

麋鹿社会因子对食物恐新症影响初探

姜心纯^{1#} 赵雨梦^{1#} 俞晓鹏² 李忠秋^{1*} 习新强^{1*}

1 南京大学生命科学学院动物行为与保护实验室 南京 210023; 2 江苏大丰麋鹿国家级自然保护区 盐城 224136

摘要: 动物在面对陌生食物时往往不会立刻取食,甚至会放弃采食选择回避,这是动物评估陌生食物潜在风险与收益后的一种恐新行为,这一现象被称为“食物恐新症”。一方面,陌生食物的颜色及种类等特征可能会影响个体对其风险的评估。另一方面,动物的自身属性也会影响这一行为:对于集群生活的动物来说,社会地位、亲和性等社会结构属性与个体食物资源占有量、探索性、胆量等个体属性相关,进而影响食物恐新症。于2023年6和7月对江苏大丰麋鹿国家级自然保护区中圈养的16只麋鹿(*Elaphurus davidianus*)初次面对不同颜色胡萝卜、甘蓝、玉米类食物的采食行为进行了研究。结果表明,陌生食物的种类和颜色特征会影响麋鹿食物恐新症,麋鹿面对颜色更接近熟悉食物的同种食物时,接近和进食陌生食物所用时间缩短。同时,社会地位更高的个体接近陌生食物所用时间更短,亲和度更低(舔舐其余群体成员更少)的个体进食陌生食物所用时间更短。这可能与这些个体胆量、探索性更高,更容易获取熟悉食物等因素相关。本研究对麋鹿这一珍稀濒危大型有蹄类动物进行了恐新相关研究,旨在为麋鹿丰容、食物资源利用等保护研究提供一定的参考。

关键词: 麋鹿; 食物恐新症; 首次采食; 社会因子

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2026) 01-01-12

Preliminary exploration on the impacts of social factors on food neophobia in Père David's Deer (*Elaphurus davidianus*)

JIANG Xin-Chun^{1#} ZHAO Yu-Meng^{1#} YU Xiao-Peng² LI Zhong-Qiu^{1*} XI Xin-Qiang^{1*}

1 *Lab of Animal Behavior & Conservation, School of Life Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023;*

2 *Dafeng Père David's Deer National Nature Reserve, Yancheng 224136, China*

Abstract: [Objectives] When encountered with an unfamiliar type of food, animals often do not immediately consume the food and may even give up feeding. The phenomenon, in which animals react to novelty after evaluating the potential risks and benefits of obtaining the novel food, is known as food neophobia. On the one hand, the color, type, and other characteristics of the novel food will affect the animals' risk assessment. On the other hand, the animal's attributes can also affect the level of food neophobia. For group-living animals,

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 32471564);

* 通信作者, E-mail: lizq@nju.edu.cn;

共同第一作者 姜心纯, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail: 502022300010@smail.nju.edu.cn;

赵雨梦, 女, 博士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail: dg21300056@smail.nju.edu.cn.

收稿日期: 2025-01-07, 修回日期: 2025-06-24 DOI: 10.13859/j.cjz.202624296 CSTR: 32109.14.cjz.202624296

social factors such as dominance hierarchy and affinity are related to individual attributes such as food resource occupancy, exploration, and boldness, further affecting food neophobia. **[Methods]** In this study, we observed the first foraging behavior of 16 individuals of Père David's Deer (*Elaphurus davidianus*) when facing five types of novel food from June to July in 2023 in Dafeng Père David's Deer National Nature Reserve, Yancheng. We employed two generalized linear models (GLMs) in R version 4.3.1 to assess whether social factors (i.e., dominance, affinity indegree, affinity outdegree, and spatial association) and food types (black corn, yellow corn, purple cabbage, green cabbage, purple carrot, and orange carrot as control group) influenced the approaching latency (Model 1) and the feeding latency (Model 2). **[Results]** It took a shorter time for the deer to approach (Table 2, Fig. 2) and eat (Table 3, Fig. 3) the novel food when its color was close to that of their familiar food (orange carrot). Individuals with higher dominance spent less time approaching the novel food (Table 2), and individuals who were less friendly (individuals with less licking behavior toward other group members) spent less time hesitating before eating the novel food (Table 3). Individuals with the above social characteristics may be bolder and more exploratory, thus occupying more food resource. **[Conclusion]** We provide the first evidence for food neophobia of Père David's Deer. The results indicate that types and colors of the novel food and individual's social factors both affect the food neophobia in Père David's Deer. Our study may provide advice for rewilding and food resource utilization of the endangered ungulate.

Key words: Père David's Deer; Food neophobia; First foraging; Social factors

食物恐新症 (food neophobia) 指的是动物回避或抗拒取食陌生食物的现象 (Cooke et al. 2006)。陌生食物资源可能会给动物带来额外的能量收益,但也存在威胁生命安全的潜在风险,如中毒或被捕猎。食物恐新症对降低动物觅食风险有积极意义,但同时也会限制其开拓新资源。动物会根据自身条件,包括身体状况、饥饿程度等实时状态以及采食经验、社会互动等“一般经验”,综合食物的颜色、气味和熟悉程度等特征,权衡潜在风险与收益后决定是否采食 (Rozin 1976)。现有研究已在鸟类 (Marples et al. 2007)、有蹄类 (Caicoya et al. 2023)、灵长目 (Nord et al. 2022, Ventricelli et al. 2022)、啮齿目 (Modlinska et al. 2015) 及翼手目 (杨剑等 2015) 等类群中报道过食物恐新症的存在。

一方面,动物是否会表现出食物恐新症,以及表现出恐新的程度可能受食物颜色、气味等特征以及动物对这些特征熟悉程度的影响。研究表明,猕猴 (*Macaca mulatta*) 的恐新表现

可能主要受食物气味的影 响 (Johnson 2007)。卷尾猴 (*Sapajus apella*) 在面对陌生种类的食物时,表现出摄食量减少的恐新表现,颜色熟悉程度会影响其食物摄入量 (Addessi and Visalberghi 2001)。而对家鸡 (*Gallus gallus domesticus*) 雏鸟的研究结论稍有不同,雏鸡在熟悉任意新颜色的饲料后,采食其他 (不熟悉) 颜色饲料的取食潜伏期缩短、警惕性降低。雏鸡的恐新反应不受颜色熟悉程度的影响,对陌生食物信任度更可能是其恐新反应产生的直接影响因素 (Marples et al. 2007)。这些研究都表明,食物恐新症具有物种特异性,食物特征产生的影响也因物种而异。

另一方面,动物表现出的恐新程度会受该物种社会生态特征及种内个体差异影响。不同物种由于驯化程度、食谱广度、群体大小不同,恐新水平可能会有差异。对 10 种有蹄类恐新症的研究发现,蛮羊 (*Ammotragus lervia*) 的恐新水平比其余 9 种低,可能与该物种生活在较大的社会群体中有关 (Schaffer et al. 2021)。同

样，社会性对于恐新反应的影响也表现在种内不同个体之间。研究表明，群体生活可能通过提供关键的适合度收益 (Snijders et al. 2017)，减少个体通过探索新事物、克服恐新症获取的潜在收益，降低个体冒险意愿，从而使个体恐新水平提高 (van Oers et al. 2005)。但动物也能通过社会支持或利用累积的社会经验来克服恐新 (Forss et al. 2017)，如社会经验能使文鸟 (*Lonchura oryzivora*) 更加积极主动地探索陌生环境或陌生物体 (Chen et al. 2023)。社会学习也会对个体恐新表现产生复杂影响，如对家麻雀 (*Passer domesticus*) 的研究发现，与相似或更恐新同伴一起饲养的个体恐新症加重，而与恐新更轻的同伴一同饲养后个体恐新症会有所减轻 (Kelly et al. 2020)。

具体而言，群体动物中个体的社会结构属性，包括亲和性 (affinity)、社会融合度 (social integration) 及社会地位 (dominance hierarchy) 等社会特征都可能影响恐新表现 (Schaffer et al. 2021)。牢固的社会纽带可以增强个体的适合度：社会中心度 (social centrality) 更高的个体通常更为友好，群体觅食过程中，其余成员倾向于容忍这部分个体在其周边取食，而不是驱赶它们，因此，中心度较高的个体在食物获取方面占有优势 (Amici et al. 2021)。从陌生食物中获得的潜在回报较低，进而更加厌恶风险，恐新水平提高 (Schaffer et al. 2021)。亲和性与个体压力水平、食物获取、适合度密切相关，与社会地位较高的个体建立友好关系有利于获取更多食物 (de Sousa et al. 2021)，同理，从亲和行为获益较多的这部分个体从陌生食物中获得的潜在回报也可能降低，进而可能导致恐新。社会等级对恐新症的影响在不同物种间差异较大。在对青腹绿猴 (*Chlorocebus pygerythrus*) (Nord et al. 2022)、赤狐 (*Vulpes vulpes*) (Padovani et al. 2021)、卷尾猴 (Ventricelli et al. 2022) 和猕猴 (Amici et al. 2021) 的研究中，社会地位较高的个体表现出更强的恐新症，即面对陌生物体或食物时警惕

性更强，探索欲望更低。而在对斑胸草雀 (*Taeniopygia guttata*) (David et al. 2011)、欧亚大山雀 (*Parus major*) (Verbeek et al. 1996, Cole and Quinn 2012)、雄性家鸡 (Favati et al. 2014) 和斑马鱼 (*Danio rerio*) (Dahlbom et al. 2011) 的研究中，占主导地位的个体探索性更强，恐新症较弱。目前，社会因素对恐新症的影响研究多集中在哺乳类灵长目及鸟类等类群的物种中，对有蹄类的相关研究较少。

麋鹿 (*Elaphurus davidianus*)，国家一级重点保护野生动物，是具有后宫制 (harem mating system，即一雄多雌制) 配偶制度的大型有蹄类 (蒋志刚等 2006)。该物种社会等级较为严格，具有丰富的社会互动行为，是社会结构研究的良好实验对象 (蒋志刚等 2006)。自 1985 年我国重引入麋鹿以来，麋鹿在大丰国家级自然保护区逐步实现了野外种群恢复，分布区域逐步扩张，但这也带来了人兽冲突、保护区生态承载力下降以及资源竞争等新问题 (王立波等 2020, 任义军等 2022)。对麋鹿进行行为、个性和认知等方面的研究有助于了解其种群在野放过程中如何利用潜在的食物资源，适应陌生环境，并推进后续野放和生态修复工作的进行。

本研究测试了圈养状态下的麋鹿首次面对不同颜色胡萝卜、甘蓝、玉米类食物的采食行为，通过接近、进食陌生食物犹豫时长量化恐新反应程度，并分析恐新反应程度与受试个体的社会等级、空间接近性及亲和性的关系，探究其觅食过程中的权衡选择。在此，本研究作出两个基本假设，假设 1 (Prediction 1)：麋鹿的恐新反应受到对食物熟悉程度的影响，不熟悉的食物颜色、种类会加剧个体恐新反应；假设 2 (Prediction 2)：个体的社会属性会影响其恐新反应水平。

1 研究方法

1.1 研究地点与研究对象

本实验数据均于 2023 年 6 月 11 日至 7 月

12 日收集于大丰麋鹿国家级自然保护区 (32°59'~33°03'N, 120°47'~120°53'E, 江苏盐城)。目标群是由 63 只个体组成的圈养群, 鹿圈面积约 20 000 m², 圈内生境包括草地、水池、树林等。研究期间通过耳标、是否有角以及角的形状、体型、毛色和面部特征等个体特征, 对目标群体中除幼崽外的所有个体进行了识别并编号。

目标群麋鹿已习惯无人机及数码摄像机拍摄。保护区工作人员会在每日 10:00 时及 16:00 时左右投喂发酵饲料, 不定时提供橙色胡萝卜作为食物, 除此之外麋鹿可自由采食圈养区域生长的植被。排除 9 只处于发情期极少进食的成年雄性 (M2、M6、M8、M11、M16、M23、M35、M36、M39) 及 9 只幼崽, 于 2023 年 6 月 11 日至 7 月 12 日针对群体内 16 只能够配合完成实验的个体展开研究, 其中雌雄各 8 只。样本量设置参考了 Caicoya 等 (2023) 研究中有蹄类恐新症实验的样本量设置, 如 15 只蛮羊、13 只苍羚 (*Nanger dama mhorr*)、13 只鹿瞪羚 (*Gazella dorcas osiris*)。本研究已获得南京大学科学与技术伦理委员会实验动物福利伦理分委会的动物伦理审查豁免许可。

1.2 数据收集

1.2.1 食物恐新测试 为麋鹿提供其此前未接触过的 5 种陌生可食用蔬菜食物, 紫色胡萝卜、紫甘蓝、绿甘蓝、黑玉米和黄玉米, 对于 5 种陌生食物, 每只个体每种食物仅进行一次测试。麋鹿具有双色色觉, 对实验所选同类食物的不同颜色有分辨能力 (Jacobs et al. 1994, Carroll et al. 2001)。在无其他个体干扰时记录目标个体从 3.5 m 外接近及采食陌生食物的全过程, 用于量化个体对陌生食物的恐新反应。使用无人机 (大疆 Mavic 2 Pro, 深圳市大疆创新科技有限公司) 在实验区正上方 30 m 高度拍摄, 同时实验人员使用数码摄像机 [佳能 LEGRIA HF R806 HD, 佳能 (中国) 有限公司] 在试验区正前方 1~2 m 处拍摄, 以记录全过程。

实验于上下午喂食前进行, 选取上述 5 种食物为陌生食物, 以常接触的橙色胡萝卜作为对照。实验开始前将食物切成大小接近的块状置于远离群体的位置, 当单只目标个体接近、发现食物, 自行靠近取食时, 使用数码摄像机与无人机同时拍摄麋鹿取食过程。陌生食物实验每只个体每种陌生食物各进行一次, 对照组橙胡萝卜实验 16 只个体共进行 53 次, 每只个体 2 到 5 次, 其中, 上午 22 次, 下午 31 次。

实验步骤: 观察者每次在围栏边放置用于测试恐新症的一种食物, 目标个体头部距离食物 3.5 m (图 1) 被定义为实验开始。个体从实验开始到头部抵达与被测食物半个头体长范围 ($L/2$, L 为头体长) 所花费的时间被定义为接近潜伏期 (approaching latency)。个体从半个头体长范围至其获取食物 (口唇部接触食物) 所花费的时长为进食潜伏期 (feeding latency)。若麋鹿一直未靠近或未进食, 则记录潜伏期为实验持续时间 300 s。每种陌生食物仅对每只个体测试一次, 且同一个体每天至多接触一种陌生食物。

1.2.2 社会参数计算 实验进行期间, 在未进行食物恐新测试的时间段进行社会参数相关视频录制。用无人机于 40 m 高度录制麋鹿群体的行为, 结合手持数码摄像机所录制的视频进行个体识别。参考先前对麋鹿行为谱 PAE 系统的研究 (蒋志刚 2000), 回放视频, 采用全事件记录法分别记录了角斗、咬、驱赶和舔舐 4 种社会互动行为, 以及记录了个体间的空间接近行为。本研究中将卧息时与相邻成员间距不超过一个体长的所有个体定义为处于“同一组”中。每观察到个体卧息时位于“同一组”, 即记录为一次空间接近行为。

分别通过以下公式计算群内每只个体社会等级 (dominance hierarchy)、亲和行为出度 (affinity outdegree)、亲和行为入度 (affinity indegree) 以及空间接近性 (spatial association)。为了保证社会特征数据的准确性, 此部分计算包含了群内除幼崽外的所有个体。

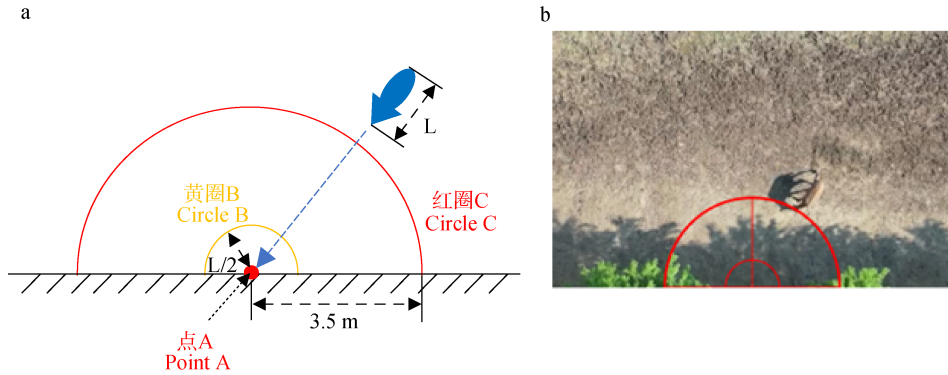


图 1 恐新实验示意图

Fig. 1 Diagram of the food neophobia test

a. 示意图：蓝色图案示麋鹿，蓝色虚线为个体前进方向，L 为头体长，点 A 示意食物放置位点，被试个体进入红圈 C 时实验开始，被试个体头部从红圈 C 位移到黄圈 B 所用时间为接近潜伏期，从黄圈 B 到获取食物 A 所需时间为进食潜伏期。b. 实际图：图示实验开始即个体头部进入红色大圈范围。

a. Schematic drawing: The blue pattern represents the deer, and the blue dashed line represents the deer's direction of movement. L is head-body length, and Point A shows the food placement location. The experiment begins when the subject enters the Circle C with red color. The time taken for the subject's head to move from Circle C to Circle B is defined as the approaching latency, and the time taken for the subject's head to move from Circle B until it eats the food is defined as the feeding latency. b. Actual photograph: This figure shows the start of the experiment, when the subject's head enters the larger red circle.

社会等级：记录无人机视频中咬、顶、踢和驱赶行为中的胜、败者身份，形成攻击-屈服数据，计算个体的社会等级得分 (David's score, DS) (David 1987, Devost et al. 2016)，即 DS 得分， $S_i = w + w_2 - l - l_2$ ，式中， S_i 代表个体 i 的 DS 得分， w 代表个体在对抗性互动中的获胜概率， w_2 表示所有被其击败个体的 w 值之和， l 表示个体的失败概率， l_2 表示击败该个体的所有获胜者 l 值之和。

亲和性：记录个体之间的舔舐行为发起者和接受者的编号，每只个体分别计算亲和行为入度，即个体作为舔舐行为接受者的总次数，以及出度，即个体作为舔舐行为发起者的总次数。

空间接近性：记录卧息时处于“同一组”的所有个体，由此统计出该群内每只个体与其余各成员间发生空间接近行为的次数，使用 R 包“igraph”计算个体的特征向量中心系数 (eigenvector centrality coefficient, ECC) (Csárdi and Nepusz 2006)。

1.3 数据分析

雌、雄个体的社会地位，雌性个体特征向

量中心系数与亲和行为入度符合正态分布。雄性个体特征向量中心系数、亲和行为入度与雌、雄个体亲和行为出度不符合正态分布。对参与实验的 16 只个体使用双因素 Welch- t 检验 (Welch two sample t -test) 分别比较其中不同性别麋鹿的社会结构差异。麋鹿上午采食对照组 (橙色胡萝卜) 的接近潜伏期不符合正态分布，下午采食对照组的接近潜伏期符合正态分布，而上、下午采食对照组的进食潜伏期均不符合正态分布，使用双因素 Welch- t 检验检测麋鹿上、下午采食对照组的接近及进食潜伏期差异。面对熟悉食物橙色胡萝卜时，即对照组实验，麋鹿对食物的接近潜伏期 ($t = 1.313$, $df = 45.801$, $P = 0.196$) 以及进食潜伏期 ($t = 0.525$, $df = 50.711$, $P = 0.602$) 上、下午之间均无显著差异，后续将上下午数据合并分析，并将对照组接近、进食潜伏期数据取均值进行分析。

对接近潜伏期与进食潜伏期分别运行了高斯分布和负二项分布两个广义线性模型 (generalize linear model, GLMs)，以探究食物

特征与个体社会属性特征对麋鹿食物恐新表现的影响, 经皮尔森卡方过度离势检验, 进食潜伏期采用高斯分布模型过度离势, 故采用负二项分布。将食物种类 (包括颜色与类型, 以对照组为基线)、个体性别、社会等级得分、亲和行为入度、亲和行为出度、特征向量中心系数 (ECC) 作为自变量, 接近潜伏期时长和进食潜伏期时长分别作为因变量。根据本研究目的, 将四个社会参数和食物种类定义为关键变量, 即使关键变量对因变量影响不显著也需要保留。为上述模型分别计算方差膨胀因子 (variance inflation factor, VIF), 经检查模型中均不存在多重共线性 (VIF 小于 5), 且模型不过度离势。由于在两个模型中性别影响均不显著 ($P > 0.05$), 故后续将性别从自变量中删除, 得到最终模型。

所有数据均用 R 4.3.1 进行处理, 显著水平设置为 0.05。

2 结果

2.1 社会结构属性结果

由 1 008 次打斗交互得出所有个体社会等级得分, 其中参与实验的 16 只个体雌、雄间社

会等级无显著差异 ($t = 1.672, df = 8.086, P = 0.133$)。40 组社会接近性互动得出的空间接近性数据中, 参与实验的雌、雄个体空间接近性得分也无显著差异 ($t = 0.511, df = 13.875, P = 0.618$)。134 次舔舐互动多发生于雌性个体之间, 雄性偶见。雌性舔舐行为发起频率显著高于雄性 ($t = 3.256, df = 7.661, P = 0.012$), 舔舐行为接受频率也显著高于雄性 ($t = 3.926, df = 8.837, P = 0.004$)。参与实验的 16 只个体社会结构属性见表 1。

2.2 食物种类、社会参数影响恐新表现

接近、进食潜伏期模型各自变量间均不存在共线性 (VIF 小于 5), 故所有自变量全部保留。

与对照组 (橙胡萝卜) 相比, 麋鹿面对黑玉米与紫甘蓝时接近潜伏期显著延长 (表 2, 图 2), 当面对其余陌生食物 (黄玉米、绿甘蓝、紫胡萝卜) 时接近潜伏期无显著差异。社会等级得分 (DS) 与麋鹿接近潜伏期呈显著负相关, 社会等级越高的个体接近潜伏期越短, 其余社会参数 (空间接近性得分、亲和行为入度、亲和行为出度) 对麋鹿接近潜伏期无显著影响 (表 2, 图 2)。

表 1 麋鹿个体社会参数结果

Table 1 Social factors of the Père David's Deer (*Elaphurus davidianus*)

编号 ID	性别 Sex	社会等级得分 David's score, DS	空间接近性得分 Eigenvector centrality coefficient, ECC	亲和行为入度 Affinity indegree	亲和行为出度 Affinity outdegree
F25	♀	42.551	0.097	9	12
F27	♀	-1.476	0.175	8	5
F3	♀	-8.083	0.060	6	5
F30	♀	42.100	0.836	11	6
F32	♀	26.820	0.341	6	2
F33	♀	30.635	0.416	16	20
F40	♀	55.255	0.034	8	5
F59	♀	-28.500	0.155	0	6
M1	♂	133.536	0.000	0	0
M33	♂	-74.505	0.000	1	0
M40	♂	88.207	0.000	0	0
M44	♂	-77.296	0.797	0	0
M46	♂	-47.638	0.490	1	0
M47	♂	-93.093	0.060	5	3
M48	♂	-96.975	0.124	2	2
M51	♂	-187.662	0.070	1	2

表 2 食物类型及社会参数影响接近潜伏期结果

Table 2 Effects of food types and social factors on the approaching latency

	估计值 Estimate	标准差 Standard error	<i>t</i> 值 <i>t</i> value	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
截距 Intercept	1.297	0.275	4.720	< 0.001
社会等级得分 David's score, DS	-0.004	0.001	-3.129	0.002
空间接近性得分 Eigenvector centrality coefficient, ECC	0.108	0.409	0.265	0.792
亲和行为入度 Affinity indegree	-0.021	0.044	-0.466	0.642
亲和行为出度 Affinity outdegree	0.009	0.038	0.243	0.808
食物种类 Food type				
黑玉米 Black corn	1.172	0.367	3.195	0.002
绿甘蓝 Green cabbage	-0.059	0.352	-0.167	0.868
紫甘蓝 Purple cabbage	1.787	0.346	5.162	< 0.001
紫胡萝卜 Purple carrot	0.433	0.346	1.252	0.214
黄玉米 Yellow corn	0.029	0.352	0.083	0.934

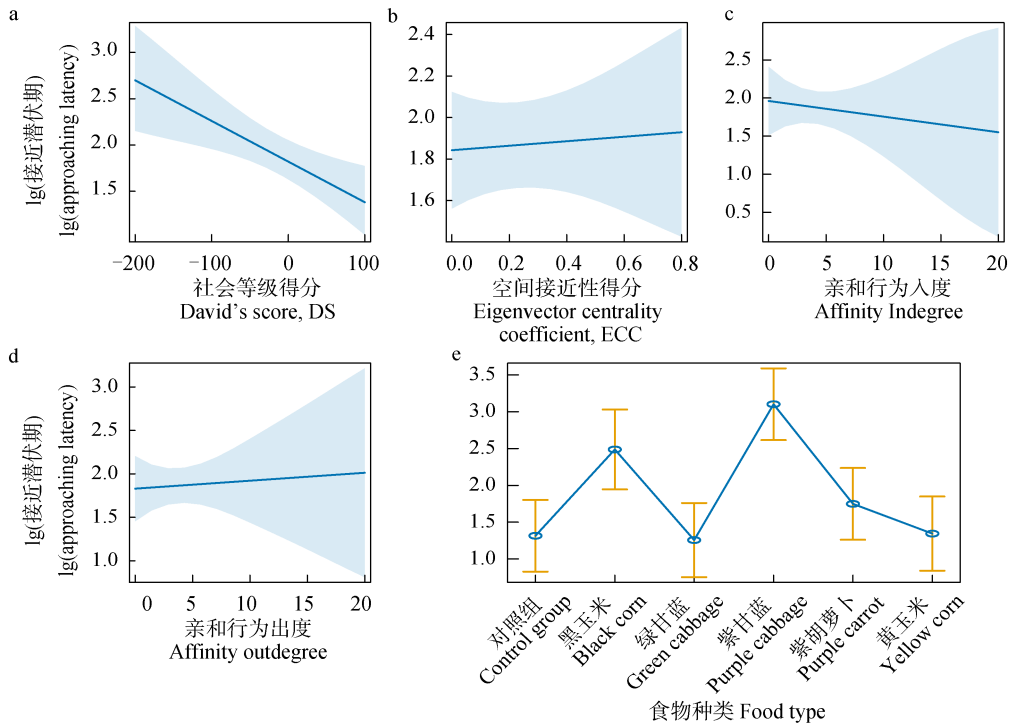


图 2 食物类型及社会参数影响接近潜伏期结果

Fig. 2 Effects of food types and social factors on the approaching latency

a. 接近潜伏期随社会等级提升显著降低；b. 空间接近性对接近潜伏期无显著影响；c. 亲和行为入度对接近潜伏期无显著影响；d. 亲和行为出度对接近潜伏期无显著影响；e. 食物类型影响接近潜伏期：麋鹿面对黑玉米、紫甘蓝时接近潜伏期显著高于对照组（橙色胡萝卜），绿甘蓝组、紫胡萝卜组、黄玉米组接近潜伏期与对照组无显著差异。

a. The approaching latency decreases significantly with the elevation in David's score (DS); b. Eigenvector centrality coefficient (ECC) has no significant effect on the approaching latency; c. Affinity indegree has no significant effect on the approaching latency; d. Affinity outdegree has no significant effect on the approaching latency; e. Food types influence individual's approaching latency: the approaching latencies of subjects when facing black corn and purple cabbage are significantly higher than that of the control group (orange carrot), while no significant differences are observed in the approaching latencies of the green cabbage group, the purple carrot group, and the yellow corn group compared with the control group.

麋鹿面对除绿甘蓝之外的陌生食物紫甘蓝、黑玉米、黄玉米和紫胡萝卜时, 进食潜伏期均显著延长。绿甘蓝组个体进食潜伏期与对照组无显著差异, 麋鹿对其无明显恐新表现(表 3, 图 3)。进食潜伏期与亲和行为出度呈显著正相关, 与空间接近性及亲和行为入度关系接近显著 ($0.05 < P < 0.10$) (表 3, 图 3)。舔舐其余个体越少(亲和行为出度越低)、接受舔舐越多(亲和行为入度越高)、空间接近性得分越高的个体进食潜伏期越短, 进食陌生食物前犹豫时间越短, 社会地位对麋鹿进食潜伏期时长无显著影响(表 3, 图 3)。

3 讨论

尝试陌生食物是动物在面对潜在食物资源时的一种冒险选择, 食物类型、颜色等特征及熟悉程度均可能影响麋鹿初次采食过程中对其风险的估计, 进而影响恐新反应。本研究中不同食物间颜色、形状及气味不同, 所引发的食物恐新症表现也不同。麋鹿面对绿甘蓝时接近潜伏期与进食潜伏期都较紫甘蓝短, 恐新反应明显降低; 黄色玉米接近潜伏期也较黑色玉米短。面对同类型陌生食物, 颜色会影响麋鹿的恐新水平。且对园区内圈养麋鹿而言, 紫色、

黑色是较为陌生新奇的颜色, 而绿甘蓝颜色与园区内植被接近, 黄色玉米颜色与日常接触的发酵饲料接近。麋鹿对同类型陌生食物中颜色较为熟悉的食物恐新程度表现较低。此外, 紫甘蓝与紫色胡萝卜颜色相近, 但紫胡萝卜的接近潜伏期较紫甘蓝更短, 可能是由于这两种食物形状与气味差异较大, 而紫胡萝卜形状与气味更接近麋鹿的熟悉食物橙色胡萝卜。结果表明, 食物的颜色、形状、气味特征影响麋鹿恐新表现, 且麋鹿对具备熟悉特征的食物恐新反应降低。支持假设 1, 即“对食物的熟悉程度影响食物恐新症”。

除食物特征外, 麋鹿自身社会特征也可能影响恐新反应。研究认为, 群体中处于支配地位的个体个性往往更加主动、活跃、大胆, 探索性较强 (Colléter and Brown 2011), 更倾向于探索尝试陌生食物。此外, 处于支配地位的个体往往体型较大、体重较重、身体素质良好, 风险承担能力较强, 更倾向于采取冒险行为 (Colléter and Brown 2011, Pérez-Barbería et al. 2021), 所以相对从属地位个体食物恐新水平更低。本研究中, 社会地位高的个体面对陌生食物时接近潜伏期较短, 食物恐新表现较弱, 支持了这一假设。

表 3 食物类型及社会参数影响进食潜伏期结果

Table 3 Effects of food types and social factors on the feeding latency

	估计值 Estimate	标准差 Standard error	z 值 z value	P 值 P value
截距 Intercept	1.289	0.380	3.393	0.001
社会等级得分 David's score, DS	-0.002	0.002	-1.024	0.306
空间接近性得分 Eigenvector centrality coefficient, ECC	-1.065	0.566	-1.880	0.060
亲和行为入度 Affinity indegree	-0.112	0.058	-1.922	0.055
亲和行为出度 Affinity outdegree	0.117	0.049	2.354	0.019
食物种类 Food type				
黑玉米 Black corn	3.916	0.499	7.846	< 0.001
绿甘蓝 Green cabbage	0.061	0.493	0.124	0.901
紫甘蓝 Purple cabbage	3.599	0.469	7.681	< 0.001
紫胡萝卜 Purple carrot	2.122	0.480	4.423	< 0.001
黄玉米 Yellow corn	3.187	0.469	6.791	< 0.001

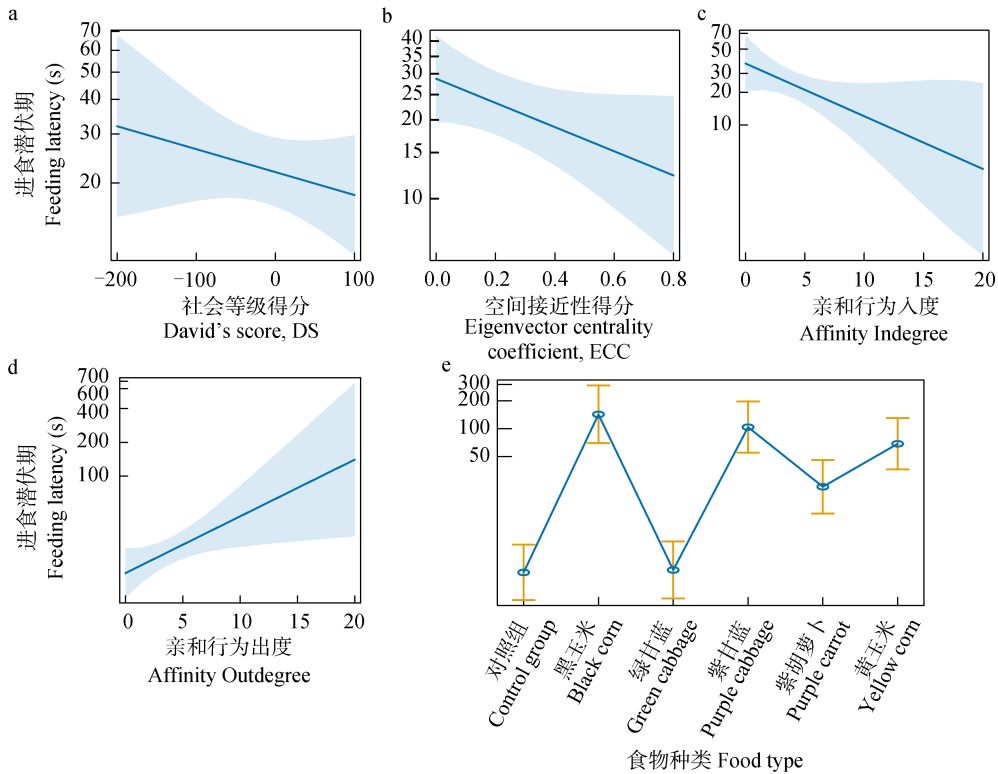


图3 食物类型及社会参数影响进食潜伏期结果

Fig. 3 Effects of food types and social factors on the feeding latency

a. 社会等级对进食潜伏期无显著影响；b. 进食潜伏期随空间接近性提升而降低，影响接近显著；c. 进食潜伏期随亲和行为入度提升而降低，影响接近显著；d. 进食潜伏期随亲和行为出度提升而显著升高；e. 食物类型影响进食潜伏期：麋鹿面对黑玉米、紫甘蓝、紫胡萝卜、黄玉米时进食潜伏期显著高于对照组（橙色胡萝卜），绿甘蓝组进食潜伏期与对照组无显著差异。

a. David's score (DS) has no significant effect on the feeding latency; b. The feeding latency decreases with the elevation in eigenvector centrality coefficient (ECC), and the influence is nearly significant; c. The feeding latency decreases with the elevation in affinity indegree, and the influence is nearly significant; d. The feeding latency increases significantly with the elevation in affinity outdegree; e. Food types influence individual's feeding latency: the feeding latencies of subjects when facing black corn, purple cabbage, purple carrot and yellow corn are significantly higher than that of the control group (orange carrot), while no significant difference is observed in the feeding latency between the green cabbage group and the control group.

除社会等级外，在本研究中，亲和行为出度与进食潜伏期呈显著正相关，空间接近性得分、亲和行为入度关系接近显著。即舔舐其余个体越少、接受舔舐越多、较中心化的个体进食陌生食物前犹豫时间越短，恐新水平越低，为假设 2“社会结构影响食物恐新症”提供了一定证据。亲和关系对个体在群体中的食物获取与适合度收益有着重要影响 (Hall 1986)：舔舐行为接受频率较高代表其余个体对它更加友

好，而舔舐其余成员次数较少意味着节省了这部分用来“表达友好”的能量，牢固的社会关系也可提高个体的适合度。空间接近性高，即社会容忍度高的个体则更容易被群体成员接纳 (Amici et al. 2020)，也能由此获得适合度收益。此外，研究证明，复杂的社会环境 (Costa et al. 2014) 与社会学习 (Benson-Amram et al. 2014) 可以减轻个体恐新症，较中心化的个体可能拥有更多社会学习的机会。群体生活带来

的适合度优势、社会学习机会、经验使优势个体更有能力面对风险，从而倾向采取冒险行为探索陌生资源，食物恐新症降低。

事实上，我们发现不同社会结构属性对食物恐新行为的影响可以归纳出一条规律：从群体中获益更多，尤其在获取熟悉食物资源方面占据优势的个体食物恐新症较低。社会地位较高意味着在种内竞争中获得优势，可占据更多资源；中心个体（即空间接近性得分高的个体）往往更容易获取食物（Amici et al. 2020, Dell'Anna et al. 2020）；对其余个体的亲和行为较少可以节省一定能量；社会容忍度较高、接受其余个体亲和行为较多都意味着在园区投饲后容易获取更多食物资源（Amici et al. 2020），而这部分个体恐新水平较低。研究表明，探索力可能与“精力过剩”有关，在每日食物摄入量较高的个体身上更为常见，因为它们可以投入更多的时间和精力用于探索（Kummer and Goodall 1985, Caicoya et al. 2023）。食物恐新症的影响因素可能也基于这一原理，从群体中获益较多、食物摄入量较高，有充足能量储备的个体倾向于投入更多精力与时间对陌生食物资源进行探索。

总体而言，本研究发现在麋鹿圈养种群中，麋鹿对具有熟悉特征的食物接受程度更高，且优势个体食物恐新症水平较低。在圈养个体野放工作中，群体内的优势个体可能会在开拓新食物资源、适应新环境方面起到关键作用，并推动后续领地扩张。野放个体面对野外植被时可能会优先采食圈养生活时较为熟悉的植物。但本研究目前只调查了一个圈养群体，如果要得到更普适的规律还需进一步对更多群体展开调查。此外针对麋鹿的社会参数与食物恐新症相关还可以作进一步研究：如在半野放、野放群中调查麋鹿对分布区域周边植被的食物恐新症，探究不同季节野外资源丰富度不同时麋鹿的食物恐新症是否有所变化，跟踪调查麋鹿圈养个体的食物恐新症是否会影响其野放后对环境的适应能力等。推进麋鹿行为、认知等研究

可对珍稀有蹄类动物野放管理、野外种群发展及解决人兽冲突方面提供一定指导。

参 考 文 献

- Addessi E, Visalberghi E. 2001. Social facilitation of eating novel food in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*): input provided by group members and responses affected in the observer. *Animal Cognition*, 4(3/4): 297–303.
- Amici F, Widdig A, MacIntosh A J J, et al. 2020. Dominance style only partially predicts differences in neophobia and social tolerance over food in four macaque species. *Scientific Reports*, 10: 22069.
- Amici F, Widdig A, von Fersen L, et al. 2021. Intra-specific variation in the social behavior of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Frontiers in Psychology*, 12: 666166.
- Benson-Amram S, Heinen V K, Gessner A, et al. 2014. Limited social learning of a novel technical problem by spotted hyenas. *Behavioural Processes*, 109(B): 111–120.
- Caicoya A L, Schaffer A, Holland R, et al. 2023. Innovation across 13 ungulate species: problem solvers are less integrated in the social group and less neophobic. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290(1996): 20222384.
- Carroll J, Murphy C J, Neitz M, et al. 2001. Photopigment basis for dichromatic color vision in the horse. *Journal of Vision*, 1(2): 80–87.
- Chen Q Y, Chen G, Shao M Y, et al. 2023. Social experience promotes the exploratory behaviour in Java Sparrows. *Avian Research*, 14: 100087.
- Cole E F, Quinn J L. 2012. Personality and problem-solving performance explain competitive ability in the wild. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1731): 1168–1175.
- Colléter M, Brown C. 2011. Personality traits predict hierarchy rank in male rainbowfish social groups. *Animal Behaviour*, 81(6): 1231–1237.
- Cooke L, Carnell S, Wardle J. 2006. Food neophobia and mealtime food consumption in 4-5 year old children. *The International*

- Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 3(1): 14.
- Costa J H C, Daros R R, von Keyserlingk M A G, et al. 2014. Complex social housing reduces food neophobia in dairy calves. Journal of Dairy Science, 97(12): 7804–7810.
- Csárdi G, Nepusz T. 2006. The igraph software package for complex network research. Interjournal, 1695.
- Dahlbom S J, Lagman D, Lundstedt-Enkel K, et al. 2011. Boldness predicts social status in zebrafish (*Danio rerio*). PLoS One, 6(8): e23565.
- David H A. 1987. Ranking from unbalanced paired-comparison data. Biometrika, 74(2): 432–436.
- David M, Auclair Y, Cézilly F. 2011. Personality predicts social dominance in female Zebra Finches, *Taeniopygia guttata*, in a feeding context. Animal Behaviour, 81(1): 219–224.
- de Sousa K T, Machado Filho L C P, Bica G S, et al. 2021. Degree of affinity among dairy heifers affects access to feed supplementation. Applied Animal Behaviour Science, 234: 105172.
- Dell'Anna F, Llorente M, Weiß B M, et al. 2020. The effect of individual and food characteristics on food retrieval and food sharing in captive Guinea baboons (*Papio papio*). American Journal of Primatology, 82(1): e23078.
- Devost I, Jones T B, Cauchoix M, et al. 2016. Personality does not predict social dominance in wild groups of black-capped chickadees. Animal Behaviour, 122: 67–76.
- Favati A, Leimar O, Løvlie H. 2014. Personality predicts social dominance in male domestic fowl. PLoS One, 9(7): e103535.
- Forss S I F, Koski S E, van Schaik C P. 2017. Explaining the paradox of neophobic explorers: the social information hypothesis. International Journal of Primatology, 38(5): 799–822.
- Hall S J G. 1986. Chillingham cattle: dominance and affinities and access to supplementary food. Ethology, 71(3): 201–215.
- Jacobs G H, Deegan J F, Neitz J, et al. 1994. Electrophysiological measurements of spectral mechanisms in the retinas of two cervids: white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) and fallow deer (*Dama dama*). Journal of Comparative Physiology A, 174(5): 551–557.
- Johnson E C. 2007. Rhesus macaques (*Macaca mulatta*) are not neophobic toward novel food with a high sugar content. American Journal of Primatology, 69(5): 591–596.
- Kelly T R, Kimball M G, Stansberry K R, et al. 2020. No, you go first: phenotype and social context affect house sparrow neophobia. Biology Letters, 16(9): 20200286.
- Kummer H, Goodall J. 1985. Conditions of innovative behaviour in primates. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 308(1135): 203–214.
- Marples N M, Quinlan M, Thomas R J, et al. 2007. Deactivation of dietary wariness through experience of novel food. Behavioral Ecology, 18(5): 803–810.
- Modlinska K, Stryjek R, Pisula W. 2015. Food neophobia in wild and laboratory rats (multi-strain comparison). Behavioural Processes, 113: 41–50.
- Nord C, Bonnell T, Roth D, et al. 2022. Fear of missing out? Personality and plasticity in food neophilia by wild vervet monkeys, *Chlorocebus pygerythrus*. Animal Behaviour, 191: 179–190.
- Padovani R, Shi Z Y, Harris S. 2021. Are British urban foxes (*Vulpes vulpes*) “bold”? The importance of understanding human-wildlife interactions in urban areas. Ecology and Evolution, 11(2): 835–851.
- Pérez-Barbería F J, García A J, López-Quintanilla M, et al. 2021. Pelt biting as a practical indicator of social and environment stress in farmed red deer. Animals, 11(11): 3134.
- Rozin P. 1976. The selection of foods by rats, humans, and other animals. Advances in the Study of Behavior, 6: 21–76.
- Schaffer A, Caicoya A L, Colell M, et al. 2021. Neophobia in 10 ungulate species—a comparative approach. Behavioral Ecology and Sociobiology, 75(7): 102.
- Snijders L, Naguib M, van Oers K. 2017. Dominance rank and boldness predict social attraction in great tits. Behavioral Ecology, 28(2): 398–406.
- van Oers K, Klunder M, Drent P J. 2005. Context dependence of personalities: risk-taking behavior in a social and a nonsocial situation. Behavioral Ecology, 16(4): 716–723.

- Ventricelli M, Gratton P, Sabbatini G, et al. 2022. Individual variation in response to novel food in captive capuchin monkeys (*Sapajus* spp.). *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10: 820323.
- Verbeek M E M, Boon A, Drent P J. 1996. Exploration, aggressive behaviour and dominance in pair-wise confrontations of juvenile male great tits. *Behaviour*, 133(11/12): 945–963.
- 蒋志刚. 2000. 麋鹿行为谱及 PAE 编码系统. *兽类学报*, 20(1): 1–12. [Jiang Z G. 2000. Behavior coding and ethogram of the Père David's deer. *Acta Theriologica Sinica*, 20(1): 1–12.]
- 蒋志刚, 李春旺, 曾岩. 2006. 麋鹿的配偶制度、交配计策与有效种群. *生态学报*, 26(7): 2255–2260. [Jiang Z G, Li C W, Zeng Y. 2006. Mating system, mating tactics and effective population size in Père David's deer (*Elaphurus davidianus*). *Acta Ecologica Sinica*, 26(7): 2255–2260.]
- 任义军, 孙大明, 甄军爱, 等. 2022. 江苏大丰麋鹿国家级自然保护区麋鹿死亡分析. *兽类学报*, 42(6): 741–748. [Ren Y J, Sun D M, Zhen J N, et al. 2022. Analysis of the Père David's deer population mortality in Dafeng Milu National Nature Reserve. *Acta Theriologica Sinica*, 42(6): 741–748.]
- 王立波, 姜慧, 安玉亭, 等. 2020. 中国麋鹿种群现状分析及保护对策探讨. *野生动物学报*, 41(3): 806–813. [Wang L B, Jiang H, An Y T, et al. 2020. Current status and conservation measures for Père David's deer in China. *Chinese Journal of Wildlife*, 41(3): 806–813.]
- 杨剑, 周善义, 巩艳艳, 等. 2015. 圈养条件下犬蝠对陌生食物首次取食行为的研究. *四川动物*, 34(2): 187–192. [Yang J, Zhou S Y, Gong Y Y, et al. 2015. First foraging of *Cynopterus sphinx* on novel food. *Sichuan Journal of Zoology*, 34(2): 187–192.]

贵州荔波发现栗头鸢

Japanese Night-heron (*Gorsachius gousagi*) found in Libo, Guizhou, China

2023年8月28日,位于贵州荔波的贵州茂兰国家级自然保护区编号Y0406红外相机拍摄到1只头顶为栗色、身体为栗褐色、初级飞羽末端栗色的鸟类。该鸟头顶、背部暗栗褐色,枕部栗红色,颊、喉和前颈白色。胸部中央延长的羽毛栗色而杂有黑色,其余下体羽毛皮黄白色,具有黑褐色条纹和斑点。虹膜黄色,胫裸出部、跗跖和趾绿黑色(图1)。经查阅《中国鸟类志》上卷(非雀形目)(赵正阶2001)、《中国鸟类观察手册》(刘阳和陈水华2021)、《中国鸟类野外手册》(约翰·马敬能等2022)、《中国鸟类图鉴》(赵欣如2018)等相关文献专著,确认该鸟种为栗头鸢(*Gorsachius gousagi*)。

(下转 51 页)

基金项目 林业改革发展资金-野生动植物保护补助资金项目(茂兰保护区野生动植物监测调查及保护管理);

* 通信作者, E-mail: 576742749@qq.com;

第一作者简介 玉屏,女,高级工程师;研究方向:野生动植物保护及自然保护区管理;E-mail: 18974033@qq.com。

收稿日期: 2024-04-16, 修回日期: 2024-09-18 DOI: 10.13859/j.cjz.202424087 CSTR: 32109.14.cjz.202624087