

光周期对中华鳖稚鳖摄食、生长和
能量转换的影响*

周显青 牛翠娟 李庆芬

(北京师范大学生物系 北京 100875)

Q959.630.8

摘要 在水温 $29\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、光照强度 500lx 的条件下,研究了不同光周期对中华鳖稚鳖的最大日摄食量、最大日摄食率、特定生长率、同化效率、消化时间和生长效率的影响。结果表明,光周期对中华鳖稚鳖的上述各指标均无显著影响。随体重的增加,中华鳖稚鳖的最大日摄食量逐渐增大,而最大日摄食率则逐渐减少。在人工养殖中华鳖稚鳖过程中,光照周期的选择是次要的。

关键词 中华鳖, 光周期, 摄食, 生长, 能量转换。

EFFECTS OF PHOTOPERIOD ON FOOD CONSUMPTION,
GROWTH AND ENERGY CONVERSION OF JUVENILE
SOFT-SHELLED TURTLE *Trionyx sinensis*

ZHOU Xian-Qing NIU Cui-Juan LI Qing-Fen

(Department of Biology, Beijing Normal University, Beijing, 1008750, China)

Abstract The maximum food consumption, maximum daily ration level, specific growth rate, assimilation efficiency, passage time and growth efficiency of juvenile soft-shelled turtle (*Trionyx sinensis*) were measured in different photoperiod. The experimental light intensity was 500lx and water temperature was $29\pm 1^{\circ}\text{C}$. Results showed that photoperiod did not affect on the indices mentioned above significantly. With increasing of body weight, the maximum food consumption gradually increased while the maximum daily ration level decreased. It is supposed that the photoperiod is not an important influence factor to soft-shelled turtles in the artificial growth environment.

Key words *Trionyx sinensis*, photoperiod, food consumption, growth, energy conversion.

中华鳖具有极高的营养价值和药用价值。目前,利用中华鳖开发制作的保健食品和药剂都十分受欢迎。因为野生鳖远不能满足人们的需求,因此,如何在人工养殖条件下加快中华鳖生长,已成为人们关注的问题。关于温度对中华鳖摄食、生长和能量转换的影响已有报道^[1,2],而光照对中华鳖在这方面影响的研究报道较少。本课题组报道过弱光较适于中华鳖的摄食和生长,而强光对其有抑制作用^[3]。本项研究主要探讨光周期对中华鳖稚鳖摄食、生长和能量转换的影响。找出适宜中华鳖摄食、生长的光周期,可为中华鳖稚

* 国家自然科学基金资助项目;淡水生态和生物技术国家重点实验室资助。

收稿日期:1997-12-16;修改稿收到日期:1998-12-21。

鳖人工养殖过程中光周期的选择和控制提供理论依据,并为全面研究其能量收支提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 实验动物

实验用中华鳖(*Trionyx sinensis*)稚鳖购自河北省故城县甲鱼养殖场,在实验室内饲养一段时间后用于实验。用人工配合稚鳖饲料喂养。饲料的营养成分和能值见周显青等^[1]文中所列。由于稚鳖外观上难以区分雌雄,因此本研究不分性别。

1.2 实验方法

选用健康正常的中华鳖稚鳖40只,体重范围在12~71.2g(平均体重为33.0±17.0g),平均分成4组,每组10只。各组体重基本一致。每只稚鳖单养于20cm×12cm×15cm的玻璃槽中,每组10只一并置于一个70cm×45cm×40cm的大玻璃水浴缸内。水浴加热控温在29±1℃。光周期分别控制在4L:20D、8L:16D、16L:8D和20L:4D,每天光照从6:00开始。根据作者已得到的实验结果^[2],4组光照强度全部选为500lx,中华鳖在各组的实验条件下驯化两周后,开始进入实验。实验持续30d。

中华鳖在实验始末禁食48h后称重(精确度为0.1g)。实验期间,将Cr₂O₃以约0.5%的比例拌入饲料,每天上午投食1次,使动物达到饱足。投饵1h后,收集残饵和粪便,将二者在65℃恒温干燥箱内烘干后称重。在每天投喂饵料中称出少许以测定其能值和Cr₂O₃的含量。用比色法测定饵料和中华鳖粪便中Cr₂O₃的含量。为了校正残饵量,在一盛水的大烧杯(水温也控制在29±1℃)中投入饵料作空白对照,以测定残饵损失率。测定食物消化时间是将剪碎的红色小塑料片拌入投喂饵料中,定时观测,记录塑料片从被投入到排出的时间,换算成食物消化时间(h)。在实验期间共测定两次,实验前后均取部分中华鳖称重后处死,于65℃恒温干燥箱内烘干,测其干物质含量和能值。用Phillipson微型氧弹式热量计测定饵料和整体能值。

实验结束时,得到38只中华鳖的实验数据,对所得数据用SPSS/PC+统计学软件中协方差分析进行处理(以光周期为分组变量,以体重为协变量)。

2 结果

2.1 光周期对中华鳖稚鳖摄食的影响

表1列出了不同光周期下中华鳖稚鳖的最大日摄食量和最大日摄食率。协方差分析表明,光周期对中华鳖的最大日摄食量和最大日摄食率无显著影响($P>0.05$),其平均值分别为6697.3J/d和211.8J/g·d。

2.2 光周期对中华鳖稚鳖特定生长率的影响

协方差分析表明,光周期对中华鳖稚鳖的特定生长率无显著影响($P>0.05$,表1),其平均值为0.53%。

表1 不同光周期下中华鳖稚鳖的最大日摄食量、最大日摄食率和特定生长率(均值±标准差)

Table 1 The maximum daily food consumption (C_{max}), maximum daily ration level (R_{max}) and specific growth rate in the juvenile soft-shelled turtle under different photoperiod ($M \pm S, D$)

光周期(h) Photoperiod	样本数量(只) Number of samples	初始体重(g) Initial weight	终体重(g) Final weight	最大日摄食量 (J/d) Maximum daily food consumption	最大日摄食率 (J/g·d) Maximum daily ration level	特定生长率 (%/d) Specific growth rate
4L:20D	10	33.0±19.6	37.2±20.2	6356±2255	206±67	0.49±0.38
8L:16D	10	33.1±17.6	39.3±21.4	6240±2698	183±38	0.51±0.51
16L:8D	9	31.4±18.2	37.4±20.0	7024±2864	226±66	0.61±0.39
20L:4D	9	30.1±17.4	35.6±18.1	7168±2486	231±54	0.52±0.32

2.3 光周期对中华鳖稚鳖能量转换的影响

协方差分析表明,光周期对中华鳖的同化效率、消化时间和生长效率均无显著影响($P>0.05$)见表2,其平均值分别为80.1%、32.8h和15.3%。

表2 不同光周期下中华鳖稚鳖的同化效率、消化时间和生长效率(均值±标准差)

Table 2 Assimilation efficiency, passage time and growth efficiency in juvenile soft-shelled turtle under different photoperiod ($M. \pm S. D.$)

光周期(Lx)	样本数量(只)	初始体重(g)	终体重(g)	同化效率(%)	消化时间(h)	生长效率(%)
Photoperiod	Sample size	Initial weight	Final weight	Assimilation efficiency	Passage time	Growth efficiency
4L:20D	10	33.0±19.6	37.2±20.2	80.1±1.4	34.0±14.2	13.1±8.1
8L:16D	10	33.1±17.6	39.3±21.4	78.2±0.4	35.6±11.8	18.4±11.3
16L:8D	9	31.4±18.2	37.4±20.0	80.6±1.3	28.1±10.6	15.6±8.5
20L:4D	9	30.1±17.4	35.6±18.1	81.3±1.8	33.6±12.4	13.9±8.2

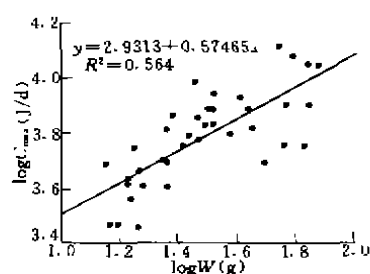


图1 中华鳖稚鳖的最大日摄食量与体重的关系

Fig. 1 Relationship between the maximum food consumption and body weight in juvenile soft-shelled turtle

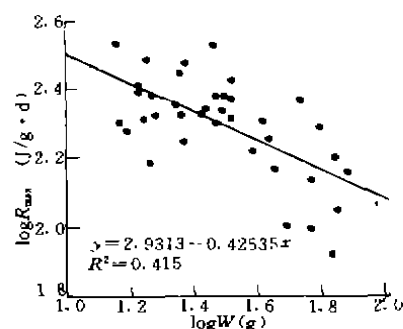


图2 中华鳖稚鳖的最大日摄食率与体重的关系

Fig. 2 Relationship between the maximum daily ration level and body weight in juvenile soft-shelled turtle

2.4 体重对中华鳖稚鳖摄食、生长和能量转换的影响

由于光周期对中华鳖稚鳖的摄食、生长和能量转换都没有影响,因此将4组中华鳖合起来,以体重为分组变量分析体重对上述指标的影响。方差分析表明,体重显著地影响了中华鳖稚鳖的最大日摄食量和最大日摄食率,但对它的特定生长率、同化效率、消化时间及生长效率均无显著影响($P>0.05$)。

图1和图2分别表明中华鳖稚鳖的最大日摄食量和最大日摄食率明显地受体重的影响,其回归方程为:

$$\text{Log}C_{\max} = 2.9313 + 0.57465\text{Log}W \quad (R^2 = 0.564, N = 38, P < 0.01)$$

$$\text{Log}R_{\max} = 2.9313 - 0.42535\text{Log}W \quad (R^2 = 0.415, N = 38, P < 0.05)$$

由图可以看出,中华鳖稚鳖的最大日摄食量随体重的增加呈双对数线性正相关,而最大日摄食率却呈双对数线性负相关(图2)。

3 讨论

3.1 光周期对中华鳖稚鳖摄食的影响

光周期对水生动物摄食的影响存在种属特异性。幼白鲢鱼(*Coregonus lavaretus*)随着光周期的缩短,摄食量降低^[4]。而大西洋鲑(*Salmo salar*)在偏离其自然光周期的条件下,其摄食量都将减少^[5]。本文的结果表明,光周期对中华鳖的摄食量无显著影响。动物摄食不仅受外界环境因素影响,而且具有自身的昼夜节律^[6,7]。叶唇鱼(*Ptychocheilus oregonensis*)在黄昏和黑暗时摄食量最多^[8];而金鱼(*Carassius auratus*)最高的日消耗量是在11:00和17:00,在23:00~4:00点停止摄食^[6]。动物摄食的昼夜节律性是为了有效地利用自然界食物资源而进化发展的一种生理节律^[9],因此,动物的摄食量会随喂食时间的不同而变化。在实验中,4组中华鳖都是在亮期同一时间投食,在亮度为500lx的不同光周期下,中华鳖的摄食量无显著差异。这与喂食时间有关,还是个体大小差异较大所致,还有待于进一步探讨。

3.2 光周期对中华鳖稚鳖特定生长率的影响

动物的生长速度与食物的摄取和代谢消耗有关。在摄食不受限制时,生长率的差异主要是由代谢和摄食量的不同造成。在摄食量相对恒定的情况下,动物代谢消耗多,用于生长的部分就少,生长速度就慢;反之则快。由于中华鳖的摄食量在不同光周期下没有显著差异,可能其代谢消耗也无显著不同,因而使中华鳖在不同的光周期下的特定生长率没有显著差异。

3.3 光周期对中华鳖稚鳖能量转换的影响

同化效率的大小决定于摄食量和排出物的量及其含能量,排出物总能值的提高结果,将导致同化效率的降低,反之则使同化效率提高^[9]。排出物能值的大小与食物在消化道中的消化时间有关。食物在消化道中滞留的时间长,与消化液、消化酶接触的时间长,消化的彻底。排出物的能值就低,反之则高。本结果表明,中华鳖在不同光周期下摄食量相似,消化时间也无显著差异,致使中华鳖的同化效率在不同光周期下无明显差别。消化时间在不同光周期下无显著差异,这可能是由于不同的光周期并没有引起中华鳖胃肠蠕动速度的明显不同。

从能量的观点来看,摄入能和同化能分配到代谢中的比例不同是个体生长不同的主要原因^[10]。在摄入能一定的情况下,代谢消耗越多,同化入体内的能量分配给生长的比例越少,二者之间呈负相关。本研究表明,光周期对中华鳖的生长效率无显著影响,可能是由于中华鳖在不同光周期下的摄食能和同化效率都没有显著差异,其代谢消耗也没有显著不同所致。

3.4 体重对中华鳖稚鳖摄食、生长和能量转换的影响

最大日摄食量和最大日摄食率与体重一般为幂函数关系,即 $C_{max} = aW^b$ 或 $R_{max} = aW^{b-1}$, b 为体重指数。硬骨鱼 b 值的变化范围为 0.4~1.52^[11]。在鱼类的研究中发现,不同种类的最大耗饵量体重指数不同,而且其值受到许多因子如食物、温度、摄食制度以及实验鱼体重范围和光照强度等影响^[12]。Ursin^[13]认为动物的耗饵量由消化道的吸收表面积所决定,但目前许多学者认为用此来解释能量代谢现象过于简单化。Cui 等^[11]认为,对于最大日摄食量来说,内源性控制比消化道表面积所起的作用重要得多。谢小军等^[14]提出,南方鲇(*Silurus meridionalis* Chen)的最大日耗饵量的体重指数在静止代谢率的体重指数之间,认为最大日耗饵量与静止代谢率之间有一定的联系。

采用幂函数拟合中华鳖最大日摄食量与体重的关系,相关极为显著($P < 0.01$),由方程中得到中华鳖的最大日摄食量的体重指数为 0.564。中华鳖的体重指数小于 1,表明随着体重的增加,中华鳖的最大日摄食量相对减少,即最大日摄食率随体重上升而下降。较小个体代谢率高,其能量消耗的强度相对高于较大的个体。动物为了达到自身的能量收支平衡,其能量消耗的强度必然反馈于动物的食欲调控机制,因此较小的个体食欲相对旺盛,出现随着体重的增加其最大日摄食率下降的现象。在本实验范围内,体重对中华鳖的生长没有显著影响。这可能是因为使用的中华鳖体重范围太窄的缘故。

本结果表明,体重对中华鳖的同化效率、消化时间和生长效率无显著影响。是种属差异还是所用实验动物体重不够大?有待进一步研究。

4 结语

有关光周期对中华鳖甚至整个爬行动物摄食、生长和能量转换影响尚未见报道,本文仅设置了 4 个光周期对其进行初步探讨。在实验范围内,光周期对中华鳖的摄食、生长和能量转换均无显著影响,而体重对其摄食的影响显著。根据结果,在人工养殖中华鳖稚鳖的过程中,选择和控制光照环境时,可以不考虑光周期,只要选定或提供适宜的光照强度^[3],就能利于中华鳖的摄食和生长。

参 考 文 献

- 1 张廷军,牛翠娟,孙儒泳. 中华鳖幼体能量转换的初步研究. 生态学报, 1996. 16(2): 202~207
- 2 王宾贤,雷逢玉,李生武,等. 人工饲养条件下甲鱼的生长. 水产学报, 1991. 15(4): 283~290
- 3 周显青,牛翠娟,李庆芬. 光照对中华鳖稚鳖摄食和生长的影响. 动物学报, 1998. 44(2): 157~161
- 4 Dabrowski K R and Jewson D H. The influence of light environment on depth of visual feeding by larvae and fry of *Coregonus pollan* (Thompson) in lough neagh. J. Fish Biol., 1984. 25: 173~181

- 5 Withey G W and Sounders R L. Effect of reciprocal photoperiod regime on standard rate of oxygen consumption of postsmolt atlantic salmon (*Salmo salar*) *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1973, **30**:1898~1900
- 6 Noeske T A and Spieler R E. Circadian feeding time affects growth of fish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 1984, **113**:540~544
- 7 Burrows M T, Gibson R N and Maclean A. Effects of endogenous rhythms and light condition on foraging and predator-avoidance in juvenile plaice. *J. Fish Biol.*, 1994, **45A**:171~180
- 8 Steigenberger L W and Larkin P A. Feeding activity and rates of digestion of northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1974, **31**:411~420
- 9 Ji X, Zhou W, He G, et al. Food intake, assimilation efficiency, and growth of juvenile lizards *Takyromus septentrionalis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1993, **105A**(2):283~285
- 10 Cui Y, Liu J. Comparison of energy budget among six teleosts IV. individual differences in growth and energy budget. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1990a, **97A**(4):551~554
- 11 Cui Y and Liu J. Comparison of energy budget among six teleosts I. food consumption, faecal production and nitrogenous excretion. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1990b, **96A**:163~171
- 12 Petersen J H and Gadomski D m. Light-mediated predation by northern squawfish on juvenile chinook salmon. *J. Fish Biol.*, 1994, **45A**: 227~242
- 13 Ursin E. A mathematical model of some aspects of fish growth, respiration, and mortality. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1967, **24**: 2355~2453
- 14 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
- 15 Dutton R H, Fitzpatrick L C and Hughes J L. Energetics of the rusty lizard *Sceloporus olivaceus*. *Ecol.*, 1975, **56**: 1378~1387

敬告作者

为了进一步促进学术交流和科研成果的应用与推广,《生态学报》自1997年第1期开始入编《中国学术期刊(光盘版)》,凡在《生态学报》上发表的论文,将同时在《中国学术期刊(光盘版)》上刊载。《中国学术期刊(光盘版)》免收作者版面费,并免费提供作者论文被用引率统计资料(联系地址:北京清华大学华业大厦1303《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社,邮编:100084,电话:62782668或62783172)。凡不同意自己论文在《中国学术期刊(光盘版)》上刊载的作者,请在来稿上注明。