

ClO₂ 和碳水化合物水平对中国明对虾 存活和生长的影响*

王兴强¹, 曹梅¹, 阎斌伦¹, 马甦², 董双林²

(1. 淮海工学院 江苏省海洋生物技术重点建设实验室 江苏连云港 222005 2. 中国海洋大学 水产学院 山东青岛 266003)

摘要:研究了盐度为5条件下, ClO₂和碳水化合物水平对中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)存活和生长的影响,共两个实验。实验1研究了ClO₂(0、1、4、7、10、13、16、19和22 mg/L)对中国明对虾存活的影响,发现随ClO₂浓度的升高,对虾存活率呈下降趋势,在24、48、72和96 h LC₅₀分别为21.04、13.32、10.91和8.26 mg/L,安全浓度为1.60 mg/L。实验2研究了ClO₂(0.0、0.2、0.4和0.6 mg/L)和饲料中碳水化合物水平(13.89和41.76%)对中国明对虾存活和生长的影响,发现在两个碳水化合物水平,随ClO₂浓度的升高,对虾存活率、特定增长率、摄食量和吸收效率均呈下降趋势,而饲料系数呈上升趋势,在四个ClO₂水平,摄食13.89%碳水化合物对虾的特定增长率、摄食量和吸收效率均高于摄食41.76%碳水化合物的对虾,而摄食13.89%碳水化合物对虾的饲料系数低于摄食41.76%碳水化合物的对虾。

关键词: ClO₂; 碳水化合物; 中国明对虾; 存活; 生长

中图分类号: Q958.8968.22 文献标识码: A 文章编号: 1007-6336(2007)02-0154-04

Effects of chlorine dioxide and dietary carbohydrate levels on survival and growth of juvenile *Fenneropenaeus chinensis*

WANG Xing-qiang¹, CAO Mei¹, YAN Bin-lun¹, MA Shen², DONG Shuang-lin²

(1. Key Constructing Lab of Marine Biotechnology of Jiangsu Province, Huaihai Institute of Technology, Lanyungang 222005, China; 2. Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Two experiments were conducted to determine the effects of chlorine dioxide and dietary carbohydrate levels on survival and growth of juvenile *Fenneropenaeus chinensis* at 5. The effect of chlorine dioxide (0, 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19 and 22 mg/L) on survival were investigated in experiment 1 and the results indicated that the survival rate decreased with increasing chlorine dioxide concentration, and LC₅₀ were 21.04, 13.32, 10.91 and 8.26 mg/L at 24, 48, 72 and 96 h, respectively, safety concentration was 1.60 mg/L. The effects of chlorine dioxide (0.0, 0.2, 0.4 and 0.6 mg/L) and dietary carbohydrate levels (13.89 and 41.76%) on survival and growth were investigated in experiment 2 and the results showed that at each dietary carbohydrate level, the survival rate, specific growth rate, food consumption and absorption efficiency decreased while food coefficient increased with increasing chlorine dioxide concentration; at each chlorine dioxide level, the specific growth rate, food consumption and absorption efficiency in shrimps fed 13.89% dietary carbohydrate were higher as compared with those fed 41.76% dietary carbohydrate, while food coefficient in shrimps fed 13.89% dietary carbohydrate were lower as compared with those fed 41.76% dietary carbohydrate.

Key words: chlorine dioxide; dietary carbohydrate; *Fenneropenaeus chinensis*; survival; growth

近年来,由于沿海养殖环境日趋恶化,虾病频繁暴发。学者们认为,低盐度养殖是目前控制虾病流行的一种有效方法,因而人为地降低养殖水体的盐度^[1]。中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)具有耐受低盐度的能

力,盐度变化对其存活、生长和能量分配的影响受到人们的广泛重视^[2]。最近,Wang等^[3]研究发现,水生动物在低渗的水环境中生活会比在等渗环境中消耗更多的能量用于调节渗透压平衡,在饲料的能值一定时,适当多增加

* 收稿日期 2005-09-21, 修订日期 2005-11-15

基金项目: 国家农业跨越计划项目(K2002-15), 淮海工学院自然科学基金项目(Z2004033), 淮海工学院引进人才科研启动基金项目(KK01061)

作者简介: 王兴强(1975-),男,山东济宁人,讲师,博士,主要从事水生动物营养生理生态研究, E-mail: xqwangcaomei@yahoo.com.cn

碳水化合物不仅可促进对虾生长又可起到饲料蛋白质节约作用。

稳定性 ClO_2 是一种特强氧化剂,可有效氧化细胞内含巯基的酶,对细菌及芽孢、病毒、真菌等微生物有强大的杀灭作用,且不生成有毒害的物质,微生物对其也不易产生抗药性;同时, ClO_2 作为强氧化剂,几乎可以分解水中所有还原性污染物质如残饵、粪便等,极大程度地改善养殖水体,增加溶解氧含量,因而广泛应用于水产养殖业^[4,5]。不过,目前的研究多数集中于正常条件下的短期的急性毒性效应,而亚致死浓度下对养殖动物的长期的慢性毒性的研究资料比较缺乏,尤其是消毒剂和营养因

子的交互作用对生物生长的影响研究还未见报道。鉴于此,本文探讨了盐度为 5 条件下, ClO_2 和饲料中碳水化合物水平对中国明对虾存活和生长的影响。

1 材料和方法

1.1 实验饲料

实验所用饲料配方见表 1,这些饲料是在能值基本相等的基础上碳水化合物设 13.89 和 41.76% 两个水平(表 2);饲料制成直径为 1.6 mm 的颗粒,70℃ 下烘干,4℃ 冷藏保存。

表 1 饲料组成

Tab. 1 Ingredient of diets

组成	鱼粉	豆粕	花生粕	面粉	鱼油	卵磷脂	褐藻酸钠	复合多维 ¹	复合多矿 ²
A / (%)	55	18	18	0	2.5	2	1.5	1	2
B / (%)	28	0	0	60	5.5	2	1.5	1	2

1. 复合多维 1000 g 饲料包括: B₁ 30 mg;核黄素 50 mg;叶酸 5 mg; B₆ 70 mg;烟酸 200 mg;泛酸钙 70 mg;氯化胆碱 2000 mg;肌醇 2000 mg;Ve 2000 mg;生物素 1 mg;对氨基苯甲酸 75 mg; V_E 200 mg; V_K 17 mg; B₁₂ 0.4 mg; V_A 75 000IU; D₃ 30 000IU

2. 复合多矿 1000 g 饲料包括: Ca(H₂PO₄)₂ 4.400 g; CaCO₃ 4.120 g; K₂HPO₄ 2.000 g; NaH₂PO₄ 5.600 g; MgSO₄ · 7H₂O 2.545 g; KCl 0.800 g; FeSO₄ · 7H₂O 0.200 g; AlCl₃ · 6H₂O 0.08 g; ZnSO₄ · 7H₂O 0.216 g; MnSO₄ · H₂O 0.040 g; CuSO₄ · 5H₂O 0.004 g; CoCl₂ · 6H₂O 0.056 g; KI 0.008 g; Na₂SeO₃ 0.001 g

表 2 饲料的生化组成

Tab. 2 Proximate composition of diets

组成	水分	粗蛋白	脂肪	碳水化合物	灰分	能值 / kJ · g ⁻¹
A / (%)	6.45	51.27	7.32	13.89	11.58	17.83
B / (%)	6.69	24.63	7.69	41.76	7.27	17.49

1.2 材料来源

中国明对虾幼虾购自赣榆县一育苗场,对虾暂养一周,水温 23.0 ~ 25.0℃,盐度 31,然后每天以 3 的盐度调至盐度 5,并适应 3 d;低盐度海水用过滤海水加自来水配制。实验前停食 24 h,用 MP-120 型电子天平称其初始体重。

1.3 实验设计和管理

实验 1 采用单因子设计, ClO_2 设 0、1、4、7、10、13、16、19 和 22 mg/L 九个水平,每个烧杯(2 L 养殖水体 1.5 L) 放养 5 尾对虾,每个处理设三个重复,共 24 个烧杯。对虾平均湿重(0.109 ± 0.017)g,盐度 5,溶解氧 6.0 mg/L 以上, pH 7.7 ~ 8.2,水温(25.0 ± 0.1)℃。

实验 2 采用 4 × 2 析因设计,四个 ClO_2 水平分别为 0、0.2、0.4 和 0.6 mg/L,实验期间,四个 ClO_2 水平分别投喂 A 和 B 两种实验饲料(表 1 和表 2),日投饵两次(06:00 和 18:00),过量投饵;投饵 2.5 h 后从每个水族箱收集残饵和粪便,70℃ 烘干后保存。每个水族箱(30 × 40 × 50cm,养殖水体 50L)放养 5 尾对虾,每个处理设三个重复,共 24 个水族箱,对虾平均初湿重(0.138 ± 0.024)g。每天换水约 2/3,溶解氧维持在 6.0 mg/L 以上, pH 7.7 ~ 8.2,光周期 14L:10D,盐度 5。实验周期为 15 d。

1.4 计算公式

安全浓度 (S_c)、特定生长率 (SGR)、饲料系数 (FC) 和

吸收效率 (AE) 以下式计算:

$$S_c = 48 \text{ h } LC_{50} \times 0.3 / (24 \text{ h } LC_{50} / 48 \text{ h } LC_{50})^2,$$

$$SGR = 100 \times (\ln W_2 - \ln W_1) / t,$$

$$FC = 100 \times (W_2 - W_1) / C,$$

$$AE = 100 \times (C - F) / C.$$

式中 LC_{50} 为半致死浓度; W_1 和 W_2 为对虾的初体重和末体重(湿重); C 为摄食量; F 为排粪量; t 为实验周期

1.5 数据处理

所得数据用双因素方差分析、Turkey's 多重比较以及回归分析进行处理,以 $P < 0.05$ 作为差异显著水平。

2 结果与讨论

2.1 ClO_2 对中国明对虾存活和生长的影响

稳定性 ClO_2 是目前世界公认并得到世界卫生组织确认的 A₁ 级广谱、安全、高效消毒剂,广泛应用于水产领域^[4]。唐洪玉等^[5]研究发现, ClO_2 对湘云鲫的半致死浓度范围大致为 30 ~ 45 mg/L,安全浓度为 3.24 mg/L。从图 1 ~ 2 和表 3 ~ 5 可以看出,随 ClO_2 浓度的升高,对虾存活率、特定生长率、摄食量和吸收效率均呈下降趋势,而饲料系数呈上升趋势;在 24、48、72 和 96 h, LC_{50} 分别为 21.04、13.32、10.91 和 8.26 mg/L,安全浓度为 1.60 mg/L,显著低于唐洪玉等^[5]的研究结果;其原因可能与在低盐度条件下,中国明对虾要同时耐受盐度和 ClO_2 的双重

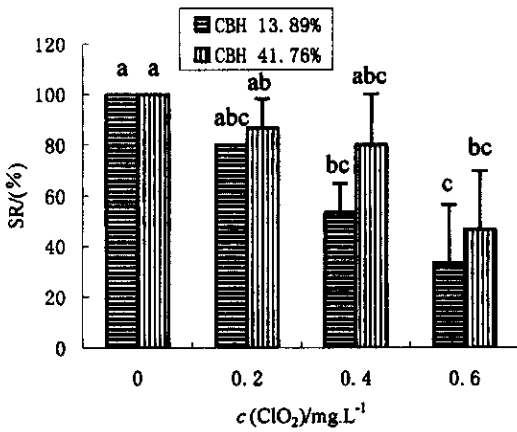


图 1 ClO₂和碳水化合物水平(CBH)对中国明对虾存活率(SR)的影响
(数值为三组对虾的平均值,具有不同上标字母的平均值组间差异显著(P<0.05))

Fig.1 The effects of chlorine dioxide and dietary carbohydrate(CBH) on survival(SR) of juvenile *Fenneropenaeus chinensis*
(Values are means of three groups of juvenile *Fenneropenaeus chinensis*, means with different letters are significantly different(P<0.05))

胁迫作用有关。

2.2 ClO₂和碳水化合物的相互作用

双因素方差分析表明,ClO₂、碳水化合物水平显著的影响对虾的特定生长率、摄食量、饲料系数和吸收效率,而存活率仅受ClO₂的影响。存活率(SR)、特定生长率(SGR)、摄食量(C)、饲料系数(FC)和吸收效率(AE)与ClO₂(D)和碳水化合物(CBH)的复合关系:

$$SR = 101.667 - 3.889D^2 (R^2 = 0.703);$$

$$SGR = 6.265 - 0.906D - 1.107CBH (R^2 = 0.784);$$

$$C = 0.354 - 0.05357D - 0.05885CBH (R^2 = 0.725);$$

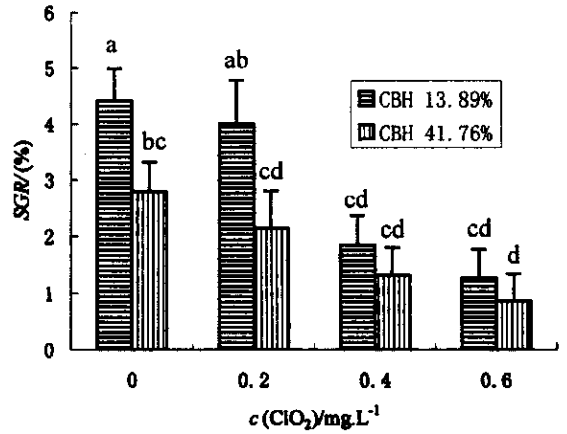


图 2 ClO₂和碳水化合物水平(CBH)对中国明对虾特定生长率(SGR)的影响
(数值为三组对虾的平均值,具有不同上标字母的平均值组间差异显著(P<0.05))

Fig.2 The effects of chlorine dioxide and dietary carbohydrate(CBH) on specific growth rate(SGR) of juvenile *Fenneropenaeus chinensis*
(Values are means of three groups of juvenile *Fenneropenaeus chinensis*, means with different letters are significantly different(P<0.05))

$$FC = 1.665 + 0.02026D^2 + 0.272CBH (R^2 = 0.763);$$

$$AE = 84.663 - 1.700D - 1.790CBH (R^2 = 0.801);$$

在0.0和0.2 mg/L ClO₂水平,摄食13.89%碳水化合物对虾的特定生长率均显著高于摄食41.76%碳水化合物的对虾,而在0.4和0.6 mg/L ClO₂水平,摄食13.89%碳水化合物对虾的特定生长率与摄食41.76%碳水化合物的对虾差异不显著(图2)表明在高浓度ClO₂条件下,适当提高碳水化合物的水平可提高中国明对虾对ClO₂的耐受力,存活率结果也支持这一论断。从图1可以看出,在0.2、0.4和0.6 mg/L三个ClO₂水平,

表 3 ClO₂对中国明对虾存活率(SR)的影响

Tab.3 The effect of chlorine dioxide on survival(SR) of juvenile *Fenneropenaeus chinensis*

c / mg · L ⁻¹	SR / (%)				
	0 h	24 h	48 h	72 h	96 h
0	100.00 ^a	100.00 0.00 ^a	100.00 0.00 ^a	100.00 0.00 ^a	100.00 0.00 ^a
1	100 ± 0.00 ^a	100.00 ± 0.00 ^a	100.00 ± 0.00 ^a	100.00 ± 0.00 ^a	93.33 ± 11.55 ^{ab}
4	100 ± 0.00 ^a	100.00 ± 0.00 ^a	100.00 ± 0.00 ^a	93.33 ± 11.55 ^{ab}	80.00 ± 20.00 ^{abcd}
7	100 ± 0.00 ^a	100.00 ± 0.00 ^a	86.67 ± 11.55 ^{abc}	60.00 ± 20.00 ^{bcde}	41.33 ± 32.33 ^{cde}
10	100 ± 0.00 ^a	93.33 ± 11.55 ^{ab}	80.00 ± 20.00 ^{abcd}	53.33 ± 23.09 ^{cde}	33.33 ± 11.55 ^{de}
13	100 ± 0.00 ^a	86.67 ± 11.55 ^{abc}	60.00 ± 20.00 ^{bcde}	40.00 ± 0.00 ^{ede}	13.33 ± 11.55 ^e
16	100 ± 0.00 ^a	66.67 ± 11.55 ^{bcde}	33.33 ± 11.55 ^{de}	26.67 ± 11.55 ^e	0.00 ± 0.00 ^e
19	100 ± 0.00 ^a	60.00 ± 20.00 ^{bcde}	13.33 ± 11.55 ^e	6.67 ± 11.55 ^e	0.00 ± 0.00 ^e
22	100 ± 0.00 ^a	26.67 ± 11.55 ^e	6.67 ± 11.55 ^e	0.00 ± 0.00 ^e	0.00 ± 0.00 ^e
LC ₅₀	-	21.04 mg/L	13.32 mg/L	10.91 mg/L	8.26 mg/L
S _c	1.60 mg/L				

* 表中具有不同上标字母的平均值组间差异显著(P<0.05)

表 4 ClO_2 和碳水化合物水平对中国明对虾生长的影响

Tab. 4 The effects of chlorine dioxide and dietary carbohydrate levels on growth of juvenile *Fenneropenaeus chinensis*

$c / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$CBH / (\%)$	未湿重 / g	FC	C / g	$AE / (\%)$
0.0	13.89	0.268 ± 0.023^a	1.88 ± 0.09^c	0.246 ± 0.052^a	81.91 ± 1.17^a
	41.76	0.210 ± 0.017^{bc}	2.27 ± 0.13^{ab}	0.165 ± 0.045^{ab}	78.92 ± 1.12^{ab}
0.3	13.89	0.253 ± 0.028^{ab}	2.08 ± 0.12^{bc}	0.237 ± 0.049^a	79.00 ± 1.50^{ab}
	41.76	0.191 ± 0.019^{cd}	2.29 ± 0.05^{ab}	0.122 ± 0.044^{bc}	77.83 ± 0.86^{bc}
0.6	13.89	0.183 ± 0.014^{cd}	2.13 ± 0.17^{bc}	0.094 ± 0.023^{bc}	77.75 ± 0.88^{bc}
	41.76	0.169 ± 0.012^{cd}	2.36 ± 0.06^{ab}	0.073 ± 0.030^{bc}	75.85 ± 1.27^{bc}
0.9	13.89	0.168 ± 0.013^{cd}	2.27 ± 0.15^{ab}	0.068 ± 0.033^{bc}	75.83 ± 1.26^{bc}
	41.76	0.158 ± 0.011^d	2.53 ± 0.06^a	0.050 ± 0.028^c	74.73 ± 1.29^c
ClO_2		0.000	0.001	0.000	0.000
CBH		0.000	0.000	0.002	0.002
$\text{ClO}_2 \times CBH$		0.036	0.492	0.129	0.501

* 同一列中具有不同上标字母的平均值组间差异显著 ($P < 0.05$)

表 5 中国明对虾存活率、特定生长率、摄食量、饲料系数和吸收效率与 ClO_2 的回归关系

Tab. 5 The relationship between survival, specific growth rate, food consumption, food coefficient or absorption efficiency and chlorine dioxide

$CBH / (\%)$	回归方程	R^2
13.89	$SR = -113.33D + 100.67$	0.8500
41.76	$SR = -83.333D + 103.33$	0.6158
13.89	$SGR = -5.7742D + 4.6249$	0.8146
41.76	$SGR = -3.2877D + 2.7723$	0.7278
13.89	$C = -0.3378D + 0.2626$	0.7473
41.76	$C = -0.1979D + 0.1618$	0.6696
13.89	$FC = 0.617D + 1.9042$	0.5900
41.76	$FC = 0.411D + 2.2384$	0.6077
13.89	$AE = -9.7333D + 81.542$	0.8080
41.76	$AE = -7.27D + 79.013$	0.7422

摄食 13.89% 碳水化合物对虾的存活率均低于摄食 41.76% 碳水化合物的对虾 尽管无统计学差异 表明在低盐度条件下 适当提高碳水化合物的浓度可提高中国明对虾的渗透调节能力^[5] 增强对 ClO_2 的耐受性。

3 结 论

本研究结果表明 在 5 盐度条件下 ClO_2 对中国明对

虾的安全浓度为 1.60 mg/L 适当提高饲料中碳水化合物的水平可增强中国明对虾对 ClO_2 的耐受性。因此 在虾类低盐度养殖过程中 应适当降低化学消毒剂的施用剂量 并可通过营养调控来提高虾类对消毒剂的耐受能力 促进科研成果向生产的转化。

参考文献：

[1] BRAY W A , LAWRENCE A L , LEUNG-TRUJILLO J R. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHVN virus and salinity [J]. *Aquaculture*, 1994, 122 : 133-146.

[2] ZHANG S , DONG S L. The effects of food and salinity on energy budget of juvenile shrimp of *Penaeus chinensis* juveniles [J]. *Journal of Dalian Fisheries University*, 2002, 17(3) : 227-233.

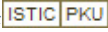
[3] WANG X Q , MA S , DONG S L. Effects of salinity and dietary carbohydrate levels on growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei* [J]. *Journal of Shellfish Research*, 2004, 23(1) : 231-236.

[4] 陈超然 孟长明 陈昌福. 二氧化氯对淡水鱼鳃片上附着菌的清除作用 [J]. *华中农业大学学报* 2002 21(2) : 152-15.

[5] 唐洪玉 巢 磊 卓 林. 二氧化氯制剂对湘云鲫的急性毒性试验 [J]. *淡水渔业* 2003 33(1) : 11-12.

作者: [王兴强](#), [曹梅](#), [阎斌伦](#), [马牲](#),
[董双林](#), [WANG Xing-qiang](#), [CAO Mei](#), [YAN Bin-lun](#), [MA Shen](#), [DONG Shuang-lin](#)

作者单位: [王兴强, 曹梅, 阎斌伦, WANG Xing-qiang, CAO Mei, YAN Bin-lun](#)(淮海工学院, 江苏省海洋生物技术重点实验室, 江苏, 连云港, 222005), [马牲, 董双林, MA Shen, DONG Shuang-lin](#)(中国海洋大学, 水产学院, 山东, 青岛, 266003)

刊名: [海洋环境科学](#) 

英文刊名: [MARINE ENVIRONMENTAL SCIENCE](#)

年, 卷(期): 2007, 26(2)

被引用次数: 2次

参考文献(5条)

1. [WANG X Q;MA S;DONG S L](#) [Effects of salinity and dietary carbohydrate levels on growth and energy budget of juvenile Litopenaeus vannamei](#)[外文期刊] 2004(01)
2. [ZHANG S;DONG S L](#) [The effects of food and salinity on energy budget of juvenile shrimp of Penaeus chinensis juveniles](#)[期刊论文]-[Journal of Dalian Fisheries University](#) 2002(03)
3. [BRAY W A;LAWRENCE A L;LEUNG-TRUJILLO J R](#) [The effect of salinity on growth and survival of Penaeus vannamei, with observations on the interaction of IHNV virus and salinity](#)[外文期刊] 1994
4. [唐洪玉;巢磊;卓林](#) [二氧化氯制剂对湘云鲫的急性毒性试验](#)[期刊论文]-[淡水渔业](#) 2003(01)
5. [陈超然;孟长明;陈昌福](#) [二氧化氯对淡水鱼鳃片上附着菌的清除作用](#)[期刊论文]-[华中农业大学学报](#) 2002(02)

引证文献(2条)

1. [张庆起. 王兴强, 曹梅. 阎斌伦](#) [日本沼虾对二氧化氯耐受性的研究](#)[期刊论文]-[中国农村小康科技](#) 2010(12)
2. [王兴强. 马牲. 曹梅. 阎斌伦](#) [二溴海因和碳水化合物水平对凡纳滨对虾生长和免疫的影响](#)[期刊论文]-[海洋科学](#) 2010(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hyhjx200702013.aspx