

# 尼罗罗非鱼对碳酸盐碱度耐受性的研究

## Study on carbonate alkalinity tolerance of Nile tilapia

王艳玲, 赵岩\*, 赵金良

上海海洋大学, 水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 201306



### 前言 Introduction

我国盐碱水面积大, 广泛分布于东北、西北、华北等内陆地区, 水质类型多样, 以碳酸盐型居多, 开发利用迫在眉睫。尼罗罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*) 作为一种广盐性鱼类, 拥有良好的碳酸盐碱耐受性能及可持续发展潜力, 在我国的产量也逐年增加。本研究除系统评估尼罗罗非鱼对碳酸盐碱度的耐受性能外, 还试图寻找更为合适的数理统计模型来模拟死亡情况。

### 材料与方法 Materials and Methods

以2种规格 [大: (21.56±0.27) g, 小: (5.92±0.03) g] 的尼罗罗非鱼幼鱼为研究对象, 配制不同浓度的碳酸盐碱水体 (NaHCO<sub>3</sub>) 展开高浓度胁迫致死、96h急性胁迫和慢性驯化实验, 方法如下:

- 高碱度致死实验 (大: 30g/L、小: 22g/L) → **MST**



- 急性碱胁迫实验 (大: 8、9、10 g/L) → **LC50**  
(小: 6、7、8 g/L)



- 慢性碱驯化实验 [+2、+4、+6 g/(L·d)] → **ST**

- 数据处理 **LC50 limits**

利用MATLAB 8.4、Systat Sigma Plot 10.0和DPS软件对所得实验数据进行统计分析。

线性回归模型、CLL模型、Logistic模型

急性碱胁迫

慢性碱驯化

### 结论 Conclusions

- 尼罗罗非鱼96 h的LC50为6.25 g/L ~ 9.01 g/L, 其耐碱能力虽弱于青海湖裸鲤等耐高碱鱼类, 但其仍强于大多淡水养殖鱼类;
- 体质量会影响鱼类对环境的耐受性。在幼鱼阶段, 体质量增加3倍以上的尼罗罗非鱼对碳酸盐碱胁迫的耐受性显著增强;
- 养殖中可通过2 g/(L·d)的每日碱增加对罗非鱼进行碱驯化养殖;
- 急性碱胁迫下“时间-碱度-死亡率”间关系可用互补重对数模型(CLL)较好地拟合, 且拟合度好于线性回归模型。

### 结果 Results

表1 不同规格尼罗罗非鱼的平均存活时间MST

Table 1 MST of different sizes of Nile tilapia

组别 Group	碱度 (g·L <sup>-1</sup> ) Alkalinity	平均存活时间 (min) Mean Surviving Time
大规格鱼 Large size fish	30	136.92±3.72
小规格鱼 Small size fish	22	114.08±4.36

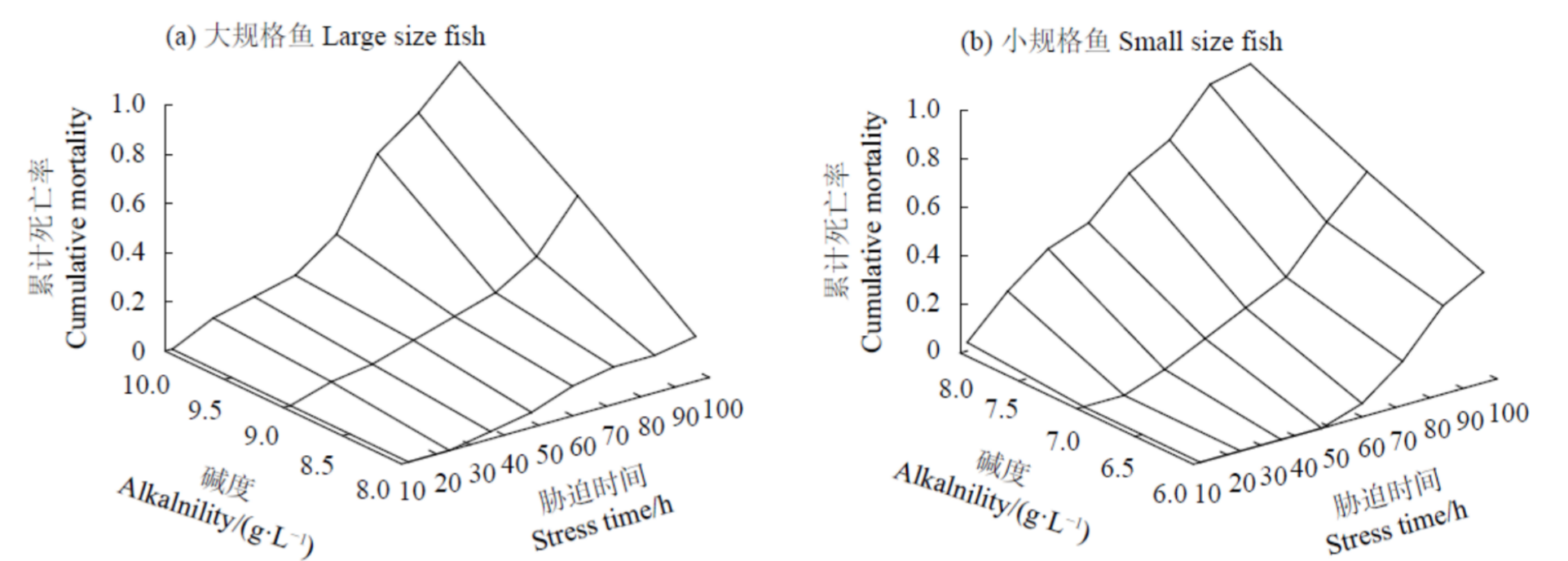


图1 尼罗罗非鱼随时间-碱度变化的累计死亡率观察值

Figure 1 Observed value of cumulative mortality of Nile tilapia with time-alkalinity change

表2 基于线性回归模型尼罗罗非鱼累计死亡率的相关性分析

Table 2 Correlation analysis of cumulative mortality probability of Nile tilapia by linear regression model

组别 Group	胁迫时间 Stress time/h	回归方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient	P	半致死浓度 LC <sub>50</sub> (g·L <sup>-1</sup> )
大规格鱼 Large size fish	96	y=0.329x-2.445	0.999	0.016	8.95
小规格鱼 Small size fish	96	y=0.200x-0.750	0.998	0.028	6.25

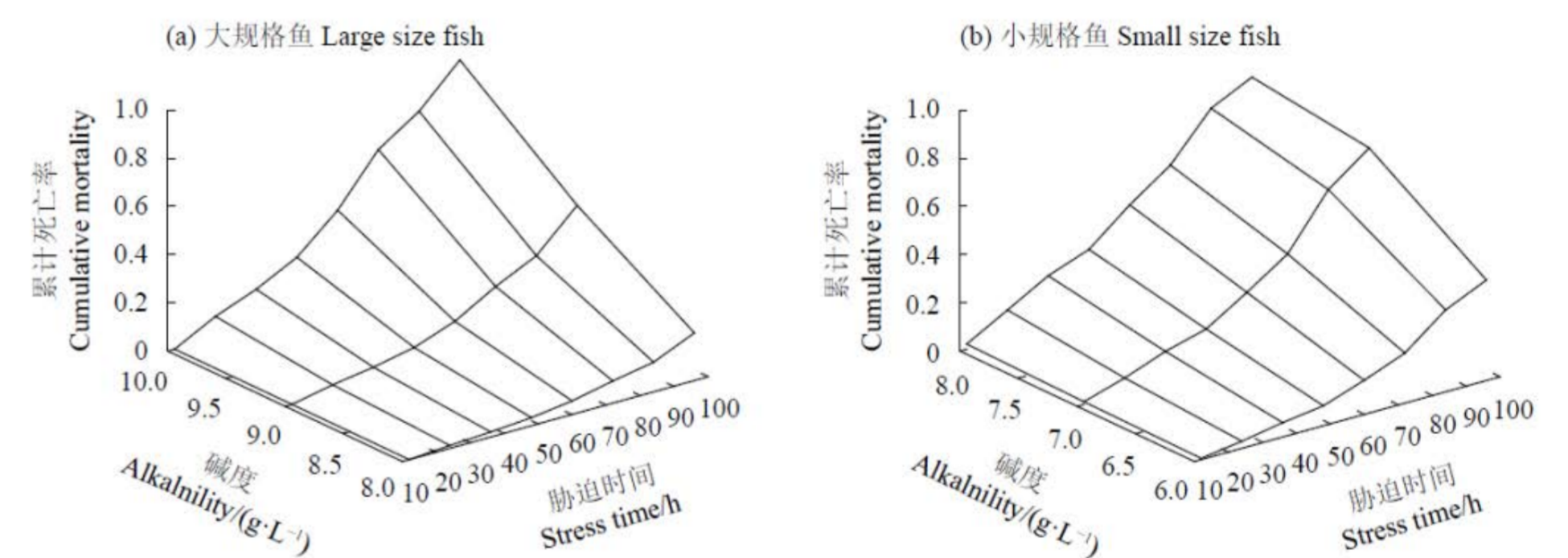


图2 互补重对数模型拟合尼罗罗非鱼随时间-碱度变化的累计死亡率

Figure 2 Cumulative mortality of Nile tilapia estimated by CLL model with time-alkalinity change

表3 尼罗罗非鱼CLL模型的参数估计及其显著性检验

Table 3 Estimated and tested parameters of complementary log-log model of Nile tilapia

组别 Group	半致死浓度 LC <sub>50</sub> (g·L <sup>-1</sup> )	条件死亡率模型 Conditional mortality model					累计死亡率模型 Cumulative mortality model	
		参数 Parameter	系数 Coefficient	标准误 Standard error	t 检验 t test	P	参数 Parameter	系数 Coefficient
大规格鱼 Large size fish	9.01	$\beta$	21.401 1	0.150 7	142.015 9	0.000 1	$\beta$	21.401 1
		$\gamma_{48}$	-23.677 6	1.892 5	12.511 3	0.000 1	$\tau_{48}$	-22.710 7
		$\gamma_{96}$	-21.714 4	3.050 7	7.117 8	0.000 1	$\tau_{96}$	-20.800 2
Pearson卡方检验值 Pearson's chi square test 11.529 08 < $\chi^2_{0.05} = 25.00$ , $df=15$ , $P=0.775 71 > 0.05$ Hosmer & Lemeshow 拟合度卡方统计量 Hosmer & Lemeshow statistic value 4.900 0 < $\chi^2_{0.05} = 15.51$ , $df=8$ , $P=0.768 21 > 0.05$								
小规格鱼 Small size fish	6.35	$\beta$	11.405 9	2.138 8	5.332 8	0.000 1	$\beta$	11.405 9
		$\gamma_{48}$	-12.630 2	1.894 3	6.667 5	0.000 1	$\tau_{48}$	-11.353 7
		$\gamma_{96}$	-10.923 7	1.814 3	6.021 0	0.000 1	$\tau_{96}$	-9.524 9
Pearson卡方检验值 Pearson's chi square test 23.255 01 < $\chi^2_{0.05} = 25.00$ , $df=15$ , $P=0.107 09 > 0.05$ Hosmer & Lemeshow 拟合度卡方统计量 Statistic value 13.002 9 < $\chi^2_{0.05} = 15.51$ , $df=8$ , $P=0.111 75 > 0.05$								

表4 慢性碱驯化下的尼罗罗非鱼累计死亡率相关分析

Table 4 Correlation Analysis of cumulative mortality of Nile tilapia with gradual alkalinity

组别 Group	碱度变化速度 Rate of alkaline change/[g·(L·d) <sup>-1</sup> ]	存活时间 Survival time/h	死亡碱度下限 Lower limit of dead alkalinity/(g·L <sup>-1</sup> )	生存碱度上限 Upper limit of survival alkalinity/(g·L <sup>-1</sup> )	半致死浓度 LC <sub>50</sub> (g·L <sup>-1</sup> )	相关系数 Correlation coefficient
大规格鱼 Large size fish	+2	144	8.20	12.00	10.55	0.999
	+4	92	7.21	15.92	11.59	0.997
	+6	68	6.64	17.07	13.03	0.997
小规格鱼 Small size fish	+2	140	8.01	11.50	9.91	0.999
	+4	68	6.91	11.98	8.87	0.997
	+6	52	5.90	15.23	8.54	0.999