

麻醉剂丁香酚对黄腊鲂耗氧的影响

张朝晖¹ 丛娇日¹ 王波¹ 洪旭光¹ Kjell ø Midling²

(¹国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266061)

(²Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Norway)

摘要 用不同浓度的丁香酚对体质量为 115~175 g 的黄腊鲂 (*Trachinotus blochii*) 麻醉处理 15 min, 每 1 分钟测定容器内的氧饱和度 1 次。实验结果表明, 黄腊鲂的耗氧率明显地受到了丁香酚的影响, 在各处理组中以 10×10^{-6} 浓度组的耗氧率为最低 (0.33 mg/(g·h)), 5×10^{-6} 浓度组次之 (0.42 mg/(g·h)), 而对照组则较高 (0.57 mg/(g·h))。同时实验还表明经丁香酚麻醉处理的黄腊鲂鳃活动频率显著地比对照组低。此结果表明了在施用麻醉剂以后, 鱼体的活动及对氧气的消耗有明显的下降, 丁香酚可以作为活鱼运输过程中有效的麻醉剂。

关键词 麻醉剂, 丁香酚, 黄腊鲂 (*Trachinotus blochii*), 耗氧率

中图分类号 Q41 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3096(2003)06-0011-04

黄腊鲂 (*Trachinotus blochii*), 属于硬骨鱼纲、鲈形目、鲈形目、鲈亚目、鲈科、鲈亚科、俗称白鲳、金鲳等。为分布印度洋、太平洋及大西洋等温、热带海域的暖水性中上层鱼类, 体形较大, 一般不结成大群。在海南是较为常见的热带养殖鱼类, 有很高的经济效益。主要的形体特征为体形侧扁, 臀鳍与第二背鳍约等长, 显著长于腹鳍, 第一背鳍为六枚硬棘。由于其肉味鲜美, 个体大小适宜、体色银白闪亮、腹背鳍金黄色, 倍受港粤消费者的喜爱, 经济价值较高。所以, 在我国南方诸省均有养殖, 但产量不大。

由于此鱼的高价值, 所以一般是以鲜活销售。但在运输过程中, 由于运输时间长、密度较高、水质条件不稳定、易受伤害等原因严重影响了运输过程中的成活率及鲜鱼的品质。使用麻醉剂来解决鲜活鱼类的运输是较好的方法之一, 在运输过程中施用麻醉剂不仅过程简单、可操作性强; 还可以降低鱼类的耗氧, 减少 CO₂ 和氨的排放, 从而防止了水的污染; 同时, 对鱼类施用麻醉剂还能抑制鱼的过度活动, 有效地防止鱼类在运输容器中激烈碰撞而造成损伤, 从而减少了运输过程中的死亡, 可以大幅度提高运输的成活率。

目前, 已经研究的鱼类麻醉剂有: MS-222、盐酸苯唑卡因 (Benzocaine)、喹哪丁、尿烷、三氯乙醛等^[1]。但这些麻醉剂由于不能同时满足活鱼运输的安全性、高效性和低成本的要求, 在目前还不能进行广泛的应

用。丁香酚是近年来很受关注的一种麻醉剂, 由于它是一种纯天然物质, 所以对人类的健康具有很高的安全性。根据美国《食品与药物管理规定》, 该药品可以直接在食物中添加到 100×10^{-6} 。但有关丁香酚在海洋鱼类上的应用研究却较少, 仅见于 Anderson 等^[1] 1997 年使用丁香酚对虹鳟鱼进行麻醉的初步研究。

本研究测定了不同的丁香酚浓度, 对黄腊鲂的麻醉效果及对耗氧率、鳃活动频率的影响, 为活鱼运输提供了初步的、较为科学的依据。

1 材料与方 法

1.1 材料来源与实验设计

本实验所选用的黄腊鲂系海南瑞发东方海洋产业有限公司人工养殖的个体, 体长 20~28 cm, 体质量在 115~175 g。麻醉剂丁香酚产自印度尼西亚, 其饱和浓度为 85%。实验容器为 7L 的圆柱形有机玻璃静水室。溶解氧测量仪为葡萄牙产的“HANNA HL-9143”型温度溶氧测量仪。

第一作者: 张朝晖, 出生于 1970 年, 副研究员, 现于国家海洋局海洋生态环境科学与工程重点实验室工作, 主要从事海洋环境研究。E-mail: zhangzh@public.qd.sd.cn

收稿日期: 2002-05-15; 修回日期: 2002-10-15



本实验共设定两个麻醉剂浓度组和一个对照组,处理1组的麻醉浓度为 5×10^{-6} ,处理2组的麻醉浓度为 10×10^{-6} ,每组实验均设3个重复。

1.2 实验方法

实验保持在盐度37.6,水温 $27.8 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 0.3 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。分别测定黄腊鲂在空白、 5×10^{-6} 和 10×10^{-6} 处理下的耗氧,每个实验组均用3个重复实验进行测定。静水室用液体石蜡封面,避免外界氧气对容器内溶氧含量产生影响。实验时容器内装满预配制的实验海水,避免有气泡存在。实验鱼放入容器进行测定之前,先用与容器内麻醉剂浓度相一致的海水做3~5 min适应性训练。氧饱和度用测定仪每1分钟测定1次容器内的氧饱和度,连续测定15 min,并在实验进行到第7分钟至第8分钟时计数鱼鳃的活动频率。测定结束后,将实验鱼取出,用湿毛巾擦干其表面水分,用天平称取体质量。

1.3 数据处理

本实验过程中主要测定静水室的氧饱和度,为了计算其耗氧量,根据UNESCO转换公式转换为溶氧含量。其转换公式、耗氧率及鳃活动频率的计算公式如下:

$$(1) \text{转换公式: } \ln C = A_1 A_2 A_3 A_4 (T/100) S [B_1 B_2 (T/100) + B_3 (T/100)^2] \ln(T/100)$$

$$D_0 = 1.4291 C,$$

$$D_0' = D_0 \times \text{氧饱和度}(\%),$$

其中, C 为在体积含有 20.95×10^{-2} 氧的饱和水蒸气和总压力为1大气压的大气中氧在海水中的溶解度,单位: cm^3/dm^3 , A (下标1~4)及 B (下标1~4)是常数; T 为热力学温标,单位: $\text{K}(T = 273 + t(^\circ\text{C}))$; S 为盐度; D_0 为在温度为 $t(^\circ\text{C})$ 条件下海水的氧饱和含量,单位: cm^3/dm^3 ; D_0' 为在温度为 $t(^\circ\text{C})$ 条件下海水中实际的溶氧含量。

$$(2) \text{耗氧率: } G = (C_1 - C_2) V / (BW)$$

其中, C_1 为实验开始时的溶氧含量; C_2 为实验结束时溶氧含量; V 为容器体积(L); B 为实验时间(h); W 为鱼体质量(g)。

$$(3) \text{鳃活动率: } F = N/t;$$

其中 N 为鳃活动次数; t 为计数时间(min)。

2 结果

2.1 丁香酚对黄腊鲂耗氧率的影响

在15 min内,容器中溶解氧含量的变化见图1。

从该图中可以看出,随着时间的推移,水中的溶解氧含量在不断减少,尤其以空白处理组减少最多, 5×10^{-6} 处理组次之, 10×10^{-6} 处理组的耗氧为最少。此结果说明了在施用麻醉剂以后,鱼体对溶解氧的消耗明显下降,即便在较短的时间内(15 min),这种差异还是可以表现出来。

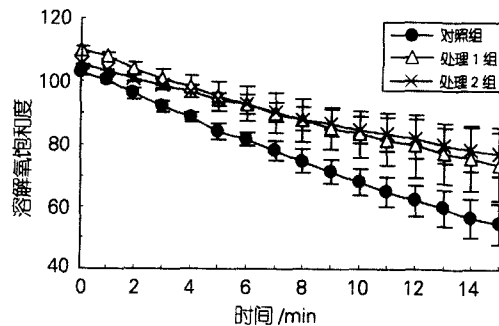


图1 黄腊鲂不同处理组间溶解氧随时间的变化

Fig.1 Variations in oxygen of different treatments in 15 mins

从黄腊鲂在不同处理组间的耗氧率变化,可以看出施用麻醉剂后对耗氧的影响。在15 min内,空白对照组的耗氧率为 $0.57 \text{ mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$; 5×10^{-6} 处理组为 $0.42 \text{ mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$; 10×10^{-6} 处理组为 $0.33 \text{ mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$ 。从此结果中可以明显地看出:进行麻醉剂处理的鱼类,其耗氧率要显著地比空白对照组的低。其中 5×10^{-6} 组的耗氧率为对照组的73.8%,下降了24.2%; 10×10^{-6} 组的耗氧率仅为对照组的58.1%,下降了41.9%。这表明,使用丁香酚对黄腊鲂进行麻醉处理,可以明显地降低其对氧气的消耗。而且麻醉程度越深,黄腊鲂单位时间、单位体质量的耗氧越低,即耗氧率随着丁香酚浓度的增大而降低。各处理组黄腊鲂15 min的耗氧率见图2。

对3个处理组进行单因素方差分析,统计结果见表1。从表中我们可以看出 $F = 17.4$,明显大于临界值5.14, $(P < 0.01, n = 3)$ 。这说明了在施用麻醉剂与空白组之间的差异是极其显著的,使用麻醉剂以后可以极其明显地降低鱼体对溶解氧的消耗。

2.2 体质量与麻醉后的耗氧率的关系

表2给出了不同的鱼体质量与耗氧量、耗氧率等。从该表中可看出,在空白对照组的实验中,黄腊鲂的单位时间、单位体质量的耗氧率随体质量的增大而

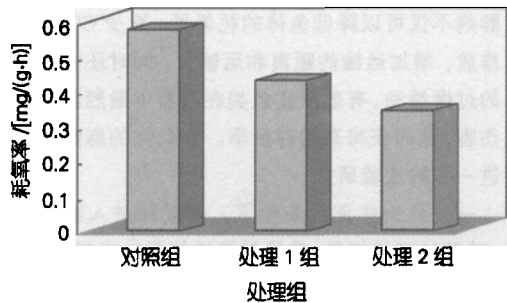


图2 黄腊鲂各处理组间的耗氧率

Fig.2 Oxygen consumption rate of different treatments

表1 黄腊鲂不同处理组间的耗氧率单因素方差分析

Tab.1 Single-factor ANOVA in oxygen consumption rate of different treatments

处理组	计数	求和	平均	方差
对照组	3	1.72	0.57333333	0.00253333
处理1组	3	1.27	0.42333333	0.00443333
处理2组	3	1	0.33333333	0.00063333

方差分析						
差异源	方差	自由度	平均方差	F 值	P 值	F 临界值
组间	0.0882	2	0.0441	17.4078947	0.00317665	5.14324938
组内	0.0152	6	0.00253333			
总计	0.1034	8				

表2 黄腊鲂的不同体质量及耗氧的关系

Tab.2 Relationship of oxygen consumption and body weight of *Trachinotus blochii*

编号	体质量(g)	对照组		5 × 10 ⁻⁶ 组		10 × 10 ⁻⁶ 组	
		耗氧量 (mg)	耗氧率 [mg/(g·h)]	耗氧量 (mg)	耗氧率 [mg/(g·h)]	耗氧量 (mg)	耗氧率 [mg/(g·h)]
1	115	17.9	0.62	10.1	0.35	8.97	0.31
2	159	23.2	0.58	19.21	0.48	14.14	0.36
3	175	22.8	0.52	19.21	0.44	14.63	0.33

的指标之一。在各实验组进行至第7~8 min时,测定鱼呼吸的鳃动频率,结果见图3。黄腊鲂进入全封闭环境中,正常呼吸鳃动频率为159.3次/min,用丁香酚进行药物麻醉后,体色变浅,鱼体失去平衡,缓慢游动,呼吸减慢。5 × 10⁻⁶实验组黄腊鲂鳃活动频率下降为111.3次/min, 10 × 10⁻⁶组黄腊鲂鳃活动频率下降为108.3次/min。进行单因素方差分析计算结果 F = 8.87, 高于临界值 5.14, (P < 0.05, n = 3), 各组间的差异显著。表明经过了丁香酚麻醉后的黄腊鲂呼吸时鳃动频率发生了明显的变化, 5 × 10⁻⁶处理组的鳃动频率为空白组的70%, 10 × 10⁻⁶处理组的鳃动频率为空白组

降低。而在麻醉实验组中这种关系出现了异常的变化。虽然体质量大小不同的黄腊鲂进行麻醉后,耗氧率均产生不同程度的下降,但体质量小的黄腊鲂耗氧率下降的幅度较大,而体质量大的黄腊鲂下降幅度相对较小。以空白组与 5 × 10⁻⁶处理组为例,体质量分别为 115 g, 159 g 和 175 g 的黄腊鲂在 5 × 10⁻⁶丁香酚处理后的耗氧率分别下降了 43.6%, 17.2% 和 15.4%。这说明,不同体质量的鱼类对麻醉剂的敏感性不一致,体质量较小的深度较大,故对 D₅₀ 的消耗下降较多。

2.3 丁香酚对黄腊鲂鳃动频率的影响

鱼体在呼吸时,鳃动频率是指示鱼体呼吸强度

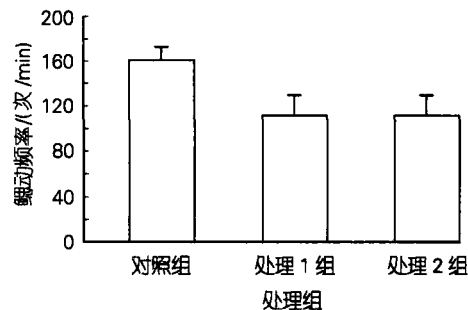


图3 黄腊鲂不同处理组的鳃动频率

Fig.3 Gill movement frequency of different treatments



的 68%，这也说明了麻醉之后的鱼的呼吸强度有了明显的下降。

3 讨论

董存有、张金英^[4]报道了真鲷单位时间、单位体质量的耗氧率随个体的增大而降低，本研究对黄腊鲂进行空白对照实验的结果得出与之相一致的结论。但在进行丁香酚麻醉的两个实验组均出现了异常的情况。董存有、张金英认为动物单位时间、单位体质量的耗氧率随个体增大而降低的主要原因是：动物维持生命的脑、心脏、肝、肾、脾等重要组织在个体小时占整体质量的比例较大，而这些组织器官的耗氧相对比肌肉、骨骼等组织的耗氧大，随着个体的生长，动物的肌肉、骨骼等组织占整体体质量的比例相对增大，而肌肉、骨骼等组织的耗氧率相对较上述维持生命的重要组织器官的耗氧率低，这样随着个体的增长，耗氧率降低。进行丁香酚麻醉后，出现与对照组异样的原因，本文作者认为可能是由于大小不同个体的黄腊鲂对药物的反应不一样，个体小的黄腊鲂较为敏感，受药物作用的影响较大，所以其耗氧变化的幅度大，而个体大的黄腊鲂适应性较强，受到药物作用影响小，耗氧率变化的幅度相对小，所以在同一丁香酚浓度作用下，黄腊鲂耗氧率变化的幅度随个体大小不同而不同，故在麻醉剂丁香酚作用下，出现与对照组结论不一致的异常情况。

实验结果也表明，使用丁香酚进行麻醉的黄腊鲂其耗氧率比对照组低，本文作者认为丁香酚可能通过以下两种方式降低黄腊鲂的耗氧率：一方面减缓体内代谢，另一方面减缓鳃运动输氧的能力，使黄腊鲂的耗氧率降低，游动缓慢，体色变浅。实验结束后，将黄腊鲂放入回流水暂养池，均能在 2~3 min 之内恢复到正常的状态，没有出现烦躁不安或过麻发呆现象，对声音和光线的刺激反应恢复到实验前的状态，在本实验中复苏存活率均达到百分之百的效果。Jain^[2]使用浓度为 250×10^{-6} 的 MS-222 对鲤鱼进行麻醉，获得耗氧率降低 28.2% 的效果，本实验中使用 10×10^{-6} 的丁香酚对黄腊鲂作用 15 min 就获得耗氧率降低

40.4%、存活率为 100%。研究表明丁香酚是一种符合活鱼运输要求的麻醉剂，在活鱼运输中使用丁香酚作麻醉剂不仅可以降低鱼体的耗氧量、减少 CO_2 和 NH_3 的排放，增加运输的距离和运输量，同时还能控制鱼体的过度活动，有效防止鱼类在容器中激烈活动而造成伤害，从而获得高的存活率。但具体的麻醉控制需要进一步的实验研究。

一般认为在正常条件下，黄腊鲂进入密封容器后，随着时间的推移，黄腊鲂消耗氧量越来越多，使容器内溶氧含量越来越低，为了满足身体代谢对氧的需求，黄腊鲂只有增大呼吸频率，加大鳃腔水的交换量，才能获得充足的氧。而在本实验中，用丁香酚进行麻醉后，鳃动频率反而下降。这是由于施用麻醉以后，鱼体内代谢减缓，对氧的需求量减少，容器内氧含量的下降幅度减缓，仍保持着较高的溶氧含量，故黄腊鲂鳃腔水交换量不需多，就可以满足身体呼吸代谢对氧的需求，鳃的活动频率因此而降低。

此外，其他环境理化因子如温度、盐度、季节变化、摄食活动等均对丁香酚的作用效果有影响，从而影响黄腊鲂的呼吸耗氧率。本文未涉及这方面工作，关于丁香酚对黄腊鲂耗氧率的影响与这些因子的关系还有待于进一步的研究。

参考文献

- 1 Andetson W G. The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. Northern American Journal of Fisheries Management, 1997, 17(2): 301-307
- 2 Jain S M. Use of MS-222 as an anaesthetic agent for young common carp *Cyprinus carpio communis*. J Inland Fish, 1987, 19(1): 67-70
- 3 陈守义. 鱼类麻醉剂在活鱼运输中的应用. 水产科学, 1992, 11(10): 21-23
- 4 董存有, 张金英. 真鲷窒息点与耗氧率的测定. 水产学报, 1992(1): 75-79

(下转第 34 页)

(上接第 14 页)

THE EFFECT OF ANESTHETIC EUGENOL ON THE OXYGEN CONSUMPTION RATES OF *Trachinotus blochii*

ZHANG Zhao-Hui¹ CONG Jiao-Ri¹ WANG Bo¹ HONG Xu-Guang¹ Kjell ø Midling²

(¹The First Institute of Oceanography SOA, Qingdao, 266061)

(²Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Norway)

Received: May, 15, 2002

Key Words: Eugenol, Anesthetic, *Trachinotus blochii*, Oxygen consumption

Abstract

To estimate the effects of Eugenol on the oxygen consumption rates of white pomfret (*Trachinotus blochii*) in this research, two treatments (5×10^{-6} and 10×10^{-6} of Eugenol concentration) and one control group were tested. The results of the experiment showed that there were significant differences between anesthetic and control groups, and the lowest oxygen consumption rate appeared in the 10×10^{-6} group that was $0.33 \text{ mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$. It was $0.42 \text{ mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$ of the 5×10^{-6} group. And the oxygen consumption rates of the two groups were lower than that of the control group which was $0.57 \text{ mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$. Study also showed that gill movement frequency of the treatment groups was much lower than that of the control group. Those results will be useful to the long distance transportation of live fish.

(本文编辑:刘珊珊)