

典型草原区达乌尔鼠兔年龄划分标准

陈立军^① 刘伟^① 苏永志^② 郑思思^① 张小倩^② 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研究国家重点实验室 北京 100101;

② 首都师范大学生命科学学院 北京 100048

摘要: 年龄鉴定是研究动物种群生态学的重要基础。作者于2009~2010年间在内蒙古典型草原区采用整洞群夹捕的取样方法捕获了198只达乌尔鼠兔(*Ochotona dauurica*, 116只雌鼠, 82只雄鼠)。在对样本进行常规解剖和数据记录后, 根据样本的胴体重频次分布特征并参照繁殖特征, 对达乌尔鼠兔进行年龄划分。分析结果表明, 达乌尔鼠兔胴体重存在显著的性别差异, 据此本文按照性别将达乌尔鼠兔划分为如下3个年龄组, 雌性: 幼年组(胴体重 ≤ 55 g)、亚成年组($55 < \text{胴体重} < 75$ g)、成年组(胴体重 ≥ 75 g); 雄性: 幼年组(胴体重 ≤ 55 g)、亚成年组($55 < \text{胴体重} < 85$ g)、成年组(胴体重 ≥ 85 g)。并根据达乌尔鼠兔体重与胴体重之间的相互关系, 建立了利用体重鉴定达乌尔鼠兔年龄的依据。本方法可为野外达乌尔鼠兔的年龄划分和种群结构动态研究提供参考依据。

关键词: 达乌尔鼠兔; 年龄鉴定; 胴体重; 体重

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2013)03-345-06

The Age Determination of *Ochotona dauurica* by Carcass Weight and Body Weight in Typical Steppe

CHEN Li-Jun^① LIU Wei^① SU Yong-Zhi^② ZHENG Si-Si^① ZHANG Xiao-Qian^② WAN Xin-Rong^{①*}

① State Key Laboratory of Integrated Pest Management, Institute of Zoology, Chinese Academy of Science, Beijing 100101;

② School of Life Science, Capital Normal University, Beijing 100048, China

Abstract: The age determination of Daurian Pika (*Ochotona dauurica*) plays a key role in the study of its population ecology. We analyzed the carcass weight of 198 samples of Daurian Pika (116 female, 82 male), captured in Abaga Qi, Xilinhot City, Inner Mongolia of China from 2009 to 2010, and found out that the average carcass weight of female and male pikas was significantly different (79.13 ± 2.37 g vs. 91.76 ± 3.74 g). Basis on the frequency distribution of each carcass weight, taking the reproductive status as a reference, we divided the female and male pikas into three age groups, juvenile, subadult and adult, respectively. The standard of carcass weight was juvenile (≤ 55 g), subadult ($55 - 75$ g), and adult (≥ 75 g) for female; juvenile (≤ 55 g), subadult ($55 - 85$ g), and adult (≥ 85 g) for male. The carcass weight between different age groups was significantly different and was also significantly positively correlated with body weight. Thus, the standard of age division by body weight resulted from the present study can be used as a potential tool in analyzing age structure in Daurian Pika population ecology study.

Key words: *Ochotona dauurica*; Age determination; Carcass weight; Body weight

基金项目 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室开放课题(No. IPM1207), 中国科学院重要方向项目(No. KSCX2-EW-N-05);

* 通讯作者, E-mail: wanxr@ioz.ac.cn;

第一作者介绍 陈立军, 男, 硕士; 研究方向: 啮齿动物种群生态学; E-mail: chenlijun_05@163.com。

收稿日期: 2013-01-27, 修回日期: 2013-03-29

年龄鉴定是动物种群生态学研究的基本方法。掌握年龄鉴定方法有助于估算个体生长率、性成熟年龄、寿命、种群出生率、存活率、种群年龄结构及种群数量动态,有效的为濒危物种保护和有害生物的防治提供依据(张知彬等 1998)。在鼠类年龄鉴定方面,国内学者已进行了广泛的研究,提出了 10 多种年龄鉴定方法:臼齿磨损度法、胴体重法、晶体干重法、体重法、体长法、尾长法、头骨干重法、头骨形态法和雄鼠性器官法等(董维惠等 1991, 周延林 1996)。目前国内已完成 50 种鼠类的种群年龄划分,占我国已知啮齿类动物的 1/4 左右(杨再学 2003)。在上述指标中,体重是最常用的用于划分野外鼠类年龄的指标(张知彬等 1998)。

关于鼠兔年龄鉴定也已有一些报道:Smith 等(1991)和曲家鹏等(2008)根据出生时间对高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)进行了年龄组的划分, Millar 等(1972)采用下颌的骨膜生长线鉴定北美鼠兔(*O. princeps*)的年龄, Lissovsky (2004)利用头骨的指标和臼齿磨损状况来划分达乌尔鼠兔(*O. dauurica*)的年龄,然而根据胴体重和体重来划分达乌尔鼠兔年龄的标准却未见报道。

1 材料与方法

达乌尔鼠兔广泛分布于内蒙古东部和中部,以植物茎叶为食,其生境特征为中等高度以上植被的典型草原区(王桂明等 1996, Zhong et al. 2008),具有贮食越冬行为,为内蒙古典型草原区的主要害鼠之一(Wang et al. 2006)。达乌尔鼠兔繁殖期通常为 4~7 月(陈立军 2011)。

1.1 样地介绍 研究地点位于内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗(44°26'N, 114°58'E),海拔 1 200 m,气候属中温带半干旱大陆性气候,受季风环流影响,冬季漫长,寒冷干燥;夏季温热多雨,春秋气温变化剧烈。年平均温度 1.3℃,最冷月 1 月份的平均温度 -21.2℃,最热月 7 月份平均温度 20.8℃;极端最低温度 -41.5℃,极端最高温度 38.6℃。年降水量约

为 250 mm,且集中于 6~8 月。本地区植被类型以草原为主,主要物种有多根葱(*Allium polyrhizum*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)、克氏针茅(*Stipa krylovii*)、羊草(*Leymus chinense*)、小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla*)、独行菜(*Lepidium apetalum*)、栉叶蒿(*Neopallasia pectinata*)、木地肤(*Kochia prostrata*)和猪毛菜(*Salsola collina*)等。样地内的啮齿类动物除达乌尔鼠兔外,还有少量黑线毛足鼠(*Phodopus campbelli*)、布氏田鼠(*Lasiopodomys brandtii*)和长爪沙鼠(*Meriones unguiculatus*)。

1.2 取样方法 作者于 2009 年 8~10 月、2010 年 4~9 月,每月各选择 1 hm²样地,按照洞口夹捕法对样地内的所有达乌尔鼠兔进行整洞群夹捕取样,平均每个洞群 10~15 鼠兔(根据活动洞口的数量),以花生米为诱饵,每天检查 2 次,连续捕捉 3 d,基本捕尽洞群内的鼠兔,同时采用堵洞口法确认洞群中的所有个体是否被捕尽(施大钊等 1998)。

对捕获的样本进行编号,记录捕获洞群位置、性别、体重、体长,雄鼠睾丸下降情况(李子巍等 1998),然后解剖鼠兔,观察雌鼠怀孕情况和胎仔数,测量胴体重(去除全部内脏后的体重),体重和胴体重用便携式电子天平(奥豪斯 SE601F 型,精确到 0.1 g)测定。

1.3 数据分析 所有统计分析由 R2.15.2(R Development Core Team 2012)完成。采用 *t*-test 检验达乌尔鼠兔胴体重的性别差异,利用 Pearson 相关性检验数据之间的相关性,数据的正态分布检验则采用 Shapiro-Wilk 检验。如果统计变量非正态分布,采用 Kruskal-Wallis 检验总体间的差异;若总体差异显著,则进一步用 Wilcoxon 检验不同年龄组间的差异。由于胴体重与体长非线性关系,二者之间的相关性分析采用 Lagler 模型(即幂函数模型): $W = aL^n$,其中, n 为维度参数, W 为胴体重(g), L 为体长(mm), a 为常数。为了更好地估计 Lagler 模型参数,通常将其转化为对数线性模型 $\ln W = \ln a + n \ln L$,即使用线性模型方法(李仲来 2000)。本文数据均采用平均值 ± 标准误。

2 结果与分析

2.1 达乌尔鼠兔胴体重、体重和体长的性别差异 2009 ~ 2010 年共捕鼠兔 198 只,其中,雌鼠 116 只,平均胴体重为 (79.13 ± 2.37) g;雄鼠 82 只,平均胴体重为 (91.76 ± 3.74) g。雌雄鼠兔胴体重差异极显著 ($t = -2.85, P = 0.005$),雌雄鼠兔体重差异极显著 ($t = -2.67, P = 0.008$),雌雄鼠兔体长差异不显著 ($t = -0.61, P = 0.543$) (表 1)。据此分别对雌鼠、雄鼠进行年龄划分。

2.2 达乌尔鼠兔年龄划分标准 以胴体重每差 5 g 为一组,将所有鼠兔进行频次分配,制作频次图(图 1),由于取样时间有间隔,因此,胴体重在频次分布上及各年龄组之间会出现间断现象。参照 2009 ~ 2010 年鼠兔繁殖特征和

1980 ~ 1984 年所捕获鼠兔的繁殖特征(钟文勤未发表数据),可将达乌尔鼠兔胴体重划分为 3 个年龄组,包括幼年组、亚成年组和成年组。其中,亚成年组鼠兔繁殖器官已经发育,但无参与繁殖的个体。

各年龄组胴体重范围,雌鼠:幼年组(胴体重 ≤ 55 g)、亚成年组($55 \text{ g} < \text{胴体重} < 75$ g)、成年组(胴体重 ≥ 75 g);雄鼠:幼年组(胴体重 ≤ 55 g)、亚成年组($55 \text{ g} < \text{胴体重} < 85$ g)、成年组(胴体重 ≥ 85 g)。经统计检验,雌鼠胴体重:幼年组和亚成年组、亚成年组和成年组之间差异极显著($P_{J-S} < 0.01, P_{S-A} < 0.01$);雄鼠胴体重:幼年组和亚成年组、亚成年组和成年组之间差异极显著($P_{J-S} < 0.01, P_{S-A} < 0.01$)。各年龄组的胴体重数据见表 2。

表 1 达乌尔鼠兔的胴体重、体重和体长的性别差异

Table 1 The carcass weight, body weight and body length of *Ochotona dauurica*

指标 Index	性别 Gender	样本数(只) Sample size (ind)	范围 Ranger	平均值 \pm 标准误 Mean \pm SE	t 检验 t-test
胴体重 Carcass weight(g)	雌鼠 Female	116	8.7 ~ 141.3	79.13 \pm 2.37	$P = 0.005$
	雄鼠 Male	82	16.8 ~ 152.9	91.76 \pm 3.74	
体重 Body weight(g)	雌鼠 Female	106	11.8 ~ 194.1	111.56 \pm 3.40	$P = 0.008$
	雄鼠 Male	82	25.5 ~ 199.9	127.08 \pm 4.72	
体长 Body length(mm)	雌鼠 Female	85	60 ~ 186	140.94 \pm 2.63	$P = 0.543$
	雄鼠 Male	69	83 ~ 182	143.24 \pm 2.72	

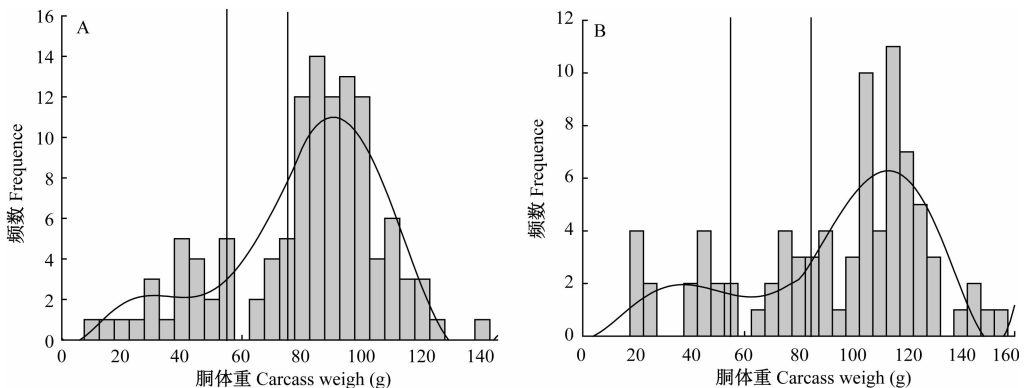


图 1 达乌尔鼠兔胴体重频数分布图

Fig. 1 The carcass weight frequency of *Ochotona dauurica*

A. 雌性; B. 雄性; 竖线为胴体重划分年龄组分界线, 曲线为所有胴体重拟合曲线。

A. Female; B. Male; Vertical line: Boundary line between age groups; Curve: Fit curve of carcass weight.

表 2 各年龄组达乌尔鼠兔的胴体重

Table 2 The carcass weight in different age group of *Ochotona daurica*

性别 Gender	年龄组 Age group	样本数(只) Sample size (ind)	范围(g) Ranger	平均值 ± 标准误 Mean ± SE	标准差 Standard deviation	Wilcoxon 检验 Wilcoxon test
雌鼠 Female	幼年组 Juvenile	24	8.7 ~ 54.3	37.05 ± 2.55	12.48	$P_{J-S} < 0.01$
	亚成年组 Subadult	11	64.1 ~ 74.8	69.74 ± 3.57	3.57	$P_{S-A} < 0.01$
	成年组 Adult	81	75.4 ~ 141.3	92.88 ± 1.39	12.51	
雄鼠 Male	幼年组 Juvenile	16	16.8 ~ 51.8	35.59 ± 3.26	13.04	$P_{J-S} < 0.01$
	亚成年组 Subadult	13	64.5 ~ 83.6	74.28 ± 1.79	6.46	$P_{S-A} < 0.01$
	成年组 Adult	53	86.9 ~ 152.9	113.01 ± 2.03	14.76	

P_{J-S} 为幼年组与亚成年组比较 P 值; P_{S-A} 为亚成年组与成年组比较 P 值。

P_{J-S} represent the P value between juvenile and subadult group comparison; P_{S-A} represent the P value between subadult and adult group comparison.

2.3 各年龄组达乌尔鼠兔体重 对捕获的 198 只鼠兔的体重进行统计, 平均体重雌鼠 (116.00 ± 3.50) g, 雄鼠 (127.08 ± 4.72) g。根据胴体重划分的年龄组进行组间分析, 雌鼠体重: 幼年组和亚成年组、亚成年组和成年组之间差异极显著 ($P_{J-S} < 0.01, P_{S-A} < 0.01$); 雄鼠体重: 幼年组和亚成年组、亚成年组和成年组之间差异极显著 ($P_{J-S} < 0.01, P_{S-A} < 0.01$); 且体

重随着年龄的生长而增加, 各年龄组的体重见表 3。

2.4 胴体重与体重之间的相关性分析 对各年龄组达乌尔鼠兔的胴体重 (x) 与体重 (y_1) 进行相关性分析, 结果见表 4。

鼠兔的胴体重与体重均呈显著正相关性 (雌性: $y_1 = 1.446x + 2.293, R^2 = 0.948, P < 0.01$; 雄性: $y_1 = 1.246x + 12.771, R^2 = 0.973,$

表 3 各年龄组达乌尔鼠兔的体重

Table 3 The body weight in different age group of *Ochotona daurica*

性别 Gender	年龄组 Age group	样本数(只) Sample size (ind)	范围(g) Ranger	平均值 ± 标准误 Mean ± SE	标准差 Standard deviation	Wilcoxon 检验 Wilcoxon test
雌鼠 Female	幼年组 Juvenile	24	11.8 ~ 84.7	56.73 ± 3.97	19.46	$P_{J-S} < 0.01$
	亚成年组 Subadult	11	88.8 ~ 110.4	101.42 ± 1.92	6.38	$P_{S-A} < 0.01$
	成年组 Adult	81	104.2 ~ 194.1	135.55 ± 2.39	21.54	
雄鼠 Male	幼年组 Juvenile	16	25.5 ~ 78.5	54.40 ± 4.95	19.78	$P_{J-S} < 0.01$
	亚成年组 Subadult	13	101.2 ~ 126.8	109.68 ± 2.36	8.53	$P_{S-A} < 0.01$
	成年组 Adult	53	117.9 ~ 199.9	153.2 ± 2.43	17.67	

P_{J-S} 为幼年组与亚成年组比较 P 值; P_{S-A} 为亚成年组与成年组比较 P 值。

P_{J-S} represent the P value between juvenile and subadult group comparison; P_{S-A} represent the P value between subadult and adult group comparison.

表 4 各年龄组达乌尔鼠兔胴体重与体重的相关性

Table 4 The correlation between carcass weight and body weight in different age group of *Ochotona daurica*

性别 Gender	年龄组 Age group	自由度 Degree of freedom	回归方程 Regression equation	相关系数 R^2	P 值 P value
雌鼠 Female	幼年组 Juvenile	22	$y_1 = 6.1448 + 1.3231x$	0.9934	$P < 0.05$
	亚成年组 Subadult	9	$y_1 = 13.2391 + 1.2202x$	0.9918	$P < 0.05$
	成年组 Adult	79	$y_1 = 19.2982 + 1.2138x$	0.8639	$P < 0.05$
雄鼠 Male	幼年组 Juvenile	16	$y_1 = 1.7392 + 1.4795x$	0.9520	$P < 0.05$
	亚成年组 Subadult	13	$y_1 = 22.0723 + 1.1794x$	0.7988	$P < 0.05$
	成年组 Adult	53	$y_1 = 25.6542 + 1.0941x$	0.8361	$P < 0.05$

$P < 0.01$), 体重随胴体重同步增加。依据胴体重与体重之间的线性关系, 结合胴体重划分年龄组标准, 提出鼠兔年龄组间的体重划分标准: 雌鼠, 幼年组 (体重 ≤ 80 g)、亚成年组 ($80 < \text{体重} < 110$ g)、成年组 (体重 ≥ 110 g); 雄鼠, 幼年组 (体重 ≤ 80 g)、亚成年组 ($80 < \text{体重} < 120$ g)、成年组 (体重 ≥ 120 g)。

2.5 各年龄组达乌尔鼠兔体长 对捕获的 198 只鼠兔的体长进行统计, 雌鼠平均体长为 (143.47 ± 2.29) mm, 雄鼠平均体长为 (143.25 ± 2.50) mm。根据胴体重划分的年龄组进行组间分析, 统计结果表明, 雌鼠体长: 幼年组与亚成年组差异显著 ($P_{J-S} < 0.01$)、亚成年组和成年组间差异不显著 ($P_{S-A} > 0.05$); 雄鼠体长: 幼年组与亚成年组差异极显著 ($P_{J-S} < 0.01$), 亚成年组和成年组差异不显著 ($P_{S-A} > 0.05$)。各年龄组的体长见表 5。

2.6 胴体重与体长之间的相关性分析 对各年龄组达乌尔鼠兔的胴体重 (x) 与体长 (y_2) 进

行线性相关性分析, 结果见表 6。

分析结果表明, 雌鼠幼年组和雄鼠幼年组胴体重与体长呈显著相关 ($P < 0.05$), 其余 4 组胴体重与体长的相关性均不显著 ($P > 0.05$), 达乌尔鼠兔在幼体时期, 体长随着鼠兔的生长而增加, 到亚成体、成体之后, 体长稳定在一定范围之内, 不再增长, 因此, 体长指标可以为达乌尔鼠兔年龄划分提供参考, 但不是主要依据。

3 讨论

胴体重随年龄的生长而增加, 以胴体重为标准的年龄鉴定方法是相对可靠的重要指标之一。胴体重标准同样适用于孕鼠和繁殖雄鼠, 排除了繁殖状况和摄食对年龄鉴定的影响, 优于体年年龄鉴定方法 (张洁 1985)。在常规夹线捕捉的鼠类个体样本中, 胴体重也是最常用的数据指标之一, 因而具有良好的应用前景 (张知彬等 1998)。

表 5 各年龄组达乌尔鼠兔的体长

Table 5 The body length in different age group of *Ochotona dauurica*

性别 Gender	年龄组 Age group	样本数 (只) Sample size (ind)	范围 (mm) Ranger	平均值 \pm 标准误 Mean \pm SE	标准差 Standard deviation	Wilcoxon 检验 Wilcoxon test
雌鼠 Female	幼年组 Juvenile	24	60 ~ 150	117.50 \pm 4.67	22.90	$P_{J-S} < 0.01$
	亚成年组 Subadult	11	125 ~ 168	145.14 \pm 4.47	14.83	$P_{S-A} > 0.05$
	成年组 Adult	81	100 ~ 186	148.52 \pm 2.26	20.30	
雄鼠 Male	幼年组 Juvenile	16	83 ~ 142	113.21 \pm 5.02	20.07	$P_{J-S} < 0.01$
	亚成年组 Subadult	13	130 ~ 174	152.45 \pm 3.29	11.86	$P_{S-A} > 0.05$
	成年组 Adult	53	110 ~ 182	150.50 \pm 2.32	16.91	

P_{J-S} 为幼年组与亚成年组比较 P 值; P_{S-A} 为亚成年组与成年组比较 P 值。

P_{J-S} represent the P value between juvenile and subadult group comparison; P_{S-A} represent the P value between subadult and adult group comparison.

表 6 各年龄组达乌尔鼠兔胴体重与体长的相关性

Table 6 The correlation between carcass weight and body length in different age group of *Ochotona dauurica*

性别 Gender	年龄组 Age group	自由度 Degree of freedom	回归方程 Regression equation	相关系数 R^2	P 值 P value
雌鼠 Female	幼年组 Juvenile	18	$\ln y_2 = 3.4957 + 0.3462 \ln x$	0.8643	$P < 0.05$
	亚成年组 Subadult	5	$\ln y_2 = 4.2020 + 0.1764 \ln x$	0.2999	$P > 0.05$
	成年组 Adult	79	$\ln y_2 = 4.4761 + 0.1112 \ln x$	0.0295	$P > 0.05$
雄鼠 Male	幼年组 Juvenile	16	$\ln y_2 = 3.4005 + 0.3803 \ln x$	0.8088	$P < 0.05$
	亚成年组 Subadult	13	$\ln y_2 = 3.9720 + 0.2456 \ln x$	0.0579	$P > 0.05$
	成年组 Adult	53	$\ln y_2 = 4.4883 + 0.1100 \ln x$	0.0163	$P > 0.05$

体重增长与年龄直接相关,也是身体增长的最明显指标,该方法无论野外或实验室操作均极简便易行,已为许多学者在研究年龄中所采用(杨荷芳 1990)。达乌尔鼠兔体重随年龄的增长而增长,各组之间差异显著,年龄组间的重叠区域很小,胴体重和体重无论在全部样本中还是各年龄组中均呈显著的正相关,因此二者均可以作为划分年龄的重要指标。与臼齿磨损度、晶体干重、头骨形态等指标相比,体重更适用于野外达乌尔鼠兔种群结构动态研究。但体重指标受季节和环境的影响,应考虑鼠兔的繁殖状况和生境的食物情况等因素(王桂明等 1993, 1996)。此外,无论是标志重捕方法还是常规夹线取样,鼠兔的体重数据都是重要的指标,因此,建立鼠兔的体重划分标准具有较好的实用性。

体长亦是反映年龄的指标,但是达乌尔鼠兔体长发育到亚成体后趋于稳定,几乎不再增长,亚成体组和成体组之间体长差异不显著,年龄组间的重叠区间很大。因此,鼠兔的体长不是划分年龄的理想指标。另外,对小型哺乳动物来说,其肌肉及软组织部分延伸性变化较大,体长测量的操作极易造成较大的人为误差(杨荷芳 1990)。

Lissovsky (2004) 利用头骨的指标和臼齿磨损状况来划分达乌尔鼠兔的年龄,臼齿磨损程度与年龄增长呈一定比例,可以作为划分鼠兔年龄标准。但臼齿磨损程度的个体变异较大,因此臼齿磨损程度方法鉴定年龄需要足够多、能够进行一系列标准比较的样本数,才能获得相对准确的年龄划分标准,而且磨损程度的鉴定具有较大的主观成分(张明海等 2000),另外这种鉴定方法无法用于动物的活体研究。

致谢 感谢内蒙古草原动物生态研究站提供实验室分析条件,感谢钟文勤先生、王桂明教授对本文数据整理分析的指导。

参 考 文 献

Lissovsky A. 2004. Contribution to age determination of pikas (Lagomorpha, Ochotoniade, *Ochotona*). *Russian Journal of Theriology*, 3(1): 43 - 48.

- Millar J S, Zwickel F C. 1972. Determination of age, age structure, and mortality of the pika, *Ochotona princeps* (Richardson). *Canadian Journal of Zoology*, 50(2): 229 - 232.
- R Development Core Team. 2012. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. [EB/OL]. [2013-01-06]. <http://www.R-project.org/>.
- Smith A T, Wang X G. 1991. Social relationships of adult black-lipped pikas (*Ochotona curzoniae*). *Journal of Mammalogy*, 72(2): 231 - 247.
- Wang G, Zhong W. 2006. Mongolian gerbils and Daurian pikas responded differently to changes in precipitation in the Inner Mongolian grasslands. *Journal of Arid Environments*, 66(4): 648 - 656.
- Zhong W, Wang G, Zhou Q, et al. 2008. Effects of winter food availability on the abundance of Daurian pikas (*Ochotona dauurica*) in Inner Mongolian grasslands. *Journal of Arid Environments*, 72(7): 1383 - 1387.
- 陈立军. 2011. 典型草原区达乌尔鼠兔的种群存活率和补充率的研究. 北京: 中国科学院动物研究所硕士学位论文, 41 - 43.
- 董维惠, 侯希贤, 杨玉平, 等. 1991. 用水晶体干重鉴定五趾跳鼠的种群年龄. *动物学研究*, 12(3): 265 - 270.
- 李子巍, 孙儒泳, 杜继曾. 1998. 高原鼠兔的季节性繁殖. *兽类学报*, 18(1): 42 - 49.
- 李仲来. 2000. 实验条件下小型啮齿动物体重与体长模型的数值拟合. *兽类学报*, 20(2): 157 - 160.
- 曲家鹏, 杨敏, 李文靖, 等. 2008. 高原鼠兔家群结构的季节变异. *兽类学报*, 28(2): 144 - 150.
- 施大钊, 海淑珍, 刘雪龙. 1998. 布氏田鼠数量调查方法的比较. *草地学报*, 6(3): 185 - 190.
- 王桂明, 周庆强, 钟文勤, 等. 1993. 达乌尔鼠兔和布氏田鼠食物资源竞争关系的研究. *植物学通报*, 10(增刊 1): 35.
- 王桂明, 周庆强, 钟文勤. 1996. 内蒙古典型草原 4 种常见小哺乳动物的营养生态位及相互关系. *生态学报*, 16(1): 71 - 76.
- 杨荷芳. 1990. 小型兽类年龄鉴定方法简评. *生态学杂志*, 9(2): 56 - 57.
- 杨再学. 2003. 中国鼠类年龄鉴定及研究进展. 贵阳: 贵州科技出版社, 1 - 20.
- 张洁. 1985. 北京地区黑线仓鼠年龄鉴定及种群年龄组成的研究. *兽类学报*, 5(2): 141 - 150.
- 张明海, 许庆翔, 路秉信, 等. 2000. 马鹿臼齿磨损率与年龄关系的研究. *兽类学报*, 20(4): 250 - 257.
- 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.
- 周延林, 杨玉平, 侯希贤, 等. 1996. 用头骨上齿隙鉴定布氏田鼠种群年龄的研究. *草地学报*, 4(1): 63 - 68.