

## 体重和温度对黄鳝最大摄食率的影响

周文宗 李洪涛 张 砾 高红莉

(河南省科学院地理研究所, 郑州 450052)

**摘要:** 室内研究了体重和温度对黄鳝最大摄食率的影响。在水温相同 (20℃) 的条件下, 随着体重的增加 (4.77—144.65g), 黄鳝最大摄食量增加, 但最大摄食率呈下降的趋势, 两者与体重的相关关系分别为  $C_{\max}$  (g/d per fish) =  $5.86 \times 10^{-2} W^{0.46}$  和  $RL_{\max}$  (J/g·d) =  $611.74 W^{-0.54}$ 。初始体重 (13—21g) 对黄鳝最大摄食率没有显著影响 ( $p > 0.05$ ), 水温 (11—38℃) 对黄鳝最大摄食率的影响非常明显 ( $p < 0.01$ ), 最大摄食率和水温的回归方程为:  $RL_{\max}$  (J/g·d) =  $418.56 - 80.78t + 4.73t^2 - 0.074t^3$ 。黄鳝的最佳食欲温度为 30.8℃, 此时最大摄食率为 255.46 J/g·d。试验发现, 南京地区的黄鳝最低摄食温度为 8℃。采用方程  $RL_{\max}$  (J/g·d) =  $(1526.49 - 294.60t + 17.25t^2 - 0.27t^3) W^{-0.54}$  能够预测黄鳝在不同体重和不同温度条件下的最大摄食率。

**关键词:** 黄鳝; 体重; 温度; 最大摄食率; 体重指数

**中图分类号:** Q178.1<sup>+</sup>12 S965.131 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2008)06-0889-05

鱼类自由取食时, 个体每天摄入的食物量称为最大摄食量, 其单位体重的最大摄食量称为最大摄食率<sup>[1,2]</sup>。鱼类最大摄食率受体重、鱼群密度、活动和生理状况以及水温、光周期、盐度、pH 等很多因素的影响, 其大小反映了鱼类的食欲情况, 即在一定生态条件下鱼类从环境中获取食物和能量的能力。关于在实验室条件下鱼类最大摄食率与体重和水温的关系, 国内外研究比较多<sup>[3-8]</sup>。

黄鳝 (*Monopterus albus*) 营养价值和养殖效益均较高, 是目前极具发展前景的淡水名优经济鱼。随着国内外市场对黄鳝需求量的上升, 野生资源越捕越少, 黄鳝人工养殖日益凸现其重要性。但是, 黄鳝生长速度比较慢<sup>[9]</sup>, 影响了黄鳝养殖的经济效益, 其中摄食量是影响其生长的重要因子。目前, 对于黄鳝最大摄食率的研究未见报道, 黄鳝摄食生态的研究至今甚少<sup>[10,11]</sup>。

本文根据食物平衡 (Food-Balance) 法<sup>[12]</sup>, 研究了体重和温度对黄鳝最大摄食率的影响, 得到了相关的预测模型, 为黄鳝养殖的日常摄食管理提供定量依据, 并且有利于深化黄鳝摄食生态和能量生态的研究。

## 1 材料与方法

**1.1 试验鱼、饵料和试验用水** 黄鳝来源于南京六合黄鳝养殖基地, 体表无伤, 体质健壮, 体重 4.7—145.0g/尾。黄鳝运回后在室内暂养 20d。试验前 24h 停止喂食。饵料为人工饲养的黄粉虫 (*Tenebrio Molitor* L.) 幼虫, 每次投喂前用 5—10 目筛子加以分离, 得到规格相对一致的黄粉虫幼虫 (体重 0.06g/头左右, 含水量为 60.02%)。试验用水为经过曝气 2d 的自来水, 总碱度为 52.13mg/L (以 CaO 计), 总硬度为 300.47mg/L (以 CaCO<sub>3</sub> 计) (总碱度和总硬度分别采用酸碱指示剂滴定法和 EDTA 即乙二胺四乙酸滴定法测定)<sup>[13]</sup>, pH 为 7.51。

**1.2 试验仪器及设备** 试验仪器及设备主要包括可以自动控温 (采用室内空调和水中加热器加以调节) 的各种规格的水族箱 ( $s = 650 - 10000 \text{ cm}^2$ ,  $h = 30 \text{ cm}$ , 上沿四周有檐以防止黄鳝逃逸)、天孚 CT-1000A 型百分之一电子天平 (江苏常熟)、TES-1330A 数位式照度计 (江苏金坛)、雷磁 pHS-25 型 pH 计 (上海)、Shin adzu CA-3 型自动氧弹式热量计 (日本) 以及普通烘箱等。

收稿日期: 2006-09-25 修订日期: 2007-08-12

基金项目: 河南省科技攻关项目 (编号: 0424030058) 资助

通讯作者: 周文宗 (1969—), 男, 副研究员, 博士; 主要从事鳊鱼人工生态养殖研究。Tel 0371-67943319 E-mail zhouwenzong@163.com

### 1.3 试验方法

**1.3.1 体重对黄鳝最大摄食率的影响** 试验在水族箱进行。为了排除养殖密度的影响,根据黄鳝重量采用不同规格的水族箱,使黄鳝养殖密度为 0.7—0.8 kg/m<sup>2</sup>。根据生产中黄鳝苗种和商品鳝的规格,试验按照体重大小分为 6 个水平(即 5—10 g 15—20 g 25—30 g 40—45 g 90—95 g 135—145 g),前 4 个水平每箱放养相同规格的黄鳝 10 尾,后 2 个水平每箱放养相同规格的黄鳝 6 尾,每个水平设置 2 个重复,总计 104 尾黄鳝,其规格为 4.77—144.65 g/尾。每组试验时间为 8 d 水温 20℃。

**1.3.2 不同温度对黄鳝最大摄食率的影响** 每个水族箱(50 cm × 50 cm × 25 cm)随机放养黄鳝 10 尾,黄鳝规格为 (16.66 ± 3.41) g/尾 (Mean ± SD,下同),养殖密度为 0.7 kg/m<sup>2</sup>左右。试验在冬天室内进行,梯级设计温度,即 11℃、14℃、17℃、20℃、23℃、26℃、29℃、32℃、35℃和 38℃,以每天 2℃的速率将水温调至试验设计温度,恒养 7 d 后开始试验。每组温度设置 3 个重复,试验时间为 8 d。

同时,用 4 个盖上带有小孔的塑料盒(31 cm × 20 cm × 12 cm)分别放养 3 尾黄鳝,其体重分别为 (6.41 ± 0.51) g/尾、(12.55 ± 2.21) g/尾、(17.40 ± 1.19) g/尾和 (43.38 ± 3.25) g/尾,水深 10 cm。将塑料盒放于光照培养箱内,以 24 h 降低 1℃的速度依次将水温降到 10℃、9℃、8℃、7℃、6℃、5℃、4℃,然后在每组温度下饥饿恒养 7 d 再开始不限食投饵 12 d 观察不同规格的黄鳝在低温下的摄食和冬眠行为。低温摄食试验结束后,以 24 h 提高 2℃的速度将水温上升到 38℃,恒养 7 d 然后 2 h 升温 1℃,分别在 39℃、40℃下试验 2 h 观察黄鳝的活动和死亡情况。

**1.3.3 管理方法** 每天下午 18:00 时定点定时不限食投喂规格相对一致的黄粉虫幼虫,记下数量和重量,每天中午 12:00 时捞出粪便和清点余虫数量,静水养殖,1 d 换一次水,保持水深 10 cm。试验采用

自然光照周期,光照度小于 300 lx。试验开始和结束时,均先让黄鳝饥饿 24 h,以毛巾吸除其体表水分,再测其体重。

**1.4 数据处理** 分别采用公式  $C_{\max}(\text{g/d}) = TC/t$  和  $RL_{\max}(\%/d) = 100 \times TC / [(W_1 + W_2) \times t/2]$  计算黄鳝的最大摄食量和最大摄食率,其中  $TC$  为试验期间总摄食量,根据每天黄鳝摄食幼虫的数量和黄粉虫幼虫的平均重量来计算  $TC$ ;  $W_1$ 、 $W_2$  分别为黄鳝试验前后的体重即初始体重和终体重,  $t$  为试验时间(d)。根据黄粉虫幼虫能量折算系数,将最大摄食率的重量单位换算为能量单位(J/g·d)。

所得数据在 Excel 和 SPSS 11.5 软件上进行统计分析,用新复极差检验(SSR 检验,即 Duncan 法)对不同处理的平均数进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 体重对黄鳝最大摄食率的影响

在 20℃ 下,黄鳝不同体重对黄鳝最大摄食量的影响(表 1)。从表 1 看出,在水温相同的条件下,随着体重的上升,黄鳝的最大摄食量增加,但最大摄食率呈下降的趋势。通过曲线拟合,得到平均每尾黄鳝的最大摄食量与体重( $W$  = (平均每尾鱼的初始体重 + 平均每尾鱼的终体重) / 2 g) 的回归方程:

$$C_{\max}(\text{g/d} \cdot \text{per fish}) = 5.86 \times 10^{-2} W^{0.46} \quad (n = 12, r^2 = 0.958, p < 0.01) \quad (1)$$

黄鳝最大摄食率( $\%/d$ )与体重( $W$ , g)的回归方程:

$$RL_{\max}(\%/d) = 5.86 W^{-0.54} \quad (n = 12, r^2 = 0.968, p < 0.01) \quad (2)$$

试验测定绝干的黄粉虫幼虫能量折算系数 26125 J/g 将最大摄食率的重量单位换算为能量单位,得到黄鳝最大摄食率(J/g·d)与体重的回归方程:

$$RL_{\max}(\text{J/g} \cdot \text{d}) = 611.74 W^{-0.54} \quad (3)$$

表 1 20℃ 下不同体重黄鳝的最大摄食率

Tab. 1 The maximum ration levels of ricefield eels with different body weights at 20℃

初始体重 Initial body weight (g)	终体重 Final body weight (g)	最大摄食量 $C_{\max}(\text{g/d} \cdot \text{per fish})$	最大摄食率 $RL_{\max}(\%/d)$	最大摄食率 $RL_{\max}(\text{J/g} \cdot \text{d})$
5.21 ± 0.47	5.92 ± 0.35	0.13	2.33	243.77
5.77 ± 0.40	6.61 ± 0.38	0.15	2.42	253.10
16.04 ± 1.13	17.74 ± 1.38	0.21	1.24	129.86
18.63 ± 1.18	20.00 ± 1.60	0.27	1.40	145.97

续表				
初始体重 Initial body weight ( g )	终体重 Final body weight ( g )	最大摄食量 $C_{max}$ ( g/d• per fish )	最大摄食率 $RL_{max}$ ( % /d )	最大摄食率 $RL_{max}$ ( J/g• d )
27. 67±0. 80	29. 09±1. 25	0. 23	0. 81	84. 65
29. 66±1. 27	30. 13±1. 28	0. 24	0. 80	83. 84
40. 10±0. 86	41. 78±1. 18	0. 30	0. 73	76. 54
42. 89±1. 36	43. 95±1. 29	0. 36	0. 83	86. 60
90. 34±1. 39	91. 62±1. 35	0. 45	0. 49	51. 66
93. 27±1. 52	94. 78±1. 61	0. 52	0. 55	57. 76
140. 40±2. 24	142. 52±2. 17	0. 58	0. 41	42. 82
144. 64±3. 09	147. 02±3. 39	0. 65	0. 45	46. 55

2. 2 不同温度对黄鳝最大摄食率的影响

根据表 2 数据, 以温度水平作分组变量, 以黄鳝初始体重为协变量进行协方差分析, 结果表明黄鳝 13—20g 的初始体重对黄鳝最大摄食率没有显著影响 ( $p>0.05$ ), 但水温对黄鳝最大摄食率的影响极其明显 ( $p<0.01$ )。在体重 13—20g 范围内, 黄鳝在 11—14℃ 下摄食非常少, 不能维持黄鳝的新陈代谢活动, 黄鳝个体体重略有下降; 20℃ 以后, 黄鳝最大

摄食率明显上升, 32℃ 以后逐渐达到高峰, 38℃ 下突然下降。在水温超过 32℃ 以后, 由于黄鳝不同个体对高温条件的适应性不一样, 致使最大摄食率标准差 (SD) 比较大。虽然试验时间短, 但比较黄鳝终体重和初始体重还是可以看出, 最大摄食率的最大值和最大生长速度要求的温度条件不一样, 关于黄鳝生长的最适温度有待研究。

表 2 不同温度下黄鳝的最大摄食率 (Mean ±SD)  
Tab. 2 The maximum ration levels of ricefield eels at different temperatures

温度 Temperature ( ℃ )	初始体重 Initial body weight ( g )	终体重 Final body weight ( g )	最大摄食率 $RL_{max}$ ( % /d )	最大摄食率 $RL_{max}$ ( J/g• d )
11	17. 37±1. 78	16. 90±1. 56	0. 02±0. 03	2. 12±3. 62
14	18. 50±1. 62	18. 43±1. 87	0. 05±0. 03	5. 34±2. 76
17	16. 20±1. 06	16. 79±1. 02	0. 51±0. 11	53. 39±11. 50
20	18. 48±1. 46	19. 20±1. 23	1. 30±0. 26	136. 02±27. 65
23	19. 27±1. 65	20. 43±1. 91	1. 72±0. 25	180. 15±25. 70
26	16. 36±1. 17	17. 56±1. 25	1. 73±0. 43	180. 66±45. 26
29	14. 77±1. 01	16. 63±1. 04	2. 07±0. 25	216. 01±26. 10
32	14. 08±0. 34	14. 97±0. 82	2. 60±0. 79	272. 00±82. 22
35	14. 07±1. 15	14. 88±1. 34	2. 78±0. 46	290. 26±47. 71
38	17. 53±1. 08	17. 45±1. 33	0. 91±0. 82	94. 64±85. 49

通过曲线拟合, 得到黄鳝最大摄食率与温度的回归方程:

$$RL_{max} ( \% /d ) = 4.01 - 0.77t + 0.045t^2 - 0.0007t^3 (n = 30, r^2 = 0.994, p < 0.01) \tag{4}$$

$$RL_{max} ( J/g \cdot d ) = 418.56 - 80.78t + 4.73t^2 - 0.074t^3 (n = 30, r^2 = 0.781, p < 0.01) \tag{5}$$

对曲线求导数计算极值, 当水温为 30. 8℃ 时,  $RL_{max}$  有极大值, 即 255. 46J/g• d 或 2. 53%, 此温度可作为黄鳝的最佳食欲温度。

在试验中观察到, 在水温 5℃ 时, 黄鳝开始进入冬眠; 6—7℃ 黄鳝不摄食, 但有游泳、排粪等活动行为; 当水温为 8℃ 时, 在 12d 的试验期间, 体重 10g 以下的黄鳝有 1 次摄食活动, 摄食量极少, 最大摄食率为 0. 015%, 体重 10g 以上的黄鳝没有摄食行为; 水温 9—10℃, 各种规格的黄鳝在试验期间都有 1—2 次摄食行为, 最大摄食率为 0. 02%—0. 04%。当驯化温度为 38℃ 时, 黄鳝在水温 39℃ 中 2h 不见特殊反应; 水温上升到 40℃ 后, 黄鳝先躁动不安, 很快

从鱼巢出来四处活动,并且频频抬头呼吸,拼命用口抵触箱底和出现跳跃行为,粘液大量脱落,40—50m in后个体小(10g以下)的黄鳝弯曲侧卧死亡,随着时间的推移,黄鳝按照先小后大的顺序陆续死亡,80m in后所有试验黄鳝(12尾)死亡。

### 2.3 黄鳝的最大摄食率模型

很多研究表明,体重指数  $b$  一般不随温度而变化,当作常量是可行的<sup>[7,14]</sup>。

由方程(3),得到某一恒定温度条件下的最大摄食率:

$$RL_{\max} (J/g \cdot d) = aW^{-0.54} \quad (6)$$

其中  $a$  为单位体重黄鳝的最大摄食率,当温度改变时,由方程(5)可以得到:

$$a = a_1 (418.56 - 80.78t + 4.73t^2 - 0.074t^3) \quad (7)$$

由方程(6)、(7)得到:

$$RL_{\max} (J/g \cdot d) = a_1 (418.56 - 80.78t + 4.73t^2 - 0.074t^3) W^{-0.54} \quad (8)$$

方程(5)中黄鳝平均初始体重为 16.66 g 因此,当方程(8)的  $W$  值为 16.66g 时,它应与方程(5)等值,那么:  $a_1 16.66^{-0.54} = 1$ , 于是  $a_1 = 3.647$  (9)

将(9)式代入方程(8),得

$$RL_{\max} (J/g \cdot d) = (1526.49 - 294.60t + 17.25t^2 - 0.27t^3) W^{-0.54} \quad (10)$$

方程(10)可作为预测黄鳝在不同体重和不同温度条件下的最大摄食率的模型。

## 3 讨论

最大摄食量、最大摄食率与体重一般为幂函数关系,即  $C_{\max} (g/d \cdot \text{per fish}) = aW^b$  或  $RL_{\max} (J/g \cdot d) = aW^{b-1}$ , 其中  $b$  为体重指数。一般  $b$  值变化的范围为 0.40—1.52 大多数在 0.7—0.9 之间<sup>[4,7]</sup>, 如鲤鱼 (*Cyprinus carpio*) 在 0.98—2.20g 和 36.7—302.18g 体重范围内  $b$  值分别为 0.81 0.9261<sup>[4,8]</sup>, 南方鲶 (*Silurus meridionalis* Chen) 的  $b$  值为 0.889<sup>[7]</sup>。本试验得到黄鳝的  $b$  值为 0.46 比一般鱼类小。静止代谢率的高低可从总体上反映鱼体对能量消耗的强度<sup>[7]</sup>, 黄鳝不喜欢活动,耐饥饿能力强,总代谢率(其值主要由静止代谢率决定)可能较低,这也许是黄鳝体重指数比较低的原因之一。关于黄鳝静止代谢率和最大摄食率的关系有待进一步研究。

谢小军等<sup>[7]</sup>认为,采用有峰值的曲线来描述最大摄食率与温度之间的关系较好。本文采用了线性模型、生长模型、对数模型、S形曲线、对数模型、二

次多项式、三次多项式、双曲线和幂函数模型等对黄鳝摄食的有关数据进行拟合,发现用三次多项式拟合相关极显著(方程4),并对曲线求得最佳摄食温度为 30.8℃。这个结果和表2中的实际观察值差异较大(35℃的摄食率最大),这可能是在曲线拟合中抛弃了 35℃的数据进行了最佳拟合,说明温度对黄鳝最大摄食率的影响比较复杂,用三次多项式函数进行拟合还不是很理想。亟待进一步增加温度水平,延长试验时间,深入研究温度对黄鳝最大摄食率的影响。

在体重 12—21g 范围内,水温对黄鳝最大摄食率的影响非常明显。南京地区的黄鳝最低摄食温度为 8℃。许多资料认为<sup>[9,15]</sup>,水温下降到 10℃以下黄鳝即停止摄食,这可能与观察时间较短和黄鳝具有不同的生态型有关,一般说来,热带黄鳝最低摄食温度较高,温带黄鳝最低摄食温度较低。

随着环境温度的增加,鱼类对高温的忍受能力逐渐增强,致死温度上限值随着驯化温度的升高而增大,但升高趋势逐渐减少<sup>[16]</sup>。本试验驯化温度为 38℃,黄鳝在 40℃死亡,因此可将 40℃作为黄鳝的最高起始致死温度上限值。关于不同驯化温度下黄鳝的致死温度上、下限值有待进一步研究。

目前在生产中,当水温超过 30℃时,都是马上采取降温措施以避免高温影响<sup>[15]</sup>。从本文试验结果来看,黄鳝对高温有较高的忍受能力,在 35℃下仍然表现出较高的食欲,这与黄鳝源自气温高的印度平原或中印山麓有关<sup>[17]</sup>。因此,在南京以及其以南地区的黄鳝人工养殖中,夏季宜保持水温在 30℃左右,以充分利用太阳能资源,提高黄鳝摄食量,但由于本文正式试验时间短,关于黄鳝生长的最适温度有待研究。

### 参考文献:

- [1] Yin M C. Fish ecology [M]. Beijing China Agriculture Press 2000, 64—87 [殷名称. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社. 2000, 64—87]
- [2] Guo X W, Tang Q S. A review of the methods for quantification of food consumption in fish [J]. *Marine Fisheries Research*, 2004 25(1): 68—78 [郭学武, 唐启升. 鱼类摄食量的研究方法. 海洋水产研究, 2004 25(1): 68—78]
- [3] Brett J R. Satiation time, appetite and maximum food intake of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) [J]. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1971, 28 409—415
- [4] Cui Y, Liu J. Comparison of energy budget among six teleosts I food consumption faecal production and nitrogenous excretion [J]. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1990 96A: 163—171

[ 5 ] Elliott J M. The energetics of feeding metabolism and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to body weight, water temperature and ration size [ J ]. *Journal of Animal Ecology*, 1976 **45**: 923—948

[ 6 ] Xie X, Sun R. The bioenergetics of the southern catfish (*Silurus meridionalis* Chen): growth rate as a function of ration level, body weight and temperature [ J ]. *Journal of Fish Biology*, 1992, **40**: 719—730

[ 7 ] Xie X, J Sun R Y. Maximum ration level in the southern catfish (*Silurus meridionalis* Chen) on relation to body weight and temperature [ J ]. *Acta Ecologica Sinica*, 1992, **12** ( 3 ): 225—231 [ 谢小军, 孙儒泳. 南方鲇的最大摄食率及其与体重和温度的关系. 生态学报, 1992, **12** ( 3 ): 225—231 ]

[ 8 ] Yang Z C, Xie X J, Sun R Y. Effects of body weight and temperature on the maximum food consumption and digestibility of common carp (*Cyprinus carpio* L.) [ J ]. *Journal of Hebei Normal University* ( Nature Science ), 1993, ( 4 ): 68—76 [ 杨振才, 谢小军, 孙儒泳. 温度和体重对鲤鱼 (*Cyprinus carpio*) 最大摄食率和消化率的影响. 河北师范大学学报 ( 自然科学版 ), 1993, ( 4 ): 68—76 ]

[ 9 ] Bi Z W, Bi W T, Li Y F, *et al*. Biology and culture technique of *Monopterus albus* Zuiav [ J ]. *Modern Fisheries Information*, 1998, **13** ( 5 ): 16—19 [ 毕庶万, 毕文腾, 李烟芬, 等. 黄鳝生物学和增殖技术. 现代渔业信息, 1998, **13** ( 5 ): 16—19 ]

[ 10 ] Zhang S P, Jin H, Feng Y P, *et al*. Feeding ecology of *Eriocheir sinensis*, *Proambaeus clarkii* and *Monopterus albus* [ J ]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2003, **27** ( 5 ): 496—501 [ 张世萍, 金辉, 俸艳萍, 等. 河蟹、克氏原螯虾、黄鳝摄食生态的研究. 水生生物学报, 2003, **27** ( 5 ): 496—501 ]

[ 11 ] Zhou W Z, Bai Y, Cai Q H. Effect of temperature on the feeding velocity of rice eels [ J ]. *Irrigation Works and Fisheries*, 2003, **23** ( 4 ): 8—9 [ 周文宗, 白宇, 蔡庆华. 温度对鳝鱼摄食速度的影响研究. 水利渔业, 2003, **23** ( 4 ): 8—9 ]

[ 12 ] Elliott J M, Persson L L. The estimation of daily rates of food consumption for fish [ J ]. *J. Anim. Ecol.*, 1978, **47**: 977—991

[ 13 ] National Environment Safeguard General Bureau Editing Committee. Methods for the examination and analysis of water and waste water ( Fourth edition ) [ M ]. Beijing: China Environment Press, 2002, 121—418 [ 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法 ( 第四版 ). 北京: 中国环境科学出版社. 2002, 121—418 ]

[ 14 ] Tudel M, Tremblay A, Schetagne R, *et al*. Estimating food consumption rates of fish using a mercury mass balance model [ J ]. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 2000, **57**: 414—428

[ 15 ] Zhou T Y, Zhao S F. Technology of high speed culture of *Monopterus albus* with high density [ M ]. Shanghai: Shanghai Science Popularization Press, 1995, 67—68 [ 周天元, 赵淑芬. 黄鳝高密度快速养殖技术. 上海: 上海科学普及出版社. 1995, 67—68 ]

[ 16 ] Brett J R. Temperature tolerance in young pacific salmon [ J ]. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1952, ( 9 ): 265—323

[ 17 ] Li S Z. Distribution and districts of freshwater fishes in China [ M ]. Beijing: Science Press, 1981, 145 [ 李思忠. 中国淡水鱼类的分布区划. 北京: 科学出版社. 1981, 145 ]

EFFECTS OF BODY WEIGHT AND WATER TEMPERATURE ON THE MAXIMUM RATION LEVELS OF *MONOPTERUS ALBUS*

ZHOU Wen-Zong LI Hong-Tao ZHANG Luo and GAO Hong-Li  
( Institute of Geography, Henan Academy of Sciences Zhengzhou 450052 )

**Abstract** The paper studied the effects of body weight and temperature on the maximum ration levels of ricefield eels by food-balance method indoors. At temperature of 20℃, the maximum food consumption increased but the maximum ration levels decreased along with the increase of body weight from 4.77 to 144.65g. The correlation between the maximum food consumption and body weight (g) was  $C_{max} (g/d \cdot \text{per fish}) = 5.86 \times 10^{-2} W^{0.46}$ , and the correlation between the maximum ration levels (J/g·d) and body weight was  $RL_{max} (J/g \cdot d) = 611.74 W^{-0.54}$ . Temperature (11—38℃) influenced  $RL_{max}$  significantly while the initial body weight of 13—21g had no significant effect on  $RL_{max}$ , and the regression equation between  $RL_{max}$  and temperature (℃) was  $RL_{max} (J/g \cdot d) = 418.56 - 80.78t + 4.73t^2 - 0.074t^3$ . The optimal temperature was 30.8℃ at which the ricefield eel had the maximum appetite of 255.46 J/g d. At the same time, the lowest temperature of food intake and lethal temperature of ricefield eels in Nanjing was 8℃ and 40℃ respectively, which was observed for the first time. By the equation of  $RL_{max} (J/g \cdot d) = (1526.49 - 294.60t + 17.25t^2 - 0.27t^3) W^{-0.54}$ , the maximum ration levels of ricefield eels imposed on different body weights and temperatures could be estimated.

**Key words** *Monopterus albus*; Body weight; Temperature; Maximum ration levels ( $RL_{max}$ ); Weight exponent