

# 人工饲养条件下根田鼠肥满度的研究

都玉蓉<sup>1, 2, 3</sup>, 马建滨<sup>3</sup>, 苏建平<sup>1\*</sup>, 刘季科<sup>4\*</sup>

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810008; 2. 中国科学院研究生院;  
3. 青海师范大学生命与地理科学学院; 4. 浙江大学生命科学院)

**摘要:** 实验室条件下, 利用根田鼠 1~70 日龄体重和体长数据, 计算其肥满度指数, 目的在于分析其生长发育的基本规律。结果表明, 根田鼠 1~70 日龄肥满度存在性别差异且随日龄增加而增大; 雌雄个体的发育不同步; 常见曲线回归模型对根田鼠 1~70 日龄的肥满度不能准确拟合, 根据其生长发育状况, 将其划分为 3 个阶段 (其中幼体和成体阶段各含 2 个阶段)。

**关键词:** 根田鼠 (*Microtus oeconomicus*); 肥满度; 生长发育

**中图分类号:** Q959.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7083(2007)03-0658-05

## A Study on Relative Fatness of Captive Root Voles, *Microtus oeconomicus*

DU Yu-rong<sup>1, 2, 3</sup>, MA Jian-bin<sup>3</sup>, SU Jian-ping<sup>1\*</sup>, LU Ji-ke<sup>4\*</sup>

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810008; 2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences; 3. Qinghai Normal University; 4. College of Life Science, Zhejiang University)

**Abstract:** The index of relative fatness were computed by using the parameters of body mass and body length of root voles (*Microtus oeconomicus*) at 1 day to 70 days were measured in the laboratory, aiming to analyze the basic regulation of growth and development of root voles. The results suggest that: The relative fatness differed between males and females root voles and the differences increased with individual development. The relative fatness between male and female developed asynchronous. According to the condition of growth and development, the relative fatness were divided into 3 developmental phases (in which, the phase of offspring and adult root voles including 2 sub-phases, respectively) for the common curve regression models did not fit well.

**Key words:** root voles (*Microtus oeconomicus*); relative fatness; growth and development

肥满度 (relative fatness) 是度量动物对环境适应的生理状态和营养状况的综合指标之一<sup>[1]</sup>, 广泛用于动物生长状况与年龄、性别、环境、季节及种群密度关系的研究。自夏武平等<sup>[2]</sup>将肥满度指标  $K = 100W/L^3$  ( $W$  = 体重,  $L$  = 体长;  $g/cm^3$ ) 引入啮齿动物生态学研究以来, 国内有关啮齿动物肥满度的研究较多<sup>[3-13]</sup>。主要集中于季节、年龄等对自然种群中动物肥满度的作用, 而在实验室条件下, 对啮齿动物在生长发育过程中肥满度的增长格局则较少。

根田鼠 (*Microtus oeconomicus*) 是青藏高原高寒草甸生态系统优势植食性小哺乳动物, 其成体体重具有明显性二型特征<sup>[14, 15]</sup>, 婚配制度主要是一雄多雌制<sup>[16-18]</sup>。迄今为止, 已进行了有关根田鼠的很多生态学研究, 主要有捕食风险<sup>[19, 20]</sup>、次生化合物<sup>[21]</sup>、繁殖启动机制<sup>[22]</sup>、种群动态<sup>[23]</sup>、栖息地选择<sup>[24, 25]</sup>等。本研究以根田鼠为研究对象, 在人工饲养条件下测定其 1~70 日龄的肥满度增长格局, 目的在于探索

根田鼠生长发育过程中肥满度的增长规律及性别差异。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验动物

实验动物为根田鼠 (30 只, 35 只), 于 1999 年 5~7 月捕自中国科学院北海高寒草甸生态系统定位站地区。在中国科学院西北高原生物研究所生态学实验室建立繁殖种群, 子代成年健康个体 (92 对) 用于本研究。

### 1.2 方法

选择成年健康个体配对 (雌体单独隔离 4 周以保证其未怀孕, 雄体睾丸下降) 后饲养于标准饲养笼 (464 mm × 314 mm × 200 mm) 中, 巢垫物为碎木屑, 巢材为脱脂棉。供以足量的全价兔颗粒饲料 (北京实验动物饲养中心生产) 和饮水, 每日补充适量新鲜胡萝卜。饲养温度为  $20 \pm 2$ , 光周期为 16L 8D,

收稿日期: 2007-05-09 修回日期: 2007-06-10 基金项目: 中国科学院“西部之光”人才培养计划项目 (110980150)

作者简介: 都玉蓉 (1968~), 副教授, 博士研究生, E-mail: dyr.117@163.com \* 通讯作者

光照时间为 06:00 ~ 22:00。每日 09:00 ~ 14:00 进行实验。每日测定,至 70 日龄。

测定参数主要为体重、体长,用剪趾法标记幼仔,并记录性别。采用电子天平(精度 0.1 g)测定个体体重,利用游标卡尺(精度 0.02 mm)、直尺(精度 0.1 cm)及分规测定个体体长。采用房继明<sup>[26]</sup>的方法计算肥满度指数  $K = W/L$  (g/cm),其中,W 为体重,单位 g,L 为体长,单位 cm。

1.3 数据处理与分析

体重和体长数据为每日重复测定,并逐日计算肥满度指数 K,产生数据利用重复测量方差分析(repeated measure

ANOVA)进行统计,性别作为一个水平。其余所有数据采用一元回归分析检验,同时利用单因素 ANOVA 检验上述指标的显著性。所有统计结果均为双尾检验,数据分析由 SPSS13.0 for Windows 执行。

2 结果

在实验室内共配对根田鼠 92 对,繁殖成功并存活至 70 日龄的为 40 窝,其中幼仔发育健康且未由于技术原因造成意外死亡的用于本研究共计 14 窝,平均胎仔数为  $3.88 \pm 1.37$ ,雄体 29 只,雌体 24 只。雌雄幼仔 1 ~ 70 日龄的肥满度描述统计列于表 1。

表 1 根田鼠 1 ~ 70 日龄肥满度描述统计\*

Table 1 The descriptive statistics of relative fatness of root voles at 1 to 70 days\*

日龄 Age in day	雄体 Male	雌体 Female	日龄 Age in day	雄体 Male	雌体 Female
1	0.66 ±0.06 (29)	0.63 ±0.04 (24)	36	1.92 ±0.17 (28)	1.97 ±0.14 (24)
2	0.68 ±0.06 (27)	0.67 ±0.06 (21)	37	1.90 ±0.21 (28)	1.96 ±0.15 (24)
3	0.73 ±0.15 (27)	0.72 ±0.05 (23)	38	1.91 ±0.19 (28)	1.94 ±0.16 (24)
4	0.79 ±0.10 (27)	0.77 ±0.07 (21)	39	1.87 ±0.20 (28)	1.9 ±0.150 (24)
5	0.84 ±0.11 (29)	0.82 ±0.06 (24)	40	1.91 ±0.19 (28)	1.91 ±0.15 (24)
6	0.89 ±0.13 (29)	0.87 ±0.09 (24)	41	1.86 ±0.20 (28)	1.89 ±0.18 (24)
7	0.96 ±0.16 (29)	0.93 ±0.08 (24)	42	1.86 ±0.19 (28)	1.86 ±0.15 (24)
8	1.00 ±0.15 (29)	0.95 ±0.12 (24)	43	1.84 ±0.20 (28)	1.87 ±0.17 (24)
9	1.03 ±0.13 (29)	1.01 ±0.07 (24)	44	1.85 ±0.23 (28)	1.85 ±0.17 (24)
10	1.06 ±0.22 (29)	1.05 ±0.08 (24)	45	1.84 ±0.21 (28)	1.87 ±0.17 (24)
11	1.10 ±0.13 (28)	1.05 ±0.09 (23)	46	1.86 ±0.24 (28)	1.86 ±0.18 (23)
12	1.17 ±0.25 (28)	1.11 ±0.09 (24)	47	1.85 ±0.27 (28)	1.87 ±0.18 (23)
13	1.15 ±0.14 (29)	1.13 ±0.13 (24)	48	1.84 ±0.27 (28)	1.86 ±0.18 (22)
14	1.18 ±0.14 (29)	1.18 ±0.10 (24)	49	1.84 ±0.29 (28)	1.86 ±0.17 (23)
15	1.22 ±0.17 (27)	1.19 ±0.12 (23)	50	1.83 ±0.30 (28)	1.84 ±0.18 (23)
16	1.30 ±0.19 (29)	1.25 ±0.12 (24)	51	1.86 ±0.30 (28)	1.88 ±0.19 (23)
17	1.31 ±0.19 (29)	1.29 ±0.15 (24)	52	1.89 ±0.33 (28)	1.85 ±0.21 (23)
18	1.36 ±0.22 (29)	1.35 ±0.13 (24)	53	1.85 ±0.34 (28)	1.84 ±0.21 (23)
19	1.40 ±0.20 (29)	1.39 ±0.17 (24)	54	1.86 ±0.51 (28)	1.84 ±0.20 (23)
20	1.48 ±0.19 (29)	1.46 ±0.17 (23)	55	1.86 ±0.35 (28)	1.85 ±0.19 (23)
21	1.54 ±0.20 (29)	1.53 ±0.19 (24)	56	1.89 ±0.49 (28)	1.86 ±0.21 (23)
22	1.57 ±0.20 (29)	1.61 ±0.14 (24)	57	1.89 ±0.37 (27)	1.86 ±0.23 (23)
23	1.61 ±0.21 (28)	1.60 ±0.32 (22)	58	1.92 ±0.42 (28)	1.85 ±0.20 (23)
24	1.64 ±0.22 (29)	1.67 ±0.17 (24)	59	1.88 ±0.41 (24)	1.85 ±0.22 (20)
25	1.67 ±0.22 (27)	1.67 ±0.13 (23)	60	1.96 ±0.37 (28)	1.84 ±0.21 (21)
26	1.74 ±0.23 (28)	1.73 ±0.13 (22)	61	1.93 ±0.43 (28)	1.90 ±0.22 (23)
27	1.77 ±0.22 (29)	1.81 ±0.14 (24)	62	1.97 ±0.44 (27)	1.86 ±0.21 (23)
28	1.82 ±0.20 (29)	1.78 ±0.26 (24)	63	1.95 ±0.42 (27)	1.90 ±0.22 (23)
29	1.84 ±0.15 (23)	1.87 ±0.14 (20)	64	1.96 ±0.43 (28)	1.90 ±0.26 (23)
30	1.87 ±0.18 (29)	1.89 ±0.12 (24)	65	1.94 ±0.44 (27)	1.89 ±0.22 (23)
31	1.89 ±0.17 (28)	1.94 ±0.14 (24)	66	1.95 ±0.43 (27)	1.89 ±0.24 (23)
32	1.92 ±0.18 (26)	1.94 ±0.15 (22)	67	1.93 ±0.43 (27)	1.89 ±0.22 (23)
33	1.95 ±0.16 (28)	1.97 ±0.13 (24)	68	1.96 ±0.40 (26)	1.91 ±0.29 (20)
34	1.94 ±0.18 (28)	1.96 ±0.17 (24)	69	1.97 ±0.46 (25)	1.90 ±0.20 (23)
35	1.94 ±0.19 (27)	1.97 ±0.13 (22)	70	1.99 ±0.47 (25)	1.91 ±0.22 (20)

\* 平均值 ±标准差,括号内的数字为样本量 Mean ±SD, the numbers in parentheses are sample size

2.1 肥满度的性别差异

对根田鼠 1 ~ 70 日龄的肥满度重复测量方差分析结果表明,根田鼠肥满度 1 ~ 70 日龄间存在显著

的性别差异 ( $F = 5120.83, df_1 = 1, df_2 = 48, P = 0.036$ ) (表 2), 发育时间亦差异显著 (Sphericity assumed,  $F = 293.09, df = 69, 48, P < 0.001$ ), 二者存在

交互作用 (Sphericity assumed,  $F = 3.79, df = 69, 48, P < 0.001$ ) (表 3)。

表 2 根田鼠 1~70日龄肥满度的重复测量 ANOVA (组间效应检验)

Table 2 Repeated measure ANOVA for relative fatness of root voles at 1 to 70 days ( tests of between-subjects effects)

变异来源 Source	平方和 Sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F	P
截距 Intercept	9404.942	1	9404.942	5120.827	<0.001
性别 Sex	8.560	1	8.560	4.661	0.036
残差 Error	88.157	48	1.837		

表 3 根田鼠 1~70日龄肥满度的重复测量 ANOVA (组内效应检验)

Table 3 Repeated measure ANOVA for relative fatness of root voles at 1 to 70 days( tests of within-subjects effects, Sphericity assumed)

变异来源 Source	平方和 Sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F	P
日龄 Day	594.060	69	8.610	293.089	<0.001
日龄 × 性别 Day × sex	7.686	69	0.111	3.792	<0.001
残差 (日龄) Error(day)	97.291	3312	0.029		

### 2.2 肥满度曲线拟合

利用曲线估计 (curve estimation, SPSS 13.0), 采用 11种常见曲线回归模型对根田鼠 1~70日龄的肥满度进行拟合, 结果均未在观测值的 33日龄左右

出现拐点, 不能完善表达肥满度的发育过程 (图 1), 因此, 依据根田鼠幼体肥满度的发育状况将其划分为 5个阶段进行描述, 结果均达到极显著水平 (图 2, 表 4)。

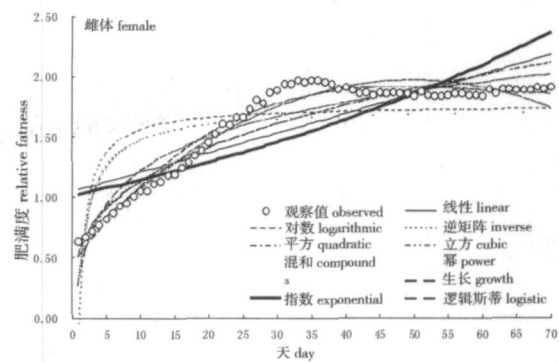
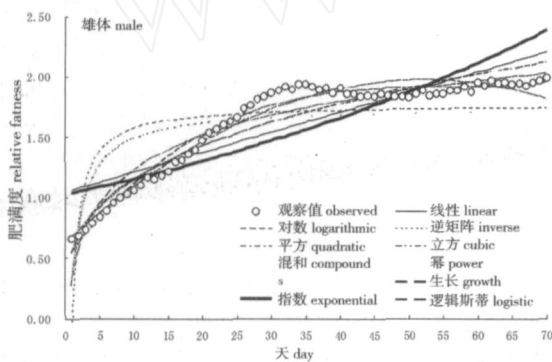


图 1 根田鼠肥满度的回归分析

Fig. 1 Regression analyses of relative fatness of root voles

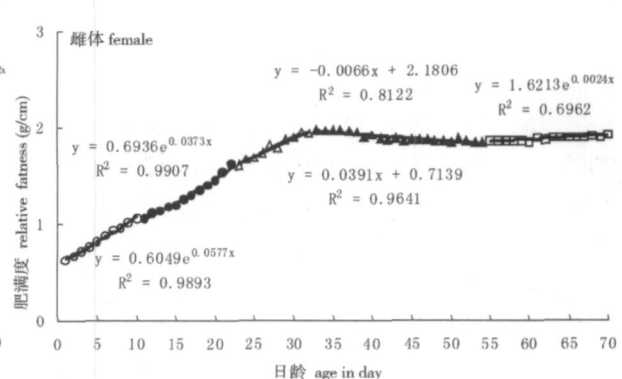
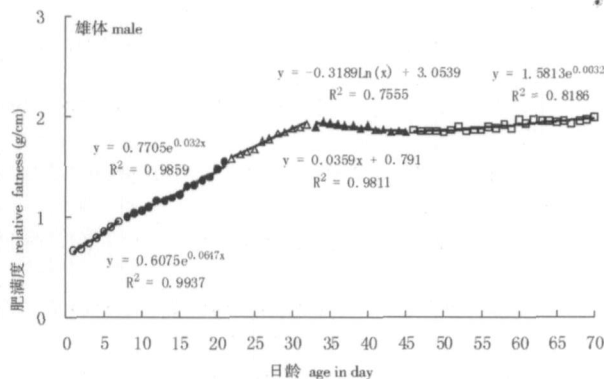


图 2 根田鼠肥满度分段回归分析

Fig 2 Regression analysis of subsection of relative fatness in root voles

表 4 根田鼠肥满度分段回归分析的 ANOVA 检验  
Table 4 ANOVA of regression analysis of subsection on relative fatness in root voles

性别 Sex	方程 Equation		方差分析 ANOVA			
	时间 Time	Y	R <sup>2</sup>	F	df	P
雄性 Male	1 < t 7	0.6075e <sup>0.0647x</sup>	0.9937	502.8	1,5	3.28 ×10 <sup>-06</sup>
	8 < t 21	0.9639e <sup>0.032x</sup>	0.9859	473.74	1,12	5.18 ×10 <sup>-11</sup>
	22 < t 32	0.0359x + 1.544	0.9811	466.37	1,9	4.61 ×10 <sup>-09</sup>
	33 < t 45	- 0.0083x + 1.9454	0.7704	36.91	1,11	8.01 ×10 <sup>-05</sup>
	46 < t 70	1.827e <sup>0.0032x</sup>	0.8186	103.43	1,23	5.56 ×10 <sup>-10</sup>
雌性 Female	1 < t 10	0.6049e <sup>0.0577x</sup>	0.9893	2264.8	1,8	4.20 ×10 <sup>-11</sup>
	11 < t 22	0.6936e <sup>0.0373x</sup>	0.9907	447.84	1,10	1.23 ×10 <sup>-09</sup>
	23 < t 32	0.0391x + 0.7139	0.9641	215.02	1,8	4.59 ×10 <sup>-07</sup>
	33 < t 44	- 0.0066x + 2.1806	0.8122	86.51	1,20	1.05 ×10 <sup>-08</sup>
	45 < t 70	1.6213e <sup>0.0024x</sup>	0.6962	32.3	1,14	5.65 ×10 <sup>-05</sup>

### 3 讨论

动物的肥满度指数受体重和体长共同作用,与体重呈正比,体长呈反比。自 Fulton<sup>[1]</sup>首次提出此概念以来,已有多种肥满度指标应用于小型哺乳动物研究<sup>[26,27]</sup>。房继明等<sup>[26]</sup>在理论推导并分析了布氏田鼠的肥满度和体重与体长之比两种肥满度指标后,进一步探讨了真实比重、肥满度、体重与体长之比等 3 种肥满度指标的种内、种间意义,认为最好采用体重与体长之比来代替传统的肥满度指标。

#### 3.1 肥满度的性别差异

与体重相似<sup>[14]</sup>,根田鼠幼体的肥满度发育模式相似,未呈现性二型现象,亚成体之后逐渐出现性二型现象,并随日龄增加而增大。自初生至 32 日龄,两性肥满度的发育模式基本相似,雌、雄个体的肥满度指数分别达到 1.94 ±0.15 g/cm 和 1.92 ±0.18 g/cm。自 33 日龄以后,两性的性二型差异逐渐增大,且均出现明显的波动,趋势基本相似,先降后升。此种模式可能与根田鼠青春期的生殖系统发育有关<sup>[22]</sup>。

#### 3.2 肥满度曲线拟合

根田鼠肥满度的生长发育可分为 5 个阶段,且雌雄个体不同步,为非对称发育模式。

幼体阶段 I 雄体 1~7 日龄,雌体 1~10 日龄。幼体哺乳初期,此阶段个体发育完全依赖母乳,个体尚无法离巢活动,发育较为迅速,呈指数增长。

幼体阶段 II 雄体 8~21 日龄,雌体 11~22 日龄。幼体哺乳后期,此阶段幼体除继续哺乳外,开始取食部分固体食物以补充发育所需的营养。由于食物中母乳所占的比例降低,肥满度发育受到影响,加之个体开始独自离巢活动,消耗部分能量,肥满度虽呈指数增长,但较上阶段缓。

亚成体阶段 雄体 22~32 日龄,雌体 23~32 日龄。断乳后,个体发育完全依赖自身取食,同时缺

少母体哺育和体温补偿,个体的生长发育进一步趋缓,已由哺乳期的指数增长变为线性增长。

成体阶段 I 雄体 33~45 日龄,雌体 33~44 日龄。肥满度呈现负线性增长,下降幅度不大,可能与雌雄生殖系统发育以及行为发育的高耗能有关。此阶段个体差异增大,可能与个体的社会等级差异有关。

成体阶段 II 雄体 46~70 日龄,雌体 45~70 日龄。两性均再次呈现指数增长趋势,个体差异进一步增大,人工饲养条件下,生殖系统发育完全的雄性成体体重一般持续增长,而体长则保持稳定,此时,肥满度主要受体重制约。而雌体则因怀孕及哺乳期体重波动较大,本实验个体未参与繁殖,因此,雌体肥满度亦呈现与雄体相似的趋势。

### 4 参考文献

- [1] Fulton T. Rate of growth of seashes [J]. Fish Scotl Sci Invest Rept, 1902, 20: 1035~1039.
- [2] 厦武平, 孙崇谿. 大林姬鼠肥满度的研究 [J]. 动物学报, 1964, 16(4): 555~565.
- [3] 秦耀亮. 黄毛鼠肥满度的研究 [A]. 广东省动物学会会议论文集 [C]. 广州: 广东省动物学会出版, 1981: 90~96.
- [4] 严志堂. 小家鼠肥满度的研究 [J]. 兽类学报, 1983, 3(2): 173~180.
- [5] 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.
- [6] 周延林, 侯希贤, 董维蕙, 等. 黑线仓鼠肥满度的研究 [J]. 兽类学报, 1990, 10(1): 66~70.
- [7] 李晓晨, 王严正. 大仓鼠肥满度的研究 [J]. 兽类学报, 1992, 12(4): 275~279.
- [8] 刘志龙, 李仲来. 布氏田鼠肥满度的研究 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 1993, 4(5): 362~366.
- [9] 杨天佑. 农田黑线姬鼠肥满度研究初报 [J]. 植物医生, 2001, 14(5): 36.
- [10] 高枫, 鲍毅新. 社鼠肥满度的研究 [J]. 浙江师范大学学报 (自然科学版), 1996, 19(1): 53~56.
- [11] 杨再学, 郭世平. 褐家鼠肥满度的研究 [J]. 生态学杂志, 1995, 14(6): 25~28.

## 四川省兽类一新记录——猪尾鼠

刘洋<sup>1</sup>,刘少英<sup>1\*</sup>,孙治宇<sup>1</sup>,王新<sup>1</sup>,赵杰<sup>1</sup>

(四川省林业科学研究院,成都 610081)

关键词:猪尾鼠 *Typhlamys cinereus*; 新记录; 四川

中图分类号:Q959.8 文献标识码:A 文章编号:1000-7083(2007)03-0662-02

2005年 10~11月在四川毛寨自然保护区进行本底调查时,在梨子园(小地名)海拔 1070 m, 105.47216 °E, 32.85596 °N处农耕地边缘有稀树乔木的灌丛中捕获了一只雄性猪尾鼠 *Typhlamys cinereus*。猪尾鼠在重庆市仅发现于南川县、武隆县,这是重庆直辖后四川首次发现猪尾鼠。报道如下。

## 1 外形

体型小,唇面橙红色,耳大而薄,青色,耳内外无肉眼可见被毛。上体毛色青灰,腹面毛基灰色,毛尖白色,被毛柔软。背腹毛色界限明显。尾黑灰色,尾上下基本同色,下面略淡。尾上有鳞片,具可见环纹。从尾基部起约 1/3处开始具逐渐变长的蓬松黑色细毛,直至尾端,形成瓶刷状的“端刷”。尾端毛最长约 19.3 mm,颇似猪尾,尾端部毛色和尾背面毛色一致。前足背灰白色,后足较细长,亦灰白色。外形量度见表 1(野外编号:青川毛寨梨子园 001)。标本收藏于四川省林业科学研究院森林保护与应用研究所标本室。

收稿日期:2006-09-06

作者简介:刘洋(1969~),男,工程师,主要研究方向:小型哺乳动物。

表 1 青川和奉节的标本外形量度(长度:mm,重量:g)

采集地点	性别	体重	体长	尾长	后足长	耳高
青川毛寨梨子园 001		27	75	93	21	17
奉兴石乳关 -001		/	104	130	22	17
奉兴石乳关 -002		/	97	129	22	16

## 2 头骨

头骨吻部至额骨狭窄,平坦,额骨中部稍微凹陷,脑颅部较隆突,宽阔。门齿两枚,垂直向下,桔黄色。颧弓纤细。头骨腹面平坦,上颌臼齿近于平行,听泡小而低平。下颌门齿淡黄色;下颌臼齿 3枚,呈八字形。上颌臼齿冠面方形,上颌第 1臼齿最大,第 3臼齿最小,第 1和第 2臼齿咀嚼面具 5条索状凹褶并显露出珐琅质平行排列的棱脊,第 3臼齿具 3条索状凹褶。下颌 3枚臼齿第 1和第 2臼齿咀嚼面亦具 5条索状凹褶并显露出珐琅质平行排列的棱脊,第 3臼齿具 3条凹褶,凹褶开口于外侧。齿式 1.0.0.3/1.0.0.3,上颌两齿列间的腭骨上具腭孔 2对,第 1对小孔呈椭圆形,显著短于第 2对,第 2对呈长方形。腭骨腭孔和门齿孔共计 3对,3对孔共

- [12] 刘伟,宛新荣,王广和,等. 长爪沙鼠肥满度的年龄和季节特征[J]. 兽类学报, 2003, 23(2): 139~144.
- [13] 张忠兵,赵天飙,曹广成,等. 大沙鼠肥满度的研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2002, 28(5): 18~20.
- [14] 郝玉蓉,苏建平,刘季科. 根田鼠身体大小的性二型[J]. 兽类学报, 2001, 21(3): 236~239.
- [15] 梁杰荣,曾缙祥,王祖望,等. 根田鼠生长和发育的研究[A]. 高原生物学集刊[C]. 第 1集, 1982: 195~207.
- [16] Ars J, Andreassen HP, Ings RA. Root voles (*Microtus oecomanus*): litter sex ratio variation in fragmented habitat[J]. J Anim Ecol, 1995, 64: 459~472.
- [17] Johannesen E, Ings RA. Modelling survival rates: Habitat fragmentation and destruction in root voles experimental populations[J]. Ecology, 1996, 7: 1196~1209.
- [18] Andreassen HP, Hertzberg K, Ings RA. Space use responses to habitat fragmentation and connectivity in the root voles *Microtus oecomanus* [J]. Ecology, 1998, 79: 1223~1235.
- [19] 王振龙,刘季科. 艾鼬气味对根田鼠社会行为和繁殖的影响[J]. 动物学报, 2002, (48): 20~26.
- [20] 王振龙,刘季科. 银狐气味对根田鼠繁殖和觅食的影响[J].

- 兽类学报, 2001, 22(1): 22~29.
- [21] 李俊年,刘季科,陶双伦. 单宁酸对根田鼠食物摄入量和蛋白质消化率的作用[J]. 兽类学报, 2003, 1: 52~57.
- [22] 刘力宽,刘季科,苏建平. 光周期对环青春期雄性根田鼠繁殖发育的作用与光周期信息的母体传递模式[J]. 兽类学报, 2001, 21(1): 57~65.
- [23] 刘季科,苏建平,刘伟,等. 小型啮齿动物种群系统复合因子理论的野外实验研究: 食物可利用性和捕食对根田鼠种群动态作用的分析[J]. 兽类学报, 1994, (14): 117~129.
- [24] 陶双伦,刘季科,郝玉蓉,等. 根田鼠瞬时摄入量对植物可利用性变量集功能反映的格局[J]. 兽类学报, 2001, 21(4): 280~286.
- [25] 陶双伦,刘季科,郝玉蓉,等. 植食性小哺乳动物觅食的功能反应模型及其机制的检验[J]. 兽类学报, 2002, 22(1): 30~38.
- [26] 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 Kw1(重长指标)的比较[J]. 动物学报, 1995, 41(2): 141~148.
- [27] 叶华,卢浩泉,李玉春. 黑线仓鼠 4种肥满度指标的比较研究[J]. 西南师范大学学报, 1997, 22(2): 186~192.