

# 基底颜色对黄喉拟水龟生长性状的短期影响

黄青青, 叶如玉, 黄晨坤, 金建钰\*

温州大学教育学院, 浙江 温州

Email: \*jjy@wzu.edu.cn

收稿日期: 2021年8月19日; 录用日期: 2021年9月4日; 发布日期: 2021年9月22日

## 摘要

基底颜色对各种动物的生活方式有着重要的影响。本实验基于黑色和白色两种基底颜色, 分别在20℃、25℃和30℃这三种养殖温度下开展基底颜色对黄喉拟水龟幼体生长性状的短期影响研究。结果发现: 1) 温度对幼龟的体重和背甲高有极显著影响( $P < 0.01$ ), 对背甲长有显著影响( $P < 0.05$ ), 对背甲宽没有显著影响( $P > 0.05$ )。2) 基底颜色对幼龟的各种生长性状均没有显著影响( $P > 0.05$ ), 温度和基底颜色的交互作用也不显著。3) 相对白色基底而言, 黑色基底环境下的幼龟在三种养殖温度下均显示出了更快的生长趋势。

## 关键词

黄喉拟水龟, 基底颜色, 温度, 生长性状

# The Short-Term Effect of Background Color on the Growth Traits of Asian Yellow Pond Turtle (*Mauremys mutica*)

Qingqing Huang, Ruyue Ye, Chenkun Huang, Jianyu Jin\*

School of Education, Wenzhou University, Wenzhou Zhejiang

Email: \*jjy@wzu.edu.cn

Received: Aug. 19<sup>th</sup>, 2021; accepted: Sep. 4<sup>th</sup>, 2021; published: Sep. 22<sup>nd</sup>, 2021

## Abstract

The background color has an important influence on the lifestyle of various animals. In this exper-

\*通讯作者。

riment, based on the two background colors of black and white, the short-term effects of background colors on the growth characteristics of Asian yellow pond turtle larvae were studied at the three breeding temperatures of 20°C, 25°C and 30°C, respectively. The results showed that: 1) Temperature had a very significant effect on bodymass and carapace height of the hatchlings ( $P < 0.01$ ), and had significant effect on carapace length ( $P < 0.05$ ), but had no significant effect on carapace width ( $P > 0.05$ ). 2) The background color has no significant effect on the growth traits of young turtles ( $P > 0.05$ ), and the interaction between temperature and background color was not significant either. 3) Compared with the white background, the young tortoises under the black substrate environment showed a faster growth trend at all three breeding temperatures.

## Keywords

*Mauremys mutica*, Background Color, Temperature, Growth Traits

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

基底颜色是影响动物生活方式的重要生理条件[1], 颜色不同会影响低等水生脊椎动物如鱼类和两栖动物生命活动的各个方面, 包括动物的生存、繁殖、压力水平, 甚至是攻击水平[2]。动物的身体颜色也受到背景颜色的强烈影响[3] [4], 环境颜色还会影响生长激素、甲状腺素等激素的分泌, 从而影响生物体的生理和生化状态[2]。可见, 环境颜色对动物的生长发育的影响程度多变, 方式多样, 今后需要涉及更多、更有针对性的物种来开展研究。

黄喉拟水龟(*Mauremys mutica*)隶属龟鳖目、龟科、拟水龟属, 具有较高的观赏、食用和研究价值。近年来, 众多研究者围绕着黄喉拟水龟的养殖条件[5] [6] [7]、胚胎发育环境[8] [9] [10]、南北种群的习性对比[11] [12] [13]、繁殖机理[14] [15] [16] [17]、遗传特性[11] [12] [18]等, 从宏观养殖到微观分子层面都进行了较为深入的研究。在民间, 众多养殖者通过改变基底颜色、光照条件和食物等因素让黄喉拟水龟发色, 尝试使其体色变成金黄色以达到“金钱龟”的寓意, 但尚未有关于基底颜色对黄喉拟水龟生长性状的影响研究。因此, 本研究拟通过开展基底颜色对黄喉拟水龟生长性状的短期影响研究, 更好地探究基底颜色对黄喉拟水龟生长性状和后续健康养殖的影响, 以期为养殖过程中环境基底的颜色设置和科学化管理提供参考。

## 2. 材料与方

### 2.1. 供试材料

实验用黄喉拟水龟卵购自浙江省海宁龙头阁龟鳖养殖场, 均为白斑明显的受精卵。将龟卵编号, 放入基质湿度 80%、温度 29°C 人工气候箱(宁波莱福科技有限公司)孵化, 获得幼龟备用。

### 2.2. 实验设置

挑选 48 只生长状况相似的幼龟作为实验对象, 随机分配放入黑色或白色圆形不透明塑料盒(下口径半径 5.1 cm, 上口径 7 cm)内, 分别作为黑色和白色基底组。然后, 将黑色基底组黄喉拟水龟随机三等分, 分别放入 20°C、25°C 和 30°C 人工气候箱, 白色基底组亦如此处理。将两种基质颜色与三种养殖温度组合,

将这六种组合分别命名为 1A (20°C-黑)、1B (20°C-白)、2A (25°C-黑)、2B (25°C-白)、3A (30°C-黑)、3B (30°C-白)。光照周期条件设置为 12 h: 12 h (L: D)。实验过程中, 盒内水位刚好没过背甲, 每天定时定量给予幼龟饲料。实验周期为一个月。

### 2.3. 指标测定

体重、背甲长、背甲宽和背甲高是四种衡量龟类生长变化的常用性状指标[19]。为了观察基底颜色对黄喉拟水龟生长性状的影响, 每隔 15 天测量一次相关指标。

### 2.4. 数据分析

首先, 对实验前各组别幼龟的性状进行方差分析, 确保各组别试验龟之间不存在显著差异。之后, 利用 SPSS17.0 以初始性状为协变量进行协方差分析(ANCOVA), 探究基底颜色对黄喉拟水龟体重变化的影响。然后, 计算四种性状的相对增长率(相对增长率 = (终末值 - 初始值)/初始值 × 100%), 再利用 SPSS17.0 方差分析基底颜色和养殖温度对各性状相对增长率的影响。描述性统计值用平均值 ± 标准误差表示, 显著水平设置为  $\alpha = 0.05$ 。

## 3. 结果

### 3.1. 基底颜色、温度对黄喉拟水龟体重变化的影响

实验开始之前, 各试验组的体重之间没有显著差异。经过试验之后, 以试验前的初始体重为协变量, 终末体重为因变量, 温度和基底颜色为因子, 进行双因子协方差分析。结果显示: 同一温度、不同基底颜色饲养的黄喉拟水龟在体重变化上也没有显著差异( $F_{(1,45)} = 0.375, P = 0.543$ ) (见表 1); 温度对黄喉拟水龟的体重起着极显著的影响( $F_{(2,41)} = 19.780, P < 0.001$ ); 温度和基底颜色对黄喉拟水龟体重的交互作用不显著( $F_{(2,41)} = 0.022, P = 0.979$ )。

**Table 1.** Effects of background color on body mass of *Mauremys mutica*

**表 1.** 基底颜色对黄喉拟水龟体重变化的影响

温度 - 基底颜色	样本数(n)	初始体重	显著性	终末体重	显著性
20°C-黑	8	25.38 ± 5.42	$F_{1,14} = 0.172$ $P = 0.685$	25.68 ± 4.59	$F_{1,13} = 0.377$ $P = 0.550$
20°C-白	8	24.37 ± 4.29		24.13 ± 3.62	
25°C-黑	8	23.88 ± 2.58	$F_{1,14} = 1.691$ $P = 0.213$	27.77 ± 1.86	$F_{1,13} = 0.729$ $P = 0.409$
25°C-白	8	22.24 ± 2.75		25.91 ± 3.19	
30°C-黑	8	24.18 ± 3.66	$F_{1,14} = 1.066$ $P = 0.319$	30.41 ± 5.13	$F_{1,13} = 1.593$ $P = 0.229$
30°C-白	8	25.97 ± 3.26		31.40 ± 4.32	

### 3.2. 基底颜色、温度对黄喉拟水龟生长速率的影响

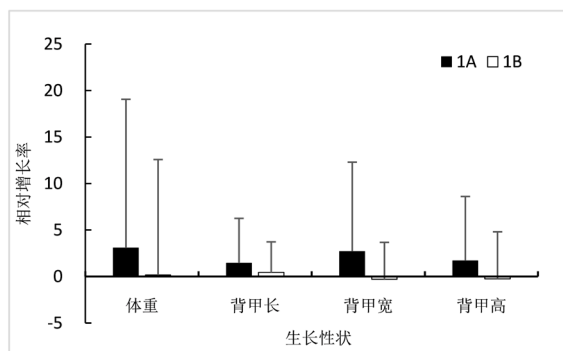
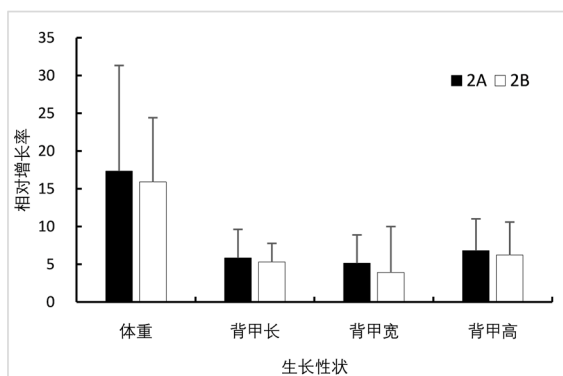
利用相对增长率公式求出各组别中黄喉拟水龟体重、背甲长、背甲宽及背甲高的相对增长率, 利用 SPSS17.0 中一般线性模型多变量分析法分析基底颜色、温度对黄喉拟水龟生长速率的影响, 结果发现: 温度极显著影响了黄喉拟水龟体重( $F_{(2,42)} = 15.315, P < 0.001$ )和背甲高的变化( $F_{(2,42)} = 12.618, P < 0.001$ ), 显著影响了其背甲长的变化( $F_{(2,42)} = 7.759, P = 0.010$ ), 对背甲宽没有显著影响( $F_{(2,42)} = 2.97, P = 0.062$ ); 基底颜色对黄喉拟水龟体重( $F_{(1,42)} = 0.828, P = 0.368$ )、背甲长( $F_{(1,42)} = 1.379, P = 0.247$ )、背甲宽( $F_{(1,42)} = 1.134, P = 0.293$ )和背甲高( $F_{(1,42)} = 3.062, P = 0.087$ )都没有显著影响(见表 2)。

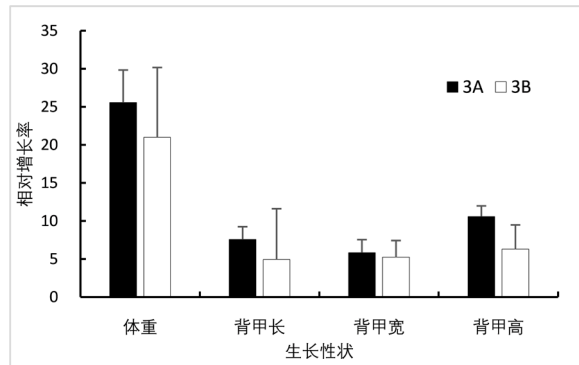
**Table 2.** Effects of background color and breeding temperature on growth rate of *Mauremys mutica***表 2.** 基底颜色和养殖温度对黄喉拟水龟生长速率的影响

温度 - 基底颜色	样本数(n)	体重增长率(%)	背甲长增长率(%)	背甲宽增长率(%)	背甲高增长率(%)
20℃-黑	8	3.1 ± 5.6	1.5 ± 1.7	2.7 ± 3.4	1.7 ± 2.4
20℃-白	8	0.2 ± 4.4	0.5 ± 1.2	-0.3 ± 1.4	-0.3 ± 1.7
25℃-黑	8	17.4 ± 4.8	5.8 ± 1.3	5.2 ± 1.3	6.8 ± 1.5
25℃-白	8	15.9 ± 3.0	5.3 ± 0.8	3.9 ± 2.2	6.2 ± 1.5
30℃-黑	8	25.5 ± 1.5	7.6 ± 0.6	5.9 ± 0.6	10.6 ± 0.5
30℃-白	8	21.0 ± 3.2	4.9 ± 2.4	5.2 ± 0.8	6.3 ± 1.1
<i>F</i> 值					
温度		15.315 <sup>***</sup>	7.759 <sup>**</sup>	2.976 <sup>ns</sup>	12.618 <sup>***</sup>
基底颜色		0.828 <sup>ns</sup>	1.379 <sup>ns</sup>	1.134 <sup>ns</sup>	3.062 <sup>ns</sup>
温度 × 基底颜色		0.075 <sup>ns</sup>	0.282 <sup>ns</sup>	0.218 <sup>ns</sup>	0.675 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> $P > 0.05$ ; <sup>\*\*</sup> $P < 0.05$ ; <sup>\*\*\*</sup> $P < 0.01$ 。

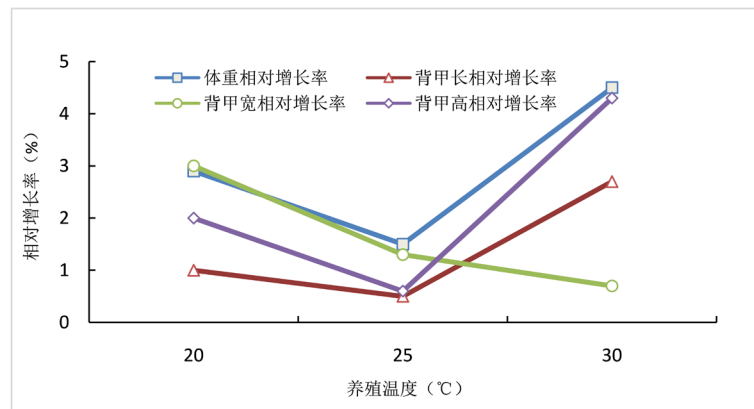
利用 Excel 2019 将各组别生长性状(体重、背甲长、背甲宽及背甲高)的相对增长率分别作图(见图 1~3)。由图可知,在 20℃、25℃和 30℃养殖温度条件下,黑色基底里的幼龟生长较快,白色基底里的生长较慢。因此,相对白色基底而言,在黑色基底环境下的幼龟在这三种养殖温度下均显示出了更快的生长趋势。

**Figure 1.** Changes of growth traits of juvenile turtles in black and white substrates at 20°C**图 1.** 20℃黑白基底中幼龟生长性状的变化**Figure 2.** Changes of growth traits of juvenile turtles in black and white substrates at 25°C**图 2.** 25℃黑白基底中幼龟性状的变化



**Figure 3.** Changes of growth traits of juvenile turtles in black and white substrates at 30°C  
**图 3.** 30°C 黑白基底中幼龟生长性状的变化

以白色基底处理组为对照组，黑色基底处理组为实验组，将每一养殖温度下实验组的各个生长性状增长率减去对照组，再利用 Excel 2019 做成折线图(见图 4)。结果发现，黑色基底中的幼龟其体重、背甲高和背甲长的相对增长趋势在 30°C 下最为明显，而幼龟的背甲宽随着养殖温度的升高，相对增长率不断下降。



**Figure 4.** Differences in growth rate of growth traits of juvenile turtles in black and white substrates at different breeding temperatures

**图 4.** 不同养殖温度下幼龟在黑白基底中的生长性状增长率差异

#### 4. 讨论

光是一个复杂的生态因子，绝大多数生物都要借助一定强度的光来判别环境中的食物、天敌和其他静止物体的位置[20]。水生动物的觅食不仅受光的特性的影响，而且还受光在水中的扩散和反射情况的影响。在养殖条件下，光的扩散和反射很大程度上取决于养殖容器的颜色[4]。所以，基底颜色是影响所饲养动物生活方式的重要生理条件。

有研究显示，大西洋鳕鱼(*Gadus morhua*)幼体的生长、觅食行为或存活率在对池底颜色的反应上没有显著差异，这表明幼体可以在较轻的池底饲养而不会对幼体造成任何不利影响[4]。但是，对小体鲟(*Acipenser ruthenus*)幼体的研究表明，不同的背景颜色会导致小体鲟幼体不同的生长性能，黑色是它生长、生存和免疫的最佳底色[21]。将潮龟(*Batagur baska*)饲养在五种不同颜色水箱中(透明、绿色、红色、蓝色和黑色)的实验发现，基底颜色对存活率和生长性能无显著影响，但对采食量、饲料系数和蛋白质效率有显著影响，黑色、红色和蓝色背景饲养的龟鱼饲料利用率最高[1]。由此可见，环境颜色对不同动物生长发育的影响有差异的，而这也取决于动物自身的感光能力、趋光性以及生长激素、甲状腺素、褪黑

素等的分泌情况[2]。

本研究发现, 短期内温度对黄喉拟水龟幼体的体重、背甲长和背甲高有显著影响, 显示温度影响其生长速率。这与之前研究相符合, 温度与黄喉拟水龟稚龟的生长有密切关系, 加温可以促进稚龟的生长[22]。而基底颜色对幼龟的体重、背甲长、背甲宽及背甲高都没有显著影响, 说明短期内对幼龟生长的影响因素中, 基底颜色不是最为关键的。但是, 黑色基底相对白色基底而言, 该环境下的幼龟在每一个培养温度下均显示出了更快的生长趋势。因此, 偏黑的基底颜色可以为今后的养殖实践提供参考。

## 基金项目

国家级大学生创新创业训练计划项目(JW201910351005)。

## 参考文献

- [1] Jualaong, S., Thongprajukaew, K., Ninwat, S., Petchrit, N., Khwanmaung, S., Wattanakul, W., et al. (2020) Optimal Background Color for Head-Starting Northern River Terrapins (*Batagur baska* Gray, 1831). *Animals*, **10**, Article No. 207. <https://doi.org/10.3390/ani10020207>
- [2] Ruchin, A.B. (2020) Environmental Colour Impact on the Life of Lower Aquatic Vertebrates: Development, Growth, Physiological and Biochemical Processes. *Reviews in Aquaculture*, **12**, 310-327. <https://doi.org/10.1111/raq.12319>
- [3] 赵宁宁, 周邦维, 李勇, 张静, 马骏, 于学权. 环境光色对工业化养殖豹纹鳃棘鲈幼鱼生长、肤色及生理指标的影响[J]. 中国水产科学, 2016, 23(4): 976-984.
- [4] Monk, J., Puvanendran, V. and Brown, J.A. (2008) Does Different Tank Bottom Colour Affect the Growth, Survival and Foraging Behaviour of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) Larvae? *Aquaculture*, **277**, 197-202. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.018>
- [5] 覃国森, 周维官. 不同养殖方式下黄喉拟水龟的增重及其经济效益的对比研究[J]. 四川动物, 2006, 25(2): 403-406.
- [6] 周维官, 覃国森. 不同饵料养殖黄喉拟水龟效果的研究[J]. 四川动物, 2008, 27(2): 283-286.
- [7] 牟超盛, 齐旭明, 钱天宇, 周正彦, 莫燕妮, 李丕鹏. 黄喉拟水龟人工养殖技术现状及产业发展对策[J]. 水产养殖, 2021, 42(1): 1-4.
- [8] 吴美仙, 赵波, 张文, 陆洪良. 孵化温度对黄喉拟水龟胚胎发育和幼体特征的影响[J]. 生态学报, 2014, 34(19): 5398-5404.
- [9] 赵伟华, 朱新平, 郭捡红, 魏成清, 陈永乐. 湿度对黄喉拟水龟胚胎发育与新生幼体特征的影响[J]. 生态学报, 2009(4): 1704-1709.
- [10] 郭捡红, 朱新平, 赵伟华, 魏成清, 陈永乐. 温度、湿度对黄喉拟水龟胚胎发育的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(1): 215-220.
- [11] 朱新平, 周莉, 陈永乐, 桂建芳. 黄喉拟水龟两个种群的遗传分析与比较[C]//中国水产科学研究院. 可持续水产养殖——资源、环境、质量——2003 水产科技论坛论文集. 北京: 海洋出版社, 2003: 23-32.
- [12] 朱新平, 陈永乐, 张菁, 杜合军, 桂建芳. 黄喉拟水龟细胞核 DNA 含量的分析[J]. 动物学研究, 2004, 25(2): 177-180.
- [13] 陈威, 胡小瑜, 蒋柳阳, 瞿潇月, 朱菁华, 徐志旺, 等. 黄喉拟水龟对冬眠期间急性高温胁迫的氧化应激响应[J]. 生态学报, 2019, 39(18): 344-350.
- [14] 朱新平, 陈永乐, 魏成清, 刘毅辉. 黄喉拟水龟的繁殖[J]. 淡水渔业, 1999, 29(8): 31-33.
- [15] 朱新平, 陈永乐, 魏成清, 刘毅辉, 黄善銜, 陈炎星. 人工饲养对黄喉拟水龟繁殖力的影响[J]. 中国水产科学, 2001, 8(2): 52-54.
- [16] 朱新平. 黄喉拟水龟繁育与养殖技术转化与示范[J]. 中国科技成果, 2014(7): 11.
- [17] 潘德博, 陈昆慈, 朱新平, 郑光明, 刘毅辉, 陈永乐, 等. 黄喉拟水龟(♀)与三线闭壳龟(♂)杂交后代的形态特征及其与父母本的比较研究[J]. 水生生物学报, 2009(4): 620-626.
- [18] 欧阳淑, 刘晓莉, 王亚坤, 李伟, 朱新平. 黄喉拟水龟 *Dmrt1* 基因克隆及其表达特征[J]. 水生生物学报, 2020, 44(4): 749-755.
- [19] 吴美仙, 赵波, 张文, 陆洪良. 孵化温度对黄喉拟水龟胚胎发育和幼体特征的影响[J]. 生态学报, 2014, 34(19):

5398-5404.

- [20] 孙儒泳, 等. 动物生态学原理[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1992: 61
- [21] Bayrami, A., Noverian, H.A. and Sharif, E.A. (2016) Effects of Background Colour on Growth Indices and Stress of Young Sterlet (*Acipenser ruthenus*) in a Closed Circulated System. *Aquaculture Research*, **48**, 2004-2044.  
<https://doi.org/10.1111/are.13033>
- [22] 李贵生. 温度对黄喉拟水龟稚龟生长的影响[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2005, 26(3): 422-427.