

# 内蒙古草原布氏田鼠和长爪沙鼠体重及身体成分的季节变化

李玉莲<sup>①</sup> 傅善江<sup>②</sup> 林永达<sup>③</sup> 朱文娟<sup>③</sup>

① 青岛大学师范学院 青岛 266071; ② 潍坊教育学院学生处 山东 青州 262500;

③ 北京师范大学生命科学院 北京 100875

**摘要:** 研究了内蒙古草原布氏田鼠(*Lasiopodomys brandtii*)和长爪沙鼠(*Meriones unguiculatus*)的体重、身体脂肪、水分含量及身体热值等指标的季节变化。2种动物的体重都是在春季最高,布氏田鼠的体重具显著的季节变化,长爪沙鼠的鲜重具季节变化,但干重则基本维持恒定。2种动物的脂肪含量和身体热值都在秋季最高,但体水含量在夏季最高。体重的变化受身体脂肪和体水含量等因素共同的影响,而2种动物的身体脂肪和水分含量受环境温度及食物的因素影响较大,所以2种动物体重的季节变化格局有所不同。

**关键词:** 布氏田鼠;长爪沙鼠;体重;脂肪;热值;体水

中图分类号:Q494 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2011)04-131-05

## Seasonal Changes in Body Weight and Compositions in Brandt's Voles and Mongolian Gerbils

LI Yu-Lian<sup>①</sup> FU Shan-Jiang<sup>②</sup> LIN Yong-Da<sup>③</sup> ZHU Wen-Juan<sup>③</sup>

① Teacher's College of Qingdao University, Qingdao 266071;

② Students Department, Weifang Education College, Qingzhou, Shandong 262500;

③ School of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

**Abstract:** Seasonal variations in body weight and composition of body fat and water, as well as energy contents were measured in field Brandt's Voles (*Lasiopodomys brandtii*) and Mongolian Gerbils (*Meriones unguiculatus*). Both species had the highest body weights in spring, highest fat and energy contents in autumn, and highest water contents in summer. However, patterns of seasonal variations in body weights are different between Voles and Gerbils. Body weight variations were affected by both water and fat contents, which might be influenced by ambient temperature and food quality.

**Key words:** Brandt's Vole, *Lasiopodomys brandtii*; Mongolian Gerbil, *Meriones unguiculatus*; Body weight; Fat content; Energy content; Water content

布氏田鼠(*Lasiopodomys brandtii*)和长爪沙鼠(*Meriones unguiculatus*)是分布于内蒙古草原的2种代表性啮齿动物,前者为严格的植食性;后者主要以植物的种子为食,春夏季节也取食植物的嫩茎叶。有关2种动物的生理生态学特征已经有一些研究<sup>[1-7]</sup>,但关于其身体成分尚

未见报道<sup>[8]</sup>。我们对野生布氏田鼠和长爪沙鼠的体重、身体脂肪含量、身体组织热值及身体

第一作者介绍 李玉莲,女,副教授;研究方向:运动生理学;  
E-mail:Jennyli62@yahoo.com.cn。

收稿日期:2011-02-15,修回日期:2011-05-06

水分含量等指标进行了测定和分析,为了解 2 种动物在自然条件下的营养状态提供基础资料。

## 1 材料与方法

**1.1 实验动物** 布氏田鼠( $n = 25$ )和长爪沙鼠( $n = 19$ )于 1998 年 5 月、8 月和 11 月的中旬活捕自内蒙古太仆寺旗地区。

**1.2 解剖及称重** 将动物处死后,解剖去除各

内脏器官,称重(鲜重),然后置于 60℃ 恒温干燥箱中 72 h 以上,至恒重后取出,于玻璃干燥器内冷却后用电子天平称重(干重),精确至 0.001 g。动物的心、肝、肾等器官不是脂肪的主要储存器官,因此对动物身体脂肪含量的测定不会产生影 响。将去除消化道内容物后动物的体重(表 1)与去内脏体重(表 2)进行了比较,其变化趋势一致。

表 1 布氏田鼠和长爪沙鼠去除消化道内容物后的体重(g)的季节变化

Table 1 Seasonal variations in body mass without gut content in *Lasiopodomys brandtii* and *Meriones unguiculatus*

	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn
布氏田鼠 <i>L. brandtii</i>	44.66 ± 2.98 <sup>a</sup>	29.61 ± 1.10 <sup>b</sup>	31.68 ± 2.00 <sup>b</sup>
样本数 Sample size	8	9	8
长爪沙鼠 <i>M. unguiculatus</i>	60.15 ± 3.01 <sup>a</sup>	45.55 ± 3.84 <sup>a</sup>	52.13 ± 5.33 <sup>a</sup>
样本数 Sample size	8	5	6

多重比较用 LSD 检验,同一行不同字母标识差异显著。

LSD was used to test the differences among seasons and different superscripts mean significant differences.

**1.3 脂肪含量的测定** 脂肪含量用索氏脂肪抽提仪测定。将烘干后的动物体用粉碎机整体粉碎,充分混匀后作为待测样品。从每一样品中取样,用事先称重的滤纸包装,在乙醚(分析纯)中浸泡 6 h 以上,取出后在索氏脂肪抽提仪中以乙醚(分析纯)为抽提溶剂,70℃ 下抽提 6 h;将抽提后的样品置于 60℃ 恒温干燥箱中烘至恒重,于玻璃干燥器内冷却后用电子天平称重(精确至 0.001 g)。以抽提前后样品的重量差作为身体脂肪含量。脂肪含量与脂肪抽提前样品的重量之比即为动物干重的脂肪百分含量。

**1.4 热值的测定** 称取 0.700 g 左右粉碎后混匀的动物身体样品,用美国 Parr 仪器公司生产的 Parr1281 型氧弹式热量计测定热值,操作程序按仪器说明书进行。用苯甲酸作为标准对仪器进行校对。

**1.5 体水含量的测定** 动物鲜重与干重之差即为动物的体水重量。体水重量与动物的鲜重之比即为动物体水的百分含量。

**1.6 灰分含量的测定** 取 2.000 g 左右粉碎混匀的动物体样品,用马福炉在 500℃ 下燃烧 5 h,电子天平称量灰分的重量(精确至 0.001 g)。灰分重量与燃烧前样品的重量之比即为动物干重的灰分百分含量。

**1.7 数据统计** 实验数据分为春(5 月)、夏(8 月)、秋(11 月) 三季进行统计,所有统计分析用 SPSS 软件完成。用方差分析对 2 种鼠体重及热值的季节性差异进行显著性检验;用协方差分析对 2 种鼠各项百分含量值季节间种内差异和种间差异进行显著性检验;对各项百分含量值进行反正弦转化,取其反正弦值的平方根进行协方差分析,干重脂肪百分含量和灰分百分含量以干体重为协变量;体水百分含量以动物鲜重为协变量。多重比较用 LSD 检验。由于样本数偏小,本文未对性别差异进行分析。本文以  $P \leq 0.05$  为差异显著。文中数据以平均值 ± 标准误(Mean ± SE)表示。

## 2 结果

**2.1 体重** 方差分析表明,布氏田鼠的干重和

鲜重均具有明显的季节性变化(干重: $F = 9.385, P = 0.001$ ;鲜重: $F = 14.557, P < 0.001$ )。干重为春季最高,秋季居中,夏季最低;鲜重则春季显著高于夏秋两季,以秋季为最低(表2)。

长爪沙鼠鲜重存在显著的季节性差异,而干重则季节差异不显著(干重: $F = 2.671, P > 0.05$ ;鲜重: $F = 5.447, P < 0.05$ )。干重和鲜重变化趋势均为夏季最低、秋季居中、春季最高,鲜重在夏秋季间差异并不明显(表2)。

表2 布氏田鼠和长爪沙鼠体重的季节变化

Table 2 Seasonal variations in body weight in *Lasiopodomys brandtii* and *Meriones unguiculatus*

		春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn
布氏田鼠 <i>L. brandtii</i>	样本数 Sample size	8	9	8
	鲜重 Wet body weight (g)	36.73 ± 2.85 <sup>a</sup>	24.55 ± 0.86 <sup>b</sup>	24.21 ± 1.46 <sup>b</sup>
	干重 Dry body weight (g)	15.45 ± 1.02 <sup>a</sup>	9.91 ± 0.60 <sup>b</sup>	12.42 ± 1.10 <sup>b</sup>
长爪沙鼠 <i>M. unguiculatus</i>	样本数 Sample size	8	5	6
	鲜重 Wet body weight (g)	51.05 ± 2.62 <sup>a</sup>	36.00 ± 2.98 <sup>b</sup>	41.02 ± 4.07 <sup>b</sup>
	干重 Dry body weight (g)	19.64 ± 1.42 <sup>a</sup>	13.79 ± 1.37 <sup>a</sup>	19.33 ± 2.64 <sup>a</sup>

种内多重比较用LSD检验,同一行内不同上标字母表示差异显著。

LSD was used to test the differences among seasons within species. Different superscripts in the same line mean significant differences.

**2.2 身体脂肪含量** 2种鼠干体重的脂肪百分含量均在秋季最高,但长爪沙鼠的脂肪含量无明显季节差异( $F = 1.809, P > 0.05$ ),布氏田鼠则季节性差异显著( $F = 8.293, P < 0.01$ ) (表3)。布氏田鼠的夏季脂肪含量略高于春季;长爪沙鼠则春季高于夏季(表3)。各季节中布氏田鼠的脂肪含量均高于长爪沙鼠,种间差异显著(表3)。

**2.3 身体热值** 布氏田鼠身体的每克干物质热值季节变化明显,秋季最高( $F = 4.775, P < 0.05$ ) (表3)。长爪沙鼠的每克干物质热值无明显季节差异( $F = 1.002, P > 0.05$ )。3个季节中布氏田鼠的身体热值均高于长爪沙鼠(表3)。

**2.4 身体灰分含量** 布氏田鼠和长爪沙鼠的干重灰分百分含量都是夏季最高,秋季最低,差异显著(布氏田鼠: $F = 13.185, P < 0.001$ ;长爪沙鼠: $F = 8.247, P < 0.01$ );此外,春季长爪沙鼠的干重灰分百分含量也显著高于秋季(表3)。布氏田鼠春夏两季低于长爪沙鼠,而秋季则高于长爪沙鼠;春季存在种间差异(表3)。

**2.5 身体水分含量** 布氏田鼠身体水分百分含量变化趋势为夏季稍高,春季次之,秋季最低,但季节间差异不显著( $F = 3.198, P > 0.05$ )

(表3)。长爪沙鼠的体水变化趋势为夏季最高,春季次之,秋季最低,夏季显著高于秋季( $F = 4.659, P < 0.05$ ),但夏季与春季间差异不显著(表3)。布氏田鼠的体水在3个季节中均低于长爪沙鼠,但不存在明显的种间差异(表3)。2种鼠的体水季节变化趋势相同(表3)。

### 3 讨论

布氏田鼠和长爪沙鼠春季身体的脂肪含量均处于相对较低水平。春季是繁殖季节,各种繁殖活动,如领域保护、求偶、交配、妊娠、哺乳等,都需要消耗大量的能量<sup>[9]</sup>,能量支出高,导致了身体脂肪含量较低。而秋季是动物储存能量越冬的季节,皮下脂肪层可以增加隔热性能<sup>[10]</sup>,因此,2种动物均积累大量脂肪,以保证安全越冬。

布氏田鼠和长爪沙鼠的身体水分含量都在夏季最高,这一现象在多种啮齿类动物都有报道,如黄喉姬鼠(*Apodemus flavicollis*)、黑线姬鼠(*A. agrarius*)、棕背(Clethrionomys glareolus)、普通田鼠(*Microtus arvalis*)等物种<sup>[11]</sup>。动物体内水分含量的季节变化可能受所取食的食物中含水量的影响。5月份和8月份正值植物的营养生长期,布氏田鼠和长爪沙鼠均以含水量较多

表3 布氏田鼠和长爪沙鼠身体脂肪、体水、灰分及身体热值的季节变化  
Table 3 Seasonal variations in body fat, body water, ash content and body energy value in *Lasiopodomys brandtii* and *Meriones unguiculatus*

	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn
布氏田鼠 <i>L. brandtii</i>			
样本数 Sample size	8	9	8
干重的脂肪百分含量 (%) Percentage of body fat to dry body mass	44.729 ± 2.021 <sup>a</sup>	45.633 ± 2.949 <sup>a</sup>	53.928 ± 1.842 <sup>b</sup>
水的百分含量 (%) Percentage of body water to wet body mass	61.406 ± 0.896 <sup>a</sup>	62.746 ± 1.426 <sup>a</sup>	56.820 ± 2.421 <sup>a</sup>
干重的灰分百分含量 (%) Percentage of ash to dry body mass	16.016 ± 0.649 <sup>a</sup>	17.942 ± 0.938 <sup>ab</sup>	14.127 ± 0.992 <sup>ac</sup>
每克干物质热值 (kJ/g) Energy value per dry matter of body mass	25.659 ± 0.611 <sup>a</sup>	25.632 ± 0.439 <sup>a</sup>	27.742 ± 0.606 <sup>b</sup>
长爪沙鼠 <i>M. unguiculatus</i>			
样本数 Sample size	8	5	6
干重的脂肪百分含量 (%) Percentage of body fat to dry body mass	39.492 ± 2.624 <sup>a</sup>	32.750 ± 1.536 <sup>a</sup>	42.202 ± 1.494 <sup>a</sup>
水的百分含量 (%) Percentage of body water to wet body mass	63.735 ± 1.414 <sup>a</sup>	66.348 ± 1.117 <sup>ab</sup>	59.438 ± 1.816 <sup>ac</sup>
干重的灰分百分含量 (%) Percentage of ash to dry body mass	16.616 ± 0.840 <sup>a</sup>	18.304 ± 2.525 <sup>a</sup>	10.621 ± 1.048 <sup>b</sup>
每克干物质热值 (kJ/g) Energy value per dry matter of body mass	25.281 ± 0.919 <sup>a</sup>	13.826 ± 0.519 <sup>a</sup>	25.337 ± 0.590 <sup>a</sup>

种内多重比较用 LSD 检验,同一行中不同字母表示差异显著。

LSD was used to test the differences among seasons. Different superscripts in the same line mean significant differences.

的植物茎、叶为食,因此春夏季身体水分含量相对较高。秋季 2 种动物身体水分含量下降,一方面由于植物枯黄,食物含水量降低;另一方面可能是动物对秋冬季低温环境的适应性表现。身体组织含水量下降可以导致细胞代谢水平降低<sup>[12]</sup>,这样可以减少能耗,有利于动物越冬。2 种动物身体脂肪含量的季节变化与体水的季节变化趋势相反(表 3),这是一种普遍现象,与 Zuercher 等<sup>[12]</sup>在北方红背 (*C. rutilus*) 及曾绍祥等<sup>[13]</sup>在高原鼠兔 (*Ochatona curzoniae*)、根田鼠 (*Microtus oeconomus*) 和高原鼯鼠 (*Myospalax fontanicri*) 的发现一致。在迁徙鸟类中,也观察到脂肪含量与体水含量呈负相关<sup>[14]</sup>。

布氏田鼠和长爪沙鼠的体重均在春季最高。春季捕获的动物一般是经过严冬后身体状况比较好的个体。夏季布氏田鼠处于繁殖高峰期,能量消耗较大,虽食物丰富,但食物中水分含量较高,动物体水含量也高,因此布氏田鼠的干重和鲜重都较低。Argen 等<sup>[15]</sup>的研究表明,夏季长爪沙鼠种群中亚成体占 54%。布氏田

鼠中也存在类似情况,这会导致平均体重较低。秋季布氏田鼠种群结构基本上以当年鼠为主,此时基本已达到稳定体重。秋季布氏田鼠干重较低而鲜重略低于夏季,可能采取了许多非冬眠的小型哺乳动物在秋冬季节以降低体重的方式以减少整体的能量消耗的策略<sup>[12,16-18]</sup>。但本研究中秋季长爪沙鼠的体重却较高。在寒冷季节长爪沙鼠主要以储存的植物种子为食,秋冬季食物资源相对较为丰富,食物质量也相对较高,同时其活动性降低,穴居的洞道内环境相对稳定,这些因素综合作用可能会使长爪沙鼠在秋冬季能够保持较高体重。

动物身体的水分和脂肪含量的变化都影响其体重的变化。在季节性环境中,影响动物体重变化的因素还有环境温度、光照周期、食物质量和丰富度等外在因素,动物的脂肪含量、水分含量、能量摄入、消化和吸收效率、各内脏器官的变化、激素水平的变化等等内在因素。实际上,内在因素和外在因素的作用是很难截然分开的,有时是相互作用的(内在因子之间、外在

因子之间和内外因子之间都具有相互作用)。具有冬眠习性的种类,在冬眼前(一般是光周期变短、环境温度变低的秋季)会大量存积脂肪,导致体重增加。对于一些非冬眠的种类,如田鼠类、鼯鼠类等,在秋末初冬开始降低体重,以减少能量需求,这被认为是这些动物适应严寒冬季的一种策略(Dehnel 现象)<sup>[17]</sup>。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 宋志刚, 王德华. 长爪沙鼠的代谢率与身体成分的关系. 动物学报, 2002, 48: 445 - 451.
- [ 2 ] 宋志刚, 王德华. 内蒙古草原布氏田鼠代谢率与身体器官的关系. 兽类学报, 2003, 23(3): 230 - 234.
- [ 3 ] 张志强, 王德华. 长爪沙鼠脏器重量和肠道长度的季节性变化. 兽类学报, 2009, 29(3): 294 - 301.
- [ 4 ] Weiner J, Górecki A. Standard metabolic rate and thermoregulation in five species of Mongolian small mammals. Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology, 1981, 145(1): 127 - 132.
- [ 5 ] Wang D H, Wang Y S, Wang Z W. Metabolism and thermoregulation in the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*). Acta Theriologica, 2000, 45: 183 - 192.
- [ 6 ] Pei Y X, Wang D H, Hume I D. Effects of dietary fibre on digesta passage, nutrient digestibility, and gastrointestinal tract morphology in the granivorous Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*). Physiological and Biochemical Zoology, 2001, 74(5): 742 - 749.
- [ 7 ] Pei Y X, Wang D H, Hume I D. Selective digesta retention and coprophagy in Brandt's vole (*Microtus brandti*). Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology, 2001, 171(6): 457 - 464.
- [ 8 ] 陈俨梅. 内蒙古锡林河流域四种小型啮齿类若干身体组成成分的研究. 兽类学报, 1989, 9(2): 146 - 153.
- [ 9 ] Liu H, Wang D H, Wang Z W. Energy requirements during reproduction in female Brandt's voles (*Microtus brandti*). Journal of Mammalogy, 2003, 84(4): 1410 - 1416.
- [ 10 ] Fleharty E D, Krause M E, Stinnett D P. Body composition, energy content, and lipid cycles of four species of rodents. Journal of Mammalogy, 1973, 54(2): 426 - 438.
- [ 11 ] Górecki A. Energy values of body in small mammals. Acta Theriologica, 1965, 10(23): 333 - 352.
- [ 12 ] Zuercher G L, Roby D D, Rexstad E A. Seasonal changes in body mass, composition, and organs of northern red-backed voles in interior Alaska. Journal of Mammalogy, 1999, 80(2): 443 - 459.
- [ 13 ] 曾缙祥, 王祖望, 韩永才, 等. 高山草甸小哺乳动物身体热值、水分和脂肪含量的季节变化. 动物学报, 1981, 27(3): 292 - 298.
- [ 14 ] Ellis H L, Jehl J R Jr. Total body water and body composition in *Phalaropes* and other birds. Physiological Zoology, 1991, 64(4): 973 - 984.
- [ 15 ] Argen G, Zhou Q, Zhong W. Ecology and social behaviour of Mongolian gerbils, *Meriones unguiculatus*, at Xilinhot, Inner Mongolia, China. Animal Behavior, 1989, 37: 11 - 27.
- [ 16 ] Merritt J F. Winter survival adaptations of the short-tailed shrew (*Blarina brevicauda*) in an Appalachian Montane Forest. Journal of Mammalogy, 1985, 67(3): 450 - 464.
- [ 17 ] 王德华, 王祖望, 孙儒泳. 非冬眠小哺乳动物对寒冷的适应策略//张洁. 中国兽类生物学研究. 北京: 中国林业出版社, 1995: 139 - 150.
- [ 18 ] 王德华, 王祖望. 小哺乳动物在高寒环境中的生存对策 I. 高原鼠兔和根田鼠褐色脂肪组织(BAT)重量和显微结构的季节性变化. 兽类学报, 1989, 9(3): 176 - 185.