

水生变温动物最优养殖水温的快速测定*

崔绍荣 苗 欣 章开训
(浙江大学)

摘 要 研究了鳖的心率随养殖水温变化的相关性, 在整个试验温度区为 5~ 35 , 总体上, 各试验鳖的平均心率与水温呈线性变化, 但在 26~ 30 温度区时, 各试验鳖的心率呈高度离散, 而该温度区通常是最适宜增重养殖水温, 作者推论当需要确定某一变温动物的未知适宜养殖水温时, 可以先进行心率—水温的测定, 根据心率离散区来初步确定最适宜养殖温度, 以缩小最适宜养殖水温的试验温度探索范围。

关键词 水生变温动物 养殖水温 鳖 心率

水生变温动物鳖、龟等, 都有其增重最快的适宜养殖温度。人工养殖的最佳温度一般都是通过试验或长期生产实践决定的。通常鳖的最佳养殖温度在 28~ 30 左右, 低于 26 摄食量下降, 低于 22 时明显下降, 低于 18 时停止进食, 低于 14 时开始冬眠。各种水中的变温动物其心率均随水温变化并呈现一定的相关规律。为揭示鳖的心率随水温变化的规律, 浙江大学农业生物环境工程研究所进行了鳖心率与养殖水温的相关性的试验研究。本文仅就鳖的心率—水温试验结果进行分析和探讨。

1 材料和试验方法

试验样本采用人工养殖的 8 个成鳖, 每个体重 220 ~ 280 g (平均重量 253 g), 心率由 PH-38 ECG 心电图测定。心率传感器的电极布置在 4 个肢足的根部。为了得到某一温度下稳定的心率数, 先进行预备试验。选定 1 号鳖在水温 21 时, 测定心率随时间变化率, 结果示于表 1。试验结果表明在恒温水中, 约半小时后, 鳖的心率趋于稳定。因此, 每次试验时, 都是让成鳖在恒温水中生活 40 min 后, 测其心率。

2 试验结果

在温度 6~ 35 区间, 7 只试验成鳖的心率变化的平均值示于表 2。其心率平均值为

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

表 1 心率随时间变化

Tab 1 Changes of rate of the heart with time
under given temperature

水温 /	水中的时间 /min	心率 /次·min ⁻¹
21	10	35.7
21	20	31.9
21	40	31.9

收稿日期: 1999-04-28

* 国家自然科学基金资助项目 (39570568)

崔绍荣, 教授, 博士生导师, CSAE 高级会员, 杭州市华家池 浙江大学农业生物环境工程研究所, 310029

式中 X_i —— 每个鳖的心率; n —— 试验鳖数。

从 2~ 8 号鳖心率随温度变化测定值可见, 其呈线性相关, 相关图线见图 1 所示。经回归分析得出其相关关系式为

$P = 2.737T - 16.492 (P > 0), R = 0.98$

式中 P —— 心率, 次/min; T —— 水温, ; r —— 相关系数。

3 分析与讨论

试验过程中在整个温度变化范围内, 在某些温度区内各个试验鳖的心率几乎相等, 但在某些温度区内却出现高度离散, 为了进一步查明其心率离散的原因, 进行了统计分析计算。其心率离差平方和 SS 随温度变化的计算结果示于表 2, 其相关图线示于图 2。鳖的心率离差平方和按下式求得:

$SS = (X_i - \bar{X})^2$

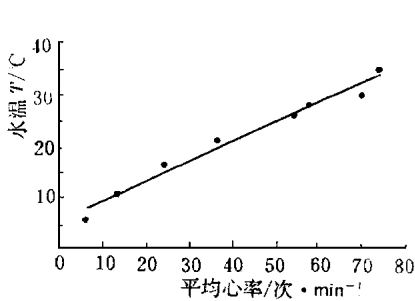


图 1 鳖的心率与水温关系

Fig 1 The relationship between the mean value of softshell turtle's heart rate and water temperature

为了进一步说明问题, 还进行了变异系数 CV 的计算, 计算结果见表 2, 其相关图线示于图 3。变异系数计算式为

$CV = \frac{\sqrt{(X_i - \bar{X})^2}}{\bar{X}}$

由图 2、图 3 可见, 在 0~ 22 时, 各鳖心率随温度呈线性变化, 大于 30 , 也为线性变化, 只是在水温为 26~ 30 的范围内, 离散度较大。因此, 可以认为在低温时, 鳖的心率由生理冷应激决定, 高温时, 由生理热应激决定。所以, 心率随水温变化较一致。而在 26~ 30 时, 即处于长期养殖经验所确定的最优养殖温度区, 在此最适

表 2 心率平均值随温度变化

Tab 2 The mean values of heart rate under different water temperatures

温度 /	I 心率平均值/次·min ⁻¹	II 离差平方和 SS	III 变异系数 CV
6	6.4	0.1888	0.0677
11	13.34	1.9900	0.0936
16	23.92	10.0719	0.1235
21	36.80	38.8500	0.1694
26	54.08	82.9623	0.1684
28	57.63	110.2180	0.1822
30	69.26	76.6179	0.1265
35	73.71	59.9500	0.1050

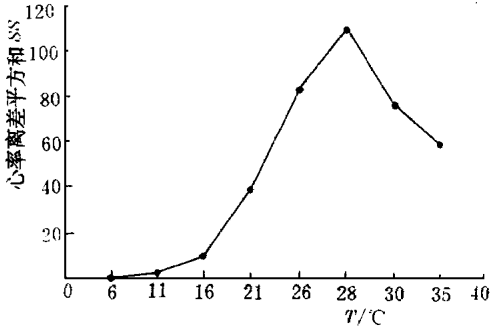


图 2 鳖的心率离差平方和与水温的关系

Fig 2 The relationship between partial difference sum of square of softshell turtle's heart rate and water temperature

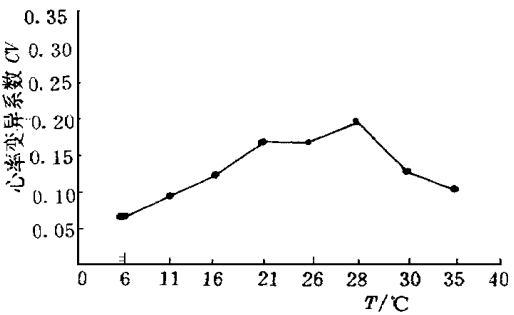


图 3 鳖的心率变异系数与水温的关系

Fig 3 The relationship between the coefficient of variation of softshell turtle's heart rate and water temperature

宜养殖温度时, 其心率是由鳖的行为学决定的。由于测定时各个鳖的习性和行为不同, 因而心率呈高度离散。由此可以推论: 在探求某一未知变温动物的最适宜养殖温度时, 可以通过预先测定其心率- 温度变化曲线来缩小对最适养殖温度的试验探索。

4 结 论

- 1) 鳖的心率在整个生存温度区总体呈线性变化, 其回归方程为 $P = 2\ 737T - 16\ 492$ ($P > 0$), 其拟合度 $r = 0.98$;
- 2) 在水温 $26 \sim 30$ 时, 各个被试鳖的心率随水温变化离散很大, 而这一个温度区正是一般鳖的适宜养殖温度, 可以认为在环境温度过低或过高时, 其心率由生理应激决定, 在适宜温度区, 其心率由行为学决定;
- 3) 可以推论, 当需要确定某一变温动物的最适宜养殖温度时, 有可能通过预先测定心率- 温度变化曲线, 寻求其心率- 水温离散区, 来缩小最适养殖温度的试验探索范围。

参 考 文 献

- 1 苗香雯, 章开训, 周冬冬等. 快速养鳖的环境控制工程. 农业工程学报, 1993, 9(2): 57~ 62
- 2 Miao Xiangwen, et al. The speedy test to identify optimal growth temperature for aquatic animals. Proceedings of II International Conference on Recirculating Aquaculture, 1998

The Speedy Test to Identify Optimal Growth Temperature for Aquatic-Poikilothermal Animals

Cui Shaorong Miao Xin Zhang Kaixun
(Zhejiang University, Hangzhou, 310029)

Abstract The aim of this study is to provide certain scientific guidelines for fast cultivation of soft-shell turtle by investigating effects of water temperature on its heart rate. The heart rate was measured by pH-38 ECG recorder. Water bath was applied to control water temperature, recording electrodes were well attached to four legs of turtle, and the test temperature was controlled within $5 \sim 35$. The results provide the clear evidence that the heart rate of turtle is linearly proportional to water temperature, but the data indicate that heart rates have the largest variation as the temperature within $26 \sim 30$. To identify the optimal growth temperature for other types of aquatic-poikilothermal animals, this paper suggested to measure heart rate as a function of temperature. The temperature that shows large variation may serve as the best cultivated range. The relationship between the heart rate and temperature will provide a quantitative method to quickly identify the optimal growth range for aquatic-poikilothermal animals.

Key words aquatic-poikilothermal animals, temperature of cultivation, softshell turtle, heart rate