

布氏田鼠肝毛细线虫感染率与其体重的关系

宛新荣^{1*} 刘伟¹ 赵天飙² 经宇¹ 郭鹏飞³ 石岩生⁴ 王广和¹

(1 中国科学院动物研究所, 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100080)

(2 内蒙古地方病防治研究中心, 呼和浩特 010031) (3 内蒙古锡林郭勒盟卫生防疫站, 锡林浩特 026000)

(4 内蒙古锡林郭勒盟盟草原站, 锡林浩特 026000)

摘要: 2005 年 5 月和 8 月, 在内蒙古锡林郭勒北部典型草原调查了肝毛细线虫对布氏田鼠种群的感染特征, 分析肝毛细线虫对布氏田鼠的感染率与其性别、年龄、体重及种群密度的关系。结果表明: 肝毛细线虫对布氏田鼠感染率没有性别差异, 雄鼠与雌鼠的感染率相当; 但是与布氏田鼠体重/年龄密切相关: 幼鼠的感染率较低, 成鼠感染率较高, 感染率和平均感染度均随着个体年龄的增长而增高。布氏田鼠达到一定的年龄 (或体重) 后才可感染肝毛细线虫病, 其最低感染体重为 24.3 g。布氏田鼠的种群密度对肝毛细线虫的感染率和平均感染度没有明显的影响, 但同一样地不同季节感染率不同, 本次调查显示, 2005 年 5 月份感染率高于 8 月份群体感染率, 同一样地的春季感染率与秋季感染率之间呈现出显著的正相关。

关键词: 体重; 肝毛细线虫; 鼠传疾病; 布氏田鼠; 种群密度

中图分类号: Q958.9

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 1050 (2007) 02 - 0165 - 05

Relationship between the infective characters of *Capillaria hepatica* and the body mass of the Brandt's vole (*Lasiopodomys brandtii*)

WAN Xinrong^{1*}, LIU Wei¹, ZHAO Tianbiao², JING Yu¹, GUO Pengfei³, SHI Yansheng⁴, WANG Guanghe¹

(1 State Key Lab of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

(2 Inner Mongolia Center for Endemic Diseases Control and Research, Huhhot 010031, China)

(3 Xilinguole Epidemic Diseases Prevention Station, Xilinhot 026000, China)

(4 Xilinguole Grassland Station, Xilinhot 026000, China)

Abstract: The infection characters of *Capillaria hepatica* on the Brandt's vole (*Lasiopodomys brandtii*) was investigated in Xilinguole, Inner Mongolia in 2005. Current analysis showed that there was no apparent sexual discrepancy on the infection rate of *C. hepatica* in the Brandt's vole. The infection rate of females was the same as that of male voles. However, the infection rate is highly associated with the body mass and age of the voles. Juveniles were rarely infected by *C. hepatica*. Based on our data, the lowest body mass of vole infected by the *C. hepatica* is 24.3 grams. The infective rate is significantly positive correlated with age, the older age groups suffer higher infection rates than relatively younger groups. Moreover, the infection index is also significantly positively correlated with age. Furthermore, Body mass is another indicator which is significantly positively correlated with infection rate and infection index. Our data also showed that the density of vole population had no apparent influence on the mean infective rate of *C. hepatica*, neither on the infection index. The infection rate of *C. hepatica* on the Brandt's vole in May was higher than in August. However, the infection rates of *C. hepatica* on voles in different seasons are highly correlated in the same sample plot.

Key words: Body mass; *Capillaria hepatica*; Brandt's vole (*Lasiopodomys brandtii*); Population density; Rodent borne diseases

肝毛细线虫 (*Capillaria hepatica*) 是一种人兽 (Wright, 1961; Attah *et al.*, 1983; Singleton *et al.*, 1991)。我国很多地区有肝毛细线虫的分布
共患寄生虫, 广泛分布于除南极洲之外的六大洲

基金项目: 中国科学技术协会项目; 中国科学院动物研究所知识创新工程领域前沿项目

作者简介: 宛新荣 (1969 -), 男, 副研究员, 博士, 主要从事啮齿动物生态学研究。

收稿日期: 2006 - 09 - 20; 修回日期: 2007 - 01 - 18

* 通讯作者, correspondence author, E-mail: wanxr@ioz.ac.cn

(熊孟韬等, 1999; 申丽洁和李伟, 2005), 其成虫主要寄生在鼠类和其它哺乳动物的肝内, 是一种危险的鼠源性传染病 (Spratt and Singleton, 2001)。

布氏田鼠 (*Lasiopodomys brandtii*) 是典型草原区的主要害鼠, 以洞群为单位营家族群居 (Shi *et al.*, 2002; Zhang *et al.*, 2003; 宛新荣等, 2007a)。在其种群数量增长期可严重危害牧草资源。同时, 其挖掘活动也是加剧草场退化与沙化进程的重要因素之一 (Zhong *et al.*, 1999), 对布氏田鼠生态学研究一直受到广泛重视 (林琳和张立, 2005; 宛新荣等, 2006; 张建军和施大钊, 2005, 2006)。锡林郭勒草原为肝毛细线虫病的自然疫源地, 布氏田鼠是其主要宿主之一 (宛新荣等, 2007b), 有关肝毛细线虫对布氏田鼠的感染特征至今还没有报道。为研究肝毛细线虫病的传播规律及其与鼠类种群之间的关系, 2005 年在内蒙古锡林郭勒盟北部草原对布氏田鼠感染肝毛细线虫情况进行了调查。

1 材料与方法

1.1 样地设置

研究地点为内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗北部的白音图嘎苏木、青格力苏木和额日敦高毕苏木。2005 年, 在上述地区沿南北方向设置调查样线, 共 11 个调查样点。各样点之间的距离在 8 ~ 20 km 之间, 样线总长度为 110 km。在调查区域, 布氏田鼠均为主要优势鼠种。除此之外, 样地还有坎氏毛足鼠 (*Phodopus campbelli*)、长爪沙鼠 (*Meriones unguiculatus*)、五趾跳鼠 (*Allactaga sibirica*)、达乌尔黄鼠 (*Spermophilus dauricus*)、达乌尔鼠兔 (*Ochotona dauurica*)、黑线仓鼠 (*Cricetulus barabensis*)、草原鼯鼠 (*Myospalax aspalax*) 和蒙古高山鼯 (*Alticola semicanus allenii*) 等分布。

1.2 取样方法

2005 年 5 月和 8 月, 分别对 11 处样点进行捕鼠调查。采用标准夹线法调查样地布氏田鼠密度 (张知彬和王祖望, 1998)。每个样地每次放夹 200 ~ 300 只, 夹线取样面积约为 5 ~ 7.5 hm^2 (标准夹线布夹密度为 40 夹/ hm^2), 夹线连续放置 3 d, 每天检查 2 ~ 3 次, 收取捕获的田鼠样本。对于田鼠密度较低的样地, 为解决田鼠解剖样本不足的问题, 额外增补 100 ~ 200 夹, 直接布放到田鼠洞口。额外增补鼠夹所捕获的布氏田鼠样本不纳入样地密度统计数据, 但计入样地常规解剖数据的统计样

本, 是专门为样地间密度差异过大, 等同取样造成样本量不均等而设计的。

将捕获的鼠样本在密封的塑料桶中用三氯甲烷熏蒸灭蚤, 随后进行常规测量解剖, 记录样本的性别、体重、体长、胴体重等数据。体重、胴体重称量采用便携式电子天平, 精确到 0.1 g。解剖各鼠观察其肝脏有无白色或淡黄色点状、丝状或片状病灶, 检查肝毛细线虫的感染情况, 根据虫卵的有无判断结果的阳性和阴性 (凌洪博等, 2000)。根据检视的肝脏病变情况与严重程度对鼠类个体感染度分为 4 个级别: 无感染 (感染面积比例在 0%, 定义感染度为 0)、轻度感染 (感染面积比例在 10% 以下, 感染度为 1)、中度感染 (感染面积比例在 10% ~ 30%, 感染度为 2) 和重度感染 (感染面积比例在 30% 以上, 感染度为 3)。

1.3 数据整理、统计方法

鉴于体重是划分鼠类年龄的一个良好的指标 (张知彬和王祖望, 1998)。本文采用体重作为衡量布氏田鼠年龄的标准, 根据体重大小将布氏田鼠分为 7 个体重年龄组: I 龄组: 体重在 10 g 以下 (含); II 龄组: 体重在 10.1 ~ 20.0 g; III 龄组: 体重在 20.1 ~ 30.0 g 之间; IV 龄组: 体重在 30.1 ~ 40.0 g 之间; V 龄组: 体重在 40.1 ~ 50.0 g 之间; VI 龄组: 体重在 50.1 ~ 60.0 g 之间; VII 龄组: 体重在 60.1 g 以上。

样地中布氏田鼠的密度数据采用 3 日连续夹捕捕获的田鼠总数量 (只计算夹线捕获数, 额外增补的夹捕数量不列入密度统计数据), 以各样地夹线捕获布氏田鼠的总数量与夹线面积的比值作为各样地布氏田鼠种群密度指标。数据分析采用统计软件 STATISTICA。

2 结果与分析

2.1 布氏田鼠性别对肝毛细线虫感染率的影响

为了研究布氏田鼠不同性别间肝毛细线虫感染率的差别, 将 2005 年 8 月份各样地所捕获的布氏田鼠分为两个组别进行分析: 30 g 以下的 (I、II、III 组) 归为低龄组段, 30.1 g 以上的归为高龄组段 (IV、V、VI、VII 龄组)。分别比较高、低年龄组中雌雄鼠肝脏中肝毛细线虫感染率的差异。结果表明, 30 g 以下雌、雄鼠肝毛细线虫感染率分别为 2.2% 和 2.5%, 30.1 g 以上雌、雄鼠肝毛细线虫感染率分别为 28.6% 和 25.3%, 经独立性检验表明, 高、低年龄组中雌雄鼠肝毛细线虫感染率均无差

异。因此，在下文分析中，将同一年龄组的布氏田鼠雌雄个体进行合并计算。

2.2 肝毛细线虫感染率与布氏田鼠体重/年龄的关系

为研究肝毛细线虫感染率与布氏田鼠年龄（或者体重，由于体重是年龄划分的良好指标）的关系，依照前文划分的 7 个年龄组对 2005 年 8 月

份各样地所捕获的鼠分别进行统计。I 龄组和Ⅶ龄组采用捕获鼠的实际平均体重，Ⅱ～Ⅵ龄组则采用组龄体重范围的中点值。由此计算出各年龄组的个体感染肝毛细线虫的平均感染度（infection index），即各年龄组每个个体的肝毛细线虫感染度的平均值，统计结果列于表 1。

表 1 不同年龄组布氏田鼠的肝毛细线虫感染率

Table 1 The infection rate of *C. hepatica* on various age groups of Brandt's vole

年龄组 Age group	I	II	III	IV	V	VI	VII
体重范围 (g) Range of body mass (g)	≤10.0	10.1 – 20.0	20.1 – 30.0	30.1 – 40.0	40.1 – 50.0	50.1 – 60.0	≥60.1
平均体重 (g) Mean body mass (g)	9.3	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0	64.8
感染率 Infect rate	0% (10)	0% (92)	3.1% (458)	16.4% (736)	29.8% (236)	48.2% (58)	73.5% (19)
平均感染度 Infection index	0.00	0.00	0.03	0.25	0.54	1.19	2.09

从表 1 中可以看出，不同体重年龄组间肝毛细线虫感染率的差别很大，I 龄组和Ⅱ龄组肝毛细线虫感染检测率均为 0%；从Ⅲ龄组开始出现感染病例，随着年龄的增高，肝毛细线虫感染率显著增加 ($r = 0.9457$, $P < 0.01$)。各年龄组布氏田鼠的平均体重与感染率存在很明显的正相关关系 ($r = 0.9586$, $P < 0.01$)。体重越大，布氏田鼠年龄越高，感染率也越高。本项研究结果表明，布氏田鼠感染肝毛细线虫的临界体重为 24.3 g，超过这个体重才能引发肝毛细线虫感染，低于这个体重则不能形成感染病灶。

进一步分析表明，布氏田鼠年龄组与肝毛细线虫平均感染度也有一定的规律：年龄越大，体重越

高，肝毛细线虫平均感染度就越高（年龄与平均感染度： $r = 0.8954$, $P < 0.01$ ；体重与平均感染度： $r = 0.9101$, $P < 0.01$ ），两者均达到了极显著水平。

2.3 肝毛细线虫感染率与布氏田鼠种群密度的关系

为研究布氏田鼠种群密度对肝毛细线虫感染率的影响，我们分析了各样点布氏田鼠种群密度与肝毛细线虫感染率和平均感染度的关系，结果见图 1，表明布氏田鼠种群密度与肝毛细线虫感染率之间没有明显的相关关系 ($r = 0.3873$, $P > 0.05$)，种群密度与样地间肝毛细线虫的平均感染度也无明显相关 ($r = 0.2268$, $P > 0.05$)。

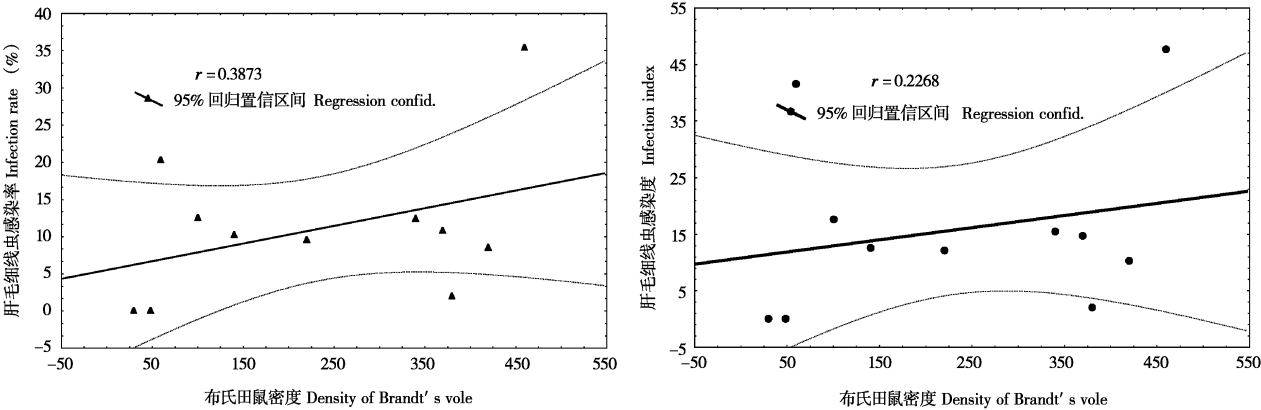


图 1 布氏田鼠种群密度与肝毛细线虫感染率的关系

Fig. 1 Relationship between the Brandt's vole densities and the infection rates of *C. hepatica*

2.4 布氏田鼠种群感染肝毛细线虫的季节性差异

为分析布氏田鼠感染肝毛细线虫的季节差异, 分别比较了2005年5月和8月北部10个样点(样线最南端的1个样点在5月份没有实施夹捕, 因此不列入分析)布氏田鼠肝毛细线虫感染率的差异。检验分析表明(配对数据 t -检验), 8月份样地布氏田鼠的肝毛细线虫病感染率要高于5月份样地感染率($t=2.990$, $P<0.05$)。此外, 8月份样地感染率与5月份样地感染率之间存在极显著的正相关($r=0.9858$, $P<0.01$; 见图2)。

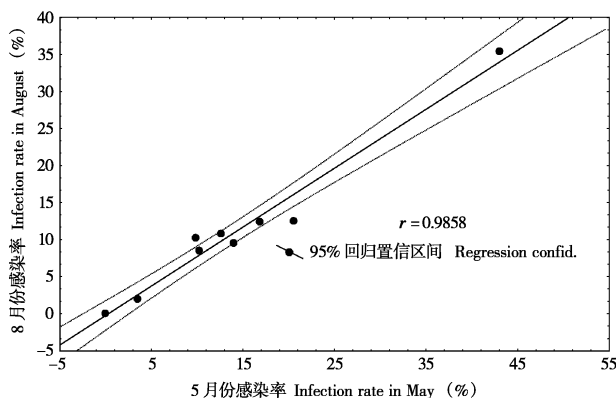


图2 不同季节布氏田鼠肝毛细线虫感染率的相关性

Fig. 2 Correlation between the infection rate of *C. hepatica* in different seasons

3 讨论

本文的分析结果表明: 不同年龄组的布氏田鼠鼠体肝毛细线虫感染率存在非常显著的差异。幼鼠感染率很低, 随着年龄的增长感染率迅速上升, VII龄组(体重在60.1g以上)的个体平均感染率达73%以上。这表明布氏田鼠对肝毛细线虫病具有累积感染的效应。凌洪博等(2000)研究了温州地区肝毛细线虫感染黄胸鼠(*Rattus flavipetcus*)、褐家鼠(*Rattus norvegicus*)和黄毛鼠(*Rattus losea*)时发现, 成体鼠比亚成体鼠、幼鼠的感染率要明显地高。而老年组个体的感染率为最高, 达80%。那么为什么会出现这个现象呢? 这是由肝毛细线虫的生活史特征所决定的。肝毛细线虫是通过进食而感染的, 而虫体感染后会终生保留在鼠体肝脏(Spratt and Singleton, 1986)。幼体组鼠因其取食时间短、感染虫卵的机会较少, 因而感染率低; 相反, 体重高的个体存活时间较长, 进食次数很多, 因而摄入感染期虫卵的机会也相应增多, 感染肝毛细线虫的几率也随之增大。由于鼠类体重是其年龄的良好指标, 体重越大, 年龄就越高(张知彬和

王祖望, 1998), 累积摄入感染期虫卵数量增多, 肝脏成虫数目越来越多, 肝脏病变则越来越严重。因而个体平均感染度也是随年龄的增长而增大。小家鼠(*Mus musculus*)对肝毛细线虫的感染特征也有类似的现象(Singleton *et al.*, 1995), 凌洪博等(2000)的研究结果表明, 黄胸鼠、褐家鼠和黄毛鼠感染率和感染度都随鼠体生理年龄增加而增高。

本次调查表明, 布氏田鼠感染肝毛细线虫的临界体重为24.3 g, 超过这个体重才能引发感染, 低于这个体重则不能形成感染病灶。凌洪博等(2000)在分析黄胸鼠、褐家鼠和黄毛鼠感染特征也表明肝毛细线虫不感染幼鼠, 最早出现感染病例为亚成体鼠, 这些鼠类事实上也存在临界感染体重的现象。关于临界感染体重的现象, 主要有两个方面的解释: 一方面由于布氏田鼠幼鼠出生即以母鼠乳汁为食, 不接触虫卵, 因此不会因为进食被虫卵污染的牧草而引发感染; 幼鼠断乳独立进食后, 才有可能接触、摄入被感染期虫卵污染的牧草, 进而感染肝毛细线虫病。另一方面, 从虫卵摄入体内到肝毛细线虫侵入肝脏直至最终形成病灶, 整个过程也需要有一定的时间。因此, 才可能出现临界感染体重(年龄)的现象。通过人工感染实验表明, 通过给小家鼠饲喂感染期虫卵, 50 d后可检测到肝脏出现病变(凌洪博等, 2000)。

在许多动物传染病种类中, 动物宿主密度越高, 疾病传播的概率也越高。而肝毛细线虫病的感染率及个体平均感染度与布氏田鼠种群密度却不存在相关性。其原因可能在于: 肝毛细线虫病不是急性传染病, 它的传染需要一定的周期, 感染个体并不立即传染给其他个体, 只有在感染个体死亡后才能从其肝脏中释放出虫卵, 虫卵释放后才有可能对同一样地的个体进行感染(Spratt and Singleton, 1986, 2001), 即存在一定的时滞效应。另外, 布氏田鼠以牧草为主要食物, 在食物充足的情况下, 很少有同类相残的习性(张知彬和王祖望, 1998), 这事实上也减少了虫卵被释放的机会。因而, 布氏田鼠密度对感染率的效应并不能立即起作用。从本文的分析结果来看, 8月份各样地的感染率与5月份高度相关即是时滞效应的最好的说明。

参考文献:

- Attah E B, Nagarajan S, Obineche E N. 1983. Hepatic Capillariasis. *Am J Clin Pathol*, **79**: 127.
- Lin L, Zhang L. 2005. Memory and recognition of conspecific odors in

- the Brandt's vole. *Acta Theriologica Sinica*, **25** (1): 52 - 56. (in Chinese)
- Ling H B, Pan C W, Huang H C, Liu Q Z, Zhen X Y, Jin Y G, Yi W P. 2000. Epidemiological and biological studies of *Capillaria hepatica* of rodents in Wenzhou district. *Journal of Wenzhou Med*, **30** (1): 13 - 15. (in Chinese)
- Shen L J, Li W. 2005. Helminth infection of *Tupaia belangeri chinensis* in the wild. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, **16** (6): 440 - 441. (in Chinese)
- Shi D Z, Wan X R, Davis S A, Pech P P, Zhang Z B. 2002. Simulation of lethal control and fertility control in a demographic model for Brandt's vole *Microtus brandti*. *Journal of Applied Ecology*, **39** (2): 337 - 348.
- Singleton G R, Chambers L K, Spratt D M. 1995. An experimental field study to examine whether *Capillaria hepatica* (Nematoda) can limit house mouse population in eastern Australia. *Wildlife Research*, **22** (1): 31 - 53.
- Singleton G R, Spratt D M, Barker S C, Hodgson P F. 1991. The geographic distribution and host range of *Capillaria hepatica* (Bancroft) (Nematoda) in Australia. *International Journal for Parasitology*, **21**, 945 - 957.
- Spratt D M, Singleton G R. 1986. Studies on the life cycle, infectivity and clinical effects of *Capillaria hepatica* (Bancroft) (Nematoda) in mice, *Mus musculus*. *Australian Journal of Zoology*, **35**, 337 - 341.
- Spratt D M, Singleton G R. 2001. Hepatic Capillariasis. In: Samuel W M, Pybus M J, Kocan A A eds. *Parasitic Diseases of Wild Mammals*, Iowa State Univ Press, 365 - 379.
- Wan X R, Liu W, Wang G H, Wang M J, Zhong W Q. 2006. Seasonal changes of the activity patterns of Brandt's vole in the typical steppe in Inner Mongolia. *Acta Theriologica Sinica*, **26** (3): 226 - 234. (in Chinese)
- Wan X R, Zhang X J, Liu W, Wang G H, Wang M J, Zhong W Q. 2007a. Study on the seasonal changes of social hierarchy based on a marked population of Brandt's vole. *Chinese Journal of Ecology*, **27** (3): 359 - 362. (in Chinese)
- Wan X R, Jing Y, Zhao T B, Guo P F, Shi Y S, Bao X, Wang G H. 2007b. Nature epidemic disease reservoir of *Capillaria hepatica* and the relationship with the distribution of rodent in Xilinguole district, Inner Mongolia. *Chinese Journal of Zoology*, **42** (1): 14 - 19. (in Chinese)
- Wright K A. 1961. Observation on the life cycle of *Capillaria hepatica* (Bancroft, 1893) with a description of the adult. *Canadian Journal of Zoology*, **38**, 167 - 182.
- Xiong M T, Yang G R, Wu X, Fan C Z, Tao K H, Wang G L, Cai W F. 1999. Investigation of small mammals on *Capillaria hepatica* in Weishan county. *Endemic Diseases Bulletin*, **14** (3): 58 - 60. (in Chinese)
- Zhang J J, Shi D Z. 2005. Social dominance of male Brandt's vole. *Chinese Journal of Zoology*, **40** (6): 19 - 24. (in Chinese)
- Zhang J J, Shi D Z. 2006. Social behavior of male Brandt's vole under different group conditions. *Acta Theriologica Sinica*, **26** (2): 159 - 163. (in Chinese)
- Zhang Z B, Pech R, Davis S, Shi D Z, Wan X R, Zhong W Q. 2003. Extrinsic and intrinsic factors determine the eruptive dynamics of Brandt's voles (*Microtus brandti*) in Inner Mongolia, China. *Oikos*, **100** (2): 299 - 310.
- Zhong W Q, Wang M J, Wan X R. 1999. Ecological management of Brandt's vole in Inner Mongolia, China. In: Singleton G, Hinds L, Leirs H, Zhang Z B eds. *Ecological-Based Rodent Management*. Canberra: ACIAR, 199 - 214.
- 申丽洁, 李伟. 2005. 野栖树鼩的蠕虫感染. 中国媒介生物学及控制杂志, **16** (6): 440 - 441.
- 张建军, 施大钊. 2005. 布氏田鼠雄性的优势地位. 动物学杂志, **40** (6): 19 - 24.
- 张建军, 施大钊. 2006. 不同社群条件下雄性布氏田鼠的行为. 兽类学报, **26** (2): 159 - 163.
- 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.
- 宛新荣, 刘伟, 王广和, 王梦军, 钟文勤. 2006. 典型草原区布氏田鼠的活动节律及其季节变化. 兽类学报, **26** (3): 226 - 234.
- 宛新荣, 张新阶, 刘伟, 王广和, 王梦军, 钟文勤. 2007a. 布氏田鼠标志种群的社群等级及其季节变化. 生态学杂志, **27** (3): 359 - 362.
- 宛新荣, 经宇, 赵天飙, 郭鹏飞, 石岩生, 宝祥, 王广和. 2007b. 锡林郭勒地区肝毛细线虫病自然疫源地与鼠类分布的关系. 动物学杂志, **42** (1): 14 - 19.
- 林琳, 张立. 2005. 成年布氏田鼠对个体气味信号的识别与记忆. 兽类学报, **25** (1): 52 - 56.
- 凌洪博, 潘长旺, 黄慧聪, 刘启真, 郑晓云, 金永国, 易维平. 2000. 温州地区鼠类肝毛细线虫流行病学和生物学研究. 温州医学院学报, **30** (1): 13 - 15.
- 熊孟韬, 杨光荣, 吴兴, 范崇正, 陶开会, 王国良, 蔡文凤. 1999. 巍山县永建乡小型兽类感染肝毛细线虫调查. 地方病通报, **14** (3): 58 - 60.