

尼罗罗非鱼耗氧率的初步研究^{*}

张 中 英 胡 玫 吴 福 煌

(长江水产研究所沙市分所)

提 要

本文重点报道尼罗罗非鱼在成鱼阶段的群体耗氧率和窒息点的测定结果。尼罗罗非鱼的耗氧率,随着体重的增加而降低,在幼鱼阶段特别明显,但随着水温的上升而增加;在体重和水温相同的情况下,尼罗罗非鱼的耗氧率无显著的性别差异;在日夜间有明显的生理活动周期性有规律的变化。尼罗罗非鱼的窒息点是 $0.07-0.23\text{mgO}_2/\text{l}$ 。

前 言

鱼类的耗氧率和窒息点,是反映鱼体内代谢活动的主要标志。鱼的耗氧量及其变动规律,也直接或间接反映着鱼的新陈代谢规律,反映着鱼的生理状况,也反映着鱼在外界环境条件影响下,鱼的生活状况。因此,研究鱼的耗氧问题,不仅具有一定的理论意义,而且多年来一直受到养殖业界的重视。为此,我们对最新引进我国的优良品种——尼罗罗非鱼,进行耗氧率的测定。其目的是评价尼罗罗非鱼在我国的自然条件下有无养殖驯化的前途。此外,对于探讨我国养殖尼罗罗非鱼的适宜供氧条件以及合理放养的密度等,提供理论上的依据。

有关鱼类耗氧率的测定,国内外科研工作者做了很多工作。早在1900年,Zuntz和Knauthe就进行了鲤鱼耗氧率的测定。我国费鸿年(Fey, 1936)也报告了鲢鱼耗氧率的日夜周期性,和氧张力及氢离子浓度对于耗氧率的影响。还有陈宁生、施琮芳及叶奕佐等人(1955年,1959年)对我国的几种主要饲养鱼的耗氧率进行了较系统的测定。最近长江水产研究所鲤鱼组测定了荷沅鲤鱼种的耗氧率。

据我们所知,尼罗罗非鱼这方面的工作,至今尚未系统做过。日本和我国台湾省的研究资料也主要侧重养殖技术,仅日本报道尼罗罗非鱼的缺氧临界量。其他学者研究鱼类的耗氧率也多局限于鱼苗、鱼种,在成鱼阶段缺少群体耗氧率的测定。本文重点报道尼罗罗非鱼(以下简称尼罗鱼)在成鱼阶段的群体耗氧率和窒息点的测定结果。

* 参加本项研究的还有仇潜如、王令玲、李庆国同志。

材 料 和 方 法

实验材料取自长江水产研究所试验场的生产性试验池及室内的越冬鱼池。莫桑比克罗非鱼(以下简称莫桑鱼)和尼罗鱼的年龄均可确定,其中有一部分尼罗鱼是非洲原种。全部材料都是健康正常的。

耗氧率的测定是采用流水式的密封装置,用有机玻璃作原料仿陈宁生、施琼芳(1955)的结构,修改加工而成(图略)。因为要测定成鱼群体的平均耗氧率,故特制容积为89180.9毫升和28443.2毫升的呼吸室,它可以密封,完全排除气泡。水源是取一个长3.9米×宽1.4米×高1米的水泥池,在84厘米高处有一溢水孔,池底有排水孔。在整个装置中,亦应避免气泡的存在。

试验开始后,让鱼先在瓶中适应2—3小时以上,再每隔1小时测定1次流入水与流出水之溶氧。在采样的同时,记下水温,测定各呼吸室的流速,以求得一小时内流经呼吸室的流量。由流入水和流出水氧量之差,乘以流量就得到这一小时内被试验鱼消耗的氧量。只要称取试验鱼体的重量,这样就可求出单位时间内(小时)单位体重(公斤)的鱼所消耗的氧量(毫克/公斤/小时)。

测定水中溶氧,是采用 Winkler 氏法。用 pH8-2 型酸度计测定水中 pH 的变化。

试验鱼窒息点的测定,是利用测耗氧率的流水装置,将进出水切断,把试验鱼密闭在呼吸室中,至鱼死亡80%左右,借虹吸采水样,测定其水中的溶氧。

实 验 结 果

1. 第1组试验: 幼鱼与雄性成鱼的耗氧率之比较

本组试验中,连续进行了24小时。在整个试验时间内,鱼的活动始终保持正常。实验室设有日光灯,当试验进行到夜晚时,室内有灯光的照射,所以在试验时,鱼一直是处在有光的环境中。尼罗鱼幼鱼的平均全长4.4—6.6厘米,雄性尼罗鱼子一代为24.0—26.5厘米,耗氧率的测定结果列于表1。

在表1因水温是恒定的,氧量和pH值的变化范围等四项内,为了简明起见,只列出在整个试验时期内的变化范围。每小时观察的记录从略。

从表1尼罗鱼幼鱼的第1号测定记录中,可以看出:平均体重为0.00306公斤的幼鱼,在水温24°C时,耗氧率为169.09—366.83毫克/公斤/小时,24小时中的平均耗氧率为250.76毫克/公斤/小时。在雄性尼罗鱼子一代的第8号测定中,平均体重为0.2750公斤的成鱼,在水温24.5°C时,耗氧率为56.36—118.18毫克/公斤/小时,24小时中的平均耗氧率为77.32毫克/公斤/小时。

体重和温度与耗氧率之间的关系,根据陈宁生、施琼芳(1955)的研究,在同一种鱼类中,小的个体比大的个体的耗氧率高,温度高的时候的耗氧率比温度低的时候来得高。我们所得的记录与此相同。例如第1号与第8号测定中,在温度基本相同的情况下,体重较大的鱼,耗氧率就较低。

表 1 尼罗罗非鱼的幼鱼与尼罗罗非鱼的雄性成鱼耗氧率比较

材 料 名 称	尼罗罗非鱼幼鱼	尼罗罗非鱼子代(雄)	t 测定法测定 差异显著性	
测 定 号 别	1	8		
鱼的总重量(公斤/尾数)	0.3/98	1.375/5	$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sum(d - \bar{d})^2}{n \cdot (n-1)}}}$	
鱼的平均重量(公斤/尾)	0.00306	0.27500		
平均全长(厘米)	4.4—6.6	24.0—26.5		
水温(℃)	24	24.5		
流入水中氧量变化范围(毫克/升)	6.96—7.30	6.50—7.11		
流出水中氧量变化范围(毫克/升)	4.44—5.89	3.86—5.41		
流出水中 pH 值的变化范围	7.52—7.75	6.70—7.92	$(\bar{d} - \bar{d})^2$	
流入水中 pH 值的变化范围	7.64—7.88	7.25—8.00		
测定的时刻及耗氧率计算结果(毫克/公斤/小时)	1:00	205.91	78.90	2116.92
	2:00	169.09	73.09	5932.08
	3:00	226.37	61.82	71.74
	4:00	211.37	56.36	324.36
	5:00	195.00	67.64	2084.84
	6:00	188.19	80.36	4249.74
	7:00	271.37	70.18	793.55
	8:00	231.82	59.27	0.22
	9:00	230.46	84.36	724.69
	10:00	310.16	89.82	2239.18
	11:00	294.52	118.18	11.02
	12:00	274.10	112.36	127.24
	13:00	250.64	84.360	13.99
	14:00	279.36	64.73	1731.39
	15:00	342.28	67.63	10328.66
	16:00	327.28	78.90	5679.13
	17:00	294.55	81.45	1606.41
	18:00	220.90	101.09	2831.30
	19:00	252.28	82.91	13.32
	20:00	366.83	82.91	12298.81
	21:00	229.10	67.64	133.63
	22:00	205.91	69.09	1310.44
	23:00	237.28	64.72	0.2116
	24:00	200.46	68.00	1645.11
总值	6018.23	1855.77	总值 $\sum(d - \bar{d})^2 = 56267.98$	
平均耗氧率(毫克/公斤/小时)	250.76(\bar{X}_1)	77.32(\bar{X}_2)	代入公式 $t = 17.17$ 查 t 值表: $n - 1 = 23$ $\rho = 0.05$ $t = 2.069$ $\rho = 0.001$ $t = 3.77$ 现在 $\rho < 0.001$ 故差异非常显著	
每次测定的平方和	1570698.31	149427.62		
* 标准误差 δ_n	50.65	15.72		
总值的平方数	36219092.33	3443882.2		
平均耗氧率大 222.6%				

- * 标准误差说明耗氧率昼夜变化的差异程度。

根据差异显著性测定(t 值)公式

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\Sigma(d - \bar{d})^2}{n \cdot (n-1)}}}$$

进行计算。当 $\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 173.44$ $\Sigma(d - \bar{d})^2 = 56267.98$ $n = 24$ 代入公

式: $t = 17.17$ 查 t 表自由度 当 $n-1 = 23$ $\rho = 0.05$ $t = 2.069$ $\rho = 0.001$ $t = 3.77$ 现在 $t = 17.17$ 故 $\rho < 0.001$ 差异非常显著(表 1)。结果说明尼罗鱼的幼鱼与尼罗鱼的雄鱼耗氧率存在着高度显著性的差异。此外,从数理统计的结果,可以看出第 1 号的标准误差是 50.65,第 8 号的标准误差是 15.72,说明尼罗鱼幼鱼在昼夜 24 小时内的耗氧率变化幅度是相当大的,而且变化幅度大于成鱼的 3 倍多。

尼罗鱼的耗氧率有明显的昼夜变化规律性,白天的平均耗氧率大于夜间的平均耗氧率。中午前后的耗氧率最高。这主要是由于尼罗鱼在白天的代谢活动,要比晚上来得旺盛所致。

2. 第 2 组试验: 雌鱼与雄鱼的耗氧率比较

这一组中包括 6 个测定号别。第 2 号和第 3 号测定是选取鱼种阶段的雌雄性尼罗鱼,平均全长分别是 12.0—14.2 厘米。第 6 号和第 7 号测定是选取成鱼阶段的雌雄性尼罗鱼,平均全长分别是 22.0—27.0 厘米和 22.5—28.0 厘米。第 9 号和第 8 号测定是选取平均体重完全相同的成鱼阶段的雌雄性尼罗鱼,平均全长分别是 25.3—26.0 厘米和 24.0—26.5 厘米。试验结果列入表 2。

表 2 尼罗罗非鱼和莫桑比克罗非鱼、体重、水温、年龄与其耗氧率的关系

测定号	实 验 材 料	平均体重 (公斤)/尾	水温(℃)	年龄 (月)	耗 氧 率 (毫克/公斤/小时)
1	室外肥水池的尼罗罗非鱼幼鱼	0.00806	24.0	1	250.76(±50.65)*
2	室外肥水池的尼罗鱼雄性鱼	0.04053	24.0	2	154.48(±11.09)
3	室外肥水池的尼罗鱼雌性鱼	0.04289	24.0	2	136.58(±7.40)
4	室外肥水池的莫桑比克罗非鱼	0.07150	21.0	3.5	91.61(±5.59)
5	室外肥水池的尼罗罗非鱼	0.07163	21.0	3.5	89.63(±7.90)
6	室外肥水池的尼罗鱼子一代(雄)	0.23300	25.0—25.5	15	123.10(±8.20)
7	室外肥水池的尼罗鱼子一代(雌)	0.27390	25.0—25.5	15	97.28(±10.33)
8	室内水泥池的尼罗鱼子一代(雄)	0.27500	24.5	15	77.32(±15.72)
9	室内水泥池的尼罗鱼子一代(雌)	0.27500	24.5	15	80.71(±19.97)
10	室内水泥池的尼罗鱼子一代	0.32910	22.5	15	67.90(±17.24)
11	室外肥水池的尼罗鱼子一代(雄)	0.43330	26.0—26.5	15	92.72(±7.19)
12	室内水泥池的尼罗鱼(非洲原种)	0.47200	22.5	24	88.58(±15.78)
13	室内水泥池的尼罗鱼(非洲原种)	0.56830	26.0—26.5	24	111.58(±16.44)

* 耗氧率昼夜变化的差异程度。

第 2 号和第 3 号的结果说明尼罗鱼在鱼种阶段的雄鱼耗氧率(154.48)大于雌鱼的耗氧率(136.58)。从数理统计的结果来看,也存在一些差异。第 6 号和第 7 号的数据说明尼罗鱼在成鱼阶段的雄鱼耗氧率(123.10)大于雌鱼的耗氧率(97.28)。经过数理统计也确认存在差异。但是第 8 号和第 9 号却得出相反的结果,尼罗鱼的雄鱼耗氧率(77.32),而尼罗鱼雌鱼的耗氧率是 80.71。表面看来好象雄鱼的耗氧率小于雌鱼,但经过 t 值测定法

测定它们的差异显著性,结果认为雌雄鱼的耗氧率没有存在任何差异。

需要指出的是,第 2、3 与第 6、7 号的结果是个假象,实质上“是小个体的鱼比大个体的鱼的耗氧率高”的规律在起作用。例如第 8、9 号在水温和平均体重完全相同的情况下,尼罗鱼雌雄鱼的耗氧率是没有差异的,我们认为这是较正确的实验结果。

3. 第 3 组试验: 原种尼罗鱼与子一代耗氧率之比较

非洲原产的尼罗鱼雌雄混合群体,平均全长 27.0—33.5 厘米;尼罗鱼子一代的平均全长为 26.0—29.0 厘米,测定号分别为 12 和 10。第 13 号测定是选取非洲原产的尼罗鱼雄鱼,平均全长 32.5—33.5 厘米。第 11 号测定是选取雄性的子一代,平均全长 28.0—29.0 厘米。测定结果详见表 2。

如果比较第 10 至 13 号的测定结果,就可以看出一个总的趋势。那就是原种尼罗鱼的耗氧率显著升高。在第 12 号测定中,原种尼罗鱼的耗氧率(88.58)比尼罗鱼子一代的耗氧率(67.90)高;在第 13 号测定中,原种尼罗鱼雄性的耗氧率(111.58)比尼罗鱼子一代(92.72)高。从第 10 至 13 号的结果说明,在统计学上也有显著的差异。

我们还需要指出,在这一组试验中,整个测定过程的水温都是十分恒定的,原种尼罗鱼平均体重(0.47200和0.56830)比国内的尼罗鱼子一代的平均体重(0.32910和0.43330)大,但非洲原种尼罗鱼平均耗氧率仍比国内的尼罗鱼平均耗氧率高。这是否原种尼罗鱼的代谢活动较强所致,还是其他原因,有待进一步研究。

4. 第 4 组试验: 尼罗鱼与莫桑鱼的耗氧率之比较

莫桑鱼的平均全长 13.0—14.5 厘米,尼罗鱼的平均全长 13.0—14.0 厘米。测定时控制在相同的水温条件下进行,两者的平均体重也基本一致。根据前人的经验,身体大小和水温高低与耗氧率有极其密切的关系,所以我们选择相同的温度条件和同等体重的鱼来作比较,以了解品种间的差异,测定结果详见表 3。

在莫桑鱼的第 4 号测定中,平均体重为 0.07150 公斤的鱼,在水温 21°C 时,耗氧率为 80.74—106.68 毫克/公斤/小时不等,24 小时内的平均耗氧率 91.61 毫克/公斤/小时。在尼罗鱼的第 5 号测定中,平均体重为 0.07163 公斤的鱼,在水温 21°C 时,耗氧率为 76.48—

表 3 尼罗罗非鱼与莫桑比克罗非鱼的耗氧率比较

材 料 名 称	桑桑比克罗非鱼	尼罗罗非鱼	t 测 定 法 测 定
测 定 号 别	4	5	差 异 显 著 性
鱼的总重量(公斤/尾数)	2.860/40	2.865/40	$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sum(d - \bar{d})^2}{n \cdot (n - 1)}}}$
鱼的平均重量(公斤/尾)	0.07150	0.07163	
平均全长(厘米)	13.0—14.5	13.0—14.0	
水温(°C)	21.0	21.0	
流入水中氧量变化(毫克/升)	7.34—7.63	7.34—7.63	
流出水中氧量变化(毫克/升)	0.65—2.23	0.65—2.60	
流出水中 pH 值的变化范围	7.22—7.46	7.38—7.46	$(\bar{d} - \bar{d})^2$
流入水中 pH 值的变化范围	7.63—7.83	7.63—7.83	

续表

材 料 名 称		桑桑比克罗非鱼	尼罗罗非鱼	t 测 定 法 测 定
测 定 号 别		4	5	差 异 显 著 性
测定的时刻及耗氧率计算结果(毫克/公斤/小时)	1:00	89.64	76.48	124.99
	2:00	87.34	85.35	0.0001
	3:00	90.72	92.36	13.10
	4:00	89.49	87.17	0.12
	5:00	90.56	82.61	35.64
	6:00	89.49	90.16	1.72
	7:00	96.70	92.99	2.99
	8:00	92.71	88.27	6.05
	9:00	87.34	82.76	6.76
	10:00	80.74	79.93	1.37
	11:00	81.81	88.43	73.96
	12:00	106.68	106.31	2.59
	13:00	102.23	100.80	0.30
	14:00	98.39	104.63	67.57
	15:00	93.48	94.68	10.11
	16:00	93.94	94.22	5.11
	17:00	95.63	103.56	98.21
	18:00	87.34	90.25	23.91
	19:00	87.34	83.67	2.86
	20:00	92.87	82.60	67.72
	21:00	92.87	87.65	10.50
	22:00	89.49	79.85	58.68
	23:00	90.10	92.08	15.68
	24:00	91.64	84.28	28.94
总 值		2198.54	2151.09	总值 658.88
平均耗氧率(毫克/公斤/小时)		91.61	89.63	代入公式: $t=1.82$
标准误差 δ_n		5.59	7.90	查 t 值表: 当 $n=23$ 时
总值的平方数		4833578.13	4627188.19	$\rho=0.05$ $t=2.069$
				$\rho=0.01$ $t=2.807$
平均耗氧率比较结果		大 2.2%		现在 $\rho>0.05$ 故差异不显著

106.31 毫克/公斤/小时不等,24 小时内的平均耗氧率 89.63 毫克/公斤/小时。根据 t 值测定法测定差异显著性,证明这两个品种的耗氧率在统计学上没有差异。

5. 第 5 组试验: 引起尼罗鱼和莫桑鱼窒息时的氧量范围

在本组试验中,我们测定了尼罗鱼子一代的雌鱼、尼罗鱼子一代的雄鱼、尼罗鱼子一代的雌雄混合鱼、尼罗鱼鱼种、莫桑鱼的鱼种的窒息点(表 4)。

在各次试验中,pH 值均在 6.70—7.92 的范围内,水温条件是 24.5°—25.5°C,尼罗鱼的窒息点是 0.15—0.23 毫克(O_2)/升,尼罗鱼的鱼种窒息点更低,平均全长为 13—14 厘米的鱼种其窒息点是 0.07 毫克(O_2)/升。莫桑鱼的窒息点与尼罗鱼相同,鱼种的窒息点在水温 21°C 时,窒息点是 0.07 毫克(O_2)/升。尼罗鱼窒息时的基本特征是鱼体的呼吸

表 4 尼罗罗非鱼和莫桑比克罗非鱼在窒息时的水质分析结果

项目 类别	平均全长 (厘米)	鱼体总重量 (公斤)/ 尾 数	鱼平均重 量(克)	水温(℃)	pH 值	窒息时含 O ₂ 量(毫 克)/升	鱼 的 动 态
尼罗罗非鱼子 一代的雌鱼	22.5—23.0	2.739/10	273.9	25.0—25.5	6.96—7.46	0.15	水中含 O ₂ 量由 2.16 毫克/升开始下降时, 鱼的呼吸频率为 60—65 次/分, O ₂ 量继续下降时, 鱼的体色变深, 横带清楚, 呼吸频率 50 次/分, 鱼体先沉于水底, 然后上、下活动, 最后较长时间静止不动, 口的开启微弱, 呼吸频率降至 24 次/分。当 O ₂ 量 0.15 毫克/升时, 有 100% 鱼死亡。
尼罗鱼子一代 的雄鱼	22.0—27.0	2.330/10	233.0	25.0—25.5	6.98—7.20	0.23	O ₂ 量在 2.00 毫克/升时, 呼吸频率 60—90 次/分, 正常。水中 O ₂ 量下降呼吸频率也下降为 30 次/分。O ₂ 量 0.23 毫克/升时, 100% 的试验鱼死亡。
尼罗鱼子一代 的雄鱼	24.0—26.5	1.375/5	275.0	24.5	6.70—7.92	0.15	O ₂ 量在 3.96 毫克/升, 活动正常。O ₂ 量继续下降时出现上述现象, 水中 O ₂ 量降至 0.15 毫克/升时, 100% 试验鱼死亡。
尼罗鱼子一代 的雌鱼	25.3—26.0	1.375/5	275.0	24.5	6.82—7.86	0.22	活动情况同上, 水中 O ₂ 量降至 0.22 毫克/升时, 100% 的试验鱼死亡。
尼罗鱼子一代 ♂♀混合	17.0—28.5	2.130/12	177.5	25.5	7.17—7.82	0.15	水中 O ₂ 量 2.43 毫克/升时, 活动正常。当 O ₂ 量降至 0.15 毫克/升时, 有 80% 的试验鱼死亡。
尼罗鱼鱼种	13.0—14.0	2.793/39	71.6	21.0	7.38—7.46	0.07	水中 O ₂ 量为 1.87 毫克/升时, 呼吸频率 67 次/分, 正常。水中 O ₂ 量降至 0.07 毫克/升时, 有 90% 的尼罗鱼死亡。
莫桑鱼鱼种	13.0—14.5	2.860/40	71.5	21.0	7.22—7.46	0.07	水中 O ₂ 量为 2.16 毫克/升时, 呼吸频率为 83 次/分, 正常。水中 O ₂ 量降至 0.07 毫克/升时, 有 90% 的莫桑鱼死亡。

频率降低, 体色变深, 黑色横带清楚, 鱼体先沉于水底, 然后上、下式运动, 直至垂死挣扎几次, 然后有较长时间沉在水底静止不动, 口的开启微弱, 呼吸频率可降至 24 次/分钟, 最后翻肚失去平衡而至死亡。

讨 论

研究证明同种类鱼的耗氧率存在着随其体重的增加而相对地减低的规律性 (详见表 2), 而且在幼鱼阶段特别明显。

至于体重大小变动, 为什么呈现体轻的耗氧率高, 而体重的耗氧率低的问题, 国内外学者有多种解释, 我们同意日本的田村(1977)的解释: 鱼体直接维持生命的多种组织, 如肾脏、脑、生殖腺、肝脏、鳃、肠等, 它们每克(湿重)每分钟耗氧量较高。非直接维持生命的多种组织, 如骨骼、骨骼肌、脂肪等, 它们每克每分钟的耗氧量较低。以上两类组织组成鱼体, 在鱼生长过程中, 所占比例是不同的, 幼鱼以第一类组织占比例高, 而骨骼、肌

肉、脂肪等占的比例小。当鱼逐渐生长,第二类组织生长较快,逐渐占比例增大。这样,幼鱼(或体小鱼)相对的就每公斤每小时耗氧量就高,而每公斤大鱼每小时耗氧量就低。

鱼体大小与耗氧率的相互关系,以往^[8-10]已有数篇报告。指出鱼体大小与耗氧率间有一相反的关系,这种相反的关系在高温下比低温下更为明显。水温与耗氧率之间的密切关系,早经许多学者所证实,国内外学者都认为温度的高低和鱼类的耗氧率多少成正比,也许这是变温动物的特征。鱼的体温随外界水温而变动,体温的高低直接影响着体内生物化学反应速度和生理活动强度。耗氧率恰好反映着这些变化的新陈代谢水平。

根据前人的研究成果,我们在比较不同个体和种间的差异时,特别注意固定温度和选择同等体重的鱼来作试验。

从表2的第10号与第12号的测定中及第11号与第13号的测定中来看,体重大的反而耗氧率高,这个异常现象说明,原产非洲的尼罗鱼原种,具有比较旺盛的代谢活动能力。

在不同体重、不同水温的条件下,对不同成熟度的雄鱼和雌鱼,测定其耗氧率,结果在统计学上大多无显著差异,证明无论体重大小,水温高低,在性别上耗氧率均无显著差别。

鱼类耗氧率,有其昼夜变化。我国学者费鸿年于1936年进行鲢鱼的耗氧率测定后指出:鲢鱼的呼吸生理具有日夜的变化,而且这项变化不受试验环境中日光的影响。我们对尼罗鱼耗氧率的测定,进一步证实了这一结论的正确性。我们同意 Clausen(1936)的看法,鱼类耗氧率日夜间呈有规律的变化,这种变化是代表着鱼类在自然环境中的活动周期,耗氧率大的时期表示进食或者做其他活动的时期。我们的试验结果说明尼罗鱼有明显的生理活动周期变化。

在生产实践中,当水中溶氧量减少时,养在池塘里的鱼,经常产生“浮头”的现象,尤其在天热季节,浮头现象来得特别严重。水中含氧量再继续锐减,鱼类会因缺氧而陷入麻痹状态,鱼体失去平衡,最后窒息死亡,据陈宁生、施琰芳(1955)所做的实验(表5),发现几种饲养鱼类引起窒息时的氧量是从0.23毫克/升,到0.99毫克/升,如表5所示白鲢在水中含氧量每升0.79毫克的情况下窒息死亡。

表5 据陈宁生、施琰芳(1955)的实验结果

鱼名	全长(厘米)	水温(℃)	pH	氧量(毫克/升)	征 状
鲫 鱼	17.7	24.6	6.6	0.59	昏迷不起
白 鲢	11.7	23	7.2	0.79	死 亡
化 鲢	14.5	23.8	7.2	0.23	昏迷不起
草 鱼	13.5	24	7.1	0.99	昏迷不起
草 鱼	12.6	23	7.0	0.39	死 亡
青 鱼	14.5	23.5	7.1	0.58	死 亡

根据叶奕佐(1959)测定几种饲养鱼类的窒息点结果是:从0.11毫克/升,到0.89毫克/升。因此笼统地说,家鱼窒息时的水中氧量是0.11—0.99毫克/升,而尼罗鱼窒息时的水中氧量则是0.07—0.23毫克/升(表4)。若拿尼罗鱼与白鲢来举例说明,当水中的氧量是每升含0.79毫克时,白鲢已经窒息死亡,但尼罗鱼还没有缺氧的迹象,而且游动自

如。所以尼罗鱼比其他家鱼更适合高密度养殖及长距离运输。在城市中作为活鲜鱼上市，尼罗鱼也是良好的选择对象。

参 考 文 献

- [1] 陈宁生、施琇芳,1955a。草鱼、白鲢和花鲢的耗氧率。动物学报 7(1):43—53。
 [2] 陈宁生、施琇芳,1955b。饲养鱼窒息现象的研究。水生生物学集刊 1:1—6。
 [3] 叶奕佐,1959。鱼苗、鱼种耗氧率、能需量、窒息点及呼吸系数的初步报告。动物学报 11(2):117—137。
 [4] 曾文阳,1978。鱼类养殖学。科学图书大库、台北市徐氏基金会出版
 [5] 丸山为藏著,1978。日本的尼罗罗非鱼养殖(陈震宇译:1979,《养殖》月刊。广西水产学会、广西水产研究所)。
 [6] Clausen, R. G., 1963. Oxygen Consumption in freshwater fishes. *Ecology*, 17: 216.
 [7] Fey, H. N.: 1936. Studies on the respiratory Physiology of the Catfish, *Parasilurus asotws*. I. The diurnal Variations of the rate of oxygen Consumption. *Biol. Bull. Norm. Coll. Shiang Chyn Univ.* 3:
 [8] Kays, A. B., 1930. Influence of Varying oxygen tension upon the rate of oxygen consumption of fishes. *Scripps Instit. Oceanog. Bull. Tech.*, 2: 307.
 [9] Wells, N. A., 1935. The influence of temperature upon the respiratory metabolism of the Pacific Killifish, *Fundulus Parospinnis*, *Physiol. Zool.* 8: 196.
 [10] Sumner, F. B. and U. N. Lanham, 1942. Studies of the respiratory metabolism of Warm and cool Spring fishes. *Biol. Bull.*, 82: 313.

PRELIMINARY STUDY ON THE OXYGEN CONSUMPTION OF *TILAPIA NILOTICA*

Zhang Zhongying, Hu Mei and Wu Fuhuang

(Chang Jiang Fisheries Research Institute Shashi Branch)

Abstract

The oxygen consumption of different size *Tilapia nilotica* were measured and studied under temperatures ranging from 21°C to 26.5°C, within 24 hours in succession. The results are summarized as follows:

At body weight 0.00306 kg, it is 250.76mg/kg/hr at temperature of 24°C; at two-month old, body weight 0.04053 kg and 0.04289 kg, it is 136.58mg/kg/hr and 154.48 mg/kg/hr respectively at 24°C; at three and half-month old, body weight 0.07150 kg, it is 91.61 mg/kg/hr at 21°C; at fifteen-month old, body weight 0.23300 kg and 0.43330kg, it is 67.90mg/kg/hr and 123.10 mg/kg/hr respectively at 22.5°C and 26.5°C; at twentyfour-month old, body weight 0.47200 kg and 0.56830kg, it is 88.58mg/kg/hr and 111.58 mg/kg/hr at 22.5°C and 26.5°C respectively.

The experiments show that oxygen consumption of *T. nilotica* decreases as the age or the body weight increases. This indicates that the younger fish require higher oxygen consumption than do the older ones, and the rate of oxygen consumption of the fish increases as the water temperature rises.

The rates of oxygen consumption between the male and the female *T. nilotica* are shows no significant difference at the same size and same water temperature.

The fish can survive in very low oxygen content waters, and its the asphyxiating point is 0.07—0.23 mg/l.