

研究简报

# 真鲷窒息点与耗氧率的初步测定\*

## A PRELIMINARY MEASUREMENT ON SUFFOCATION POINT AND OXYGEN CONSUMPTION RATE OF *PAGROSOMUS MAJOR*

董 存 有 张 金 荣

Dong Cunyou and Zhang Jinrong

(深圳市大洋水产进出口公司, 518081) (*Shenzhen Dayang Fisheries Import and Export Company, 518081*)

关键词 真鲷, 窒息点, 耗氧率

KEYWORDS *Pagrosomus major*, suffocation point, oxygen consumption rate

真鲷 (*Pagrosomus major* T and S) 是广东及其他各省市沿海海水网箱养殖的主要鱼类之一。随着真鲷人工繁殖和苗种培育的成功,<sup>[1,2]</sup>真鲷养殖业将会有有一个更大的发展。关于鱼类的窒息点与耗氧率的研究早有不少<sup>[3-11]</sup>,但是对真鲷除个别学者提及窒息点外<sup>[3,4]</sup>,真正对其窒息点与耗氧率的系统研究尚未见到。为了给真鲷的人工繁殖、苗种培育、运输和成鱼养殖提供呼吸生理方面的理论依据,笔者于 1990 年春对真鲷的窒息点和耗氧率进行了初步测定,就不同规格大小的苗种及各种外界条件与窒息点和耗氧率之间的关系进行了初步探讨。

### 材 料 和 方 法

实验材料系我公司沙头角水产养殖场自汕尾市遮浪运回的人工授精卵及其孵化培养的真鲷仔、稚、幼鱼苗种。窒息点实验系采用 2500 毫升的广口瓶作呼吸室,以液体石蜡封面,用虹吸管取样。广口瓶置于水浴中,以减少气温变化的影响。以半数致死时的溶解氧量作为窒息点<sup>[9]</sup>。不同温度条件的试验,系用自动恒温加热器加热或加以少许冰水来进行调节,成为所需的水温试验条件。

耗氧率的测定系仿陈宁生、施隰芳的装置<sup>[3,4]</sup>。海水系经过沙过滤后的清洁水由水塔流入贮水缸,再进入水位稳定器,最后流入呼吸室。其流量控制在 4000 毫升/小时左右。呼吸室内放鱼苗 10—20 尾左右,使出水溶解氧量控制在 3.5 毫克/升以上。鱼进入呼吸室以后让其适应 2—3 小时,使之处于自然状态后,每隔 1—3 小时测定一次进、出水溶解氧量、流量和水温。每小时内的耗氧量为进出水溶解氧量之差与其单位时间(小时)内的流量之积,即  $F = (C_1 - C_2) \cdot v$ , 试验结束时用吸水纸吸干鱼体表水份用 1/万分析天平称量鱼的体重即可换算出耗氧率  $G = (C_1 - C_2) \cdot v / B \cdot W^{[12]}$ , 每一测定值系取样 2—3 次

\* 本文承深圳市农科研究中心王 璋研究员审阅、修改,在此致谢。

收稿年月:1991 年 2 月;同年 8 月修改。

(1) 蔡兴邦等,1992。真鲷人工繁殖和苗种培育技术的研究 1—18,江苏省海洋水产研究所。

(2) 董存有等,真鲷人工繁殖与苗种培育的初步研究。

(3) 同本文脚注(1)。

(4) 张寿山,1983。日本真鲷苗种生产技术工艺流程。国外渔业(5):49—61。

测定后所取的平均值。不同水温和盐度变化均采用逐级过渡适应的方式,以减少突然变化引起的误差。

溶解氧测定用碘量法<sup>[2-4]</sup>。

测定窒息点时为了查明是否二氧化碳引起鱼窒息死亡的问题<sup>[4,12,13,16,17]</sup>,还同时以酚酞作指示剂,以 0.01N 的 NaOH 滴定,测定了游离二氧化碳的浓度<sup>[4]</sup>。

## 结果与讨论

### 1 真鲷仔、稚、幼鱼的窒息点

鱼类不同大小各发育阶段的窒息点有所不同<sup>[2,4,6,6,12]</sup>,真鲷仔、稚、幼鱼不同发育阶段的窒息点也是不一样的。对平均体全长为 2.8 毫米的仔鱼前期鱼、平均体全长为 8.0 毫米的仔鱼后期 II 期鱼、平均体全长为 16.5 毫米的稚鱼 I 期鱼、平均体全长为 29—40 毫米的稚鱼 II 期鱼和平均体全长为 64 毫米的幼鱼进行了窒息点的测定,其结果列表 1。

表 1 真鲷仔、稚、幼鱼的窒息点

Table 1 The suffocation point of *Pagrosomus major* in different size and different development stage

测定时间			日龄 (日)	体全长 (毫米)	体重 (克)	试验鱼数 (尾)	水温 (°C)	起始 DO. (毫克/升)	死 1/2 时 DO. (毫克/升)	死 1/2 时 DO. (毫克/升)	全死时 DO. (毫克/升)	死 1/2 时 CO <sub>2</sub> (毫克/升)
年	月	日										
一 九 九 〇	1	8	2	2.8		20	19.0	7.50	3.14	3.04	2.84	3.45
	1	12	5	3.3		20	19.2	7.45	3.03	2.87	2.70	4.47
	1	22	15	5.7		20	19.5	7.40	2.94	2.57	2.40	4.24
	2	1	25	8.0	0.4	10	20.0	7.24	2.85	2.50	2.20	5.31
	2	21	45	16.5	1.0	10	21.0	7.50	2.85	2.80	2.10	8.50
	3	22	75	29.0	3.2	10	20.5	7.30	2.60	2.14	1.85	8.70
	4	12	95	40.0	6.2	10	21.0	7.20	2.45	1.65	1.45	9.40
	5	12	125	64.0	18.0	10	21.0	7.30	2.10	1.55	1.32	8.60

从表 1 可以看出,真鲷的窒息点随着个体的不断增大而相应降低。在水温为 19—21°C,比重为 1.023 的正常海水情况下,真鲷仔鱼和稚鱼阶段的窒息点为 2.5 毫克/升左右,仔鱼前期阶段高达 3.04 毫克/升,接近于江苏省海洋水产研究所蔡兴邦等报道的真鲷的窒息点为 2.7—3.1 毫克/升<sup>(5)</sup>。鱼平均体全长 40—64 毫米的稚、幼鱼阶段窒息点下降为 1.65—1.55 毫克/升,接近于日本平田氏认为真鲷稚鱼的窒息点为 1.5 毫克/升<sup>(6)</sup>。

在测定窒息点的同时,测定呼吸室内游离 CO<sub>2</sub> 的浓度表明为 3.45—9.4 毫克/升,显然这样的 CO<sub>2</sub> 浓度对真鲷是无窒息作用的<sup>[3,4,9,10,12,13]</sup>,引起真鲷窒息死亡的因素是溶解氧的降低。仔鱼前期阶段窒息点为最高,达 3.04 毫克/升,这可能与真鲷仔鱼刚孵出的 2—3 天内是仰卧或侧卧于水面有关<sup>(7)</sup>,因为水表面的氧气充足,这样对高溶氧环境历代如此适应的结果,形成了仔鱼前期窒息点高,即是对高溶氧水表面环境的一种遗传适应特性<sup>[6,8,14,15]</sup>。

### 2. 真鲷窒息点与水温的关系

以 25 日龄体全长为 8.0 毫米的仔鱼后期 II 期鱼作试验,测定不同水温条件下的窒息点,其结果列表 2。

(5) 同本文脚注(1)。

(6) 同本文脚注(4)。

(7) 同本文脚注(2)。

表 2 真鲷仔鱼在不同水温条件下的窒息点  
Table 2 The suffocation point of larva of *P. major* from variety of the seawater temperature

水 温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	试验鱼数	起始 DO. (毫克/升)	死 1 尾时 DO. (毫克/升)	死 1/2 时 DO. (毫克/升)	全死时 DO. (毫克/升)	死 1/2 时 $\text{CO}_2$ (毫克/升)
18.0	20	7.2	2.9	2.56	2.2	3.8
20.5	20	7.3	2.89	2.80	2.1	4.5
23.0	20	7.0	3.1	2.98	2.56	5.4
25.0	20	7.0	3.4	3.17	2.90	5.4

由表 2 可以看出,真鲷窒息点随着水温的升高而升高,水温从  $18^{\circ}\text{C}$  升到  $25^{\circ}\text{C}$  时,同规格的真鲷仔鱼在起始溶解氧基本上一致的条件下,窒息点由 2.56 毫克/升升高到 3.17 毫克/升,而呼吸室中的游离  $\text{CO}_2$  的浓度仅为 3.8—5.4 毫克/升,这显然不会因游离的  $\text{CO}_2$  引起真鲷仔鱼窒息死亡。

可见真鲷的窒息点比其他鱼类(如草鱼和香鱼)高得多,据陈宁生、施琼芳 1955 年报道,草鱼(13.5 厘米长,水温  $24^{\circ}\text{C}$ )窒息点为 0.99 毫克/升。据李明云等(1986)报道香鱼(长 10.08 厘米,水温  $11.5^{\circ}\text{C}$ )的窒息点为 1.54 毫克/升。但真鲷的窒息点比中华鲟鱼的窒息点(2.8 毫克/升)低<sup>[1]</sup>,比梭鲈(3.2—4.8 毫克/升)更低<sup>[2]</sup>。

### 3. 真鲷仔、稚、幼鱼的耗氧量及耗氧率

由于真鲷仔鱼前期阶段鱼苗的重量难以准确地称量,故只能求得耗氧量,而未能求得耗氧率。对不同大小规格的真鲷仔、稚、幼鱼进行耗氧率测定的结果列表 3。

表 3 真鲷仔、稚、幼鱼的耗氧量及耗氧率  
Table 3 The oxygen consumption and the oxygen consumption rate of *P. major* in different size and different development stage

测定日期			日 龄 (日)	水 温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	试验鱼数 (尾)	体全长均值 (毫米)	体重均值 (克)	耗 氧 量 (毫克/尾·小时)	耗 氧 率 (毫克/克·小时)
年	月	日							
一 九 九 〇	1	8	2	19.0	20	2.3		0.0542	
	1	12	5	19.2	20	3.3		0.0731	
	1	23	15	19.5	20	5.7		0.0975	
	2	1	25	20.0	10	8.0	0.4	0.189	0.945
	2	21	45	21.0	10	16.5	1.0	0.366	0.732
	3	22	75	20.5	10	29	3.2	1.764	0.504
	4	12	95	21.0	10	40	6.2	2.808	0.812
	6	12	125	20.7	10	64	18.0	6.84	0.285

由表 3 可以看出真鲷的耗氧量随着个体的增大而增大,但单位体重、单位时间内的耗氧率则随个体的增大而降低,虽然各次试验的水温不一致(相差  $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ),但是其前后阶段的耗氧率则相差 3 倍多。而在水温为  $18.0^{\circ}\text{C}$ — $25.0^{\circ}\text{C}$ (相差  $\pm 7.0^{\circ}\text{C}$ )的适温范围内真鲷同一规格鱼(25 日龄、体全长均值为 8.0 毫米)的耗氧率虽有一定的变化,但变化的幅度远远小于个体大小不同引起的耗氧率的变化,仅从 0.926 毫克/克·小时( $18.0^{\circ}\text{C}$ 时)升高到 1.124 毫克/克·小时, ( $25.0^{\circ}\text{C}$ 时) ( $20.5^{\circ}\text{C}$ 时为 0.945 毫克/克·小时;  $23.0^{\circ}\text{C}$ 时为 0.936 毫克/克·小时)仅升高 1.2 倍。可见这主要是受个体大小的影响,由于个体的增大其耗氧率则降低。引起这种差异的主要原因看来是由于动物维持生命的脑、心、肝、肾、脾等重要组织器官在幼小时占整体重量的比例较大,而这些重要组织器官的耗氧相对比肌肉、骨骼等组织的耗氧大,随着生长,动物的肌肉、骨骼等组织占整体重量的比例相对增大,而肌肉、骨骼等组织的耗氧相对较上述

维持生命的重要组织器官的耗氧低,这样就使得随着个体的生长,其耗氧率降低<sup>[1]</sup>。

同一规格大小的真鲷的耗氧率随水温的升高而升高,这显然是由于水温升高,组织器官的活动性能提高,基础代谢强度增高,这样就使耗氧率增高<sup>[2,4,11,14,16]</sup>。但是从 18.0°C 升高到 25.0°C,其耗氧率仅升高 0.198 毫克/克·小时,上升的幅度比较小,证明此温度范围内新陈代谢过程中异化作用上升的幅度小,这对真鲷的生长有利,可见 18.0—25.0°C 是真鲷的适宜生长温度。25.0°C 以上的耗氧率由于各方面条件的限制,未曾测得。

#### 4. 真鲷仔鱼的耗氧率与盐度的关系

对 25 日龄体全长为 8.0 毫米的仔鱼进行不同盐度下耗氧率的测定,其结果列表 4。

表 4 不同海水比重条件下真鲷仔鱼的耗氧率  
Table 4 The oxygen consumption rate of larva of *P. major*  
form variety of specific gravity of seawater

比 重	1.007	1.010	1.013	1.018	1.023	1.025
耗 氧 率 (毫克/克·小时)	1.524	1.122	0.990	0.935	0.938	0.961

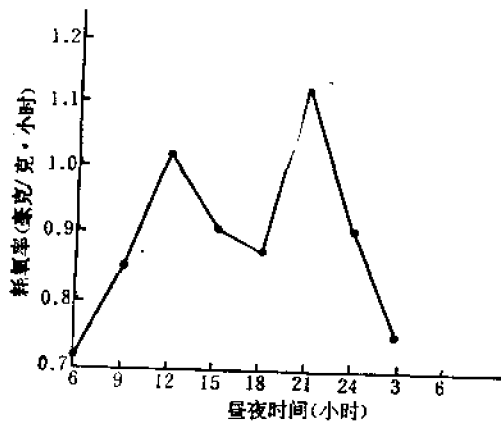


图 1 真鲷仔鱼耗氧率的昼夜变化

Fig. 1 Variety of the oxygen consumption rate of larva of *P. major* for day and night

对 25 日龄体全长平均为 8.0 毫米的真鲷仔鱼耗氧率进行昼夜 24 小时测定的结果如图 1 所示。从图 1 可以看出真鲷仔鱼与其他鱼类一样,一昼夜中耗氧率有变化<sup>[9]</sup>,在白天 12 点左右和晚上 9 点左右出现两次高峰(12 点:1.045 毫克/克·小时,21 点:1.135 毫克/克·小时),以早晨 3 点至 6 点左右为最低点(06 点:0.714 毫克/克·小时,03 点:0.745 毫克/克·小时),这表明真鲷白天的代谢活动比较旺盛。

由表 4 可以看出,在海水比重为 1.013—1.025 的范围内,其耗氧率基本保持一致,但当海水比重下降到 1.010 以下时则耗氧率就有所上升,尤其是下降到 1.007 时,耗氧率上升得比较多,达 1.524 毫克/克·小时,为比重 1.023 时耗氧率(0.938 毫克/克·小时)的 1.6 倍。这可能是由于海水比重下降使鱼体内、外渗透压不平衡引起体内一系列组织器官进行泌盐吸水,故组织器官机能活动性相对提高,使耗氧率增加;而在适宜的比重范围内,体内、外渗透压稳定,组织器官机能活动性也比较稳定,因而其耗氧率也基本上保持在一个比较稳定的水平上<sup>[2]</sup>。

#### 5. 真鲷仔鱼耗氧率的昼夜变化

### 参 考 文 献

- [1] 四川长江水产资源调查组,1988. 长江鲟鱼类生物学及人工繁殖研究,156. 四川科技出版社(蓉)。
- [2] 李明云等,1986. 香鱼苗种窒息点与耗氧率的试验观察. 淡水渔业, (3):11—18.
- [3] 陈宁生、施源芳,1955 a. 饲养鱼窒息现象的研究. 水生生物学集刊(1):1—5.
- [4] ——,1955 b. 草鱼、白鲢和花鲢的耗氧率. 动物学报,7(1):43—58.
- [5] 彼得罗娃,З. И. (张亢西译),1965. 鲟鱼在个体发育中的呼吸. 鱼类生理学论文集,261—265. 科学出版社(京)。
- [6] 库兹涅佐娃,И. И. (张亢西译),1965. 鲟鱼、野鲮和梭鲈早期发育阶段的气体代谢基础. 鱼类生理学论文集,

- 273—282。科学出版社(京)。
- [7] 廖朝兴等, 1983。草鱼在不同状态下耗氧率的测定。淡水渔业, (3): 14—16。
- [8] Clausen, R. G., 1936. Oxygen consumption in freshwater fishes. *Ecology*, 17: 216.
- [9] Fey, H. N., 1936a. Studies on the respiratory physiology of the catfish, *Parasilurus asotus*. I. The diurnal variations of the rate of oxygen consumption. *Biol. Bull Norm. Coll. Shiang Chyn Univ* 3.
- [10] —, 1936 b. Studies on the respiration physiology of the Catfish, *P. parasilurus asotus* II. The rate of oxygen consumption in relation to the oxygen tension and hydrogen ion concentration of the medium. *Ibid*, 3.
- [11] Fry, F. E. *et al.*, 1943. The relation of temperature to oxygen consumption in the goldfish. *Biol. Bull.* 94: 66.
- [12] —, 1947. Influence of temperature on the asphyxiation of young goldfish under various tensions of oxygen and carbon dioxide. *Biol. Bull.* 92: 217.
- [13] Powers, E. B. & L. M. Shipe, 1923. The rate of oxygen absorption by certain marine fishes as affected by the oxygen content and carbon dioxide tension of the seawater. *Publ. Puget Sound Biol. Stat.* 5: 365.
- [14] Schlaifer, A., 1939. An analysis of the effect of numbers upon the oxygen consumption of *Carassius auratus*. *Physiol. Zool.*, 12: 381
- [15] Shelford, V. E. & E. B. Powers, 1951. An experimental study of the movements of herring and other fishes. *Biol. Bull.*, 23: 315
- [16] Wells, M. M., 1913. The resistance of fishes to different concentrations and combinations of oxygen and carbon dioxide *Ibid*, 25: 323.
- [17] —, 1913. The reaction and resistance of fishes to carbon dioxide and carbon monoxide. *Ibid*, 11: 557.

## 勘 误 表

年 卷 期 页 (图、表)	误	正
1991 15 1 26 (11行)	pag	page
2 159 (图2)	A; B	A—蚤状幼体; B—糠虾幼体
3 199 (图2)	} II. 溶氧(ml/l), III. 氨氮(ml/l)	II. 溶氧(mg/l), III. 氨氮(mg/l)
200 (图4, 图5)		
200 (图6)	II. 溶氧(ml/l)	II. 溶氧(mg/l)
202 (图8英文图题)	HZT-60type	HYT-60type
203 (倒3行)	increasesingly	increasingly