



青海湖裸鲤自主摄食节律与生长特性研究

Self feeding Rhythm and Growth Characteristics of *Gymnocypris przewalskii*

卫宇星^{1,2} 么宗利^{1,2} 来琦芳^{1,2} 祁洪芳³ 戴阳² 高鹏程² 杨建新³ 周凯² 孙真² 李燕²

1. 上海海洋大学 水产科学国家级实验教学示范中心 上海 201306;

2. 中国水产科学研究院东海水产研究所 农业农村部低洼盐碱地水产养殖重点实验室 中国水产科学研究院盐碱水域渔业工程技术研究中心(上海) 上海 200090;

3. 青海湖裸鲤救护中心 繁育与保护重点实验室 青海 西宁 810016

前言 (Introduction)

我国盐碱水资源丰富, 约有 4.6×10^7 hm^2 的低洼盐碱水资源。青海湖是我国最大的内陆高原盐碱湖, 青海湖裸鲤 (*Gymnocypris przewalskii*) 为青海湖特有的经济鱼种。测定青海湖裸鲤自主摄食节律可确定该鱼种最佳投喂时间, 通过设计与自然模式相匹配的投喂策略来提高饲料转化率并促进生长。由于光照对于养殖鱼存在生理、生长等方面的影响, 本研究通过自然光照组和全黑暗组对比实验, 确定光照周期是否对青海湖裸鲤日摄食规律产生影响, 并判断其摄食节律类型。此外, 研究测定了湖水和淡水环境下青海湖裸鲤的各项生长指标, 揭示水环境对青海湖裸鲤生长特性的影响, 为提高青海湖裸鲤人工增殖效率, 青海湖渔业资源保护以及盐碱生境下鱼类的摄食习性研究提供数据支撑。

材料与方法 (Material and Methods)

实验设计

根据摄食节律实验结果设置自然光照周期(14L:10D)进行青海湖裸鲤生长实验, 设湖水组和淡水组2个组别, 每组共3个重复, 每个重复放置15尾青海湖裸鲤, 采用自动投饵装置进行饲料投喂。养殖63d后进行麻醉并测量体长和体重。

数据分析

计算摄食量、体长增长率、体重增长率、特定生长率、肥满度, 并绘制体长体重关系曲线, 计算公式如下:

$$FI [g/(kg \cdot h)] = TF / (W_n \times t_h / 1000)$$
$$GR_L (\%) = (L_1 - L_0) / L_0 \times 100$$
$$GR_w (\%) = (W_1 - W_0) / W_0 \times 100$$
$$SGR (\%/d) = (\ln W_1 - \ln W_0) / t_d \times 100$$
$$CF = W / L^3 \times 100$$

式中, TF为摄食总量(g), W_n 为体重总和(g), t_h 为摄食时段(h), L 为体长(cm), W 为体重(g), L_0 为初始平均体长(cm), L_1 为终末平均体长(cm), W_0 为初始平均体重(g), W_1 为终末平均体重(g), t_d 为养殖时间(d)。

结果与讨论 (Results and Discussion)

3. 青海湖裸鲤肥满度与体长体重关系

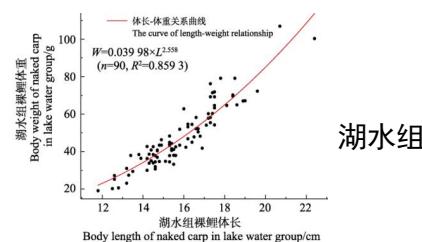


湖水组

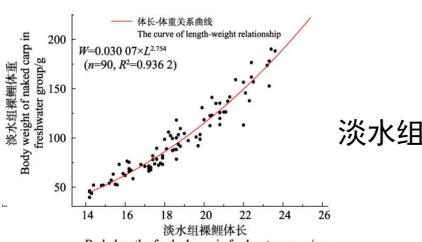


淡水组

图3 经63d的生长实验湖水及淡水中的青海湖裸鲤



湖水组



淡水组

图4 青海湖裸鲤体长-体重关系曲线

材料与方法 (Material and Methods)

实验用鱼与暂养管理

实验开始前, 青海湖裸鲤需进行自主摄食训练, 经驯化学习, 可通过特定的自动投喂系统进行自主摄食。

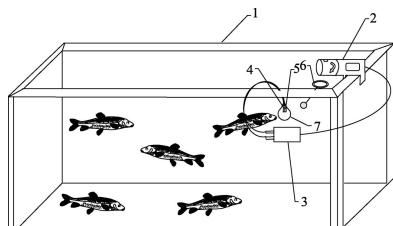


图1 青海湖裸鲤自主摄食示意图

- 1: 鱼缸; 2: 投饵机; 3: 光电传感器;
- 4: 光学发射端; 5: 光学接收端;
- 6: 喂食圈; 7: 保护装置。

实验设计

自主摄食日节律实验设自然光照淡水组(14L:10D)、自然光照湖水组(14L:10D)和全黑暗湖水组(0L:24D), 每组设3个重复, 每个重复放置15尾青海湖裸鲤。

自然光照组各时段表层水下光照强度实测值见表1, 全黑暗组各时段光照强度均为0 lx。

表1 自然光照组各时段光强测定

起止时间	时段	光强
Beginning and ending time	Period	Light intensity/lx
05:00—08:00	黎明 Dawn	556.33±12.34
08:00—11:00	上午 Forenoon	919.67±15.33
11:00—15:00	下午 Afternoon	1 045.67±17.07
15:00—19:00	黄昏 Dusk	641.17±11.48
19:00—05:00	夜间 Night	0

结果与讨论 (Results and Discussion)

1. 青海湖裸鲤自主摄食日节律

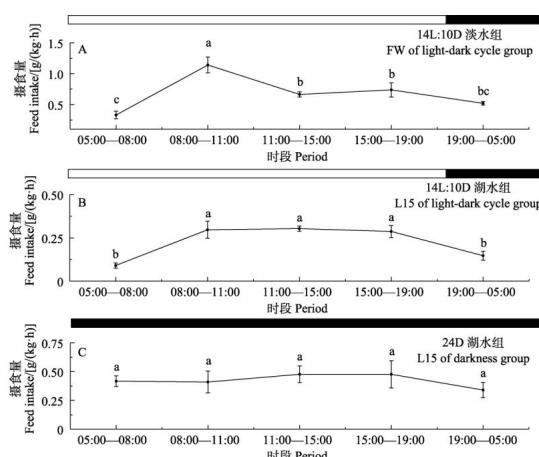


图2 不同处理对青海湖裸鲤日摄食节律的影响(平均值±标准误, $r=3$)

FW为淡水, L15为盐度为15的湖水; 不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

2. 不同水环境下青海湖裸鲤的生长指标

表2 不同水环境下青海湖裸鲤的生长指标

指标 Indicators	淡水组 Freshwater group	湖水组 Lake water group
实测平均值 Measured mean		
成活率 Survival rate/%	100	100
初始体长 Initial body length/cm	17.03±0.22 ^a	15.84±0.37 ^a
终末体长 Final body length/cm	20.21±0.32 ^a	16.03±0.40 ^b
体长增长率 Length growth rate/%	18.66±0.41 ^a	1.19±0.17 ^b
初始体重 Initial body weight/g	76.84±1.09 ^a	46.48±2.67 ^b
终末体重 Final body weight/g	122.07±3.09 ^a	49.33±2.73 ^b
体重增长率 Weight growth rate/%	58.82±2.09 ^a	6.16±0.28 ^b
特定生长率 Specific growth rate/(%/d)	0.73±0.02 ^a	0.10±0.01 ^b
肥满度 Condition factor	1.48±0.04 ^a	1.19±0.03 ^b
估算边际平均值 Estimated marginal mean		
初始体重 Initial body weight/g	61.66±6.91 ^a	61.66±6.91 ^a
终末体重 Final body weight/g	103.17±1.88 ^a	68.23±0.61 ^b
体重增长率 Weight growth rate/%	67.32±3.05 ^a	10.66±0.98 ^b
特定生长率 Specific growth rate/(%/d)	0.82±0.03 ^a	0.16±0.02 ^b

注: 不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。 Note: Different letters represent significant difference ($P < 0.05$).

结论 (Conclusions)

自然光照周期下, 青海湖裸鲤表现为白昼摄食类型且具有明显的摄食节律, 在全暗环境下该摄食节律减弱或消失, 表明光照周期的改变可能影响青海湖裸鲤的内源性节律。经过63d生长实验, 青海湖裸鲤在湖水环境和淡水环境的生长情况差距明显, 在高盐度和高碱度的双重胁迫下, 湖水组青海湖裸鲤的体长增长率、体重增长率、特定生长率、摄食率和肥满度均显著低于淡水组, 表明湖水环境对于青海湖裸鲤的摄食和生长存在明显抑制。

致谢 (Acknowledgements)

本研究由国家自然科学基金面上项目(32273158)、国家重点研究计划(2019YFD0900404)和中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(2020TD52)共同资助。感谢青海湖裸鲤救护中心提供实验用鱼。