文章编号:1673-1689(2009)04-0642-05

鲫鱼保活条件对存活率的影响

韩利英, 张 慜*
(食品科学与技术国家重点实验室,江南大学, 江苏 无锡 214122)

摘 要: 选用人工养殖的鲫鱼,采用生态冰温学原理,研究了鲫鱼的临界温度、无水保活技术、影响无水保活时间的因子以及在无水保活基础上为了延长保活时间也对保活过程中应添加水的量进行了研究。结果表明:人工养殖鲫鱼的临界温度为 6～7 ℃ ;温度、氧气的供应、梯度降温速率是影响鲫鱼无水保活时间的主要因子。为了延长鲫鱼的保活时间,在梯度降温的同时对鱼进行了麻醉处理。结果表明:在 25 ℃时选用质量分数为 4×10^{-5} kg/mg 的 MS-222 可有效延长鲫鱼的无水保活时间。采用低温法,鲫鱼无水保活 26.5 h,MS-222 处理可将保活时间延长到 30 h。保活过程中以鱼水质量比为 2∶3 添加冰水可将保活时间增加到 74 h。

关键词: 鲫鱼;保活技术;临界温度;影响因子;麻醉剂
中图分类号:S 37 **文献标识码**: A

Effect of Surviving Conditions on Surviving Rates of Cultivation Crucian Carp

HAN Li-ying, ZHANG Min*
(State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: With the artificial cultivation crucian carp as research model, an ecology freezing temperature principle process was developed by combination with the effect of crucian carp's critical temperature, survive without water technical craft, and the factors which influence the survive time without water on the crucian carp survival. The result indicated that the critical temperature of crucian carp is about 6－7degree, and temperature, oxygen supply, and descend rate of temperature play pronounced role on the survive time without water. In order to further increase the survive time, anaesthesia was carried during the gradient temperature descend. It was shown that 40 ppm MS-222 addition at 25 ℃ can efficient increase the crucian survive time. Uses the low temperature method, the crucian carp survive time is 26.5 h, and increase to 30 h by addition of MS-222 and further achieved at 74 hour by supplication of 2∶3 ice water.

Key words: crucian carp, survive technology, critical temperature, influence factors, anesthetic

近年来,随着人们生活水平的提高,消费者对水产品的需求日益趋向鲜活产品,使得鲜活水产品在国内外市场上热销。然而,水产品的产地与消费地之间往往有一段距离,这就为研究人员提出了新的课题—— 水产品活体运输技术的研究。因此,水产品的保活运输越来越引起人们的重视。目前,水

收稿日期:2007-11-17
基金项目:国家"十一五"科技支撑计划项目(2007BA03Z320)。
* **通讯作者**: 张慜(1962-),男,浙江平湖人,工学博士,教授,博士生导师,主要从事农产品加工方面的研究。
Email: minlichunli@163.com

万方数据

产品的保活运输方法主要有：增氧法、麻醉法和低温法[1]。冰温保活运输成本低、无污染、质量高，正成为未来水产品保活运输的发展方向。

在活体运输研究方面，日本等渔业发达国家相继将生态冰温技术应用于部分海产动物的长距离无水活体运输研究[2-4]。我国殷邦忠[5-6]、齐静涛[7]等采用低温法无水保活魁蚶、菲律宾蛤仔、日本对虾也获得成功，成活率达 90%以上。对鲫鱼的保活技术研究尚未见报道。研究对人工养殖鲫鱼的临界温度、保活技术及影响保活时间的因子等进行了探索，以期建立一套完整的鲫鱼无水保活技术工艺，为鲫鱼及其它淡水鱼的活体运输开辟一条新途径。

1　材料与方法

1.1　材料

在原料鱼购进之前，先做好暂养的各种准备工作. 收购时选用体质健壮、大小一致(约(300±20) g)、鳞片完整及健康无疾病的原料，原料购自作者所居地附近菜市场，原料鱼运到实验室后，放至水族箱于常温下暂养，暂养期间保持水的循环和清洁。

实验器材：氧气瓶、恒温冰箱 LG(温度范围为 0～10 ℃)、玻璃水族箱、秒表、塑料封口袋、扎线、数字温度计。

1.2　方法

1.2.1　活体与死体的确定　将鲫鱼置于无水纯氧条件下的封口袋中，根据目测法观察鳃部有呼吸或刺激鱼体有反应为活体，反复刺激观察无反应则视为死亡来确定存活和死亡情况。

1.2.2　临界温度的测定　将鲫鱼 2 条放进盛有净水的泡沫箱中，用自制的冰块作为冷源，以 3～5℃/h 的速率缓慢降温，观察并记录鲫鱼在不同温度下的呼吸频率，以呼吸开始不规律到极不规律，甚至观察不到呼吸时(鱼尚未死亡)的温度作为其临界温度。

1.2.3　结冰点温度的测定　取 2 条活鱼，用橡皮锤将其击毙，将热电偶的测温端插入鱼背部下约 0.5 cm 处，并给予固定，然后将其放于冰箱内进行冻结，测定其结冰点并绘制其冻结曲线。

1.2.4　不同温控条件下鲫鱼的无水保活时间的测定　实验过程中将鲫鱼临界温度和冻结点之间的温度范围分为 4 个部分，每组 2 条鱼，平行 3 组。将鱼置于无水纯氧气中，每 2 h 观测 1 次，记录每条鱼的存活时间，取 3 组平均值为该条件下活鱼的无水保活时间，以比较不同温控条件下鲫鱼的保活时间。

1.2.5　氧气供应对鲫鱼无水保活时间的影响测定　将处于临界状态的鱼体迅速放于双层塑料薄膜袋内，在袋内充入纯氧、空气与纯氧的混合物和空气，用橡皮筋将袋口扎紧，然后置于 3～5 ℃ 的低温下，确定氧气浓度对鱼体保活时间的影响。

1.2.6　梯度降温速率对无水保活时间的影响的测定　在对鱼体进行降温时，设 3 个降温梯度组、分 3 个温度阶段，不同温度阶段控制不同的降温速度，将鱼体降温到其临界温度迅速放入封口袋充入氧气，置于 3～5 ℃下进行无水保活。以确定不同降温速度对鱼体保活时间的影响。

1.2.7　梯度降温时麻醉剂(MS-222)处理对无水保活时间的影响的测定

1) MS-222 的有关性质[8-9]麻醉法根据水产品的生理特性，采用麻醉剂抑制其中枢神经，使水产动物失去反射功能，从而降低呼吸强度和代谢强度，提高存活率[10]。目前已在鱼体试用的麻醉剂达十多种，其中性能最好的是 MS-222。MS-222 的化学名称为 3-氨基苯甲酸乙醇甲烷磺酸盐，其它商品名称还有，Metacaine，Tricaine 等。该品为白色粉状或针状晶体，熔点 144～145 ℃，在水中溶解度约为 11%，大白鼠口服 LD_{50} 为3 930 mg/kg，无接触毒性，无致突致畸作用，在干燥低湿及避光条件下可长期存放。试验结果表明，MS-222 在水溶液中可经鱼鳃、鱼皮等部位传导至鱼脑感觉中枢后抑制了鱼对外界的反射能力和鱼的活动能力，使鱼进入类休眠状态。这主要表现为鱼的行动迟缓，呼吸频率减慢，鱼体内代谢强度降低，减少了水体中溶解氧的消耗等。MS-222 进入鱼体后，主要积聚于脾脏、肝脏等部位，在肌肉中含量甚微，且在清水中极易从鱼体转移到水中，经 MS-222 处理 72 h 后的活鱼，在立即检测，转入清水 12 h 后检测和转入清水 24 h 后检测 MS-222 在鱼体内的残留分布状态和排除率时发现，无论在哪一个阶段 MS-222 在肌肉中的残留量均低于其它部位。经过在清水中 24 h 后，90%以上的 MS-222 可从鱼体内排除。

2) MS-222 对国内淡水鱼的作用效果　MS-222 对各类活鱼作用效果的大小一般采用入麻浓度和入麻时间为参数来表示，也可采用存活率表示。MS-222 对鱼类的安全性一般用复苏时间、复苏率衡量。室内静水试验结果表明，MS-222 对国内多种淡水鱼的鱼苗、鱼种和成鱼均有优良的麻醉效果，在适当的浓度范围内，该品对活鱼是安全的。

万方数据

实验过程中分别取 MS-222 浓度为 3×10^{-5}，3.5×10^{-5}，4×10^{-5}，4.5×10^{-5}，5×10^{-5} kg/mg。测定麻醉剂处理对无水保活时间的影响。由于随温度的降低麻醉剂的使用量也应该同时减少，所以降温过程中不再添加麻醉剂。

1.2.8 *添加水量对保活时间的影响* 由于无水条件下鲫鱼的保活时间太短，仅为 30 h。难以满足长途运输的要求，所以考虑添加适量的水以延长鲫鱼的存活时间。实验过程中按鱼与水质量比为 1∶3，1∶2，2∶3，3∶3，3∶4 添加冰水。测定添加水量对保活时间的影响。

2 结果与讨论

2.1 临界温度

鲫鱼在不同温度下的呼吸频数结果见表 1。临界温度是鲫鱼在缓慢降温时区别生死时的温度，鲫鱼在缓慢降温时温度与其呼吸频率的关系如表 1 所示。由表 1 可见，当温度缓慢降低到 10 ℃时，鱼体开始表现不安，活动量增加，呼吸变得不太有规律，失去平衡；温度降至 7.0 ℃ 时，鱼表现为呼吸极不规律，仰身，对外刺激反映迟钝；温度降至 6.0 ℃ 时，表现为基本无呼吸，对外界刺激已无反应，说明此时的温度已达到或接近鱼的临界温度。

表 1 不同温度下鲫鱼的呼吸频数

Tab. 1 Breath frequency of crucian at different temperatures

温度/℃	呼吸频数/(次/min)	备注
29	118～122	
26	109～116	
22	89～96	
19	75～79	
16	64～67	
13	48～50	
10	43～45	呼吸开始不规律
9	38	
8	35～36	
7	—	呼吸极不规律
6	—	基本无呼吸，刺激无反应

2.2 鲫鱼冻结点的测定

图 1 为鲫鱼冻结曲线。在冻结室鲫鱼的体温(T)随时间(t)变化的关系及冻结温度曲线如图 1 所示。

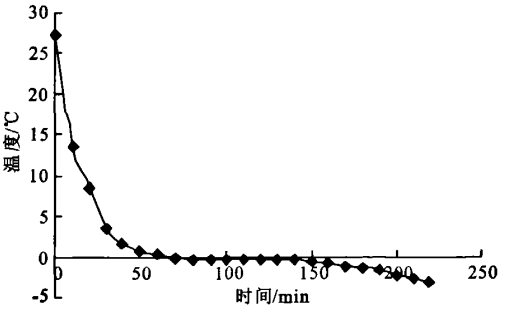

图 1 鲫鱼冻结曲线

Fig. 1 Freezing curve of crucian carp

从图 1 可以看出，鲫鱼的结冰点为－0.3～－0.4 ℃左右，因此可认为鲫鱼在无水保活过程中温度下限为－0.4 ℃，温度继续下降将导致鱼体肌肉结冰，从而引起鱼体死亡. 根据得到的生态冰温，在对鲫鱼进行冰温保活运输时其温度的范围应控制在－0.4～7 ℃ 之间。

2.3 不同温控条件下鲫鱼的无水保活时间

不同温控条件下鲫鱼的保活时间见表 2。从表 2 可以看出当温度控制在 0～3 ℃时鲫鱼存活的时间最短，原因可能是从鲫鱼的临界温度来看，它并不属于耐寒的鱼种，而 0～3 ℃温度太低有时太过接近鲫鱼的冻结点。或者由于控温条件有限导致温度波动较大导致其死亡。3～5 ℃时鲫鱼无水存活的时间最长，原因可能是在这个温度范围内鲫鱼可以维持其正常的新陈代谢，并且在低温下鱼体代谢缓慢，消耗氧气较少，保活时间较长。之后随着温度的升高鲫鱼的存活时间逐渐减少，这是由于温度升高鱼体新陈代谢加快，消耗氧气的量也大，所以存活时间有所缩短。由此也可以看出，当鱼体处于其生态冰温下可以保持其活体状态，因此对鱼体进行冰温无水保活是可行的。

表 2 不同温控条件下的保活时间

Tab. 2 Survival time of crucain crap at different temperatures without water

控制温度/℃	保活时间/h
0～3	9
3～5	23
5～7	21
7～9	18.5

2.4 氧气供应对鲫鱼无水保活时间的影响

采用纯氧、空气与纯氧混合物、空气 3 种方式，确定氧气对鲫鱼保活时间的影响，结果见表 3。从表 3 可以看出 3 种供氧方式中，以纯氧的效果最好，

万方数据

这是因为鲫鱼在水中通过鳃呼吸水中的溶氧，离开水处于休眠状态的鱼鳃瓣相互靠紧，使有效的氧交换面积急剧减少，只能依靠皮肤进行微弱的呼吸作用，鱼体处于缺氧状态而导致死亡。将鱼置于纯氧气中，虽然鳃瓣的氧交换面积较少，但纯氧环境比空气中可明显增加鱼呼吸到的氧气的量，加上低温措施，大大降低了鱼体的耗氧量，因此鱼能够存活较长时间。

表 3　氧气供应对鲫鱼无水保活时间的影响

Tab. 3　Effect of oxygen supply on survival time without water

供氧方式	保活时间/h
纯氧	22
空气与纯氧混合物	17
空气	9

2.5　梯度降温速率对鲫鱼无水保活时间的影响

不同降温梯度下，降温速率对鲫鱼无水保活时间的影响结果见表 4。

表 4　梯度降温速率对鲫鱼无水保活时间的影响

Tab. 4　Effect of descend step on survival time without water

梯度降温段	降温速率/(℃/h)	无水保活时间/h
≥17 ℃	≤6	20
17－13 ℃	≤5	
13－7 ℃	≤4	
≥17 ℃	≤5	21
17－13 ℃	≤4	
13－7 ℃	≤3	
≥17 ℃	≤4	26.5
17－13 ℃	≤3	
13－7 ℃	≤2	

表 4 表明，提高鲫鱼在水中的降温速率时，鱼的无水保活时间缩短。造成这一结果的原因是鱼类在其环境水温发生变化时，将产生应激反应。当这种环境温度的变化较缓时，鱼的应激反应较弱，能够适应其变化而不影响鱼的正常存活；当这种温度变化较快时，鱼将产生较强的应激反应，它虽然不会导致鱼的立即死亡，却会导致鱼的延迟死亡，从而影响鱼的无水保活时间。所以选择一个合适的降温梯度对鲫鱼的无水保活至关重要。

2.6　梯度降温时麻醉剂(MS－222)处理对保活时间的影响

不同麻醉剂浓度下，麻醉剂(MS-222)处理对保活时间的影响见表 5。由资料可知室温下 MS-222 最大的使用浓度为 4×10^{-5} kg/mg 左右。

表 5　不同 MS-222 浓度对无水保活时间的影响

Tab. 5　Effect of concentration of MS-222 on survival time without water

MS-222 浓度/ $\times10^{-6}$ kg/mg	无水保活时间/h
30	27
35	28.5
40	30
45	25
50	18

表 5 表明，随着麻醉剂用量在一定范围内的加大无水保活时间也不断的延长，这是由于梯度降温时麻醉剂(MS-222)处理可以使鲫鱼更早的进入半休眠状态进而更加有效的降低了鱼的新陈代谢，使鱼的存活时间得以延长。但当麻醉剂的浓度超过了鱼可以承受的最大限度时，鲫鱼的保活时间大幅度下降。这是由于太高的麻醉剂浓度会对鱼有毒害作用，使鱼进入深度麻醉或使鱼死亡。所以一定要控制好麻醉剂的用量，温度和鱼的种类及体重都对麻醉剂的用量有影响。

2.7　添加水量对保活时间的影响

不同水量处理对保活时间的影响见表 6。

表 6　添加水量对保活时间的影响

Tab. 6　Effect of fish and water weight ratio on survival time

鱼水质量比	保活时间/h
1∶3	55
1∶2	62
2∶3	74
3∶3	75
3∶4	75

由表 6 可知，添加少量的水可以大幅度的延长鲫鱼的存活时间。随着添加水量的增加鲫鱼的存活时间不断延长，但当添加的量达到一定限度时，继续增加水的量对保活时间的影响不大。所以，选用鱼水质量比为 2∶3 是较为合理的。

2.8　无水保活工艺

综合上述影响保活时间的诸因子，得出保活工艺：

鲫鱼—挑选—暂养驯化—缓慢梯度降温同时使用适当浓度的麻醉剂—添加冰水—充纯氧—包装—控温—保藏—常温淡水中复活工艺要点：

1) 挑选：将体质差、有伤痕的鱼挑出，选取健康、有活力的鲫鱼；

2) 缓慢梯度降温同时使用麻醉剂：

万方数据

17 ℃以上，降温速率≤4 ℃/h；17 ℃ ～13 ℃，降温速率≤3 ℃/h；13 ℃ ～6 ℃，降温速率≤2 ℃/h；

按此降温速率缓慢使鲫鱼降至 6 ℃。

将适量麻醉剂溶于水中，放入鲫鱼不断加冰降温。降温过程中不再加入麻醉剂。

添加冰水：将鲫鱼移入双层充气袋中，添加冰水；充纯氧：向袋中充入纯氧；包装、控温：将充气袋移入保温冰箱中，控制温度为 3～5 ℃；保藏、复活：保藏中应减少震动，到达目的地后放入常温淡水中使其复活。

3 结 语

和其他冷血动物一样，鲫鱼存在一个决定生死的临界温度。在其临界温度范围内，鲫鱼的呼吸和新陈代谢可降低到相当低的程度。人工养殖鲫鱼的临界温度为 6～7 ℃；温度、氧气的供应、梯度降温速率是影响鲫鱼无水保活时间的主要因子；为了进一步延长鲫鱼的保活时间，在梯度降温的同时对鱼进行了麻醉处理，结果表明，在 25 ℃时选用浓度为 4×10^{-5} kg/mg 的 MS-222 可有效延长鲫鱼的无水保活时间。采用低温法，鲫鱼无水保活 26.5 h，MS-222 处理可将保活时间延长到 30 h。为了进一步延长鲫鱼的保活时间以满足长途运输的需要，添加鱼水质量比为 2∶3 的冰水可将鲫鱼的存活时间延长到 3 d 左右。

参考文献(References)：

[1] 殷邦忠，刘淇. 海水鱼的保活运输[J]. 齐鲁渔业，1995，12(2)：25－26.
Duan Bang-zhong，Liu Qi . Keeping alive transport with the Marine fish[J]. **Shandong Fisherie**，1995，12(2)：25－26. (in Chinese)

[2] 山根昭美. 以冰温活鱼运输实用化为目标[J]. 养殖，1992，29(14)：151－152.
Shan Geng -shaomei. Make transport alive fish under ice temperature into practical come true[J]. **Culture**，1992，29(14)：151－152. (in Chinese)

[3] 山根昭美. 使鱼冬眠在无水状态下运输[J]. 渔村，1991，57(7)：102－103.
Shan Geng-shaomei. Make the fish hibernation and transport without water[J]. **Fish Village**，1991，57(7)：102－103. (in Chinese)

[4] 山根昭美. 活鱼冰温输送[J]. 养殖，1990，27(1)：67－68.
Shan Geng-shaomei. Alive fish- transport under ice temperature[J]. **Culture**，1990，27(1)：67－68. (in Chinese)

[5] 殷邦忠，滕瑜. 魁蚶保活技术研究[J]. 齐鲁渔业，1994，11(2)：6－8.
Duan Bang-zhong，Teng Yu. Reach of keeping alive the yu. arca inflate reeue[J]. **Shandong Fisherie**，1994，11(2)：6－8. (in Chinese)

[6] 殷邦忠，滕瑜. 不同保活方法对菲律宾蛤仔保活效果的研究[J]. 海洋水产研究，1996，17(1)：76－81.
Duan Bang-zhong，Teng Yu. Reach of the effect of different keeping alive way to the effect of Ruditapes phili ppinarum [J]. **Marine Fisheries Research**，1996，17(1)：76－81. (in Chinese)

[7] 齐静涛. 日本对虾活体干法运输技术研究[J]. 齐鲁渔业，1996，13(5)：47－48.
Qi Jing-tao. Study on the transport technology keeping alive of japonicus without water[J]. **Shandong Fisherie**，1996，13(5)：47－48. (in Chinese)

[8] 任洁. MS-222 在活鱼运输中的应用研究[J]. 淡水渔业，1993，23(6)：29－32.
Ren Jie. Study on the application with MS — 222 in transport of alive fish[J]. **Freshwater Fishery**，1993，23(6)：29－32. (in Chinese)

[9] 陈守义. 鱼类麻醉剂在活鱼运输中的应用[J]. 水产科学，1992，11(10)：21－23.
Chen Shou-yi. Fish anesthetics application in transport of alive fish[J]. **Fisheries Science**，1992，11(10)：21－23. (in Chinese)

[10] 张慜，肖功年. 国内外水产品保鲜和保活技术研究进展[J]. 食品与生物技术学报，2002，21(1)：104 －107.
Zhang M in，Xiao Gong nian. Development of the preservation and keeping-alive of aquatic products in the world[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**，2002，21(1)：104－107. (in Chinese)

[11] 刘淇，殷邦忠. 牙鲆无水保活技术[J]. 中国水产科学，1996，(2)：101－104.
Liu Qi ，Duan Bang-zhong. Technology of keeping alive Japanese flounder without water[J]. **China fisheries science**，1996，(2)：101－104. (in Chinese)

[12] 田标，陈申如，杨远帆，张其标. 黑鲷无水保活技术的初步研究[J]. 集美大学学报：自然科学版，2004，(3)：221－225.
Tian Biao，Chen Shen-ru，Yang Yuan-fan，et al. First step reach of technology of keeping alive black porgy[J]. **Journal of JiMei University：Natural Science Edition**，2004，(3)：221－225. (in Chinese)

(责任编辑：杨萌)

万方数据