

# 圈养马来穿山甲对人工替代食物适应性的初步研究\*

高红梅<sup>1</sup>, 彭建军<sup>1</sup>, 余经裕<sup>2</sup>, 朱静<sup>3</sup>, 马晓华<sup>4</sup>

(1. 重庆师范大学 生命科学学院, 重庆 401331; 2. 重庆市茄子溪中学, 重庆 400082;

3. 四川外语学院重庆第二外国语学校, 重庆 400006; 4. 攀枝花市捷茂中药材种植有限公司, 四川 攀枝花 617000)

**摘要:**【目的】探索圈养马来穿山甲(*Manis javanica*)对人工替代食物的适应性。【方法】以新引入圈养分别编号为81号、82号、85号、93号、94号等5只马来穿山甲为研究对象,在通过第一阶段的单一品种食物即奶粉、白蚁(*Termitidae*)(活)、白蚁(死)、黄粉虫(*Tenebrio molitor*)、蚕蛹粉(*Bombyx mori*)、红褐蚁(*Tetramorium* spp.)和黑蚂蚁(*Formica fusca*)诱食后,与第二阶段随机选取81号和94号个体作为实验组进行阶段性的人工食物的不同搭配喂养,其余个体作为对照组继续饲喂第一阶段的目标食物。【结果】1) 马来穿山甲在所有单一品种食物同时出现时,只取食红褐蚁;2) 马来穿山甲对人工替代食物的摄食率低于对单一食物红褐蚁的摄食率,发现81号和94号个体体质量都有下降的趋势,但总体上变化不大。【结论】以目标食物红褐蚁进行饲喂能够消除马来穿山甲的应激反应,人工替代食物可维持马来穿山甲的日常生命活动。

**关键词:**马来穿山甲;替代食物;选择;适应性;圈养

**中图分类号:**S86;Q959.835

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-6693(2018)04-0048-06

马来穿山甲(*Manis javanica*)又名马来钻山甲、爪哇鲛鲤,为鳞甲目(Pholidota)鲛鲤科(Manidae)穿山甲属(*Manis*)动物,主要分布于北纬20°以南的中南半岛、马来半岛、印度尼西亚等地,在中国云南也有分布<sup>[1-3]</sup>。穿山甲目前仅存1科3属8种<sup>[4]</sup>。由于该目动物在药用、制革和食用方面具有较大价值<sup>[5-6]</sup>,因此在国际上被大量走私。据报道,穿山甲目在目前全球哺乳动物走私排行榜中名列第一<sup>[7]</sup>。刘逊等人<sup>[8]</sup>在鉴定马来穿山甲来源时发现,马来穿山甲是当前穿山甲市场中的主流品种。然而根据2016年《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES),现存的8种穿山甲物种均从CITES附录II提升至附录I,即全球穿山甲国际贸易被正式全面禁止,未来也不可能再有任何形式的合法穿山甲进口制品<sup>[9]</sup>。同时,马来穿山甲也被世界自然保护联盟(IUCN)濒危物种委员会定为极度濒危(CR)等级的物种。因此,既要实现对该物种野生种群的保护,又要满足人们对该物种的资源需求,其中的一条有效解决途径就是实现该物种的人工饲养和繁殖。穿山甲的养殖历史约有150年,但目前尚未实现对任何一种穿山甲的规模化人工饲养和繁殖,其中的一个主要原因是食物问题未能得到有效解决。穿山甲在长期进化过程中食性表现出独特的适应性分化,主要以蚁类(Formicidae)为食<sup>[10]</sup>,而且食物也是影响马来穿山甲活动节律的一个重要因素<sup>[11]</sup>。有鉴于此,本研究通过对新引入圈养的5只马来穿山甲进行单品种食物诱食实验后再对其中2只个体进行人工食物优化实验,考察它们对这些食物的适应性,期望能找到一种人工食物作为替代食物,为穿山甲的产业化饲养繁殖及保护管理提供参考资料。

## 1 方法

### 1.1 研究地点及对象

本次研究是在位于四川省攀枝花米易县观音村的重庆师范大学生命科学学院穿山甲饲养繁殖基地进行。该处并非马来穿山甲的自然分布地,但有中华穿山甲(*Manis pentadactyla*)的分布记录<sup>[12]</sup>。作为研究对象的5只马来穿山甲均是从野外引入圈养环境。通过参考刘曦庆等人<sup>[13]</sup>的形态学鉴定方法,确定5只马来穿山甲均为

\* 收稿日期:2017-07-13 修回日期:2018-01-25 网络出版时间:2018-07-26 16:50

资助项目:国家自然科学基金面上项目(No. 31470570);重庆市自然科学基金(No. cstc2014jcyjA80013);重庆市教育委员会自然科学基金(No. kj1400534);重庆市研究生科研创新项目(No. CYS15155)

第一作者简介:高红梅,女,研究方向为生态学与动物保护生物学,E-mail:1002894672@qq.com;通信作者:彭建军,男,研究员,博士,E-mail:jjpeng74@163.com

网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20180726.1649.016.html

成年穿山甲。研究对象从野外引入初期的各项具体指标见表1。

### 1.2 研究方法

本次研究通过两个阶段对它们的饲料常规化情况进行评估。

在第1阶段,对新引入圈养环境的5只研究个体进行单一品种食物引诱取食,所用食物分别为奶粉、白蚁(Termitidae)(死)、白蚁(活)、黄粉虫

(*Tenebrio molitor*)、蚕蛹粉(*Bombyx mori*)、红褐蚁(*Tetramorium* spp.)和黑蚂蚁(*Formica fusca*)。将不同单一品种食物制作成流食后分盘放置,由马来穿山甲选择喜好的食物,并以它们选择的食物确定为目标食物。然后,用目标食物长期饲喂马来穿山甲,以便消除马来穿山甲的应激反应,使之能适应圈养环境而正常生长。

在第2阶段,随机选取81号和94号个体进行常规饲料驯化研究,而其他3个个体作为对照组继续进行单一品种食物诱食。使用目标食物饲喂马来穿山甲,发现它们的健康状况良好,体质量持续生长。这表明它们已经度过应激期。应激阶段通过后,逐步减少目标食物的比例,同时增加其他人工食物的种类并调整配比来优化马来穿山甲的人工食物配方(表2),同时还要确保所添加食物中蛋白质、脂肪和碳水化合物的含量与单独饲喂的目标食物中上述营养成分的含量大致相同,并且整个实验阶段中给所有研究个体每天提供125g煮沸后晾冷的清水。第2阶段主要分为3个时期。在第1时期以5天为1个周期观察81号和94号个体取食情况和粪便排放情况,并在下一个周期时减少目标食物比例以及对它们消化有影响的食物。这一时期人工食物采用表2中的1号配方。在第2时期,使用2号配方饲喂马来穿山甲。2号配方是在1号配方基础上逐步增加了鱼粉这一重要的动物性蛋白质添加饲料的含量(表2)。在此期间继续观察上述两个个体的取食情况和排便状况;第3时期为饲料的常规化时期,所采用的的3号配方继续沿用第2时期2号配方的最终饲料配比,并添加葡萄糖、食用盐等添加剂保证马来穿山甲的水盐平衡和能量补给(表2)。

表2 马来穿山甲的饲料配方

Tab.2 Food formula of *M. javanica*

配方编号	玉米粉/g	黄粉虫/g	大豆粉/g	鱼粉/g	蚂蚁粉/g	食物添加剂	饲喂时间
1	10	55	0	0	35		2015年12月前
	15	50	5	0	30		2015年12月1日—5日
	20	45	10	0	25	每3日添加1次多元维生素片	2015年12月6日—11日
	25	35	15	0	25		2015年12月12日—17日
	25	30	20	0	25		2015年12月18日—23日
	25	25	25	0	25		2015年12月24日—31日
2	25	25	25	3	25		2016年1月1日—5日
	25	25	25	4	30	每3日添加1次多元维生素片	2016年1月6日—10日
	25	25	25	5	25		2016年1月6日—16日
3	25	25	25	5	25	每3日添加1次多元维生素片;每日添加0.4g食用盐和1g葡萄糖	2016年1月17日—2月9日

### 1.3 数据处理

以研究对象的摄食率、健康状况、体质量变化情况、是否有异常行为等监测结果作为实验的食物配方是否适合马来穿山甲的指标。摄食率的计算公式为:

$$\text{日摄食率} = \frac{\text{单日食物投放量} - \text{单日剩余食物量}}{\text{单日食物投放量}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 单一品种食物选择研究

第 1 阶段的研究结果显示:所有个体对所有的单一品种食物均有嗅闻和尝试性取食的行为,但在第 1 天马来穿山甲仅有连续饮水的行为;除 93 号个体外,在第 2 天其余 4 只马来穿山甲都开始选择性取食,而 93 号个体在第 3 天才开始选择性取食。然而,所有的马来穿山甲只取食红褐蚁和饮水,对其他的食物只表现出嗅闻和尝试取食行为,表明马来穿山甲最喜取食红褐蚁。

单一品种食物的选择性实验持续 10 天。10 天后以目标食物红褐蚁进行饲喂同时提供等量的饮水,观察发现马来穿山甲饮水量较少,多数时间并不饮水。在目标食物饲喂期间,5 只马来穿山甲的体质量都有明显上升,其中 94 号个体体质量增长速率最大,为每年 5.24 kg,82 号个体体质量增长速率最少,为每年 1.65 kg(图 1)。

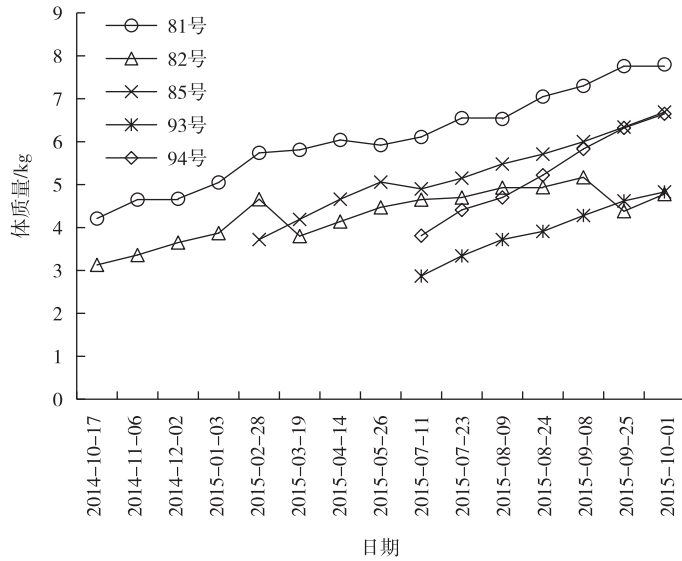


图 1 以单品种食物饲养的马来穿山甲生长情况

Fig. 1 The growing situation of *M. javanica* fed to single food

### 2.2 人工食物优化研究

2015 年 12 月 1 号开始,对 81 号和 94 号个体进行第 2 阶段常规饲料驯化研究。以研究对象的健康状况、体质量变化情况、是否有异常行为等监测结果作为实验的食物配方是否适合马来穿山甲的指标。

通过第 2 阶段为期 31 天(2015 年 12 月 1 日—12 月 31 日)的第 1 期实验,结果显示 81 号和 94 号个体体质量变化都不明显(图 2)。两只马来穿山甲的摄食率都达到了 100%。此外,两只马来穿山甲的日活动量都有逐渐减少的趋势。从 2015 年 12 月 15 日开始,发现马来穿山甲的粪便颜色由正常的黑色变为土黄色。检验结果显示,土黄色粪便中含有少量未消化的玉米颗粒。在实验期间两只马来穿山甲均未有饮水行为。

通过第 2 阶段第 2 期共 16 天(2016 年 1 月 1 日—1 月 16 日)的实验,结果显示:81 号和 94 号个体体质量都有轻微下降(图 3)。在第 2 期实验期间,多次记录到 81 号个的进食情况不理想,平均摄食率只有 73.43%,最低的日摄食率只有 33.00%,且这样的现象一共发生了 3 次(图 4);94 号个体进食情况较好。两只马来穿山甲在第 2 期整个实验期间均未有饮水行为。此外,较第 1 期相比 81 号个体排便次数明显减少。

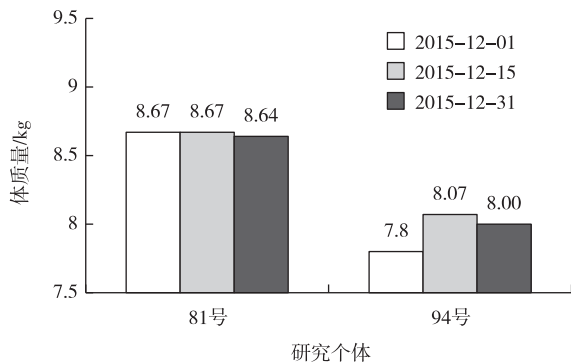


图 2 人工食物优化第一期马来穿山甲体质量变化情况

Fig. 2 The weight variation of the *M. javanica* fed the first optimized food

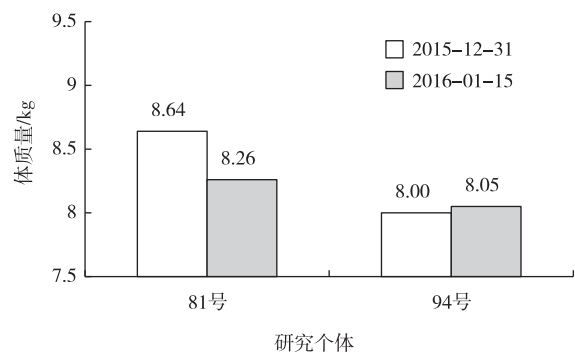


图 3 人工食物优化第二期马来穿山甲体质量变化情况

Fig. 3 The weight variation of the *M. javanica* fed the second optimized food

通过第 2 阶段第 3 期共 24 天(2016 年 1 月 17 日—2 月 9 日)的实验研究,结果显示 81 号和 94 号个体体质量

量无明显变化,仅略有下降(图 5)。两只马来穿山甲在第 3 期整个实验期间均没有饮水行为。81 号个体在第 3 期实验中的进食也不理想,实验期间的平均摄食率只有 74.16%,最低的日摄食率只有 33.00%。与前者相比,94 号个体的进食情况较好。

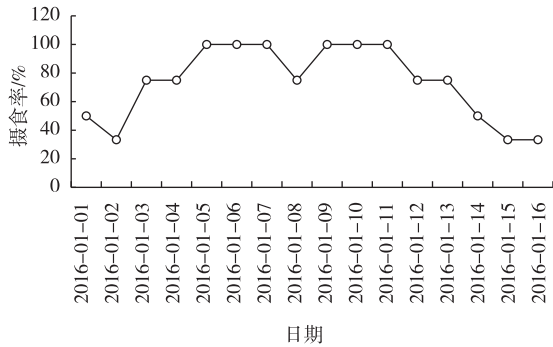


图 4 人工食物优化第二期 81 号马来穿山甲的取食情况  
Fig. 4 The ingestion rate of No. 81 *M. javanica* fed the second optimized food

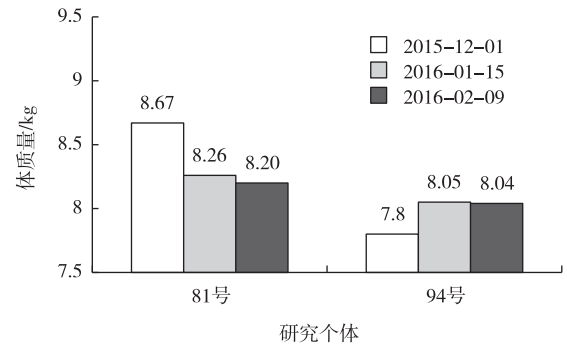


图 5 人工食物优化第三期马来穿山甲体质量变化情况  
Fig. 5 The weight variation of the *M. javanica* fed the third optimized food

### 3 讨论

马来穿山甲的食性单一,主要取食蚁类,有时也以蚯蚓(*Pheretima*)、蜜蜂(*Apis*)、胡蜂(*Vespidae*)等其他无脊椎动物作为食物<sup>[14]</sup>。实现马来穿山甲的野生家养的最关键因素是解决该物种食物的单一性和不易获得性。如要达到规模化的人工饲养繁殖,则必须配制相应的人工食物。前人在驯养马来穿山甲的过程中也研制了多种

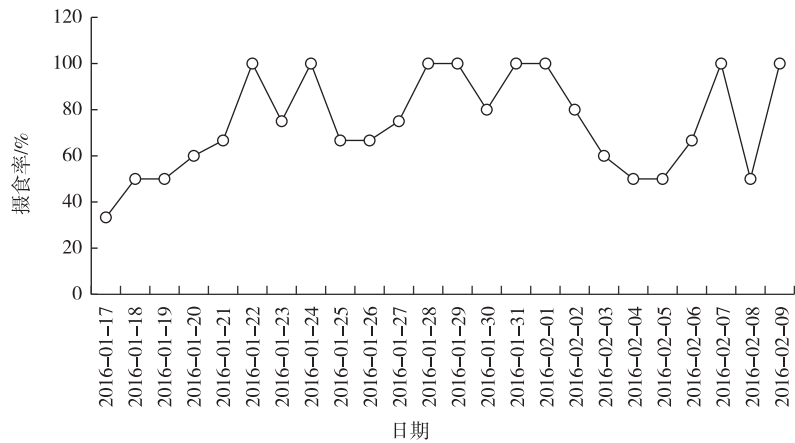


图 6 人工食物优化第三期 81 号马来穿山甲的取食情况  
Fig. 6 The ingestion rate of No. 81 *M. javanica* fed the third optimized food

相关人工食谱,然而即便如此,这些人工食谱也很难适用于来源地不同的马来穿山甲。本研究发现:单一食物诱食方式是引入初期保证马来穿山甲营养条件的最适方法;马来穿山甲偏好取食红蚂蚁;食物中添加过多的非马来穿山甲自然取食的食物会导致这一物种摄食率降低、消化不良,从而导致营养不良,体质量下降。

#### 3.1 食物供给方式对引入初期马来穿山甲的影响

在开展本研究前,笔者所在研究团队在新引入马来穿山甲因应激反应而拒食的现象出现时,往往采取灌食方式来保证马来穿山甲的营养条件,并试图以此减少马来穿山甲的死亡率。但最终发现,采取灌食处理的马来穿山甲存活率并未明显提高,以往从野外引入的马来穿山甲在灌食后反而有 80% 的个体都难以存活。这主要是因为:在灌食过程中很有可能伤害马来穿山甲的消化道;而且灌食也会强化马来穿山甲的应激反应,导致它们的代谢功能加强,需氧量增加,呼吸负担加重,肺部缺氧、缺血,继而导致病菌侵入呼吸道、肺部后引起感染甚并致病;灌食还会使马来穿山甲免疫器官严重萎缩,特异性的细胞及体液免疫功能严重下降或发生机能紊乱,从而易患各种传染性疾病,进而导致它们更容易死亡<sup>[15]</sup>。

本研究中,对于新引入的 5 只马来穿山甲均采取了单一品种食物共同放置诱食的方式,结果它们全都存活 1 年以上,且在此期间体质量增长迅速。而且,笔者所在研究团队还将其中的 81 号和 82 号个体进行交配,82 号个体在 2015 年 4 月 8 日成功产下 1 只健康雄性个体<sup>[16]</sup>。同时,还发现 82 号个体体质量变化与其他 4 只个体情况有所不同:82 号个体在生产前开始拒食,体质量骤减;在生产后再次开始进食,体质量逐渐缓慢恢复。2015 年 12 月 12 日该个体又产下 1 只雄性个体,这证实了马来穿山甲可以 1 年产两胎。上述情况的出现固然与圈养环境中食物供给充分、配偶固定有关,但也充分证明了本研究中食物的供给方式对马来穿山甲的圈养是具有重要

意义的。

### 3.2 野生马来穿山甲的食物类型

在本研究第一阶段的诱食过程中,马来穿山甲对白蚁、黑蚂蚁、黄粉虫、蚕蛹粉、红褐蚁等单一品种食物都有嗅闻,但只取食红褐蚁。这表明红褐蚁很有可能与马来穿山甲在野外条件下所取食的食物种类最相近,也有可能它就是马来穿山甲在野外取食的食物。然而喂养马来穿山甲的红褐蚁的栖息地为长白山,这与马来穿山甲的分布地并不重叠,故而笔者推测马来穿山甲之所以取食红褐蚁,可能是因为所饲喂的红褐蚁也是马来穿山甲在野外捕食的类群之一。通过喂食马来穿山甲所选取目标食物,能够维持该物种正常生长发育,因此,经过一年的研究发现 5 只马来穿山甲的体质量均有所上升。

### 3.3 圈养马来穿山甲对人工食谱的响应

在本研究第 2 阶段的 3 个时期中,均发现马来穿山甲的体质量总体上变化不大,据此推测可能有两个主要原因:1) 81 号和 94 号个体此时都已经达到了生长的极限,而且目前还没有有关体质量超过 10 kg 的马来穿山甲的报道;2) 人工食物组成中含有大量的非马来穿山甲自然食物,导致马来穿山甲的摄食率和同化率低。不过,81 号个体的体质量在此阶段还是表现出一定的减少趋势,且该个体的摄食率在后两个时期较在第 1 时期有明显减少的现象。这也许是由于在配置的食物组成中,马来穿山甲的自然食物比率逐渐下降的原因。但 94 号个体的摄食率在第 2 阶段中并没有明显变化。由此可见,马来穿山甲对人工食物的适应性存在较大的个体差异。总之,在研究期间,两只马来穿山甲都无异常现象,体质量总体上变化不大,表明笔者所使用的人工替代食物配方能够基本满足马来穿山甲的日常生命活动。但是,由于研究中所涉及的两只个体都是雄性,且在此期间均未发生交配等行为,因此也不能判断研究中使用的人工食物是否会影响马来穿山甲的生殖及其他的一些行为。而且在后续研究中,还应该延长研究时间,并增加研究样本量。

### 参考文献:

- [1] CORBET G B, HILL J E. The mammals of the Indoalayan region: a systematic review[M]. Oxford: Oxford University Press, 1992.
- [2] NOWAK R M, PARADISO J L. Walker's mammals of the world[M]. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1983.
- [3] 吴诗宝, 王应祥, 冯庆. 中国兽类一新纪录: 爪哇穿山甲[J]. 动物分类学报, 2005, 30(2): 440-443.  
WU S B, WANG Y X, FENG Q. a new record of mammalia in China: *Manis javanica* [J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2005, 30(2): 440-443.
- [4] CHALLENGER D W S, WATERMAN C, BAILLIE J E M. Ealing up pangolin action plan[R]. London: Zoological Society of London, 2014.
- [5] 赵丽华. 重用穿山甲治疗粘连性肠梗阻[J]. 山东中医药杂志, 2014, 12(12): 758-759.  
ZHAO L H. Treatment of adhesive ileus by using pangolin [J]. Shandong Journal of Traditional Chinese Medicine, 2014, 12(12): 758-759.
- [6] 吴宏和. 白蚁危害及防治对经济的影响[J]. 中山大学学报论丛, 1999(4): 66-69.  
WU H H. Economic influence of termites damage and their management[J]. Supplement to the Journal of Sun Yatsen University, 1999(4): 66-69.
- [7] 遇达, 郝二虎. 中国穿山甲的现状与保护对策[J]. 东北林业大学学报, 2001, 29(2): 79-82.  
YU D, RUO E H. The status and countermeasures for protection of Chinese pangolin[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2001, 29(2): 79-82.
- [8] 刘逊, 朱缨, 胡芳, 等. 濒危物种穿山甲的商品调查及其基源鉴定[J]. 亚太传统医药, 2015, 11(15): 35-36.  
LIU X, ZHU Y, HU F, et al. Endangered species surveys and pangolin products based source identification[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2015, 11(15): 35-36.
- [9] International Union for Conservation of Nature. The IUCN red list of threatened species[EB/OL]. [2017-07-11]. <http://www.iucnredlist.org>.
- [10] 徐良, 岑丽华, 徐晖, 等. 名贵中药穿山甲的规范化养殖技术[J]. 基因组学与应用生物学, 2009, 28(5): 1002-1005.  
XU L, CEN L H, XU H, et al. The standardized guidelines to rear pangolin[J]. Genomics and Applied Biology, 2009, 28(5): 1002-1005.
- [11] 王华. 人工驯养马来穿山甲的初步探索[D]. 金华: 浙江师范大学, 2015: 40-41.  
WANG H. Preliminary exploration on the artificial breeding of *Manis javanica* [D]. Jinhua: Zhejiang normal University, 2015: 40-41.
- [12] WILSON D E, REEDER D M. Mammal species of the world, a taxonomic and geographic reference[M]. 3rd ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005: 1068-1074.
- [13] 刘曦庆, 彭建军, 高赛飞, 等. 穿山甲的走私贸易概况、物

- 种鉴定与形态比较[J]. 林业实用技术, 2011(1):11-14.
- LIU X Q, PENG J J, GAO S F, et al. The smuggling tradeoutline, species identification and morphology of pangolin[J]. Forestry Technology, 2011(1):11-14.
- [14] 王应祥. 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全 [M]. 北京:中国林业出版社, 2003:69.
- WANG Y X. Catalogues and distribution of species and subspecies of Chinese mammal[M]. Beijing:China Forestry Publishing House, 2003:69.
- [15] 金仕谦, 余品免, 詹雅婷, 等. 台湾穿山甲 (*Manis pentadactyla pentadactyla*) 10 年期间 (1995—2004) 死亡的病例死因回溯调查[J]. 台湾兽医学杂志, 2012, 38(4):243-250.
- JIN S Q, YU P H, ZHAN Y T, et al. The *Manis pentadactyla pentadactyla* death reasons during the past ten years (1995—2004) [J]. Taiwan Veterinary Journal, 2012, 38(4):243-250.
- [16] 余经裕, 彭建军, 廖国宇, 等. 圈养马来穿山甲交配行为观察和出生及生长记录一例[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2016, 33(5):33-36.
- YU J J, PENG J J, LIAO G Y, et al. An observation on the mating behavior and a birth and growth record of cub in captivity *Manis javanica*[J]. Journal of Chongqing Normal University (Natural Science), 2016, 33(5):33-36.

## Animal Sciences

### A Preliminary Study on the Adaptation of *Manis javanica* to Artificial Substitute for Food

GAO Hongmei<sup>1</sup>, PENG Jianjun<sup>1</sup>, YU Jingyu<sup>2</sup>, ZHU Jing<sup>3</sup>, MA Xiaohua<sup>4</sup>

(1. College of Life Science, Chongqing Normal University, Chongqing 401331;

2. Qiezixi Middle School of Chongqing, Chongqing 400082; 3. Verakin High School of Chongqing, Chongqing 400006;

4. Panzhihua, Chinese Herbal Medicine Planting Co., Ltd., Panzhihua Sichuan 617000, China)

**Abstract:** [Purposes] To explore the adaptation of *Manis javanica* to artificial substitute for food. [Methods] Five new *M. javanica*, whose serial numbers were No. 81, No. 82, No. 85, No. 93, and No. 94, were fed the following different single food: milk powder, termites (Termitidae), mealworm (*Tenebrio molitor*), powdered silkworm (*Bombyx mori*) pupae, brown ant (*Formica fusca*), and pavement ant (*Tetramorium* spp.) at the first stage. At the second stage, individuals of both No. 81 and No. 94 randomly selected as the experimental group were fed artificial food assay with different feeding components, and another three individuals selected as the control group were fed the target food which was selected by *M. javanica* at the first stage. [Findings] The results showed that: 1) *M. javanica* only fed on pavement ant when it faced different single food; 2) The feeding rate of feeding *M. javanica* artificial food was lower than that of feeding *M. javanica* pavement ant. Both two pangolins' weight had a decreasing trend, although this trend was not significant. [Conclusions] Feeding target food *Tetramorium* spp. could eliminate the stress reaction of *M. javanica*, and artificial diet could maintain daily life activities of *M. javanica*.

**Keywords:** *Manis javanica*; artificial food; selection; adaptation; captive

(责任编辑 方 兴)