:①放养海区与原生态海区盐度之差不大于3,否则必须进行中间适应即淡化处理。②虾贝混养池,盐度不得低于10,否则必须在扇贝放养前,先升高虾池盐度,梯度可稍大如5/d。扇贝入池后盐度日变化不宜超过3。③淡化方式有两种:快速淡化(3/d)盐度可降到14,缓慢

淡化(1/d)可淡化至10。以缓慢淡化法为宜。



图版 I 海湾扇贝不同器官低盐损伤的组织学电镜观察

Plate I Electron microscopic photographs of various organs of bay scallop under low salinity

1. 低盐闭壳肌, ×400。Adductor muscle at low salinity. 2. 正常闭壳肌, ×300。Adductor muscle at normal salinity.
 3. 正常肝脏, ×2500。Normal liver. 4. 低盐肝脏, ×800。Liver at low salinity. 5. 正常鳃丝, ×800。Normal gill filaments.
 6. 低盐贝的鳃, ×800。Gill at low salinity. 7. 正常鳃, ×60。Normal gill. 8. 正常鳃细胞, ×10 000。Normal gill cells.
 9. 低盐鳃细胞, ×20 000。Gill cells at low salinity. 10. 低盐肌肉, ×20 000。Muscular fiber at low salinity.
 11. 正常肝细胞, ×20 000。Normal liver cells. 12. 低盐肝细胞, ×40 000。Liver cells at low salinity.
 13. 正常肌细胞, ×25 000。Normal muscular cells. 14, 15. 低盐肌细胞, ×25 000, ×15 000。Muscular cells at low salinity.
 16. 低盐肝细胞, ×20 000。Liver cells at low salinity.
- Mt - 线粒体 Mitochondrion; N - 细胞核 Nucleus; Ne - 核膜 Nuclear membrane; I - I 带 I band; A - A 带 A band; H - H 区 H region; Z - Z 线 Z disc; Bv - 血管 Blood vessel; Tc - 顶纤毛 Top cilium; Gf - 鳃丝 Gill filament.

参考文献:

- [1] 张德玉,王志清,邸永俊.对虾与海湾扇贝混养试验[J].河北渔业,1991,(2):21-23.
- [2] 刘永兴,秦友义,王世恩.虾池混养海湾扇贝试验报告[J].齐鲁渔业,1992,(4):15-16.
- [3] 王吉桥,李德尚,董双林,等.中国对虾与海湾扇贝投饵混养的实验研究[J].中国水产科学,1999,6(1):97-102.
- [4] 何义朝,张福绥.盐度对海湾扇贝不同发育阶段的影响[J].海洋与湖沼,1990,21(3):197-204.
- [5] 丛宁,袁莉民.背角无齿蚌外套膜和鳃瓣的扫描电镜观察[J].水生生物学报,1993,17(3):288-289.
- [6] 崔龙波,刘传华,陆瑶华,等.大连湾牡蛎的光镜和扫描电镜观察[J].水产学报,1998,22:1-6.
- [7] KapneBhcl.水生生物移植驯化理论与实践[M].北京:科学出版社,1996.
- [8] 孙勉英,高绪生.盐度对大连紫海胆生长发育的影响[J].水产学报,1991,15(1):72-76.
- [9] 姜明,刘晓云,范瑞青.蓝非鲫生活于不同渗透压下游脏显微与超微结构变化的初步研究[J].水生生物学报,1996,20(2):186-189.
- [10] Dennis W Wood.动物生理学原理[M].北京:人民教育出版社,1981.
- [11] Owen. Further studies on the laterofrontal tracts of bivalves[J]. R Soc Lond B,1976,194:527-537.
- [12] 王芳,董双林,张硕,等.海湾扇贝(*Argopecten irradians*)和太平洋牡蛎(*Crassostrea gigas*)呼吸和排泄的研究[J].青岛海洋大学学报,1998a,28(2):233-239.
- [13] 王芳,董双林,范瑞青,等.四种滤食性贝类滤食器官的扫描电镜观察[J].青岛海洋大学学报,1998b,28(2):240-244.

Influence of salinity-decreasing regimes on survival of juvenile *Argopecten irradians*

WANG Ji-qiao, JIN Cui-li, JIANG Jing-ying

(Department of Aquaculture, Dalian Fisheries College, Dalian 116023, China)

Abstract: Three salinity-decreasing regimes were designed to study the tolerance of *Argopecten irradians* to salinity. The 3 regimes were: I a decrease of 1 salinity per day; II a decrease of 3 salinity per day; III a decrease of 3 salinity per day when the salinity was above 19 and a decrease of 1 salinity per day when salinity was below 19. The results showed that the scallop tolerance to salinity was the greatest in group I with a low salinity limit of 8 and the smallest tolerance appeared in group III. The electronic microscope observation showed that the gill and the liver were both damaged badly under the stress of low salinity. So the salinity of shrimp - scallop poly-culture water should be above 10 with a fluctuating range within 3.

Key words: *Argopecten irradians*; salinity-decreasing regime; low-salinity tolerance

欢迎订阅 2002 年《海洋渔业》

《海洋渔业》是中国水产学会和中国水产科学研究院东海水产研究所主办的中级水产科技期刊。主要刊登海洋渔业管理、资源开发与捕捞技术、远洋渔业、海水养殖与增殖、海洋资源与环境保护、水产品加工与保鲜技术等各类文章。

《海洋渔业》杂志为国内外公开发行,国内统一刊号:CN31-1341/S,国际标准刊号:ISSN1004-2490。本刊为季刊,逢季中月 25 日出版。每期定价 4.50 元,全年 18.00 元。邮发代号:4-630,全国各地邮局(所)均可订阅,读者也可直接汇款到编辑部订阅。

地址:上海市军工路 300 号

邮政编码:200090

电话:021-65680116,021-65684690 转 8048