

储草期增加食物对布氏田鼠 越冬存活率的影响

黄文吉^{①②} 洪立国^③ 曼丽^③ 焦玉斌^④ 高利军^③
新巴图^③ 哈斯其木格^④ 宛新荣^{①*}

① 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; ② 四川大学生命科学学院 成都 610065; ③ 内蒙古锡林郭勒盟锡林浩特市草原工作站 锡林浩特 026000;
④ 内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗草原工作站 阿巴嘎旗 011400

摘要: 布氏田鼠 (*Lasiopodomys brandtii*) 是内蒙古典型草原区主要鼠种之一。该鼠种在秋季将食物储存在储草仓内, 以此来度过植被贫瘠的冬季。为探究储草期增加食物对布氏田鼠越冬存活率的影响, 2004年10月, 于内蒙古阿巴嘎旗白音图嘎苏木的布氏田鼠鼠害草场随机选取两块 100 m × 200 m 的样地, 分别设为增食样地和对照样地。增食样地内给每个布氏田鼠洞群补充食物, 每天补充 500 g 小麦, 连续补充 2 d 共计 1 000 g。对照样地内则不做任何处理。2004年10月, 采用标志重捕法调查两块样地内布氏田鼠种群数量, 调查显示, 增食样地和对照样地内, 布氏田鼠数量分别为 310 只和 318 只, 以该结果作为计算其越冬存活率的基数。2005年5月, 返回样地再次进行标志重捕, 分别计算两样地布氏田鼠的越冬存活率。卡方检验显示, 储草期增加食物能显著提高布氏田鼠越冬存活率。增食样地布氏田鼠越冬存活率为 41.3%, 显著高于对照样地布氏田鼠越冬存活率 (24.2%, $P < 0.01$)。增食样地雌性和雄性布氏田鼠越冬存活率分别为 45.4% 和 37.3%, 均显著高于对照样地雌性和雄性布氏田鼠越冬存活率 (25.8% 和 22.6%, $P < 0.01$)。但样地内雌性和雄性越冬存活率均无明显差异 ($P > 0.05$)。本研究结果表明, 补充食物可大幅度提升布氏田鼠冬季存活率, 增加布氏田鼠越冬存活基数, 对来年种群增长起重要作用。

关键词: 布氏田鼠; 越冬存活率; 补充食物; 种群密度

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2022) 05-689-07

The Effect of Increasing Food during the Storage Period on the Winter Survival Rate of Brandt's Vole

HUANG Wen-Ji^{①②} HONG Li-Guo^③ MAN Li^③ JIAO Yu-Bin^④
GAO Li-Jun^③ Xinbatu^③ Hasiqimuge^④ WAN Xin-Rong^{①*}

① *State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy*

基金项目 中国科学院战略性先导科技专项 (No.XDA2005010302), 国家自然科学基金项目 (No. 31770457);

* 通讯作者, E-mail: wanxr@ioz.ac.cn;

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: 2021-12-22, 修回日期: 2022-05-25 DOI: 10.13859/j.cjz.202205005

of Sciences, Beijing 100101; ② College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610065;

③ Grassland Work Station, Xilinhot City, Xilin Gol League, Inner Mongolia, Xilinhot 026000;

④ Abagaqi Grassland Station, Abagaqi 011400, China

Abstract: Brandt's Vole (*Lasiopodomys brandtii*) is one of the main rodent species in the typical steppe area of Inner Mongolia. The voles store food in the burrows in autumn to survive the winter when the vegetation is poor. **[Objectives]** In order to study the effects of increasing food on vole's winter survival rate. **[Methods]** In October 2004, we selected 2 sample plots (200 m × 100 m) in Baiyintuga, Abagaqi, Inner Mongolia, where is Brandt's vole distributed. We defined 2 plots as increasing food plot and control plot. In the increasing food plot, we increasing wheat around all vole's burrow clusters. Each burrow cluster was fed 500 g of wheat per day for two consecutive days for a total of 1 000 g. And do nothing in the control plot. The mark-recapture method is used to estimate the number of Brandt's vole in 2 plots. The number of Brandt's voles was 310 and 318, respectively, and the results were used as the base for calculating their winter survival rate. In May 2005, we returned the 2 plots again to investigate the vole's population number. Statistics using chi-square test. **[Results]** The winter survival rate of Brandt's vole in the increasing food plot is 41.3%, which is significantly higher than the control plot's winter survival rate of 24.2% ($P < 0.01$, $n = 628$, $\chi^2 = 20.82$) (Table 1). The winter survival rate of female and male Brandt's vole in the increasing food plot is 45.4% and 37.3% respectively, which is significantly higher than the 25.8% and 22.6% winter survival rates of female and male Brandt's voles in the control plot ($P < 0.01$, $n = 311$, $\chi^2 = 13.07$) ($P < 0.01$, $n = 316$, $\chi^2 = 8.16$) (Table 3). However, there is no significantly difference in winter survival rate between females and males in each plot ($P > 0.05$) (Table 2). **[Conclusion]** Increasing food will raise the winter survival rate of Brandt's vole, which play an important role in population growth in the next year.

Key words: Brandt's Vole, *Lasiopodomys brandtii*; Winter survival rate; Increase food; Population density

自 20 世纪初, Elton (1924) 描述北半球某些小型哺乳动物种群波动规律以来, 越来越多的学者关注啮齿类动物种群波动的周期性现象, 种群爆发与气候及环境等因子的关联成为理论生态学及实验生态学研究的主要领域。

越冬对于小型哺乳动物种群保存及延续是尤为关键的。对于温带小型哺乳动物种群而言, 气候严寒且食物贫瘠的冬季是其种群密度发生波动的重要节点 (张知彬等 1998, 韦应敏等 2016)。边疆晖 (2021) 对小型兽类的研究表明, 绝大部分的鼠类只能越冬一次, 朱盛侃等 (1991) 对鼠类的研究表明, 小型鼠类越冬种群主要由当年出生的个体组成, 这些个体能否顺利越冬将直接决定来年种群的增长幅度。

气温、植被和捕食风险等因素影响小型哺

乳动物的越冬。徐金会等 (2014) 对黑线仓鼠 (*Cricetulus barabensis*) 的研究表明, 随着气温的降低, 该鼠的能量代谢将显著提高。Heroldová 等 (2021) 对普通田鼠 (*Microtus arvalis*) 的研究表明, 冬油菜 (*Brassica napus*) 的丰富度对该鼠的越冬起关键作用。捕食风险对小型哺乳动物越冬的影响是多样且复杂的, Haapakoski 等 (2012) 在研究食物因子和捕食风险对鼠类越冬的影响时发现, 天敌通过影响鼠类的繁殖时间、繁殖成效、体重以及能量代谢等方面, 决定鼠类越冬存活率。

食物因子是影响鼠类越冬的关键因子。有研究表明, 食物条件会影响鼠类生长发育、社群组织、迁移和扩散等, 与种群能否顺利越冬联系紧密 (梁虹等 2003, Suselbeek et al. 2014)。

食物是鼠类生存的基础。自然状况下, 鼠类种群波动与植被群落息息相关(刘荣荣等 2021), 食物的数量变化会直接影响鼠类的生存和繁殖(宛新荣等 2004), 从而导致其越冬存活率出现变化。许多植物的种子产量都有大小年(masting)的现象(Kelly 1994, Vander Wall 2010), 这是导致鼠类种群波动的重要因素。此外, 植物优质程度(营养含量、取食口感等方面)的变化也会影响鼠类的越冬。Zamora (2000)认为, 储食动物和植物之间存在弥散协同进化的关系。有研究表明, 一些田鼠属和旅鼠属动物的种群密度高峰期后会出现持续的低数量期, 这可能与食物质量恶化有关(Seldal et al. 1994)。鼠类的取食会诱导植物产生次生代谢物质, 这些次生物质影响鼠类的取食、生存和繁殖策略, 进而影响鼠类的越冬。

布氏田鼠(*Lasiopodomys brandtii*)是内蒙古典型草原区的主要鼠种之一(苏永志等 2013, Li et al. 2017, Baatargal et al. 2021), 冬季不冬眠, 属群居性鼠种。该鼠在秋季具有挖仓行为(宛新荣等 2003, 张小倩等 2015), 随后进入储草期, 冬季主要取食洞群储草仓库中的储草(宛新荣等 2002, 宋怡然等 2021)。有关越冬存活率的研究表明, 鼠类越冬存活率通常与食物(刘伟等 2017)、气候(李佳等 2014)、天敌(黄文吉等 2021)等因素相关。而据施大钊等(1997)对布氏田鼠的描述, 该鼠种在越冬期间, 83.5%的个体会逐渐死亡, 且成功越冬的个体多是前1年5~6月出生的, 表明越冬存活率对于布氏田鼠种群增长至关重要。

为验证布氏田鼠储草期食物丰欠对其越冬存活率的影响, 2004年10月至2005年5月, 在内蒙古锡林郭勒草原的阿巴嘎旗实验草场开展了相关的研究。此前在布氏田鼠的自然分布区, 通过增加食物来探索布氏田鼠储草期食物与越冬存活率关系的研究从未开展。本研究可为揭示群居性啮齿动物的越冬生态特征以及草原鼠害生态治理研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 样地设置

2004年9月, 于内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗白音图嘎苏木(44°53'N, 116°41'E, 海拔1341 m)开展实验。在布氏田鼠自然分布的草场上选取2块2 hm² (200 m × 100 m)的样地, 两样地相隔500 m。通过前期调查发现, 两样地布氏田鼠密度相近, 草场植被群落结构均匀, 自然环境一致, 互相可作为参照。草场中主要植物为, 羊草(*Aneurotepidimu chinense*)、克氏针茅(*Stipa krylovii*)、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)、麻花头(*Serratula centauroides*)、菊叶委陵菜(*Potentilla tanacetifolia*)、小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla*)、狭叶锦鸡儿(*C. stenophylla*)等。此外, 在选取的样地内还栖息着少量独居性的鼠类——达乌尔黄鼠(*Spermophilus dauricus*)和黑线仓鼠。但这些独居性鼠类的掘洞与布氏田鼠的掘洞形态差异大, 易辨认, 对实验不存在显著影响。

将两块选定的样地设为增食样地和对照样地。经计数, 增食样地内共计有44个布氏田鼠洞群, 对照样地内共计有48个布氏田鼠洞群, 且每个洞群内均有布氏田鼠家群活动。采用GPS对每个洞群定位, 以便来年春天识别洞群。2005年5月, 再次来到样地调查布氏田鼠种群密度。

1.2 布氏田鼠秋季补充食物的种类遴选以及投喂方法

根据研究组前期在阿巴嘎旗实验样地中进行的预备实验, 小麦是布氏田鼠喜储的食物之一, 因此选取小麦作为补充食物。2004年9月和10月, 对两样地内的布氏田鼠进行预捕, 预捕结果显示, 每个洞群的田鼠数量稳定, 在5~10只之间, 大部分洞群内田鼠数量为7或8只, 因此补充小麦采用定量投放的方法。具体操作办法为, 每个洞群定量投喂1000 g小麦粒, 分2 d投喂, 每天投喂500 g, 直接投放在洞群的

中心区域。为保证布氏田鼠将投喂的小麦顺利储存进洞穴内，在连续 2 d 的投喂结束后，第 3 天人工守护布氏田鼠，使其不受天敌捕食，并保证补充的小麦不被其他动物争夺。每个洞群按照 7 个个体来计算，每一个体将获得约 150 g 的小麦。越冬期间每只布氏田鼠储存的储草平均为 1 000 g 左右（施大钊等 1997），150 g 小麦相当于增补了 15%~20% 的高质量食物。

1.3 布氏田鼠越冬家群的数量估计方法

2004 年 9 月和 10 月份，采用标志重捕法（Krebs et al. 1984），分别对增食样地和对照样地内的布氏田鼠进行标志重捕，每次重捕持续 3 d，采用切趾标记法进行个体识别（宛新荣等 2000）。由于 9 和 10 月为布氏田鼠储草期（宋文韬等 2017），其活动频繁，洞群边界明显，重捕捕获率高达 95% 以上。因此标志重捕法可准确估算每个洞群的布氏田鼠数量。经 2 次重捕发现，9 月和 10 月布氏田鼠种群密度变化不大，布氏田鼠的家族结构也相对稳定。考虑到数据的及时可靠性，以 10 月份标志重捕数据作为布氏田鼠越冬基数，2005 年 5 月再次捕获的布氏田鼠视为成功越冬个体，用作估算布氏田鼠越冬存活率。

1.4 数据统计检验方法

本文对数据共计进行了 5 次显著性统计分析，统计方法均为卡方检验，在 IBM SPSS 22 统计软件中进行，显著水平设为 0.05。首先检验实验组和对照组内两性布氏田鼠之间的越冬存活率是否存在差异，再检验两组之间的布氏田鼠越冬存活率差异，最后检验两组间的雌性布氏田鼠越冬存活率差异，以及雄性布氏田鼠越冬存活率差异。

2 结果与分析

2004 年 10 月，经 2 次标志重捕，增食样地内共有布氏田鼠 310 只（44 个家群），对照样地内共有布氏田鼠 318 只（48 个家群）。两块样地的布氏田鼠总数量及家群数量基本相当，总体密度接近。2005 年 5 月的标志重捕结

果显示，增食样地内有 128 只布氏田鼠（41 个家群），对照样地内有 77 只布氏田鼠（43 个家群）（表 1）。

表 1 布氏田鼠增食样地和对照样地越冬情况统计

Table 1 Statistics on the overwintering situation of Brandt's Vole in the increasing plot and the control plot

	增食样地 Increasing food plot			对照样地 Control plot		
	雌性 Female	雄性 Male	总计 Total	雌性 Female	雄性 Male	总计 Total
越冬基数 Overwintering base (ind)	152	158	310	159	159	318
存活数 Survival quantity (ind)	69	59	128	41	36	77

2.1 两性布氏田鼠越冬存活率差异

采用卡方检验，比较对照样地内雌雄两性布氏田鼠越冬存活率差异（表 2）。布氏田鼠雌雄两性间的越冬存活率无显著性差异（ $P > 0.05$, $n = 317$, $\chi^2 = 0.43$ ）（表 2）。表明自然状态下，布氏田鼠越冬存活率雌性与雄性相近，仅相差 3.2%。比较增食样地内雌雄两性布氏田鼠间的越冬存活率差异，雌雄两性间的越冬存活率亦无显著性差异（ $P > 0.05$, $n = 310$, $\chi^2 = 2.07$ ）（表 2）。表明在秋季补充食物后，雌雄两性布氏田鼠之间的越冬存活率相近，仅相差 8.1%。

表 2 两性布氏田鼠越冬存活率比较

Table 2 Comparison of winter survival rate of male and female Brandt's Voles

	雌性 Female	雄性 Male	χ^2	P
对照样地 Control plot				
存活数 Survival quantity (ind)	41	36		
越冬基数 Overwintering base (ind)	159	159		
存活率 Survival rate (%)	25.8	22.6	0.43	0.513
增食样地 Increasing food plot				
存活数 Survival quantity (ind)	69	59		
越冬基数 Overwintering base (ind)	152	158		
存活率 Survival rate (%)	45.4	37.3	2.07	0.150

2.2 秋季补充食物对布氏田鼠种群越冬存活率的影响

据表 1 中两样地内布氏田鼠种群的越冬存活数据，增食样地与对照样地布氏田鼠种群的越冬存活率分别为 41.29% 和 24.21%，卡方检验结果显示，增食样地与对照样地布氏田鼠越冬存活率差异显著 ($P < 0.01$, $n = 628$, $\chi^2 = 20.82$)。表明秋季补充食物能显著提高布氏田鼠种群的越冬存活率。

2.3 秋季补充食物对两性布氏田鼠越冬存活率的影响

比较增食样地与对照样地内雌性布氏田鼠越冬存活率 (表 3)。增食样地雌性布氏田鼠越冬存活率比对照样地高 19.6%，二者差异极显著 ($P < 0.01$, $n = 311$, $\chi^2 = 13.07$)。比较增食样地与对照样地内雄性布氏田鼠越冬存活率，增食样地内雄性布氏田鼠越冬存活率比对照样地高 14.7%，差异极显著 ($P < 0.01$, $n = 316$, $\chi^2 = 8.16$) (表 3)。表明秋季补充食物能够显著提升雌性和雄性布氏田鼠越冬存活率。相对于雌性布氏田鼠而言，雄性布氏田鼠提升的幅度略低。

表 3 增食样地和对照样地两性布氏田鼠越冬存活率比较

Table 3 Comparison of winter survival rate of male and female Brandt's vole between the increasing food plot and the control plot

	增食样地 Increasing food plot	对照样地 Control plot	χ^2	P
雌性 Female				
存活数 Survival quantity (ind)	69	41		
越冬基数 Overwintering base (ind)	152	159		
存活率 Survival rate (%)	45.4	25.8	13.07	< 0.001
雄性 Male				
存活数 Survival quantity (ind)	59	36		
越冬基数 Overwintering base (ind)	158	159		
存活率 Survival rate (%)	37.3	22.6	8.16	0.004

3 讨论

3.1 食物对鼠类的影响

食物是影响鼠类种群最重要的环境因子之一 (马久等 2021)。食物不仅会影响鼠类个体的发育、繁殖，及其后代的生存状况 (张知彬 2001, 殷宝法等 2017)，还会影响鼠类的行为，决定鼠类种群密度的高低。Haapakoski 等 (2012) 对鼠类越冬种群的研究表明，鼠类在食物充足的情况下，将减少外出活动的频率，从而降低捕食风险，提高越冬存活率。张知彬等 (1998) 对鼠类种群的研究表明，气候严寒且食物短缺的冬季是鼠类种群波动的重要节点，在冬季，食物对鼠类种群的影响将进一步放大。

而本研究表明，冬季布氏田鼠的死亡率极高。自然条件下，超过 75% 的布氏田鼠在冬季死亡，只有少部分个体能顺利越冬并在来年参加繁殖活动。说明冬季是布氏田鼠种群密度发生波动的重要节点。而在增食样地内，布氏田鼠死亡率低于 60%。说明食物是影响布氏田鼠种群的关键因子，对布氏田鼠的越冬起重要作用。此外，根据我们未发表的数据显示，在增食样地内，来年春季捕获的布氏田鼠个体的饱满度也普遍高于对照样地。我们认为额外补充的食物为布氏田鼠提供了充足的能量，提高了这些个体的脂肪储备和御寒能力。最终呈现增食样地内田鼠种群越冬存活率更高的现象。在野外调查过程中我们还发现，对照样地内鼬科动物的排泄物比增食样地内多。针对该现象我们推测，增食样地内布氏田鼠在获得充足食物储备的情况下，减少了洞穴外的活动，从而降低了鼬科动物在该样地的捕食频次。说明食物对布氏田鼠的行为造成了影响。但在本实验中，由于没有记录下相关的数据，该推论只在野外观察的基础上得出，要证实该推论还有待更具针对性的研究。

基于以上讨论，我们认为增食对布氏田鼠的影响主要在两方面。首先，增食为布氏田鼠提供充足的能量，让其个体发育更好，顺利度过冬季的概率也更高。其次，增食减少了布氏

田鼠在洞穴外的觅食行为, 间接降低布氏田鼠被捕食的风险, 提高种群越冬存活率。

3.2 雌雄两性布氏田鼠越冬存活率差异

在增食样地和对照样地中, 雌雄两性间的越冬存活率虽没有显著性的差异, 但雌性越冬存活率都高于雄性。在对照样地中, 雌性越冬存活率比雄性越冬存活率高 3.2%。根据施大钊 (1999) 对布氏田鼠的研究表明, 雄性布氏田鼠具有更强的扩散倾向。因此, 我们认为雄性个体扩散导致部分雄性个体逃脱追踪范围, 可能是造成雄性越冬存活率略低于雌性的原因之一。此外, 在增食样地内, 雌性越冬存活率比雄性越冬存活率高 8.1%。较对照样地而言, 两性越冬存活率差距扩大了。针对这一现象, 我们提出两个科学问题。第一, 秋季补充食物对雌性越冬存活率的提升效果是否要强于雄性。第二, 秋季补充食物是否会导致来年雄性田鼠的扩散时间提前, 并影响其扩散倾向。若要回答这两个科学问题, 还有待后续的实验来证明。

综上, 本次探究增食对布氏田鼠越冬存活率影响的实验, 结果与预期基本相符合, 即秋季补充食物对两性布氏田鼠都具有提高其越冬存活率的作用。证明食物因子是影响布氏田鼠越冬存活率的关键因子。

致谢 内蒙古锡林郭勒盟草原工作站、内蒙古草原动物生态研究所协助部分野外调查, 在此一并致谢!

参 考 文 献

- Baatargal O, Suuri B. 2021. Diet of the Pallas's cat (*Otocolobus manul*) in Mongolian steppe habitat during a population peak of Brandt's voles. *Journal of Arid Environments*, 193: 104583.
- Elton C S. 1924. Periodic fluctuations in the numbers of animals: their causes and effects. *Journal of Experimental Biology*, 2(1): 119–163.
- Haapakoski M, Sundell J, Ylönen H. 2012. Predation risk and food: opposite effects on overwintering survival and onset of breeding in a boreal rodent. *Journal of Animal Ecology*, 81(6): 1183–1192.
- Heroldová M, Šipoš J, Suchomel J, et al. 2021. Interactions between common vole and winter rape. *Pest Management Science*, 77(2): 599–603.
- Kelly D. 1994. The evolutionary ecology of mast seeding. *Trends in Ecology & Evolution*, 9(12): 465–470.
- Krebs C J, Boonstra R. 1984. Trappability estimates for mark-recapture data. *Canadian Journal of Zoology*, 62(12): 2440–2444.
- Li K, Kohn M H, Zhang S M, et al. 2017. The colonization and divergence patterns of Brandt's vole (*Lasiopodomys brandtii*) populations reveal evidence of genetic surfing. *BMC Evolutionary Biology*, 17(1): 1–17.
- Seldal T, Andersen K J, Högstedt G. 1994. Grazing-induced proteinase inhibitors: a possible cause for lemming population cycles. *Oikos*, 70(1): 3–11.
- Suselbeek L, Emsens W J, Hirsch B T, et al. 2014. Food acquisition and predator avoidance in a Neotropical rodent. *Animal Behaviour*, 88: 41–48.
- Vander Wall S B. 2010. How plants manipulate the scatter-hoarding behaviour of seed-dispersing animals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1542): 989–997.
- Zamora R. 2000. Functional equivalence in plant-animal interactions: ecological and evolutionary consequences. *Oikos*, 88(2): 442–447.
- 边疆晖. 2021. 中国兽类种群生态学研究进展与展望. *兽类学报*, 41(5): 556–570.
- 黄文吉, 杨维薇, 李绍才, 等. 2021. 内蒙古达乌尔鼠兔越冬群体大小与捕食风险的研究. *动物学杂志*, 56(5): 641–647.
- 李佳, 李言阔, 缪沪君, 等. 2014. 越冬地气候条件对鄱阳湖自然保护区白琵鹭种群数量的影响. *生态学报*, 34(19): 5522–5529.
- 梁虹, 张知彬. 2003. 食物限制对鼠类生理状况的影响. *兽类学报*, 23(2): 175–182.
- 刘荣荣, 王平, 代心灵, 等. 2021. 不同密度布氏田鼠对内蒙古典型草原菌根真菌群落的影响. *草业学报*, 30(11): 76–86.
- 刘伟, 钟文勤, 宛新荣, 等. 2017. 北方农牧交错带鼠害生态治理对策——以长爪沙鼠为例. *兽类学报*, 37(3): 308–316.
- 马久, 袁帅, 郭乾伟, 等. 2021. 典型草原啮齿动物群落与植物群落相关性分析. *草原与草业*, 33(3): 28–35.

- 施大钊, 海淑珍, 金晓明, 等. 1997. 越冬前布氏田鼠(*Microtus brandti*)储草行为与储草种类选择的研究. 草地学报, 5(1): 20–26.
- 施大钊, 海淑珍, 吕东, 等. 1999. 布氏田鼠洞群内社群结构变动与序位的研究. 兽类学报, 19(1): 49–56.
- 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.
- 宋怡然, 李国梁, 张知彬. 2021. 布氏田鼠合作贮食行为及其影响因素. 兽类学报, 41(6): 658–666.
- 苏永志, 宛新荣, 王梦军, 等. 2013. 典型草原区布氏田鼠鼠害防治的经济阈值. 动物学杂志, 48(4): 521–525.
- 宛新荣, 刘伟, 王广和, 等. 2003. 典型草原区布氏田鼠秋季掘土危害量的估算. 生态学杂志, 4(1): 54–56.
- 宛新荣, 王广和, 刘伟, 等. 2004. 布氏田鼠体重生长与栖息地植被条件的关系. 生态学杂志, 23(1): 117–119.
- 宛新荣, 王梦军, 王广和, 等. 2002. 布氏田鼠对主要贮草种类的选择嗜好. 生态学杂志, 21(1): 68–69.
- 宛新荣, 钟文勤. 2000. 一种简易的啮齿动物切趾编码方法. 动物学杂志, 35(4): 22–24.
- 韦应敏, 留青, 杨德辉, 等. 2016. 1994—2015年安龙县农区鼠类组成及种群数量变化研究. 现代农业科技, 4(12): 134–135, 147.
- 徐金会, 王硕, 薛慧良, 等. 2014. 温度对黑线仓鼠能量代谢及开场所行为的影响. 动物学杂志, 49(2): 154–161.
- 殷宝法, 李国梁, 宛新荣, 等. 2017. 大型野外围栏实验揭示增食对布氏田鼠种群动态的复杂效应. 中国科学: 生命科学, 47(9): 997–1006.
- 张小倩, 张文杰, 郑思思, 等. 2015. 秋季储草期布氏田鼠对不同食物颗粒大小的选择嗜好. 首都师范大学学报: 自然科学版, 36(2): 58–62.
- 张知彬. 2001. 欧洲的旅鼠和田鼠种群暴发与厄尔尼诺-南方涛动的关系研究. 科学通报, 46(3): 197–204.
- 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.
- 朱盛侃, 秦知恒. 1991. 安徽淮北农区大仓鼠和黑线仓鼠种群动态的研究. 兽类学报, 11(2): 99–108.