

西藏琵琶蝎人工饲养技术及生物学特性初步研究

禅和霖^{1,2}, 余长洪^{1,3}, 王鑫^{1,3}, 罗斌⁴, 夏文潇¹, 臧建成^{1,2}

(1. 西藏农牧大学植物科学学院, 西藏 林芝 860000; 2. 西藏高原资源昆虫与应用昆虫实验室, 西藏 林芝 860000; 3. 西藏农牧大学真菌实验室, 西藏 林芝 860000; 4. 四川省甘孜州康定市农牧农村和科技局, 四川 康定 626000)

摘要:为突破特有种西藏琵琶蝎(*Scorpiops tibetanus*)的人工饲养技术瓶颈,于2023年9月至2024年9月在智能人工气候室(温度 $26\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $75\%\pm 5\%$ 、光照周期12 L:12 D)对20头成体蝎(雌雄比4:1)进行周年饲养观测。结果表明:1)实现了西藏琵琶蝎完整生活史循环,成体存活率100%,4只雌蝎共产幼蝎102只,86只成功离背;2)明确其繁殖期集中于8—9月,单雌繁殖量15~35只,幼蝎背负期10~15 d;3)揭示了差异化捕食行为,发现夜行性显著,捕食黄粉虫(*Tenebrio molitor*)时呈现“走动—定位—捕捉—拖拽—进食”等流程,依赖触肢与螯肢控制猎物,蜇刺使用率低;4)验证了饲养参数有效性,人工设置温度 $25\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60\%\sim 80\%$ 为适宜区间,黄粉虫可作为单一饲料及水分来源。

关键词:西藏琵琶蝎;人工饲养;生物学特性;黄粉虫;青藏高原

中图分类号:Q938.1

文献标识码:A

Preliminary Study on Artificial Rearing Techniques and Biological Characteristics of the Xizang Scorpion (*Scorpiops tibetanus*)

CHAN Helin^{1,2}, YU Changhong^{1,3}, WANG Xin^{1,3}, LUO Bin⁴, XIA Wenxiao¹, ZANG Jiancheng^{1,2}

(1. College of Plant Science, Xizang Agricultural and Animal Husbandry University, Nyingchi Xizang 860000, China; 2. Laboratory of Xizang Plateau Resource Insects and Applied Entomology, Nyingchi Xizang 860000, China; 3. Laboratory of Mycology, Xizang Agricultural and Animal Husbandry University, Nyingchi Xizang 860000, China; 4. Bureau of Agriculture, Rural Affairs, and Science & Technology, Kangding City, Ganzi Prefecture, Sichuan Province, Kangding Sichuan 626000, China)

Abstract: To break through the technical bottleneck in the artificial rearing of the Xizang endemic species *Scorpiops tibetanus*, this study conducted annual rearing observations on 20 adult scorpions (female-to-male ratio 4:1) in an intelligent artificial climate chamber (temperature $26\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, humidity $75\%\pm 5\%$, light cycle 12 L:12 D) from September 2023 to September 2024. The results showed: 1) A complete life cycle of *Scorpiops tibetanus* was achieved, with 100% adult survival rate; 4 female scorpions produced a total of 102 offspring, of which 86 successfully detached from the maternal back. 2) The breeding season was found to be concentrated in August-September, with a reproductive output of 15~35 offspring per female and a maternal carrying period of 10~15 days. 3) Distinctive predatory behaviors were revealed, showing significant nocturnal activity. When preying on *Tenebrio molitor*, the scorpions exhibited a sequence of “movement-positioning-capture-dragging-feeding” relying on pedipalps and chelicerae to control prey, with low stinging frequency observed. 4) The effectiveness of rearing parameters was verified, with an artificial temperature range of $25\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ and humidity of $60\%\sim 80\%$ identified as optimal, and *Tenebrio molitor* serving as both a sole food source and water supply. This study provides a technical foundation for the conservation and sustainable utilization of endangered scorpion resources on the Qinghai-Xizang Plateau.

Key words: *Scorpiops tibetanus*; artificial breeding; biological characteristics; *Tenebrio molitor*; Qinghai-Xizang Plateau

收稿日期:2025-06-06

基金项目:西藏自治区科技计划重点研发及转化项目(XZ202301ZY0019N);西藏农牧大学林学博士点(一期)项目(533325001);中央引导地方科技发展资金项目(XZ202401YD0026);2024年中央财政支持地方高校发展改革专项(XK2024-03);2025年中央财政支持地方高校发展改革专项(YJSXK2025-05、YJSXK2025-15)。

作者简介:禅和霖(1998—),男,硕士研究生,主要从事植物保护方面的研究,E-mail:1261408412@qq.com。

通信作者:臧建成(1977—),男,教授,主要从事昆虫害虫生态、土壤动物和农林害虫防治研究,E-mail:zangjc2008@163.com。

蝎类隶属节肢动物门蛛形纲蝎目,是全球现存最古老的陆生节肢动物类群之一,在维持生态系统平衡及生物医药领域应用具有重要价值。目前全球已记录蝎种逾 2 000 种,其形态结构独特,生殖策略复杂,在漫长的进化历程中展现出对极端环境的显著适应性^[1-4]。西藏琵琶蝎(*Scorpiops tibetanus*)作为中国青藏高原特有种,隶属于琵琶蝎科(Scorpiopidae)琵琶蝎属(*Scorpiops*),分布于高寒、缺氧、强紫外的恶劣生境中,其独特的生理与生态特征是该物种对高原极端环境长期适应的结果^[5-6]。

目前针对西藏琵琶蝎的研究仍处于起步阶段,现有工作主要集中于分类学、肠道微生物多样性及基因序列分析等基础领域,而对其生态习性、种群动态及关键生物学特性的系统观察略显匮乏,人工饲养技术体系更是尚未建立^[5,7-9]。这种基础数据的缺失,严重制约了对该特有种的资源评估、生态保护与可持续利用,也限制了对青藏高原特有生物适应性机制的深入理解。这严重影响到对西藏蝎类这一资源动物的认识和开发,甚至在一定程度上影响了对西藏生态环境的了解,因此,有必要对西藏琵琶蝎进行生态观察和人工饲养。

本研究以西藏林芝地区巴吉村的西藏琵琶蝎野外种群及人工饲养群体为研究对象,通过为期 1 年的系统观测(2023 年 9 月至 2024 年 9 月),旨在阐明西藏琵琶蝎在人工生境下的关键生物学特性(繁殖周期、育幼行为、捕食策略);探索其人工规模化饲养的可行性技术方案,包括适宜环境参数(温湿度、光照)、饲料选择及疾病防控措施等;通过整合形态学与分子系统发育分析,进一步确认物种的分类地位。研究结果将为西藏琵琶蝎的资源保护、人工繁育及潜在药用开发提供科学依据,同时也为高原濒危蝎类的保育实践提供技术参考。

1 材料与方 法

1.1 采集地概况

实验样本于 2023 年 9 月采自西藏林芝市巴吉村,平均海拔 3 100 m。生活环境以高山草甸、灌丛、荒漠草原等为主。这些地区的植被稀疏,土壤贫瘠,温差大,降雨量少^[10-11]。图 1 为西藏琵琶蝎灌丛基部石块下方的自然生境。

1.2 采集方法

山坡灌丛基部特定石块区域进行找寻,使用

18 cm 的镊子精准夹取蝎体尾部第 2 或第 3 节,避免损伤脆弱的腹部及蛻刺结构,共采集健康成体蝎 20 头。



图 1 西藏琵琶蝎的自然生境

1.3 样本处理

采集完毕后,活体样本立即转运至实验室;自然死亡个体以 75%乙醇浸泡固定^[8],标本保存于西藏农牧学院高原资源昆虫与应用昆虫实验室。

1.4 饲养管理

人工饲养观察时间 2023 年 9 月至 2024 年 9 月。选取蝎种 20 头,雌雄比 4:1,在智能人工气候室中进行饲养,温度 26 °C ± 1 °C,湿度 75% ± 5%,光照周期 12 L:12 D,采用透明昆虫饲养箱(30 cm × 20 cm × 20 cm),箱底铺设 5 cm 原生生境土壤并置入石块,模拟其掘洞与隐蔽习性。

基于蝎类生态适应性研究^[10,12],设定温度安全区间为 25 ~ 30 °C、湿度安全区间为 60% ~ 80%。采用温湿度自动记录仪(±0.5 °C 精度)实时监测,超出阈值时自动调控。

西藏琵琶蝎主饲料为黄粉虫(*Tenebrio molitor*)幼虫、蛹及成虫,每日 20:00 投喂活体虫 1 ~ 2 只/蝎。未设独立饮水点,依赖饲料虫体液及环境湿度维持所需水分。购入黄粉虫进行饲养,剔除死虫,控制饲养温度(<25 °C)及投喂次数延缓化蛹,保障供应稳定。

观察进食量以及活性,异常个体进行隔离饲养(KMnO₄ 进行消毒)。及时剔除食物残渣,避免污染琵琶蝎的生存环境。定期检查人工气候室温湿度是否正常,确保环境参数的稳定。

1.5 鉴定及分析方法

形态学鉴定参照中国蝎目分类体系^[9,12-13],在 Leica 体视显微镜(M205 C)下观测。记录体长、体色、斑纹分布、栉齿对数、螯肢与步足形态、螫刺的结构特征。

分子鉴定委托武汉天一华煜基因科技有限公司提取基因组 DNA。采用 COI 通用引物(表 1)进行 PCR 扩增(反应体系 25 μ L:2 \times Taq Mix 12.5 μ L,引物各 1 μ L,模板 DNA 2 μ L, ddH₂O 8.5 μ L)。双向测序结果经 Geneious Pro 4.8.4 拼接校对;NCBI BLAST 比对获取高相似序列(Top 27);MAFFT v7.505 进行多序列比对;PhyloSuite v1.2.3 下以 BIC 准则选择最佳模型(TIM+F+G4);MrBayes v3.2.7a 构建贝叶斯系统树(MCMC 1 \times 10⁶ 代,采样频率 500)^[14-17]。

2 结果与分析

2.1 物种鉴定

2.1.1 形态学鉴定

样本体长为 30~35 mm。主要形态特征包括:酒精浸泡标本基色呈红褐色;头胸甲深褐色,近胸部黄褐色,眼丘黑色;步足红褐色具不规则黄褐色斑块;中体背板、胸板红褐色,具少量黄褐色渐变;栉板与基板黄褐色,栉齿乳黄色;腹板红褐色;后体部节间由红褐色向黄褐色渐变,螫刺基部色深、端部红褐色;触肢转节、腿节、膝节和胫节主要为深红褐色;螯肢基节黄褐色具深红褐色网状花纹,端部红褐色。上述特征与文献记载的西藏琵琶蝎(*Scorpiops tibetanus*)关键鉴别特征相符(图 2)。

表 1 引物信息

位点名称	引物编号	引物序列	产物大小	TM 值	引物引用
COI-KC	HC02198	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA	700	42	扩增测序引物
COI-KC	LCO1490	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG	700	42	扩增测序引物

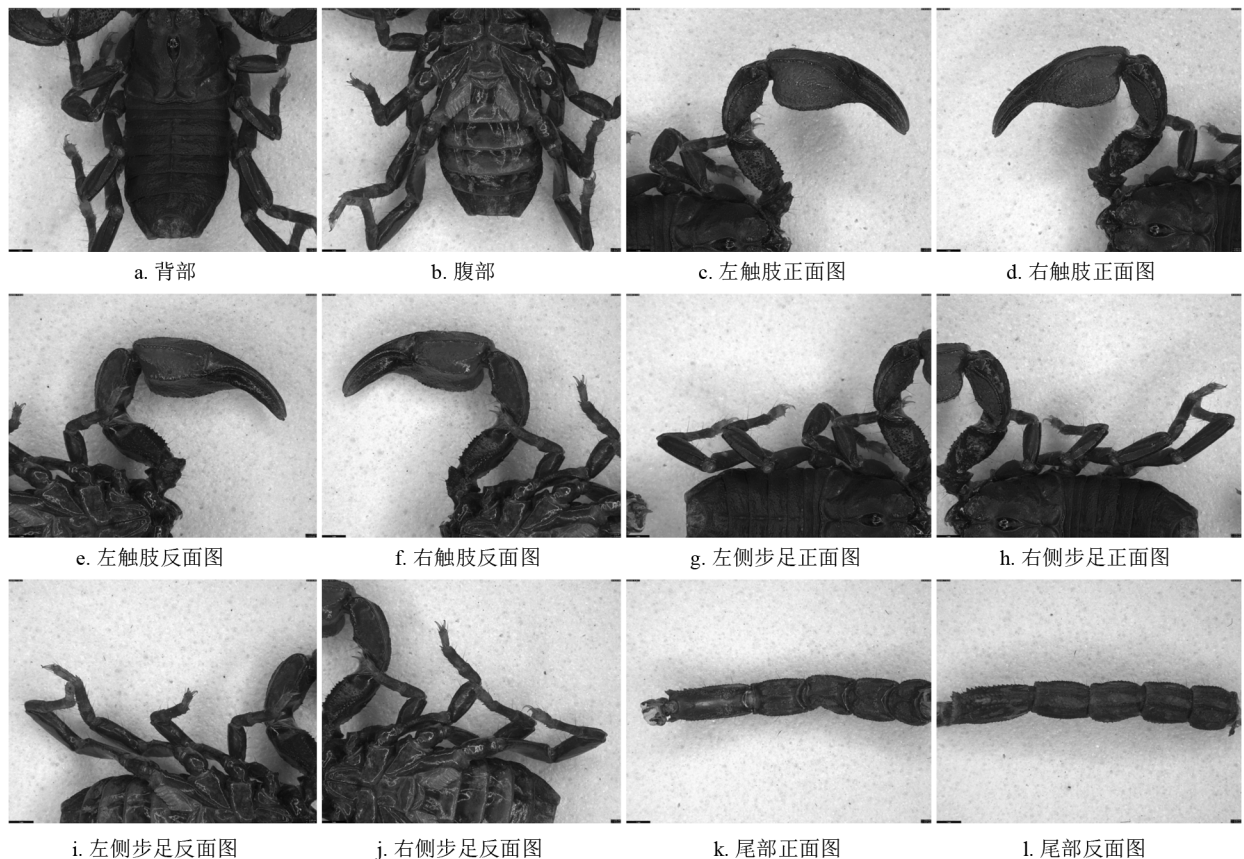


图 2 西藏琵琶蝎各部位俯瞰图

2.1.2 分子系统发育分析

基于线粒体 COI 基因序列构建的系统发育树显示(图 3),本研究样本与已知的西藏琵琶蝎参考序列(*Scorpiops tibetanus* NC_053569)形成高支持率

的单系分支(贝叶斯后验概率为 0.99),表明两者遗传关系最近。结合详尽的形态学比对结果,最终确认本研究对象为琵琶蝎科(Scorpiopidae)琵琶蝎属(*Scorpiops*)下的西藏琵琶蝎(*Scorpiops tibetanus*)。

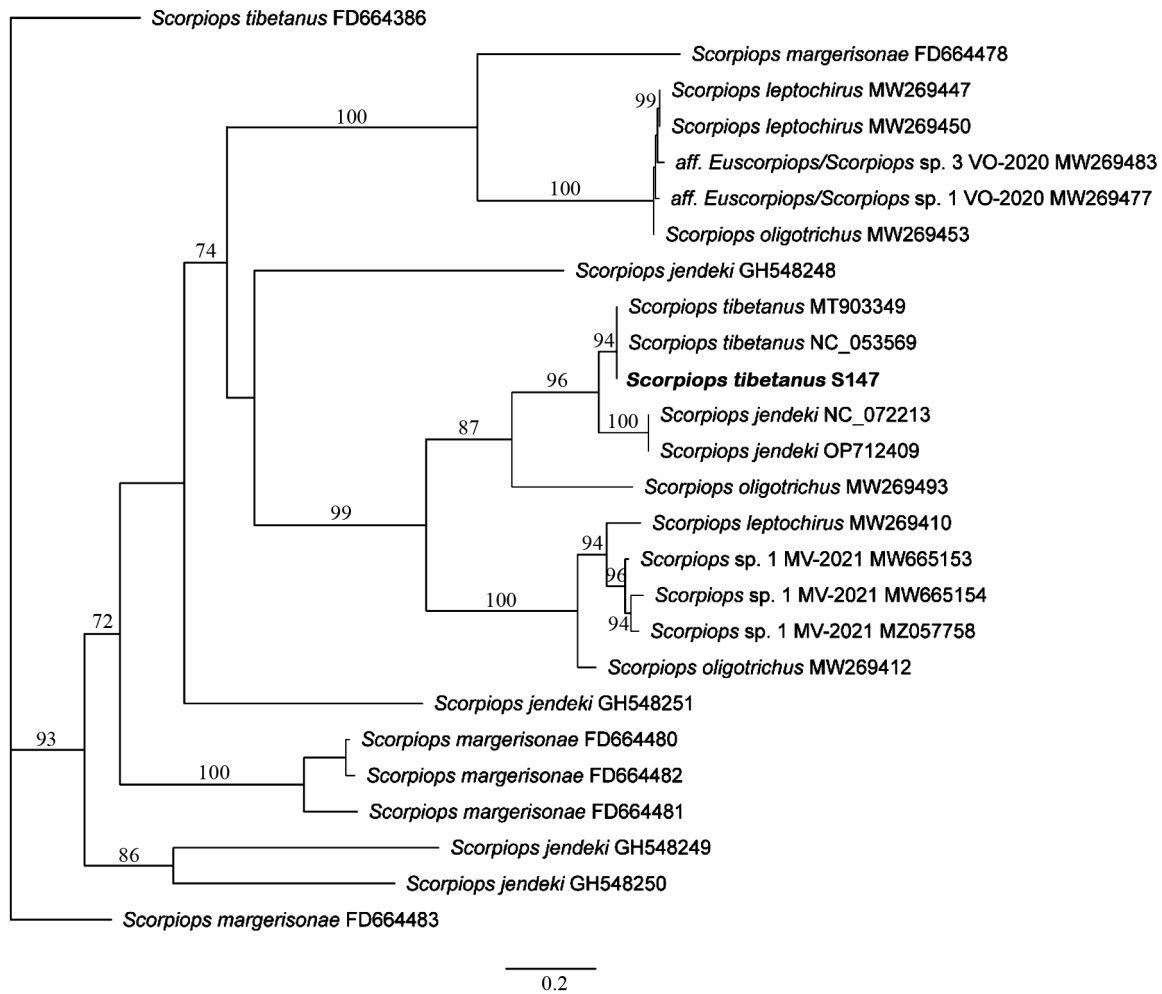


图 3 西藏琵琶蝎基于 COI 序列构建的系统发育树

2.2 生物学特性

根据饲养观察西藏琵琶蝎的集中繁殖活动发生在每年的 8 月下旬至 9 月中旬。4 只成功繁殖的雌性个体,单雌繁殖量为 15~35 只幼蝎(平均为 25.5±7.2 只)。雌蝎在产仔后表现出明显的育幼行为。幼蝎出生后立即攀爬至母蝎背部,由母蝎

背负进行保护,背负期持续 10~15 d。观察发现,部分幼蝎会误爬到非亲生母蝎背部,而母蝎对此未表现出攻击或驱赶行为。在背负期间,幼蝎不主动取食,其营养完全依赖卵黄储备。背负期结束后,幼蝎陆续离开母蝎背部,开始主动探索环境和自行捕食,进入独立生活阶段(图 4)。



图 4 幼蝎行为及形态特征

2.3 捕食行为

对西藏琵琶蝎以黄粉虫为对象的捕食行为

进行观察,捕食流程链见图 5。在设定的光周期(12 L : 12 D)下,西藏琵琶蝎表现出明显的夜行

性,主要活动集中在黑暗期。在捕食过程中的流程包括:走动(Walk about)、定位(orientation)、捕捉(capture)、捕捉失败(Capture failure)、捕捉成功(Capture success)、静止(static)、拖拽(drag)、进食(Take food),具体描述见表2。

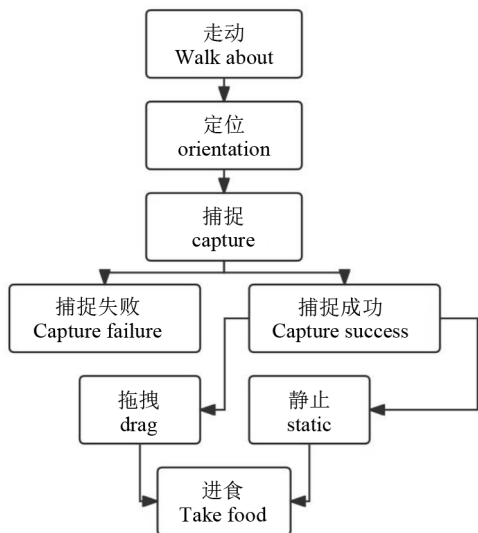


图5 西藏琵琶蝎捕食流程图

表2 西藏琵琶蝎捕食流程描述

捕食流程	描述
走动	捕食前在饲养盒缓慢移动,触肢向前,尾节上翘,通过触肢听毛寻找猎物
定位	发现猎物后,西藏琵琶蝎正面朝向猎物
捕捉	快速接近猎物,利用触肢精准夹持猎物躯干
捕捉失败	可能由于猎物反应过大等原因,未能成功夹取捕获
捕捉成功	成功控制猎物,猎物无法挣脱
静止	等待猎物静止,且猎物并非完全死亡,尝试用螯肢准备进食
拖拽	控制猎物后,进行移动,待进入较为安全的区域后准备进食
进食	利用螯肢撕扯、摄取猎物软组织,触肢持续控制猎物,全过程极少使用尾刺注毒

2.4 人工饲养结果

在设定的饲养条件下(智能人工气候室:温度26℃,湿度75%,光照周期12L:12D,底部铺设原生土壤与石块),对20头西藏琵琶蝎(雌雄比4:1)进行了为期12个月的连续饲养。

在整个观察期内,20只实验蝎均存活,未出现任何肉眼可见的疾病症状(如黑腐病、体表霉菌感染等),表明在适宜的温湿度控制(25~30℃,60%~80%)及严格的环境管理下(定期消毒、清理残渣),人工饲养环境能有效维持西藏琵琶蝎的

健康。

有4只雌蝎在人工环境下成功完成繁殖,共产下102只幼蝎,其中86只幼蝎成功离背并开始自行取食,实现在人工条件下西藏琵琶蝎的完整生活史循环。

黄粉虫(*Tenebrio molitor*)的幼虫、蛹、成虫各阶段均能被西藏琵琶蝎成功捕食(图6)。蝎体通过摄食黄粉虫获取所需水分,在未设置独立水源的情况下,未观察到脱水现象,证明黄粉虫是该物种人工饲养的有效单一饲料来源。

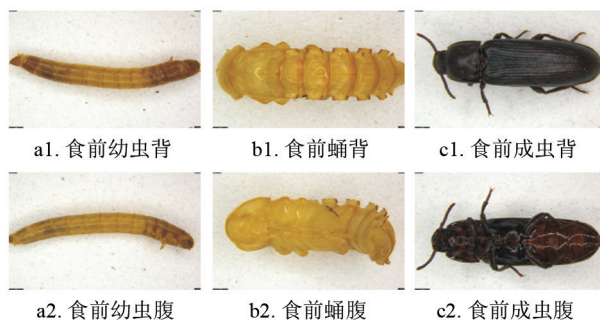


图6 西藏琵琶蝎可食用黄粉虫各阶段

3 讨论与结论

3.1 讨论

本研究在可控人工环境下(温度26℃±1℃、湿度75%±5%、光照周期12L:12D)实现了西藏琵琶蝎的饲养与成功繁殖。全程20只成体蝎存活率达100%,且未出现病理性死亡,证实人工模拟高原生境条件的有效性。

温湿度是蝎类生存的核心限制因子,本研究发现温度在25~30℃与湿度在60%~80%(以温度26℃、湿度75%为最适)时可有效维持西藏琵琶蝎的代谢活性与蜕皮需求,与孙安甫^[18]对近缘蝎种的研究结论一致。湿度过高易诱发黑腐病,而过低则易导致蜕皮困难,这与蝎类体表呼吸的生理特性密切相关。以黄粉虫(*Tenebrio molitor*)作为单一饲料及水分来源的策略被证明可行。黄粉虫富含蛋白质与水分,且各虫态(幼虫、蛹、成虫)均可被取食,满足了西藏琵琶蝎的营养与水分需求。通过控制黄粉虫饲养温度(<25℃)延缓其化蛹,可确保饲料持续供应,但长期单一饲料是否导致西藏琵琶蝎营养失衡需后续研究验证;饲养箱内铺设原生土壤与石块,促进挖洞与隐藏行为,降低了环境胁迫压力,这对高敏感性的高原物种至关重要^[19-20]。

观察显示西藏琵琶蝎繁殖期高度集中于8—9月,与青藏高原短暂的暖季(均温大于10℃)重合。此时期食物资源相对丰富,有利于雌蝎积累繁殖能量与幼蝎的早期存活。单雌繁殖量达15~35只^[21]。独特的背负育幼行为(持续10~15d)不仅可避免幼蝎被捕食,还能通过母蝎体表维持微环境的温湿度,在昼夜温差大的高原生境中提升幼体的存活率^[6]。母蝎对非亲生幼蝎的容忍现象,暗示了群体内育幼合作的潜力,这在蝎类中较为罕见。西藏琵琶蝎的捕食流程呈现高度模式化,从利用听毛定位猎物,到触肢快速夹取,最终依赖螯肢摄食。发现在捕食黄粉虫等小型无抵抗力猎物时,螯刺使用率低^[19]。这符合蝎类捕食经济性原则,当猎物威胁极小时,优先使用机械性控制(触肢+螯肢)而非耗能的毒液注入^[21]。作为青藏高原特有种,西藏琵琶蝎兼具生态位功能与生物医药潜力,其夜行性与广食性,在高原草甸生态系统中具有天敌调控作用,有助于维持生态平衡^[22]。蝎毒活性成分在抗肿瘤、镇痛药物研发中价值突出^[23]。

3.2 结论

本研究通过为期1年的西藏琵琶蝎(*Scorpiops tibetanus*)人工饲养与观测,成功在可控环境(温度26℃、湿度75%)下实现西藏琵琶蝎的人工饲养与繁殖,明确了在8—9月集中繁殖(单雌繁殖量15~35只)、背负育幼(10~15d)及差异化捕食行为特性,为这一高原特有种的资源保护与可持续利用提供了技术基础和科学依据。

参考文献:

- [1] 钟祥伟.蝎子养殖技术[J].农村新技术,2023(8):35-36.
- [2] 石承民,张德兴.钳蝎系统分类研究概况[J].动物分类学报,2005(3):470-477.
- [3] 赵云龙,吴英亮,朱麟.中国蝎生态学研究概况[J].生物学通报,2009,44(8):5-7.
- [4] 周维官,曾维铭.蝎子的特性与养殖[J].广西农业科学,2001(1):33-34.
- [5] 向礼波,何敏,郑恒.西藏琵琶蝎肠道细菌多样性研究[J].生命科学研究,2021,25(2):131-135,139.
- [6] 王壮壮,贺凯,朱时应,等.年楚河流域康马县高寒草地土壤节肢动物多样性研究[J].湖南师范大学自然科学学报,2021,44(6):76-84.
- [7] PRENDINI L. Scorpion biodiversity and conservation in the greater himalayan region[M]// Biodiversity and conservation of the himalayas. Berlin: Springer, 2016.
- [8] LV H, DI Z. A New species of the genus scorpiops peters, 1861 from Xizang, China (*Scorpiones: scorpiopidae*) [J]. Arthropoda Selecta, 2023, 32(3): 323-332.
- [9] 邸智勇.中国藏滇琼三省区蝎目分类区系研究(螯肢亚门:蛛形纲)[D].保定:河北大学,2009.
- [10] 卢杰,施奇,韩嘉华,等.藏东南植被碳利用效率的时空变化与生态网络构建[J].高原农业,2025,9(1): 1-15.
- [11] 宋大祥,吕锡岫,尚进文.东亚钳蝎的形态和习性[J].生物学通报,1982(1):22-25.
- [12] 杨啸风.中国蝎目的区系分类研究(螯肢亚门:蛛形纲)[D].保定:河北大学,2008.
- [13] 孙栋.中国蝎目分类与资源状况(螯肢亚门:蛛形纲)[D].保定:河北大学,2010.
- [14] KATOH K, STANDLEY D M. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability [J]. Molecular Biology and Evolution, 2013, 30(4): 772-780.
- [15] KALYAANAMOORTHY S, MINH B Q, WONG T K F, et al. ModelFinder: fast model selection for accurate phylogenetic estimates [J]. Nature Methods, 2017, 14(6): 587-589.
- [16] NGUYEN L T, SCHMIDT H A, VON HAESLER A, et al. IQ-TREE: a fast and effective stochastic algorithm for estimating maximum-likelihood phylogenies [J]. Molecular Biology and Evolution, 2015, 32(1): 268-274.
- [17] MINH B Q, NGUYEN M A T, VON HAESLER A. Ultrafast approximation for phylogenetic bootstrap [J]. Molecular Biology and Evolution, 2013, 30(5): 1188-1195.
- [18] 孙安甫.人工饲养东亚钳蝎的生态观察[J].动物学杂志,1994(3):13-17.
- [19] 吕锡岫.蝎的人工饲养[J].动物学杂志,1981(2):36-38.
- [20] 焦国宾,朱明生,张璐,等.彼得异蝎捕食行为初步观察[J].四川动物,2009,28(2):230-233.
- [21] 孟德荣.环境温度对东亚钳蝎体温的影响和其对环境温度的选择[J].动物学报,2001,(S1):66-71.
- [22] 王桂军.如何看待人工养蝎[J].河北畜牧兽医,2001(4):38.
- [23] AHMADI S, KNERR J M, ARGEMI L, et al. Scorpion venom: detriments and benefits [J]. Biomedicine, 2020, 8(5): 118.