

水产品无水喷雾保活实验

陈剑波¹, 孙洁¹, 金传旻¹, 张饮江², 周江², 朱爱萍²

(1. 上海理工大学, 上海 200093; 2. 上海水产大学, 上海 200093)

摘要: 实验设计了能够模拟低温高湿环境的无水喷雾保活装置, 探索了温度、相对湿度、工艺流程等因素对河鳗存活率及存活时间的影响。结果表明, 在气温 3~5 °C, 湿度 90% 以上的环境中, 河鳗生存 150 h 后, 存活率在 85% 以上。

关键词: 喷雾装置; 河鳗; 无水保活; 低温高湿

中图分类号: S 981

文献标识码: A

Experimental Study on Keeping Fishery Products Alive in Spraying and Non-Water Environment

CHEN Jian-bo¹, SUN Jie¹, JIN Chuan-min¹,

ZHANG Yin-jiang², ZHOU Jiang², ZHU Ai-ping²

(1. University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. Shanghai Fisheries University, Shanghai 200093, China)

Abstract: The experiments carried out were aiming to keep fishery products alive in the spraying and non-water environments, with low temperature and high relative humidity. Several sets of experiments were carried out with river eel to test its livability and living time. These experiments were performed to see the influence of temperature and relative humidity on the livability. The experimental results indicated that when river eel was kept in an environment at temperature 3~5 °C and relative humidity 90% for 150 hours, the livability could be more than 85%.

Key words: sprayer; river eel; keeping alive spraying and non-water environment; low temperature and high relative humidity

我国水产养殖产量居世界之首。水产品具有低脂肪、高蛋白的特点, 是人们日常生活中的美味佳肴, 同时又是我国出口创汇重要的组成部分。因此, 水产品活体运输成了水产业中一个必不可少的重要环节。目前国内较多采用的是水车活运和尼龙袋充氧活运等^[1], 运输成本较高, 而且运输存活率较低, 有的使用药物麻醉运输, 在水产品体内残留的药物对人体健康有一定危害。

水产动物的无水保活运输是对传统运输方法的一次革新。在国外, 日本长崎大学成功地研制出一种无水喷雾保活装置。在运输车内形成低温高湿的环境, 促使水产品在低温下进入休眠状态, 降低新陈代谢, 使其在离水条件下维持生存。这种方法运输成本低, 运输密度大, 存活率高, 节约用水, 避免了环境污染, 对人体无害。国内在这方面的研究尚未见报道。因此, 作者结合市场上名贵水产品河

鳗的生态生理特点,作了较详细的实验研究,以此探索水产品活体运输的新技术.

1 低温高湿环境的模拟装置

根据国内外相关资料^[2,3],设计了一个温湿度可调节范围比较大的人工环境模拟装置,用于河鳗无水保活实验.模拟装置包括:保温车厢、制冷系统、加湿系统和控制系统(见图 1).

保温车厢(13)的材料是 100 mm 厚的聚氨酯,库板周边用铝合金型材固定,外壳(长×宽×高)为 3 300 mm×1 800 mm×1 900 mm.

制冷系统包括风冷压缩冷凝机组(1)、冷风机(2)、热力膨胀阀(3)以及窥镜(4)等相关附件.压缩机、冷凝器、热力膨胀阀和附件都放在箱外,冷风机放置在箱内,通过铜管和其它部件相连接.制冷剂经过风冷压缩冷凝机组后,常温高压的液体被热力膨胀阀节流,经过冷风机与箱内空气换热,冷却保温车厢内空气.为了使模拟厢内环境参数存在较大范围的控制,冷风机的风量可以调节.加湿系统包括汽水混合喷头(5)、空气泵(6)、水泵(7)、水箱(8)等,采用汽水混合加湿.有一定压力的人工海水由水泵送入喷头,空气经过空气泵被压缩后也送入喷头,水和压缩空气在喷头中混合,水被雾化后喷入车厢.

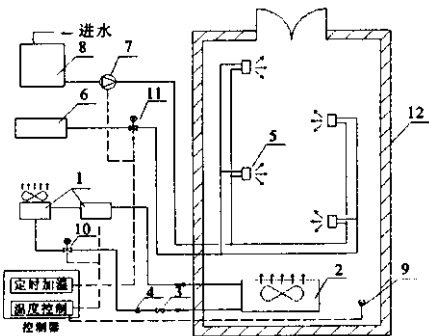


图 1 系统原理图

Fig. 1 The principle figure of refrigeration system

控制系统分为两部分:温度控制系统和湿度控制系统.考虑到河鳗本身对环境温度的变化并不是非常敏感,温度控制采用了操作简单、成本较低的双位控制.在箱内回风处布置一个温度探头(9),将采集的温度信号送入控制器.当温度低于设定最低值时,制冷电磁阀(10)断开,压缩机停止工作,厢内温度开始回升.当温度高于设定最高值时,制冷电

磁阀(10)合上,压缩机开始工作,厢内温度开始下降.如此往复.湿度控制部分,考虑到要尽量减少用水量,并且使系统更为简单、可靠,采用了定时控制.两个时间继电器分别控制喷水时间和间隔时间,通过水电磁阀(11)的开合控制加湿的进行与否.

为了测定实验台基本环境控制性能,在空厢的条件下,根据河鳗的研究资料^[4],确定河鳗无水保活的环境参数:干球温度 $4\pm1\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 90%以上,对该实验台进行了一系列的测试.

1.1 制冷系统

选取若干个制冷周期,测量河鳗生活区域温度的变化情况.图 2 是一个典型的制冷周期的温度数据分析图.

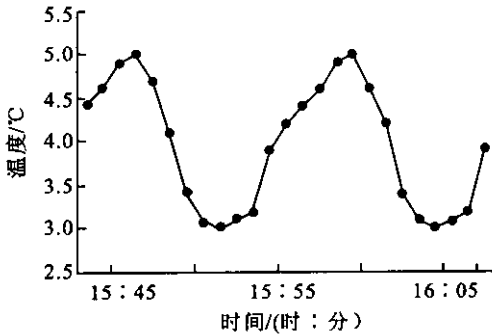


图 2 河鳗生活区域温度曲线(环境温度 $23.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 78%)

Fig. 2 Temperature of river eel (environment temperature is $23.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ and relative humidity 78%)

从记录的数据可以看出,温度控制的准确度和精度可以满足预先提出的 $4\pm1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的要求.

1.2 加湿系统

选取若干个制冷周期,测量河鳗生活区域相对湿度的变化情况.图 3 是河鳗生活区域内 3 个测点在一个典型的制冷周期内的相对湿度数据分析图.

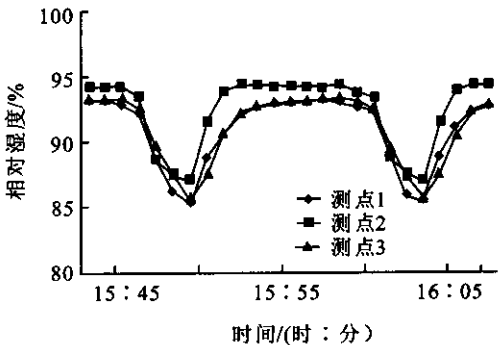


图 3 河鳗生活区域相对湿度曲线(环境温度 $23.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 78%)

Fig. 3 Relative humidity of river eel (environment temperature is $23.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ and relative humidity 78%)

从图 3 可以看出,河鳗生活区域的相对湿度控制在 85%~95%之间,且大部分时间在 90%以上,基本满足相对湿度大于 90%的要求。

2 材料与方法

2.1 材料

河鳗[*Anquilla japonica* (Temminck et schlogel)],学名日本鳗,属于鳗鲡目、鳗鲡亚目、鳗鲡科。实验河鳗产地浙江,规格约 500 g/尾,当地水产品批发市场购买。购买时力求个体大小均匀,体质健康,活力一致。

检测仪器:铂电阻温度计,热球风速仪(清华同方产品),数字温、湿度仪(芬兰:ZISALA 公司生产),pH 计,比重计,液相色谱仪(日本:岛津公司生产)。

暂养设施:玻璃水槽,气泵,气头,气管,周转箱,浓缩海水(盐卤)。

实验内容:进行了 2 次实验:第 1 次为存活率实验,测定河鳗在人工环境条件下的无水保活存活状况;第 2 次为 ATP(三磷酸腺苷)指标获取实验,获取河鳗在无水保活过程中生化指标 ATP 的变化规律,以说明人工环境对河鳗生化指标的影响情况。

2 次实验的条件:干球温度 $4\pm1\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 90%以上。

2.2 存活率实验方法

1) 河鳗样品共 16 条,放入常温水中暂养,并逐步对其进行降温。降温速率为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。样品体色黑,形体正常无畸形,个体大小一致;体表无伤痕,无破损,鳍无充血;活力强,捕捉时挣扎有力;呼吸正常,速度适中,体表的粘液量正常,属于体质健壮 的河鳗样品。

2) 开启人工环境模拟装置的各个系统,将温度控制参数调整至 $4\pm1\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度定时控制参数调整至喷水 4 min 和间隔 2 min,直到系统稳定。

3) 待暂养水温达到 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,将河鳗从水中移入塑料篮,放置在环境参数稳定的厢内。

4) 对河鳗进行连续观察,每 2 h 记录一次河鳗的生理状况,如呼吸、腮、身体粘液等状态,150 h 后,将河鳗放入常温水中复温,记录河鳗存活情况。

2.3 ATP 指标获取实验

1) 河鳗样品共 15 条,放入常温水中暂养,并逐步对其进行降温。降温速率为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。样品体质如上所述。

2) 开启人工环境模拟装置的各个系统,将温度控制参数调整至 $4\pm1\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度定时控制参数调整至

喷水 4 min 和间隔 2 min,直到系统稳定。

3) 暂养水温达到 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,将河鳗分组。为了更好的研究喷雾效果对河鳗的影响,进行了对比实验:将河鳗样品暂养后,分成 3 组,同时放入保温车厢内进行实验。一组河鳗样品(5 条)如前次实验,直接放在车厢内,称为低温喷雾组;一组河鳗样品(5 条)在低温喷雾组的基础上用专用的湿纱布遮盖,称为湿纱布遮盖组;最后一组河鳗(5 条)放在低温水中,称为低温水组。分组后将鳗鱼放入环境参数稳定的车厢内。

4) 对河鳗进行连续观察 150 h,每 2 h 记录一次河鳗的生理状况,如呼吸、腮、身体粘液等状态。

5) 每天从每组取出一条河鳗样品作 ATP 分析,方法如下:每 24 h 称取碎鱼肉 1 g,加入 2 mL 冷却的 10 g/dL 过氯酸溶液,在冰冷条件下匀浆后移入离心管,再用 1 mL 15 g/dL 的过氯酸溶液洗涤匀浆管,并入离心管,以 3 500 r/min 离心 3 min。取出上清液,沉淀用 2 mL 5 g/dL 过氯酸溶液洗涤,并在上述条件下离心,将上清液合并于小烧杯中,在冰冷条件下用 10 mol/L 和 1 mol/L 的氢氧化钾溶液调节 pH 至 6.5~6.8,再在上述条件下离心。收集上清液,将沉淀用 5 g/dL 过氯酸溶液中和液洗涤,再离心分离。合并上清液,用 5 g/dL 过氯酸中和液定容至 10 mL,在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下冻结保存,待测。测定用 Waters 公司高效液相色谱仪进行。分离柱型号为 DEAE-2SW,流动相为 pH 6.8 磷酸缓冲溶液,体积流量 1.0~1.5 mL/min,检测波长为 254 nm;

6) 150 h 后,结束实验。

3 结果与讨论

3.1 河鳗存活率

实验河鳗样品共 16 条,在无水状态下观察 150 h 后,将 16 条河鳗全部放入常温水中,进行复温。最后有 14 条河鳗复活,存活率为 87.5%,接近于目前鱼类运输的平均存活率(90%)。存活率曲线见图 4。

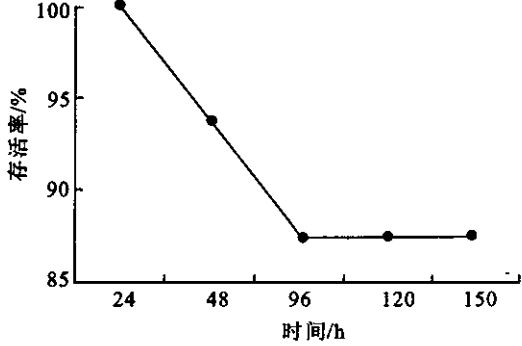


图 4 河鳗存活率曲线

Fig. 4 The livability of river eel

3.2 河鳗 ATP 指标获取

实验河鳗样品共 15 条,每 5 条为一组,共分为 3 组。由于低温水组有 3 条河鳗出现身体僵硬的情况,故未对其进行 ATP 指标分析,仅作为低温水喷雾组的对照。ATP 分析见图 5。

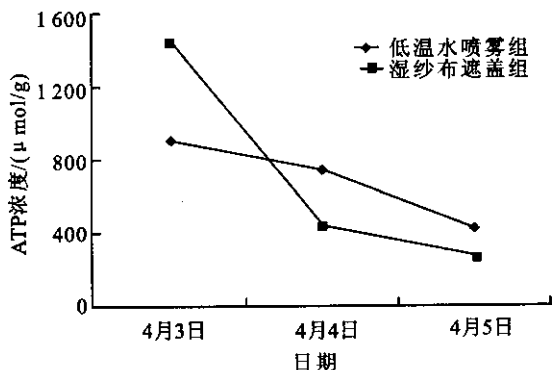


图 5 河鳗 ATP 变化规律

Fig. 5 Changes of ATP regular pattern of river eel

从图 5 可以看出,低温喷雾组的 ATP 降低情况明显好于纱布遮盖组,厢内相对湿度情况良好,在低温喷雾的情况下,河鳗能够得到足够的水分和氧气维持自身的生存。从记录的存活情况看,低温喷雾组和纱布遮盖组的存活情况也远远好于低温水组。

3.3 讨论

1) 根据实验结果,可以看出河鳗在低温高湿的情况下,无水保活 150 h,河鳗存活率能够达到 87.5%。

2) 本实验的一大特点是采用了汽水混合加湿,压缩空气的加入可以带入新鲜的氧气,补充厢内氧气的消耗,满足了河鳗的呼吸需要。这种加湿方法还能大大节省用水量,减小了运输的鱼水比,提高运输密度。

3) 无水保活运输的运输密度将大大高于带水运输密度。实验车厢(长×宽×高)是 3 300 mm×1 800 mm×1 900 mm,为了保证厢内空气的均匀,车厢顶部留出 600 mm 的距离,四周留出 100 mm

的距离,则河鳗的装载能力为 1 200 kg。在车厢顶部布置了 4 个气水混合喷头,经过测量,每个喷头的水流量是 0.9 kg/h,则 150 h 的总用水量是 259.2 kg。运输时鱼水质量比为 4.6 : 1,存活率 87.5%。而一般的带水运输,在水温水质情况较好时,鱼水质量比也只有 1 : 1,且存活率也只有 90%。则无水运输的密度是带水运输的 4.3 倍。

4) 选择适当的厢内风速也是一个重要的因素。风速过小,厢内空气不能很好的流通,河鳗得不到足够的氧气,车厢内的温、湿度场也不均匀,不能够满足河鳗无水保活运输所需要的环境条件;而风速过大,会使河鳗体表干燥、脱水,降低河鳗的存活率。本实验中河鳗生活区的平均风速 0.46 m/s(最大风速 0.76 m/s,最小风速 0.26 m/s)。经实验证明,该风速能保持车厢内温、湿度场的均匀,并未引起河鳗体表出现干燥脱水现象,影响河鳗的存活。

4 结 语

由于实验项目的时间和参考资料来源等方面的限制,样本数量选取存在一定限制。但从实验的结果趋势可以看出,鳗鱼在低温高湿环境下的无水保活是一个值得研究的课题,有着广阔的发展空间和前景。本实验对河鳗在低温高湿环境下的存活情况进行了初步的研究和探索,将本实验车厢转化为实际产品,应用于河鳗的长途运输,还需要解决一些实际的问题。

1) 为了保证车厢内空气的流通和均匀,并防止加湿喷头的水直接喷射到河鳗身上,在四周车厢壁和顶棚一定范围内不宜放置河鳗。

2) 河鳗在放入车厢之前应先进行暂养,并预冷到 6℃ 以下。放入车厢时,河鳗应放入塑料篮中,整齐地排放在车厢内,尽量减少河鳗的活动。

3) 要充分考虑到运输途中颠簸对河鳗的影响以及车内各个系统的稳定性和可靠性。

参考文献:

- [1] 张懋,肖功年. 国内外水产品保鲜和保活技术研究进展[J]. 无锡轻工大学学报, 2002, 21(1): 104—107.
- [2] 河北水产学校. 冷藏库设计(第 1 版)[M]. 北京: 农业出版社, 1983.
- [3] 陈福广. 新型墙体材料手册(第 2 版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [4] 张饮江,王之和,李勇军. 水产品保活运输技术[J]. 渔业现代化, 2001, (2): 31—37.

(责任编辑:杨 勇)