

冷海水喷淋对皱纹盘鲍生态冰温保活的影响

倪锦, 沈建

(农业部渔业装备与工程重点开放实验室, 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 国家水产品加工装备研发中心, 上海 200092)

摘要: 本文通过测定皱纹盘鲍的冻结曲线获得了生态冰温区, 开展了皱纹盘鲍生态冰温保活工艺的研究。针对不同温度、不同降温模式、净化和充氧条件等开展皱纹盘鲍保活对比实验, 寻求最适宜的生态冰温保活工艺。实验结果表明生态冰温区(-1.5℃~0℃)保活条件下皱纹盘鲍的存活率最佳, 梯度降温和保活时的冷海水喷淋可显著提高皱纹盘鲍的存活率, 此外净化和充氧可明显提高皱纹盘鲍的存活率。本文获得的皱纹盘鲍最佳保活工艺为: 对皱纹盘鲍进行净化, 采用充氧冷海水喷淋皱纹盘鲍将其梯度降温至生态冰温区、在保活阶段采用充氧冷海水喷淋为皱纹盘鲍提供氧气和潮湿的环境。

关键字: 皱纹盘鲍; 生态冰温; 保活; 冷海水喷淋

文章编号: 1673-9078(2013)5-953-956

Use of Refrigerated-seawater Spray in Keeping *Haliotis discus hannai* Alive at Ecological Ice Temperature

NI Jin, SHEN Jian

(Key Laboratory of Fishery Equipment and Engineering, Ministry of Agriculture, Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, National R & D Branch Center For Aquatic Product Processing Equipment, Shanghai 200092, China)

Abstract: The ice temperature zone of hannai was obtained by measuring its freezing curve and then the technologies for keeping *Haliotis discus hannai* alive at ecological ice temperature were investigated. Results show that the survival rate of *Haliotis discus hannai* is the highest while it was kept alive at ecological ice temperature (-1.5℃~0℃). The treatments by gradient freezing, refrigerated seawater spray, cleaning and oxygen supplement were good for *Haliotis discus hannai*'s survival rate improvement. The best processing conditions for keeping alive were: cleaning *Haliotis discus hannai* then gradient freezing it to ecological ice temperature by spraying refrigerated seawater with oxygen supply, and continuing spraying refrigerated seawater and supplying oxygen and moisture environment during the keeping-alive stage.

Key words: *Haliotis discus hannai*; ecological ice temperature; keeping alive; refrigerated seawater spraying

皱纹盘鲍为软体动物, 呈椭圆形, 在太平洋西北部海域分布广泛, 多生活于岩石礁地带裂缝和洞穴中, 为我国北部沿海地区最主要的渔获种类, 也是该地区最优良的浅海增殖贝类之一^[1~2]。皱纹盘鲍被捕获后, 存活时间有限, 死亡后易被微生物污染而腐败变质, 失去食用价值和加工价值, 因此研究适合皱纹盘鲍的保活工艺, 延长皱纹盘鲍保活时间, 保证其的鲜活显得十分重要。皱纹盘鲍的鲜活是决定其利用价值的重要因素, 随着人们生活水平的提高, 国内外

收稿日期: 2012-11-26

基金项目: 2010年农业部渔业装备与工程重点开放实验室开放课题项目(2010A08); 国家863科技计划项目(2011AA100803); 国家贝类产业技术体系资金资助(CARS-48-08B)

作者简介: 倪锦(1985-), 男, 硕士, 研究实习员, 主要从事制冷和水产品冷冻保鲜等研究工作

消费者对鲜活皱纹盘鲍的需求量不断增加, 皱纹盘鲍的保活技术^[3~4]和保鲜技术^[5~6]已成为迫切需要解决的问题。目前通用的水产品保活方法主要有低温法、化学法及麻醉法, 具体分为无水低温保活、化学方法保活、模拟生态环境保活、无水生态冰温保活及低温有水保活等方面^[7]。皱纹盘鲍存在一个区分生死的生态冰温零点, 即临界温度^[8], 从临界温度到结冰点的这段温度范围叫生态冰温区, 皱纹盘鲍在生态冰温时代谢水平低, 接近休眠状态。皱纹盘鲍的生态冰温保活首先需确定其生态冰温温度区, 采用一定的方法使皱纹盘鲍的保活环境处于生态冰温区, 使其处于半休眠或者完全休眠状态, 降低其消化代谢水平, 同时提供生命维持必须的条件, 达到保活的目的。本文以皱纹盘鲍为实验对象, 开展了皱纹盘鲍冷海水喷淋^[9~10]生态冰温保活工艺的研究和探讨, 以期获得最佳的保活

工艺, 为实际生产应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 原料与设备

原料: 选用产自辽宁大连海区的皱纹盘鲍。

仪器: 数字式温度巡回检测仪CHT8000-12, 常州和普电子科技有限公司; 铜-康铜热电偶, T型, 外径为0.5 mm; ABB的DE43F型电磁流量计, 复叠低温液体速冻机组1Ls01FD(制冷功率2 kW), 深圳市德尔制冷设备有限公司; 日生GF-2200鼓风式增氧机。

辅助材料: 记号笔、玻璃棒、烧杯、红外测温仪等。

1.2 冻结曲线的测定

选取10个体型完整的皱纹盘鲍, 将T型热电偶测温探头插入皱纹盘鲍内部肌肉中心, 置于-70℃的速冻机组内冻结, 测定不同时间皱纹盘鲍的温度, 获得其随温度下降的冻结曲线^[1]。

1.3 工艺流程

皱纹盘鲍→喷淋保活→检验

皱纹盘鲍→净化^[12]→喷淋保活→检验

1.4 实验方法

将未净化或者初步净化的皱纹盘鲍挑选后置于保活箱中, 采用实验预定的降温方式将皱纹盘鲍的温度降至保活温度, 达到设定温度等条件后开展保活实验, 每天检查一次皱纹盘鲍的存活情况。存活率的计算公式:

$$\text{存活率} = (\text{存活数} / \text{样品总数}) \times 100\%$$

1.5 检验方法

将待检的皱纹盘鲍中冰箱中取出, 用玻璃棒敲击其外壳, 看它是否有活动来决定其是否存活。将无活动的皱纹盘鲍放置在装有常温海水的烧杯中, 观察其是否有活动, 时间设为30~60 min, 同时在检查过程中, 对于有活动的皱纹盘鲍立即放回以减少对实验的影响。

1.6 方案设计

为了研究皱纹盘鲍在各种条件下保活实验的实际效果, 根据不同的温度条件、降温形式和保活方式等, 设计了一系列实验, 旨在获得最适合皱纹盘鲍的保活方案, 实验方案具体如下:

(1) 开展皱纹盘鲍冻结曲线测定实验;

(2) 分别采用净化和未经净化的皱纹盘鲍在生态冰温区开展无水保活对比实验;

(3) 皱纹盘鲍分别在生态冰温(0℃~-1.5℃)、常温(20℃~22℃)和低温(4℃~6℃)保活温度条件下开展无水保活对比实验;

(4) 分别采用梯度降温、直接降温和均匀降温后的皱纹盘鲍开展无水生态冰温保活对比实验;

(5) 采用梯度降温后的皱纹盘鲍开展无水保活和冷海水喷淋保活对比实验;

(6) 保活期间采用喷淋冷海水分别采取不充氧、非饱和充氧以及饱和充氧方式, 开展皱纹盘鲍梯度降温冷海水喷淋生态冰温保活对比实验。

2 结果与分析

2.1 皱纹盘鲍的生态冰温区

将布置了T型热电偶的皱纹盘鲍用薄膜保鲜袋(热阻较小, 可忽略)包装好, 放入-70℃的液体酒精槽中, 实验时的环境温度为22℃, 用CHT8000-12数字式温度巡回检测仪实时采集皱纹盘鲍的温度变化情况, 并绘制冻结曲线, 如图1所示:

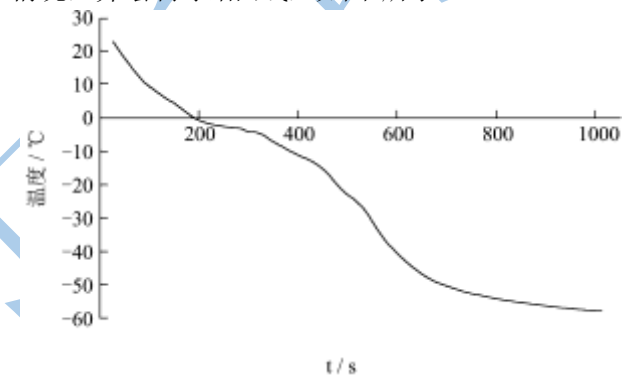


图1 皱纹盘鲍的冻结曲线

Fig.1 *Haliotis discus hannai*'s freezing curve

从图1中可以看出, 皱纹盘鲍的冻结点温度为-1.5℃, 一般来说北方皱纹盘鲍的生态冰温临界温度在0℃左右, 从临界温度到冻结点的这一范围称为生态冰温区, 因而实验用皱纹盘鲍的生态冰温区为0~-1.5℃。

2.2 净化对皱纹盘鲍存活率的影响

皱纹盘鲍与游动的鱼类不同, 它生生活动的区域相对较小且属于滤食性生物, 若遇到水质污染, 体内会富集某些有害物质。通过净化可降低皱纹盘鲍体内的有害物质, 降低皱纹盘鲍的代谢水平。本文采用如下净化工艺: 将皱纹盘鲍放置常温海水中暂养10 h, 暂养期间每5 h换一次海水, 吐沙结束后采用含臭氧0.3 mg/L的海水进行净化12 h, 净化期间微量充氧, 以保证海水中的含氧量; 净化期间每3 h换一次海水, 以保证海水中臭氧的浓度。

为了研究净化处理对保活效果的影响, 将净化后的皱纹盘鲍进行生态冰温无水保活实验(降温采用梯度降温方式), 对比组是未净化的皱纹盘鲍, 保活结果见图2所示。

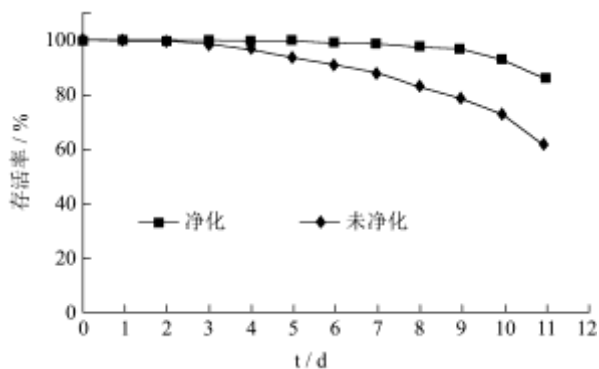


图2 净化对皱纹盘鲍存活率的影响

Fig.2 Effect of cleaning on *Haliotis discus hannai*'s survival rate

在相同保活条件下, 经过净化处理的皱纹盘鲍保活效果显著优于未经净化处理的皱纹盘鲍, 净化后在生态冰温无水保活条件下皱纹盘鲍的存活率在第9 d时仍能达到97%, 而未经净化处理的皱纹盘鲍的存活率在第9 d时仅为79%。净化处理使得皱纹盘鲍体内的排泄物得以排除干净, 降低了其消化代谢水平, 使其提前适应冰温保活阶段的低代谢环境, 减少了环境突变带来的不良应激反应, 所以净化处理工艺是提高皱纹盘鲍存活率不可或缺的环节。本文中后续开展保活实验的皱纹盘鲍都经过净化处理, 不再单独描述。

2.3 不同保活温度对皱纹盘鲍存活率的影响

皱纹盘鲍的生态冰温区为0~-1.5 °C, 为了研究不同保活温度对皱纹盘鲍保活效果的影响, 本文开展了皱纹盘鲍生态冰温(0 °C~-1.5 °C)、常温(20 °C~22 °C)和低温(4 °C~6 °C)无水保活对比实验(降温采用梯度降温方式), 实验结果如图3所示。

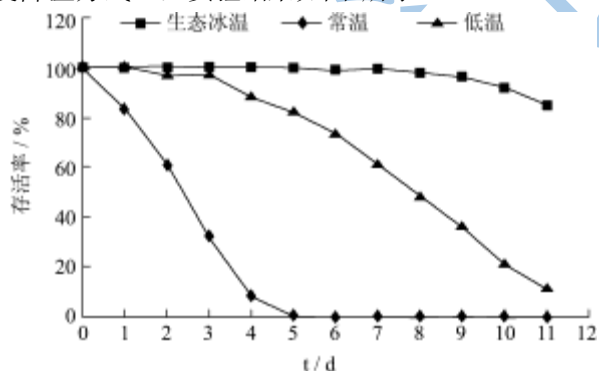


图3 不同保活温度下皱纹盘鲍的存活率

Fig.3 Effect of keeping-alive temperature on *Haliotis discus hannai*'s survival rate

在一定温度范围内, 温度和皱纹盘鲍的成活率为负相关, 随着保活温度的升高, 相同保活时间内皱纹盘鲍的存活率逐渐降低, 皱纹盘鲍在生态冰温(0~-1.5 °C)下的存活率最高。若要求皱纹盘鲍的存活率大于95%, 在生态冰温条件下可保活9 d, 在低温条件下可保活3 d, 而在常温保活条件下1 d都未达到,

由此可知生态冰温条件下皱纹盘鲍的保活效果最好, 在9 d后其存活率依然达到96%, 主要原因是在生态冰温条件下, 皱纹盘鲍处于休眠或半休眠状态, 代谢活动弱, 可以较长时间保持生命活力, 因此在实际生产过程中, 控制温度是提高皱纹盘鲍保活效果的最重要因素。

2.4 不同降温方案对皱纹盘鲍存活率的影响

保活实验前皱纹盘鲍的温度一般远高于生态冰温, 为延长皱纹盘鲍的生存期, 需将皱纹盘鲍的温度降至生态冰温, 因此有必要探讨适宜的降温方案。笔者分别进行了三种降温方案对比实验, 分别为梯度降温策略(A)、直接降温策略(B)和匀速降温策略(C)。三种降温策略具体描述为:

梯度降温策略 A: 在皱纹盘鲍喷淋降温过程中, 其降温速度呈阶梯递减; 当皱纹盘鲍体温高于 20 °C 时, 皱纹盘鲍降温速率为 4±0.5 °C/h; 当皱纹盘鲍体温处于 10 °C~20 °C 时, 皱纹盘鲍降温速率为 3±0.5 °C/h; 当皱纹盘鲍体温处于 5 °C~10 °C 时, 皱纹盘鲍降温速率为 2±0.5 °C/h; 当皱纹盘鲍体温处于 1 °C~5 °C 时, 皱纹盘鲍降温速率为 1±0.5 °C/h; 当皱纹盘鲍体温处于 -1.5 °C~0 °C 时, 皱纹盘鲍降温速率为 0.5±0.5 °C/h。采用梯度降温策略将皱纹盘鲍的温度降至-1 °C。

直接降温策略B: 采用-1 °C的海水直接将皱纹盘鲍的体温降至-1 °C。

匀速降温策略C: 采用均匀的降温速率, 以3 °C/h的降温速率将皱纹盘鲍的体温降至-1 °C。

采用三种降温方法使得皱纹盘鲍的温度降到生态冰温后, 采用无水保活的方式进行保活对比实验。皱纹盘鲍的存活率如图4所示。

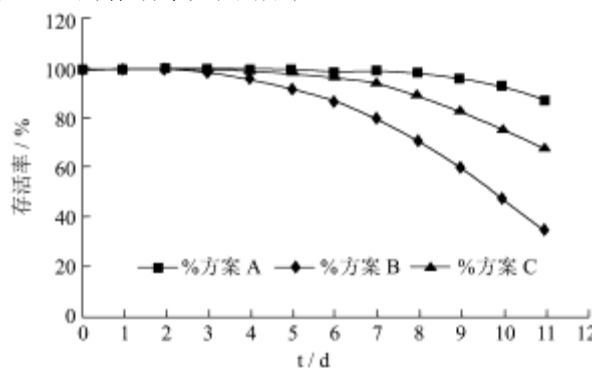


图4 不同降温方案下皱纹盘鲍的存活率

Fig.4 Effect of cooling program on *Haliotis discus hannai* survival rate

皱纹盘鲍采用梯度降温方案时的存活率明显大于采用其它两种降温方案。皱纹盘鲍采用梯度降温方案在9 d时存活率仍能达到95%以上, 而在直接降温方案

和均匀降温方案下存活率达到95%以上的时间分别为4 d和9 d。皱纹盘鲍的保活过程采用梯度降温,可以显著降低皱纹盘鲍对温度变化的应激反应,最大限度减少温度变化带来的不良影响,延长皱纹盘鲍的保活时间。

2.5 不同保活方式对皱纹盘鲍存活率的影响

为了研究皱纹盘鲍有水保活和无水保活的差异,通过梯度降温方式将皱纹盘鲍的温度降至生态冰温后,开展了无水保活、冷海水喷淋保活和间歇性冷海水喷淋保活对比实验,旨在寻获最佳的保活方式。本文所述的间歇性冷海水喷淋方式具体为:在保活阶段,每隔5 min喷淋冷海水一次,每次喷淋持续2 min,保活状态下冷海水的设定温度与皱纹盘鲍的保活温度设定一致。喷淋用的冷海水均采用了饱和充氧。不同保活方式下的保活效果见图5所示:

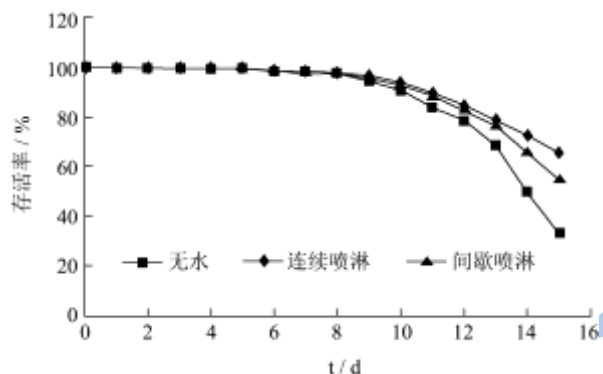


图5 不同保活方式下皱纹盘鲍的存活率

Fig.5 Effect of different keeping alive way on *Haliotis discus hannai* survival rate

在生态冰温环境下,不同保活方式下皱纹盘鲍的保活效果均很好。无水保活方式下的存活率低于连续喷淋保活和间歇喷淋保活,连续喷淋保活和间歇喷淋保活在前11天的保活效果基本相当,在后期连续喷淋保活优于间歇喷淋保活效果,从节水节能角度考虑,间歇喷淋的保活方式较为经济且保活效果较优。

2.6 冷海水充氧量对皱纹盘鲍保活效果的影响

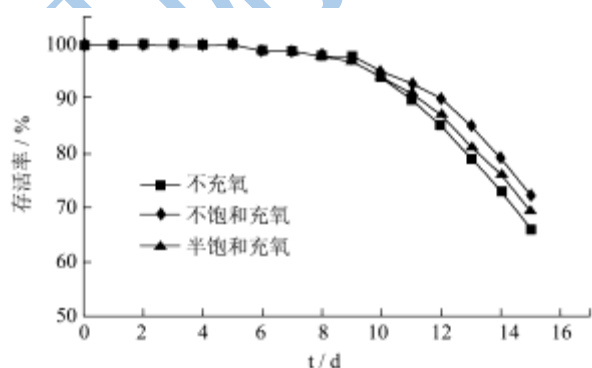


图6 冷海水充氧量对皱纹盘鲍存活率的影响

Fig.6 Effect of amount of oxygen in refrigerated seawater on

Haliotis discus hannai's survival rate

氧气是皱纹盘鲍存活必不可少的物质,冷海水中本身存在一定的氧气,为了研究不同充氧量冷海水对皱纹盘鲍存活效果的影响,在皱纹盘鲍保活实验中,采用不同充氧量的冷海水进行梯度降温冷海水间歇喷淋生态冰温保活实验,寻求充氧与皱纹盘鲍存活效果之间的关系,不同充氧量下皱纹盘鲍的存活率如图6。

从图6中可知,由于冷海水自身就携带了部分氧气,前7 d充氧对于皱纹盘鲍存活率的改善的效果甚微。随着保活时间的延长,冷海水充氧量的提升可显著提高皱纹盘鲍的存活率,饱和充氧方式对皱纹盘鲍的存活率最佳。在第12 d时,饱和充氧方式下皱纹盘鲍的存活率相对于不充氧方式提高了5.6%,因此充氧在一定程度上可以提高皱纹盘鲍的存活率。由此可知采用饱和充氧的冷海水喷淋可为皱纹盘鲍维持生命活动提供了必须的水分和氧气,有利于皱纹盘鲍进行缓慢的生命活动,使皱纹盘鲍的保活时间最长,存活率曲线下降趋势最平稳而缓慢,保活效果最好。

3 结论

3.1 温度是皱纹盘鲍保活的基本条件,皱纹盘鲍在生态冰温(0℃~1.5℃)下的存活率最高,保活效果最好;在低温(4℃~6℃)保活条件下的存活率也比较高,保活效果较好;但在常温(20℃~22℃)下保活效果很差,这充分体现了皱纹盘鲍生态冰温保活的优势;

3.2 在相同的温度保活条件下,不同的降温方式和保活方式等对皱纹盘鲍的存活率影响较大。经过净化的皱纹盘鲍的生态冰温无水保活效果明显优于未经净化;皱纹盘鲍在梯度降温模式下保活效果最好,均匀降温模式次之,直接降温模式最差;皱纹盘鲍间歇性冷海水喷淋保活方式优于无水保活;在相同的保活条件下,饱和充氧冷海水喷淋的皱纹盘鲍的存活率最佳;

3.3 控制温度、保持湿度和补充氧气是提高皱纹盘鲍存活率的重要因素,也充分显示了保活方案中存在生态冰温、梯度降温、饱和充氧冷海水喷淋的重要性。本文总结的皱纹盘鲍最佳保活方案可描述为:对皱纹盘鲍进行净化,采用充氧冷海水喷淋皱纹盘鲍将其梯度降温至生态冰温区、在保活阶段采用充氧冷海水喷淋为皱纹盘鲍提供氧气和潮湿的环境。

参考文献

[1] 李太武.鲍的生物学[M].北京:科学出版社,2004
 [2] 高绪生.鲍鱼[M].辽宁:辽宁科学技术出版社,2000
 [3] 张愨,肖功年.国内外水产品保鲜和保活技术研究进展[J].

- 食品与生物技术,2002,21(1):104-107
- [4] 应月,李保国,董梅,等.冰温技术在食品贮藏中的研究进展[J].制冷技术,2009,2:12-15
- [5] 杨锡洪,解万翠,章超桦,等.虾保鲜剂的研制[J].现代食品科技,2009,25(3):279-285
- [6] 杨峰,李学英,杨宪时,等.常用水产保鲜剂对南极磷虾品质的影响研究[J].2012,28(10):1285-1289
- [7] 申淑琦,刘红英,王颀.贝类保护技术的研究[J].2010,4(19):102-103
- [8] 申淑琦.海湾扇贝无水保护关键技术研究[D].河北:河北农业大学,2010
- [9] 马军.海产品冷海水喷淋保鲜法[J].渔业现代化,1997,6:18-19
- [10] 冯毅.冷海水保鲜海洋渔获的分析研究[J].冷藏技术,2002,6(2):15-17
- [11] 杨华,娄永江.贝类净化现状及净化技术研究进展[J].中国水产,2004,5:72-73
- [12] 李杰,谢晶,陆方娟.食品冻结过程温度场及冻结时间的数值模拟与实验研究[J].食品工业科技.2009,2:123-125