

# 内蒙古达乌尔鼠兔越冬群体大小 与捕食风险的研究

黄文吉<sup>①②</sup> 杨薇薇<sup>①②</sup> 李绍才<sup>①</sup> 刘锦<sup>③</sup> 哈斯宝力道<sup>③</sup>  
图雅<sup>③</sup> 张晓敏<sup>③</sup> 郭聪<sup>①\*</sup>

① 四川大学生命科学学院 成都 610065; ② 中国科学院动物研究所农业虫害鼠害  
综合治理国家重点实验室 北京 100101; ③ 内蒙古锡林郭勒盟林草局 锡林浩特 026000

**摘要:** 达乌尔鼠兔 (*Ochotona dauurica*) 是内蒙古草原的主要鼠种之一, 分布在草地和榆树 (*Ulmus pumila*) 疏林下, 在冬季会形成数量不同的越冬集群。达乌尔鼠兔在秋季和冬季常常会受到艾虎 (*Mustela eversmannii*) 的攻击。为研究达乌尔鼠兔越冬集群大小与来自艾虎的捕食风险的关系, 2004年10月上旬在内蒙古锡林郭勒盟锡林浩特市白音锡勒牧场的五连榆树疏林地, 以洞口计数法调查分布于林下的达乌尔鼠兔种群, 采用洞口数量多少作为鼠兔秋季集群大小的指标。清除实验区达乌尔鼠兔洞群范围内的所有鼬科动物粪便。1个月之后, 分别统计洞群留有艾虎粪便和洞群被艾虎挖掘过的达乌尔鼠兔家群数量, 分析了艾虎对不同大小集群的达乌尔鼠兔家群的捕食选择偏好。统计结果显示, 艾虎在集群大的达乌尔鼠兔家群周围更容易留下粪便 ( $P < 0.05$ ), 并且更倾向挖掘集群大的达乌尔鼠兔家群 ( $P < 0.05$ )。这表明达乌尔鼠兔越冬家群成员数量越多, 其来自艾虎的捕食风险就越大。从本次实验结果来看, 越冬期间天敌选择性的捕食风险的存在抑制了达乌尔鼠兔越冬集群的增长, 从而使其越冬家群数量维持在限定的规模和水平。

**关键词:** 达乌尔鼠兔; 艾虎; 捕食风险; 集群大小

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2021) 05-641-07

## Study on Predation Risk and Group Size of Daurian Pika in Inner Mongolia

HUANG Wen-Ji<sup>①②</sup> YANG Wei-Wei<sup>①②</sup> LI Shao-Cai<sup>①</sup> LIU Jing<sup>③</sup>  
Hasibaolidao<sup>③</sup> TUYA<sup>③</sup> ZHANG Xiao-Min<sup>③</sup> GUO Cong<sup>①\*</sup>

① College of life sciences, Sichuan University, Chengdu 610065; ② State Key Laboratory of Integrated  
Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;

③ Forest and grass Bureau of Xilingol League, Xilinhot 026000, China

**基金项目** 国家自然科学基金项目 (No. 31770457);

\* 通讯作者, E-mail: guocong@gmail.com;

**第一作者介绍** 黄文吉, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail: huang\_wenj@126.com。

收稿日期: 2021-04-22, 修回日期: 2021-07-22 DOI: 10.13859/j.cjz.202105001

**Abstract:** Group size of overwintering colonies of Daurian Pika (*Ochotona dauurica*) may affect predation risk by mammals. Daurian Pika is one of the main rodent species in the grasslands of Inner Mongolia, which distributed under grasslands and Elm (*Ulmus pumila*) sparse forests, and will form different numbers of overwintering colonies in winter. Steppe Polecat (*Mustela evermanni*) is one of the main predators of Daurian Pika and often attacks the Daurian Pika's burrow in autumn and winter. To investigate whether the size of the Daurian Pika's colony is affected by the risk of predation from Steppe Polecat. We conducted related experiments in the Baiyinxile pasture, Xilinhot City, Xilinguole League, Inner Mongolia, from October to November, 2004. The number of Daurian Pika burrows was used to estimate group size of pika. The number fecal droppings and holes excavated by Steppe Polecat within the habitat of each Daurian Pika colony were recorded as indicators of predation pressure. The nonparametric Mann-Whitney *U* test was used to detect differences in social group size between the colonies with and without signs of Polecat activity. The result showed that the rank sum of the colonies not surrounded by Polecat feces was 2 700.5, whereas colonies surrounded by Polecat feces was 1 040.5 ( $U = 422.5$ , Adjusted *Z* Value = - 2.247, Adjusted  $P < 0.05$ ). The rank sum of colonies with holes dug by Polecat was 461, whereas the rank sum of colonies without the Polecat excavation was 3 280 ( $U = 120$ , Adjusted *Z* Value = - 2.493, Adjusted  $P < 0.05$ ) (Table 1). The result of Mann-Whitney test suggested significant differences in predator preference between the two groups of colonies. In addition, the frequencies of feces and excavation trails rise with the increase of group size (Fig. 1 and 2). This difference indicated that the Steppe Polecat significantly preference Daurian Pika colonies with high group size. From the results of this experiment, the existence of the selective predation risk of the Steppe Polecat inhibited the increase of the overwintering clusters of the Daurian Pikas during the wintering period, thereby maintaining the number of overwintering colonies at a limited scale and level.

**Key words:** *Ochotona dauurica*; *Mustela eversmanni*; Predator risk; Group size

内蒙古草原是我国最重要的林业生产基地之一。全球气候变化和人类活动的干扰导致该地区遭受大面积的林业鼠害。达乌尔鼠兔 (*Ochotona dauurica*) 是本地区主要的林业害鼠, 对林业的危害很大。有研究表明, 其在某些年份的 4 月和 5 月会环剥榆树 (*Ulmus pumila*) 树皮, 严重影响林业生产 (宛新荣等 2011)。此外, 达乌尔鼠兔还是蜚虫的宿主, 会传播多种鼠源性疾病 (张知彬等 1998)。

国内外关于野外鼠类和捕食者之间的关系的研究有很多。Stenseth (1999) 在斯堪地那维亚地区发现当地的小哺乳动物种群动态具有 3 或 4 年周期波动的特征, 而这种种群数量的波动和捕食者有密切的关联。此外, 鼠类天敌对鼠类种群密度变化、社群行为、觅食对策以及栖息地选择存在显著的影响 (边疆晖等 2001, 魏万红等 2004)。宋文韬等 (2016) 在典型草原

区分析了鹰隼类天敌与布氏田鼠 (*Lasiopodomys brandtii*) 的关系, 发现随着猎物种群密度的增长, 捕食者种群数量呈现经典的 S 型曲线。天敌不仅影响鼠类种群的密度, 还对鼠类社群结构波动存在关键作用 (Menyushina et al. 2012)。有研究表明, 来自天敌的捕食风险会促使鼠类在秋季发生分群行为, 因为捕食者会倾向选择高数量的鼠类集群作为首要捕食对象 (宛新荣等 2001)。

近年来, 关于小哺乳动物越冬集群行为的研究越来越受到研究人员关注。传统的研究方法都证实集群越冬利于群居性小哺乳动物存活 (宛新荣等 2011)。张小倩等 (2014) 发现随着秋季鼠类家群数量逐渐增大, 布氏田鼠合作储食成效越高, 但却受制于平均储草距离的影响, 并认为存在一个最优化的储食数量。而更多的研究人员研究了小哺乳动物集群数量与捕

食风险的关系。贾举杰等(2015)发现, 大鸺(*Buteo hemilasius*) 倾向于捕食成员数量更多的鼠类家群。李亚衡等(2017)和杜桂林等(2016)在研究鼠类和天敌关系时, 也发现了相似的趋势, 这些研究都表明成员数量更多的鼠类家群在冬季将会面临更大的捕食风险。并认为天敌会极有效地促进北方小哺乳动物形成最优化集群(贾举杰等 2016), 高数量的集群也存在着更高的捕食风险(张知彬等 1998)。

从被捕食者——小哺乳动物的角度来看, 集群数量越高, 被捕食的风险越高。因此, 被捕食者为减轻捕食压力, 将集群数量控制在一定范围内。有些种类会在秋季集群形成之前, 通过分群或扩散重组的方式, 降低越冬集群数量, 在自然界中形成一个最优化集群(宛新荣等 2001)。Wan 等(2014)对布氏田鼠越冬存活率的分析表明, 中等数量的布氏田鼠集群拥有最优的越冬存活率。

达乌尔鼠兔冬季不冬眠, 其食物主要来自洞群内外的贮草堆, 具有秋季集群的习性(钟文勤等 1982)。在内蒙古锡林郭勒草原, 艾虎(*Mustela eversmanni*) 是达乌尔鼠兔的主要捕食者之一。那么来自艾虎的捕食压力是否能控制达乌尔鼠兔越冬集群的数量? 这个问题至今还缺乏直接的野外实验证据。为此, 于 2004 年 10 月上旬在锡林浩特市白音锡勒牧场五连的榆树疏林样地, 对该样地内的达乌尔鼠兔展开了为期 1 个月的天敌访问数据的追踪调查, 调查艾虎对不同成员数量的达乌尔鼠兔家群的捕食偏好, 为探讨达乌尔鼠兔秋季越冬集群模式提供依据, 并为林地达乌尔鼠兔鼠害防治提供新的途径和方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地点

研究样地位于内蒙古锡林浩特市白音锡勒牧场五分场(43°54' N, 116°21' E, 海拔 1 176 m)。2004 年 10 月上旬, 在榆树疏林中选取面积为 6 hm<sup>2</sup> 的实验样区(200 m × 300 m), 并确定该区域内达乌尔鼠兔越冬家群数量和位置。本研

究选取已成型达乌尔鼠兔洞群作为研究对象, 具体选择标准为: 样地范围内的已储草、洞群界限清晰的达乌尔鼠兔洞群, 对于个别边界线模糊的达乌尔鼠兔洞群, 则予以舍去。在本次实验中, 将选定的鼠兔洞群逐一采用 GPS 和记号对家群位置进行标记, 参照贾举杰等(2016)的做法, 结合达乌尔鼠兔越冬集群的实际情况, 将达乌尔鼠兔家群洞口数量在 3 个以下的定义为不稳定洞群, 不计入有效洞群之列。

### 1.2 达乌尔鼠兔越冬家群大小的统计方法

对其他小哺乳动物的研究表明, 营群居生活的啮齿动物家群成员数量可以用传统的洞口系数法来估算, 同一时间内, 鼠类家群成员数量与洞群所拥有的洞口数呈正比例的关系(张知彬等 1998)。近年来, 已经有很多学者采用洞口数量作为估算越冬家群数量的简易指标(贾举杰等 2015, 杜桂林等 2016, 李亚衡等 2017), 并取得了良好的实验结果。李天祥等(2010)对达乌尔鼠兔活动强度的研究表明, 鼠兔活动强度由春季到秋季逐渐升高, 冬季骤减, 在秋季大部分鼠兔洞口都为活动洞口, 可以直接计数。

### 1.3 艾虎对达乌尔鼠兔家群的访问记录和确定方法

艾虎是达乌尔鼠兔的主要捕食者之一(梁海红 2006)。根据在当地的前期观察, 艾虎在秋季对达乌尔鼠兔的威胁方式主要有两种: 一是直接掘开其洞群, 进入洞穴内直接捕食, 这种方式通常会造成整个达乌尔鼠兔家群的覆灭; 二是在地面上巡视、停留, 伺机袭击达乌尔鼠兔, 访问和停留过程中艾虎极有可能在洞群区留下粪便, 因此可以通过统计调查期间达乌尔鼠兔各家群中新出现艾虎粪便痕迹的数量作为艾虎访问达乌尔鼠兔洞群的数值指标(杜桂林等 2016)。具体方法为: 对达乌尔鼠兔洞群进行确定与定位后, 人为清除标记的洞群范围内的地面上所有鼬科动物的粪便, 同时记录样地内达乌尔鼠兔洞群是否存在艾虎掘洞的情况。本次实验未发现样地内存在艾虎掘洞。1 个月之后(11 月上旬)返回实验场地, 根据 10

月份的 GPS 定位和洞口标记物确定洞群方位，逐一计数各标记的达乌尔鼠兔洞群中新出现的艾虎粪便数量和被艾虎新掘开的洞口数量。由于艾虎掘开的洞口半径很大，而且多是垂直方向上的巨大掘洞，很容易与达乌尔鼠兔的掘洞区分。

### 1.4 数据统计检验方法

本次实验采用两种指标：一种是有艾虎粪便的情形，一种是出现掘洞的情形。这两种情形都视为艾虎访问过该洞群。在使用 IBM SPSS\_26 统计软件对数据进行统计前，以访问的两种情形为依据，将数据分为两类型，即出现艾虎粪便和未出现艾虎粪便的数据归为一类，出现掘洞和未出现掘洞的数据归为一类。分类之后，在两类型中分别以是否被艾虎访问为自变量，以洞群洞口数为因变量，运用非参数的 Mann-Whitney *U* 检验法(孙山泽 2000)，检验被艾虎访问过的鼠兔洞群洞口数与没有被艾虎访问过的鼠兔洞群洞口数之间是否存在显著性差异，以此比较实验样地中艾虎对不同集群数量达乌尔鼠兔的选择偏好。

## 2 结果与分析

样地中符合实验统计的达乌尔鼠兔洞群为 86 个，共有活动洞口数量 699 个。在 10 月上旬，清理完样地内所有鼬科动物粪便之后的 1 个月，即 11 月上旬，观察到仅出现艾虎粪便的达乌尔鼠兔洞群有 18 个，仅出现艾虎挖掘痕迹的达乌尔鼠兔洞群有 6 个，此外，既出现艾虎粪便残留又出现艾虎挖掘痕迹的洞群有 1 个。本文根据达乌尔鼠兔洞群是否出现艾虎粪便和艾虎掘洞的不同属性，比较艾虎在不同洞口数量的达乌尔鼠兔洞群区域内留下粪便和掘洞与否的频次(图 1)。

首先将数据分为两类型(表 1)：(1)以洞群是否出现艾虎粪便为分组依据，将数据划分为 2 组，没有出现艾虎粪便的 A 组共有 67 个洞群，出现艾虎粪便的 B 组共有 19 个洞群；(2)以洞群是否被艾虎挖掘为分组依据，将数据划分为 2 组，没有被艾虎挖掘的 C 组共有 79 个洞群，被艾虎挖掘的 D 组共有 7 个洞群。实验数据采用非参数的 Mann-Whitney *U* 检验进

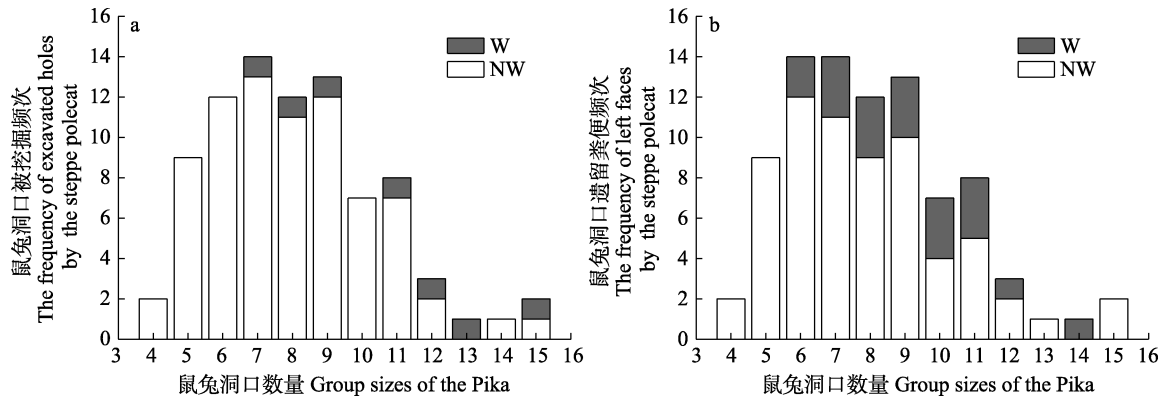


图 1 艾虎在不同洞口数量的达乌尔鼠兔洞群挖掘 (a) 和遗留下粪便 (b) 的频次分布图

Fig. 1 The frequency of excavated holes (a) and left feces (b) by the Steppe Polecat to the different group size of the Pika

达乌尔鼠兔家族大小以洞口计数法即洞口数量确定。NW 表示该鼠兔洞群组没有被艾虎访问；W 表示该鼠兔洞群组被艾虎访问。

The size of the Daurian Pika family group is determined by the number of holes. Group W and NW indicates the group which Steppe Polecat visited the Daurian Pika's group or not, respectively.

表 1 艾虎对不同数量集群的达乌尔鼠兔洞群访问偏好统计分析

Table 1 The visiting preference of Steppe Polecat on the different group size of Daurian Pika

秩和 Rank sum	未被艾虎访问的鼠兔洞群 Daurian Pika's group not visited by Steppe Polecat	痕迹类型 Trace type	
		粪便 Feces	挖掘 Holes
	未被艾虎访问的鼠兔洞群 Daurian Pika's group not visited by Steppe Polecat	2 700.5 ( $n = 67$ )	3 280 ( $n = 79$ )
	被艾虎访问的鼠兔洞群 Daurian Pika's group visited by Steppe Polecat	1 040.5 ( $n = 19$ )	461 ( $n = 7$ )
	$U$ 值 $U$ -Value	422.5	120.0
	校正 $Z$ 值 Adjusted $Z$ -Value	- 2.247	- 2.493
	校正 $P$ 值 Adjusted $P$ -Value	0.0246	0.0127

$n$  为样本量。  $n$  is sample size.

行分析, 以访问情况作为自变量, 洞群的洞口数作为因变量进行统计分析, 比较实验样地中艾虎对不同洞口数量达乌尔鼠兔洞群的访问偏好 (表 1)。

从艾虎粪便遗留痕迹来看, 没有留下艾虎粪便的洞群和遗留艾虎粪便的洞群之间, 秩和统计分析两组洞群的洞口数差异显著 ( $P < 0.05$ )。这个结果表明, 鼠兔洞群的洞口数量越多 (跟鼠兔集群数量正相关), 艾虎在洞口遗留粪便的概率也越大, 即此类鼠兔家族在秋季可能吸引更多艾虎造访。

另外, 从艾虎挖掘痕迹来看, 被挖掘过的洞群和没有被挖掘过的洞群之间, 两组洞群的洞口数差异显著 ( $P < 0.05$ )。统计检验结果再次支持了艾虎有显著的选择偏好, 即在秋季优先攻击集群数量更高的达乌尔鼠兔洞群。这个结果可以理解为, 艾虎同等攻击努力收益更高; 而对达乌尔鼠兔越冬集群来说, 数量越高的集群将面临更严峻的捕食风险。

本实验结果表明, 无论是从艾虎粪便痕迹还是从艾虎的掘洞痕迹来分析, 均表明在秋季艾虎对达乌尔鼠兔家族集群数量大小的选择性很强, 鼠兔家族成员数量越高, 鼠兔洞群被艾虎访问以及被挖掘攻击的可能性就越高。

### 3 讨论

#### 3.1 关于洞群选取的讨论

本次实验在野外开展, 样地宽广, 共涉及

86 个达乌尔鼠兔洞群, 要将 86 个洞群内的具体鼠兔数量测量出来是不现实的, 因此选用洞口计数法 (Krebs et al. 1984) 对每个洞群内的鼠兔数量进行估测, 事实上证明是可行的。此外, 根据野外观察发现, 洞口数量在 3 个以下的达乌尔鼠兔洞群相对不稳定, 常常过一段时间就会消失, 可能为鼠兔的临时洞穴。如果计入统计样本中, 很可能带来更多的实验偏差, 影响到实验结果。因此, 在选取洞群时, 为了保证选取的洞群为鼠兔长期使用的洞群, 作者选取 4 个及以上洞口的洞群作为研究对象。已有研究人员采用类似的方法处理秋季小哺乳动物洞群不稳定的案例 (贾举杰等 2016)。另外, 从时间上看, 10 和 11 月份为达乌尔鼠兔准备越冬的越冬集群准备期, 这个阶段洞群成员相对比较稳定, 也是艾虎集中攻击群居性小哺乳动物的时期, 再往后, 土壤冻结, 艾虎挖掘达乌尔鼠兔的洞穴将会变得更加困难。因此, 秋季是达乌尔鼠兔家族比较容易遭受天敌威胁的重要时期, 本次实验选择的调查时间是合适的。

#### 3.2 关于鼠类越冬集群的捕食风险问题

自然界中, 生物体会评估各种不同程度的捕食威胁, 在面临不同的捕食压力中做出不同的反应 (Lima et al. 1990)。捕食关系是自然界中普遍存在的关系, 很多动物的行为对策都会受到捕食风险的影响 (路纪琪等 2004)。在生态系统中, 捕食者具有抑制和调节猎物种群大小, 强化猎物生存竞争能力的功能。魏万红等

(2004)对高原鼠兔(*O. curzoniae*)的研究表明,捕食者在捕食过程中偏向于选择个体大、数量高的猎物以获取最佳的捕食效益。在捕食者进行捕食的同时,被捕食者也会发展出各种各样的行为,以适应和规避来自捕食者的捕食压力(Wolff 1985)。而本文的研究表明,艾虎作为达乌尔鼠兔的天敌,针对达乌尔鼠兔这种集群动物更倾向于选择数量高的猎物集群,以达到收益最大化。达乌尔鼠兔作为猎物也发展出降低捕食风险的能力。

捕食风险会导致猎物相对进化出各种行为(Wolff 1985)。例如,宛新荣等(2001)的研究表明,布氏田鼠在秋季将出现分群行为。而本文的结果能很好地解释这个现象。Hilborn(1975)的研究表明,小型哺乳动物在秋季会通过分群行为降低集群数量,以此降低被捕食的风险,避免整个集群在一次攻击中全部灭亡,同时分群行为还直接降低了捕食者的攻击优先次序,使得集群成为次要的捕食目标。捕食风险一直存在,并且随着集群数量的增加,捕食风险也会显著提高。以上的研究都表明一个假说,即高数量的越冬集群将面临更大的捕食风险,这样的风险促使集群发生分群行为,以此降低自身家群被捕食的风险。而本文对达乌尔鼠兔的研究结果充分支持了这一假说。但是关于达乌尔鼠兔在秋季是否会发生分群行为,还有待更多的研究来证明。

### 3.3 关于达乌尔鼠兔集群越冬模式的讨论

本文的研究结果显示,达乌尔鼠兔集群数量越多,被艾虎捕食的风险就越高,但不能因此而否定集群越冬的意义。有研究表明,集群越冬对小哺乳动物本身而言有利也有弊(Pulliam 1973, Roberts 1996)。一般认为越冬集群具有如下好处:(1)互相取暖,提高对寒冷的抗性(孔赤平等 2017);(2)共同储草,提高储草效率(宋文韬等 2017)。Luis等(2002)对灌丛八齿鼠(*Octodon degus*)的研究表明,家群成员越多,发现捕食者的时间越早,这对种群延续是有利的。正是集群越冬所具有的这些

优点,才使得达乌尔鼠兔在面临艾虎的捕食风险时,依旧选择了集群越冬,即便这种被捕食风险与集群大小呈正相关。

**致谢** 野外调查得到了内蒙古草原动物生态研究站的协助和支持,在此一并致谢!

### 参 考 文 献

- Hilborn R. 1975. Similarities in dispersal tendency among siblings in four species of Voles (*Microtus*). *Ecology*, 56(5): 1221–1225.
- Krebs C J, Boonstra R. 1984. Trappability estimates for mark-recapture data. *Canadian Journal of Zoology*, 62(12): 2440–2444.
- Lima S L, Dill L M. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 68(4): 619–640.
- Luis A E, Petra K W. 2002. Grouping increases the ability of the social rodent, *Octodon degus*, to detect predators when using exposed microhabitats. *Oikos*, 98(3): 491–497.
- Menyushina I E, Ehrlich D, Henden J-A, et al. 2012. The nature of lemmings cycles on Wrangel: an island without small mustelids. *Oecologia*, 170(2): 363–371.
- Pulliam H R. 1973. On the advantages of flocking. *Journal of Theoretical Biology*, 38(2): 419–422.
- Roberts G. 1996. Why individual vigilance declines as group size increases. *Animal Behavior*, 51(5): 1077–1086.
- Stenseth N C. 1999. Population cycles in voles and lemmings: density dependence and phase dependence in a stochastic world. *Oikos*, 87(3): 427–461.
- Wan X, Zhang X, Wang G, et al. 2014. Optimal body weight of Brandt's voles for winter survival. *Journal of Arid Environments*, 103: 31–35.
- Wolff J O. 1985. Behavior // Tamarin R H. *Biology of New World Microtus*. New York: American Society of Mammalogists, 340–372.
- 边疆晖, 景增春. 2001. 相关风险因子对高原鼠兔摄食行为的影响. *兽类学报*, 21(3): 187–193.
- 杜桂林, 洪军, 王勇, 等. 2016. 布氏田鼠秋季家群数量与捕食风险的关系. *动物学杂志*, 51(2): 176–182.
- 贾举杰, 李锋, 倪亦非, 等. 2015. 大鸮对不同数量布氏田鼠越冬洞群的选择偏好. *动物学杂志*, 50(5): 795–800.
- 贾举杰, 李锋, 倪亦非, 等. 2016. 内蒙古典型草原区狭颅田鼠集群数量与被捕食风险的关系. *生态学报*, 36(24): 8128–8135.

- 孔赤平, 吴永恒, 付义强. 2017. 屏山县老君山发现一例白腰文鸟的巨型越冬巢. 四川动物, 36(5): 556.
- 李天祥, 董建刚, 张怀洲. 2010. 达乌尔鼠兔发生规律及防治技术研究. 甘肃林业科技, 35(3): 71-74, 93.
- 李亚衡, 曼丽, 洪立国, 等. 2017. 大鸮对长爪沙鼠秋季的集群捕食策略. 生态学报, 37(3): 1021-1026.
- 梁海红. 2006. 甘南州鼠害与天敌调查报告. 草业与畜牧, 11: 44-47.
- 路纪琪, 张知彬. 2004. 捕食风险及其对动物觅食行为的影响. 生态学杂志, 23(2): 66-72.
- 宋文韬, 王也, 赛那, 等. 2016. 典型草原区鹰隼类密度对啮齿动物密度的数值响应. 动物学杂志, 51(4): 529-535.
- 宋文韬, 王也, 张小倩, 等. 2017. 集群数量和采食距离对储草期布氏田鼠警戒频次的影响. 动物学杂志, 52(5): 754-760.
- 孙山泽. 2000. 非参数统计讲义. 北京: 北京大学出版社.
- 宛新荣, 陈立军, 霍英军. 2011. 呼伦贝尔草原啮齿动物生物多样性调查报告. 呼伦贝尔: 内蒙古文化出版社, 85-105.
- 宛新荣, 钟文勤, 王梦军. 2001. 群居性啮齿动物集群重组率的估算. 兽类学报, 21(1): 67-72.
- 魏万红, 曹伊凡, 张堰铭, 等. 2004. 捕食风险对高原鼠兔行为的影响. 动物学报, 50(3): 319-325.
- 张小倩, 郑思思, 苏永志, 等. 2014. 贮草期布氏田鼠采食距离及集群数量对采食量的影响. 动物学杂志, 49(1): 24-30.
- 张知彬, 王祖望. 1998. 农业重要害鼠的生态学及控制对策. 北京: 海洋出版社, 242-243.
- 钟文勤, 周庆强, 孙崇潞. 1982. 达乌尔鼠兔的贮草选择与其栖息地植物群落的关系. 生态学报, 4(1): 77-84.