

# 长爪沙鼠肥满度的年龄和季节特征

刘 伟 宛新荣 王广和 钟文勤 \*

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

刘文东

(内蒙古太仆寺旗植保站, 太仆寺旗, 027000)

**摘要:** 采用胴体重 (去除内脏的体重, 记为  $W_N$ ) 替代传统计算公式中的体重 ( $W$ ) 建立肥满度指标  $K = 100 W_N / L^3$  ( $g/cm^3$ ) 对长爪沙鼠肥满度的年龄和季节变化特征进行研究。结果显示: 该鼠肥满度年龄组间差异显著, 未成年个体的肥满度明显高于成年个体; 各性别年龄组肥满度季节变化明显, 趋势基本一致, 春季高、夏季最低、秋季又行育肥。在春夏季繁殖期 (8 月以前), 雌鼠的肥满度大于雄鼠。成年雌鼠秋季育肥时间晚于其他个体组。长爪沙鼠肥满度的年龄差异和季节变化反映了该鼠在不同生活时期对环境的生理适应特征和对策。此外, 各月肥满度与当月及其后第 4 个月的夹捕率存在一定的相关关系, 提示该指标在短期预测长爪沙鼠种群数量方面可能有其参考价值。

**关键词:** 长爪沙鼠; 胴体重; 肥满度; 年龄; 季节

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 1050 (2003) - -

## Characteristics of Relative Fatness in Mongolian Gerbil (*Meriones unguiculatus*) in Different Ages and Seasons

LIU Wei WAN Xinrong WANG Guanghe ZHONG Wenqin

(*Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080, China*)

LIU Wendong

(*TaiPuSi Banner, Plant Protection Station, Inner Mongolia, 027000, China*)

**Abstract:** Relative fatness is an important general indicator of physiological body condition of small mammals and reflects their adaptive ability to the environment. The relative fatness of Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) was studied from March to November 1997 in TaiPuSi Banner, Inner Mongolia in China. It was calculated by the formula:  $K = 100W_N/L^3$  ( $g/cm^3$ ), where  $L$  indicated the naso-anal length, and  $W_N$  was the carcass body weight minus all internal organs. The removal of all internal organs is to exclude the possible ones caused by the weight of food in digestive canal, embryos or pregnancy and sexual organs. Results indicated that the relative fatness changed significantly with age which relative fatness of subadult individuals was significantly higher than that of adult ones. Its seasonal changes of different sexual age groups were in accordance with this rule: relative fatness of rodents becomes high in spring, lowest in summer and fatted again in autumn in high altitude zones. Our results indicated that the relative fatness of the female was higher than that of the male before August; and the relative fatness of the subadult and adult male groups were fatted until September or October, while that of the female group fatted until November. Combined with the life history characteristics, it was concluded that Mongolian gerbils adjusted its physiological conditions to adapt to the environment in different life stages. In addition, the monthly relative fatness in males negatively correlated to its monthly population relative size, and relative fatness in the adults had a significant positive correlation with the population size 4 month later. Our results indicated that using relative fatness as an indicator in forecasting relative size of population in Mongolian gerbils has its reference value.

**Key words:** Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*); Carcass body mass; Relative fatness; Age; Season

基金项目: 中国科学院知识创新工程重点资助项目 (KSCX2-1-03)

作者简介: 刘伟 (1972 - ), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事鼠类种群和行为生态学。

收稿日期: 2002 - 04 - 17; 修回日期: 2002 - 11 - 27

\*通讯作者, E-mail: zhongwq@panda.ioz.ac.cn

肥满度是衡量动物对环境适度的最常用的综合生理指标。自夏武平等<sup>[1]</sup>将鱼类学中应用的肥满度指标  $K = 100 W/L^3$  ( $W$  为体重,  $L$  为体长, 单位:  $g/cm^3$ ) 引入到啮齿动物生态研究领域以来, 该指标已为许多学者应用于多种鼠类的种群生态学及鼠害预测研究<sup>[1~6]</sup>。长爪沙鼠 (*Meriones unguiculatus*) 是我国北方农牧交错区的重要害鼠。研究该鼠肥满度的年龄和季节变化特征及其与种群数量的关系, 对分析其生态适应和寻求种群数量预测的适用指标均有一定意义。

以往有些研究文献指出, 采用体重计算的肥满度指标  $K$ , 由于尚未排除动物因摄食即消化道内容物数量和质量及雌鼠胚胎和雄鼠睾丸与贮精囊状况对体重的影响, 如春、夏季雌鼠妊娠率高, 大大提高了它们应有的肥满度数值, 从而难以确定肥满度年龄、季节及年度变化规律, 故在深入分析动物在不同生活史阶段的生理适应时, 其应用受到局限<sup>[1~3,5,6]</sup>。张洁<sup>[7]</sup>在研究体重指标作为黑线仓鼠 (*Cricetulus barabensis*) 相对年龄组的划分标准时也曾指出在繁殖季节成年雌鼠因怀孕等因素会影响年龄组划分的准确性, 而以胴体重即去除内脏后接近胴体的重量划分结果优于以体重划分的年龄组。中国科学院动物研究所生态一组<sup>[8]</sup>曾以上述胴体重代替体重排除了摄食量及繁殖状况对体重的影响分析肾上腺、生殖腺重量和体重及种群密度的相互关系, 也取得了较好的结果。因此, 本文以胴体重 ( $W_N$ ) 为参数建立肥满度测度指标  $K = 100 W_N/L^3$  ( $g/cm^3$ ), 其中,  $W_N$  为胴体重 ( $g$ ),  $L$  为体长 ( $cm$ ) 以此分析长爪沙鼠肥满度的年龄和季节差异及其适应特征。

## 1 研究地区概况与方法

研究地点位于内蒙古太仆寺旗农业区, 东经  $114^\circ 51' \sim 115^\circ 49'$ , 北纬  $41^\circ 35' \sim 42^\circ 10'$ , 属半干旱大陆性气候, 年平均气温  $2.4^\circ C$ , 7 月平均气温  $17.8^\circ C$ , 1 月平均气温  $-17.6^\circ C$ ; 年均降水量  $407\text{ mm}$ ; 无霜期  $100\text{ d}$  左右。

本文所用数据源于 1997 年 3~11 月逐月采用夹日法进行种群数量调查所获得的 702 只长爪沙鼠标本, 其中 7 月份有 2 只因尸体不全而弃用。每月 600 夹日 ( $200\text{ 夹} \times 3\text{ d}$ ), 每次设 4 条样线, 样线之间相隔  $50\text{ m}$ , 每条样线布夹 50 个, 夹间距离  $5\text{ m}$ 。

对所获标本逐一鉴定性别、测量体长、秤重 ( $\pm 0.5\text{ g}$ ), 剖检纪录雄鼠睾丸大小、雌鼠怀孕状态和胎仔数, 去除内脏后秤得胴体重。年龄组划分依据夏武平等<sup>[9]</sup>基于长爪沙鼠臼齿磨损程度确定的体长指标: 体长  $90\text{ mm}$  为幼鼠 ( $\text{I}$ ),  $90\text{ mm} < \text{体长} < 110\text{ mm}$  为亚成体 ( $\text{II}$ ), 体长  $> 110\text{ mm}$  为成体 ( $\text{III}$ )。肥满度计算公式为  $K$ 。用 SPSS10.0 统计软件包中的  $t$ -检验分析肥满度性别差异, 用  $t$ -检验或单因素 ANOVA 检验肥满度年龄和季节差异; 通过 Pearson 相关检验分析夹捕率所示种群相对数量与肥满度的关系; 夹捕率  $b = \frac{n}{600} \times 100\%$ , 其中  $n$  为各月捕获数。显著和极显著水平分别为  $\alpha = 0.05$  和  $0.01$  (双尾值)。

## 2 结果

### 2.1 肥满度的年龄差异

逐月比较各年龄组长爪沙鼠肥满度 ( $K$ ) 性别差异, 结果发现 (表 1): 8 月以前, 该鼠性别差异明显。10 对可比数据中, 8 对差异显著或极显著 ( $t$ -test,  $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ); 8 月以后性别差异不显著 ( $t$ -test,  $P > 0.05$ ) (表 1)。因此, 在比较长爪沙鼠肥满度年龄差异时, 可将 8 月以后各月的雌雄数据合并进行比较; 此前的数据仍然按性别分组进行比较。结果显示: 13 组可比数据中 11 组差异显著或极显著 ( $t$ -test 或 one-way ANOVA 检验,  $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。差异序列为: 幼体 ( $\text{I}$ ) < 亚成体 ( $\text{II}$ ) < 成体 ( $\text{III}$ ) (表 1)。这表明长爪沙鼠肥满度随年龄增长而发生明显变化。

### 2.2 肥满度的季节变化

表 1 的数据分析表明, 除幼年鼠外, 该鼠其它各性别年龄组的肥满度季节变化明显 (one-way ANOVA,  $P < 0.01$ ), 显著性检验结果分别为: 成年雄鼠,  $F_{(8,238)} = 6.860$ ; 成年雌鼠,  $F_{(8,158)} = 4.889$ ; 亚成年雄鼠,  $F_{(7,72)} = 3.548$ ; 亚成年雌鼠,  $F_{(8,132)} = 3.241$ 。LSD 检验显示: 3 月份的肥满度较高, 5~7 月显著下降, 成年雄鼠和亚成年鼠的肥满度在 8、9 月份明显回升, 入冬前 (11 月) 略降。而成年雌鼠 8~10 月的肥满度与 5、6 和 7 月比较, 增加不明显 ( $P > 0.05$ ), 直到 11 月才显著提高 ( $P < 0.05$ )。

### 2.3 肥满度与种群数量的关系

对以夹捕率所示的该鼠种群相对数量与相关月份成年雌、雄鼠及亚成年雌、雄鼠的肥满度进行相关分析，结果显示：雄性长爪沙鼠肥满度与当月夹捕率呈明显负相关，雌性肥满度与当月夹捕率负相关不显著，相关系数（*r*）分别是：成年雄鼠 - 0.729（*P* < 0.05），亚成年雄鼠 - 0.795（*P* < 0.05），成年雌鼠 - 0.562（*P* > 0.05），亚成年雌鼠 - 0.579（*P* > 0.05）（表 2）。此外，将上述各组 3

~ 10 月的肥满度与其后第 1、2、3、4、5 个月的夹捕率分别作相关分析发现，成年雌、雄鼠及亚成年雌鼠各月肥满度与其后第 4 个月的夹捕率显著正相关，*r* 值分别为：0.890（*n* = 5，*P* = 0.043），0.991（*n* = 5，*P* = 0.001）和 0.895（*n* = 5，*P* = 0.040）；其他各种肥满度与夹捕率的组合间无显著相关关系（*P* > 0.05），说明春、夏季长爪沙鼠的肥满度可能在一定程度上影响到夏、秋季的种群数量。

表 1 1997 年 3 ~ 11 月长爪沙鼠肥满度（K）性别、年龄和季节差异  
Table 1 The difference in relative fatness index K of *Meriones unguiculatus* from March to November 1997

月份 Month	性别 Sex	肥满度值 The value of relative fatness indexes						年龄组差异 Difference between age groups			
		龄组 Age group I			龄组 Age group II		龄组 Age group III				
		样本数	平均值	±标准误	样本数	平均值	±标准误		样本数	平均值	±标准误
		Sample size	Means	±SE	Sample size	Means	±SE		Sample size	Means	±SE
3 月 Mar.				1	2.98		19	2.73	±0.08	$t = 0.662$ , $df = 18$ $P = 0.517$	
				5	3.65	±0.39	23	3.07	±0.06 <sup>∗∗</sup>	$t = 2.589$ , $df = 26$ $P = 0.016$	
4 月 Apr.							19	2.35	±0.10		
				6	3.25	±0.03	19	2.62	±0.07 <sup>∗</sup>	$t = 8.503$ , $df = 22.74$ $P = 0.000$	
5 月 May		17	3.14	±0.07	21	2.61	±0.05	68	2.38	±0.03	$F_{(2,103)} = 20.75$ $P = 0.000$
		22	3.08	±0.15	34	2.90	±0.05 <sup>∗∗</sup>	43	2.59	±0.07 <sup>∗</sup>	$F_{(2,96)} = 13.422$ $P = 0.000$
6 月 Jun.		3	2.84	±0.12	23	2.74	±0.09	44	2.41	±0.05	$F_{(2,67)} = 7.629$ $P = 0.001$
		13	3.30	±0.16 <sup>∗</sup>	34	2.99	±0.07 <sup>∗</sup>	28	2.60	±0.05 <sup>∗∗</sup>	$F_{(2,72)} = 14.359$ $P = 0.000$
7 月 Jul.		1	2.71		24	2.97	±0.06	72	2.54	±0.03	$F_{(2,94)} = 21.210$ $P = 0.000$
					43	2.98	±0.07	39	2.66	±0.07 <sup>∗</sup>	$t = 3.803$ , $df = 80$ $P = 0.000$
8 月 Aug.					2	2.96	±0.13	7	2.83	±0.12	$F_{(2,16)} = 2.105$ $P = 0.154$
		4	3.13	±0.13	3	3.14	±0.22	3	2.82	±0.32	
9 月 Sep.		1	2.87		6	3.16	±0.19	5	3.01	±0.10	$F_{(2,21)} = 3.710$ $P = 0.042$
		1	3.56		5	3.40	±0.16	6	2.69	±0.12	
10 月 Oct.					2	3.36	±0.05	5	2.96	±0.20	$F_{(2,11)} = 7.970$ $P = 0.007$
		3	4.04	±0.18	3	2.95	±0.09	1	2.76		
11 月 Nov.					1	3.19		8	2.86	±0.10	$t = 3.134$ , $df = 20$
					8	3.35	±0.15	5	2.99	±0.06	$P = 0.005$

Note: \* *P* < 0.05 and \*\* *P* < 0.01 respectively indicate 5 % significant and 1 % significant differences between female and male with *t*-tests; K = 100W<sub>N</sub>/L<sup>3</sup> (g/cm<sup>3</sup>), W<sub>N</sub> means net body weight which was obtained by removing the stomach; L: body length; Age group , and respectively indicate juvenile (L < 90 mm), sub-adult (90 mm < L < 110 mm) and adult (L > 110 mm) group

表 2 长爪沙鼠各性别年龄组肥满度 (K) 与当月夹捕率 (b) 示种群数量关系

Table 2 The relationship between monthly clincher - caught rate (b) and average relative fatness indices K of *Meriones unguiculatus*

月份 Month	夹捕率 (b) % Clincher-caught rate	肥满度值 The value of relative fatness indexes			
		龄组 Age group II		龄组 Age group III	
3 月 Mar.	8.00	2.98	3.65 ±0.39	2.73 ±0.08	3.07 ±0.06
4 月 Apr.	7.33		3.25 ±0.03	2.35 ±0.10	2.62 ±0.07
5 月 May	34.17	2.61 ±0.05	2.90 ±0.05	2.38 ±0.03	2.59 ±0.07
6 月 Jun.	24.17	2.74 ±0.09	2.99 ±0.07	2.41 ±0.05	2.60 ±0.05
7 月 Jul.	30.17	2.97 ±0.06	2.98 ±0.07	2.54 ±0.03	2.66 ±0.07
8 月 Aug.	3.17	2.96 ±0.13	3.14 ±0.22	2.83 ±0.12	2.82 ±0.32
9 月 Sep.	4.00	3.16 ±0.19	3.40 ±0.16	3.01 ±0.10	2.69 ±0.12
10 月 Oct.	2.33	3.36 ±0.05	2.95 ±0.09	2.96 ±0.20	2.76
11 月 Nov.	3.67	3.19	3.35 ±0.15	2.86 ±0.10	2.99 ±0.06
Pearson 相关检验 Pearson test	b 和 b 和 b 和 b 和		r = - 0.795, n = 8, P = 0.018 r = - 0.579, n = 9, P = 0.103 r = - 0.729, n = 9, P = 0.026 r = - 0.562, n = 9, P = 0.115		

Note:  $K = 100 W_N/L^3$  (g/cm<sup>3</sup>),  $W_N$  means net body weight which was obtained by removing the stomach; L: body length; Age group and re-  
spectively indicate sub-adult (90 mm < L ≤ 110 mm) and adult (L > 110 mm) group

### 3 讨论

许多学者在以指标 K 研究鼠类肥满度的报道中, 均注意到由于个体间的摄食差异和繁殖状况的影响, 而难以深入分析动物育肥状态与其生活史的关系<sup>[1~6]</sup>。本文采用胴体重 ( $W_N$ ) 替代体重 (W) 后的改进指标 K, 可在排除摄食和胚胎或睾丸影响的基础上进一步显示长爪沙鼠肥满度的变化特征, 为下文分析其生态适应提供了适用参数。

本研究结果显示长爪沙鼠肥满度 (K) 变化特征存在性别、年龄差异。未成年长爪沙鼠的肥满度高于成年鼠; 各年龄组性别差异具季节性, 春夏季繁殖期 (8 月以前) 雌性肥满度高于雄性, 而在非繁殖期 (8 月以后), 性别差异不明显。正如 Jensen 等<sup>[10]</sup> 曾指出的: 动物在不同生活史阶段用于生长、繁殖及生存 (包括越冬) 的能量资源分配存在

差异, 这种差异能导致个体大小和其它形态、生理特征的性别和年龄差异。长爪沙鼠肥满度的上述差异特征一定程度上反映出雌、雄个体在不同生活史的生理适应策略。从行为学上分析, Agren 等<sup>[11,12]</sup> 发现成年长爪沙鼠建立及保护领域的巡视、警戒、标记和攻击行为以及求偶交配、育幼等行为的强度明显大于亚成年鼠, 而后者又大于幼鼠; 雄性长爪沙鼠的活动性显著高于相应的雌体, 尤以成年雄鼠的上述行为表现最为活跃。繁殖雄鼠为求偶交配窜洞较雌鼠频繁。另据 1997 年我们对该鼠自然种群标志重捕的观测资料统计显示, 3 ~ 7 月成年雄鼠组中尾部, 颈背部及腹侧部带有外伤的个体数 (47.5 %) 显著高于成年雌鼠的伤者数 (23.7 %) ( $\chi^2 = 16.727$ ,  $P < 0.01$ )。由此可见, 繁殖期成年鼠活动量大, 个体间竞争激烈, 其用于繁殖活动的能量消耗相对较未成年个体多; 且雄鼠能量消耗要高于雌鼠, 是该期肥满度显示年龄、性别差异的重

要原因。而成年雌鼠此期的肥满度显著高于雄鼠，其意义在于成年雌鼠体内积累足够的脂肪，对提高其适应能力，保证繁殖成功有利。对未成年个体而言，春夏季肥满度雌性高于雄性还可能是由于该年龄段雌鼠的生长发育快于雄鼠的缘故<sup>[6]</sup>。长爪沙鼠雌、雄个体的发育速度是否有上述现象，尚待验证。进入 8 月的非繁殖期，此时当地农田作物大多已成熟，丰富的食物条件降低了动物（尤成年雄鼠）保护食物领域的活动和范围，雄鼠活动量减少使其能量消耗降低，肥满度提高，相应降低了肥满度性别差异。

生理生态学研究表明，个体大小及年龄是影响啮齿动物代谢率，主要是基础代谢率（Basal metabolic rate, BMR）和热传导率的重要因素。小个体动物的 BMR 和热传导率较高；幼体或亚成体动物的代谢率和热传导率一般要高于成体；幼体体温调节机制发育不完善，调节能力较亚成体和成体弱<sup>[13~15]</sup>。显然幼年长爪沙鼠具有较高的肥满度，对其存活有利。长爪沙鼠肥满度幼体 > 亚成体 > 成体从一个方面反映出各年龄组对环境的适应能力以及维持正常生长发育、生存和繁殖所采取的相应策略。

长爪沙鼠各性别年龄组肥满度的季节变化趋势，总的看来与北方鼠类，如红背（*Clethrionomys rutilus*）、大林姬鼠（*Apodemus speciosus peninsularae*）、灰仓鼠（*Cricetulus migratorius*）、黑线仓鼠（*Cricetulus barabensis*）和大仓鼠（*Cricetulus triton*）等的一般规律相同，即春高—夏低—秋复又育肥<sup>[1~3,5,6]</sup>。在春季，长爪沙鼠处于繁殖初期，肥满度最高，其最佳生理状况利于鼠类的繁殖活动；夏季进入繁殖中期，此前的繁殖及其相关活动过程中较大的能量消耗导致肥满度下降；秋季农田的食物资源丰富，此时长爪沙鼠繁殖已结束，觅食活动频繁，体内能源储备增加，肥满度提高，这对其度过漫长的冬季，保证存活有利。许多学者在不同物种的研究中也普遍注意到上述规律的适应意义<sup>[1~6,16]</sup>。本文结果显示成年雌性长爪沙鼠秋季育肥与其它性别年龄组不同步，其秋季肥满度显著提高的时间延迟到 11 月，我们以为该现象可能与以下因素有关：1) 分布于农田生境的长爪沙鼠一年具 2 个繁殖高峰即春夏季的 4~7 月和秋季的 9、10 月，8 月为贮粮期亦即繁殖休止期<sup>[9,17,18]</sup>。2) 夏季

成年雌鼠繁殖耗能较大，肥满度从繁殖前期的较高水平急剧降低，8 月繁殖休止期间略有回升，然 9、10 月小部分成年雌鼠进入秋季育幼高峰，显然此间育幼过程中母体自身能量有所消耗，故肥满度与夏季繁殖期相当，不过此时食物丰度和质量较高，所以其肥满度指标 K 的数值要略高于夏季。3) 当秋季繁殖结束时，进入越冬期的成年雌鼠肥满度才明显提高，这于安全越冬有利。由此分析，成年雌鼠育肥延迟现象可能是该鼠在长期进化过程中权衡繁殖和生存所选择的适应对策。

此外，长爪沙鼠各月肥满度（K）与当月夹捕率所示的种群数量关系分析显示，雄鼠肥满度在种群相对数量高时（如 5、6、7 月），显示出较低的数值。而种群相对数量低时，其肥满度较高。这可能是由于受食物、栖息场所等影响，高数量时，雄性个体间竞争压力加剧，导致其较差的生理状态，肥满度显示较低数值。雌鼠无上述现象。雌、雄个体间的这种差异性表现可能反映了不同性别对同一生活环境具有不同耐受力 and 不同的生理适应能力。进一步考虑长爪沙鼠的肥满度是否影响其未来种群数量？本文结果显示春、夏季该鼠成年个体的肥满度与夏、秋季的种群捕获率呈正相关，其相关系数分别为 0.890 和 0.991。由此我们得到提示，春、夏季成年鼠的肥满度指标（K）可能在短期害鼠数量预测方面有其参考价值。

## 参考文献：

- [1] 夏武平, 孙崇谔. 红背 肥满度的研究 [J]. 动物学报, 1963, 15 (1): 33 - 43.
- [2] 夏武平, 孙崇谔. 大林姬鼠肥满度的研究 [J]. 动物学报, 1964, 16 (4): 555 - 565.
- [3] 钟明明, 严志堂. 灰仓鼠肥满度的研究 [J]. 兽类学报, 1984, 4 (4): 273 - 282.
- [4] 刘振才, 王成贵, 王琛, 马克俭, 孙景发, 孟繁玉, 王孝军. 达乌尔黄鼠肥满度的研究 [J]. 兽类学报, 1990, 10 (1): 66 - 70.
- [5] 周延林, 侯希贤, 董维慧, 杨玉平. 黑线仓鼠肥满度的研究 [J]. 兽类学报, 1992, 12 (3): 207 - 212.
- [6] 李晓晨, 王廷正, 刘加坤. 大仓鼠肥满度的研究 [J]. 兽类学报, 1992, 12 (3): 275 - 279.
- [7] 张洁. 北京地区黑线仓鼠年龄鉴定及种群年龄组成的研究 [J]. 兽类学报, 1985, 5 (2): 141 - 150.
- [8] 中国科学院动物研究所动物生态室一组. 布氏田鼠种群内部调节的研究——种群密度、肾上腺和生殖腺重量之间的相互关系 [J]. 动物学报, 1979, 25 (2): 154 - 167.

- [9] 夏武平, 廖崇惠, 钟文勤, 孙崇路, 田云. 内蒙古阴山北部农业区长爪沙鼠的种群动态及其调节研究 [J]. 兽类学报, 1982, **2** (1): 51 - 69.
- [10] Jenssen T A, Congdon J D, Fischer R U, Estes R, Klingand D, Edmands. S. Morphological characteristics of the lizard *Anolis Carolinensis* from south Carolina [J]. *Herpetologica*, 1995, 51: 401 - 411.
- [11] Agren G, Zhou Q Q, Zhong W Q. Ecology and social behaviour of Mongolian gerbils, *Meriones unguiculatus*, at Xilinhot Inner Mongolia, China [J]. *Anim Behav*, 1989, **37**: 11 - 27.
- [12] Agren G, Zhou Q Q, Zhong W Q. Territoriality, cooperation and resource priority hoarding in the Mongolian gerbils, *Meriones unguiculatus* [J]. *Anim Behav*, 1989, **37**: 28 - 32.
- [13] Peters R H. The ecological implications of body size [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1983, 1 - 329.
- [14] 李瑶, 孙儒泳, 王汶成, 贾西西. 长爪沙鼠与黑线仓鼠的温度选择比较 [J]. 兽类学报, 1988, **8** (1): 55 - 59.
- [15] 王德华, 王玉山, 王祖望. 华北农田大仓鼠的能量代谢特征及其体温调节 [J]. 动物学研究, 2000, **21** (6): 452 - 457.
- [16] 房继明, 孙儒泳, 刘志龙. 布氏田鼠肥满度分析和小型兽类肥满度指标 K 与  $K_{wl}$  (重长指标) 的比较 [J]. 动物学报, 1995, **41** (2): 141 - 148.
- [17] 赵肯堂. 长爪沙鼠的生态观察 [J]. 动物学杂志, 1960, **4** (4): 155 - 157.
- [18] 王梦军, 钟文勤, 宛新荣. 长爪沙鼠的生态学及控制对策 [A]. 见: 张知彬, 王祖望主编. 农业重要害鼠的生态学及控制对策 [C]. 北京: 海洋出版社, 1998. 221 - 238.