

横断山区高山姬鼠身体能值的适应性调节

王蓓 刘春燕 练 硝 王政昆*

(云南师范大学生命科学院 教育部生物能源持续开发利用工程研究中心 昆明 650092)

摘要: 为探讨栖息于横断山地区高山姬鼠(*Apodemus chevrieri*) 身体状况与环境之间的适应关系, 对野外和实验室条件下高山姬鼠的身体能值进行了测定。结果表明, 高山姬鼠身体能值存在季节性变化, 6月最高, 9月次之, 11月开始下降, 到次年3月达到最低。冷驯化条件下, 其身体能值显著降低。高山姬鼠的身体能值在不同季节和冷驯化条件下表现出的变化模式, 与其低纬度高海拔、年平均温度较低的生存环境有关, 反映了横断山区小型哺乳动物在季节性环境中的生存机制和适应对策。

关键词: 高山姬鼠; 身体能值; 适应性调节

中图分类号: Q955 文献标识码: A 文章编号: 0250 3263(2008)05-139 05

Accommodation of Body Energy Contents in *Apodemus chevrieri* in Hengduan Mountain Region

WANG Bei LIU Chun-Yan LIAN Xiao WANG Zheng-Kun*

(School of Life Sciences of Yunnan Normal University, Engineering Research Center of Sustainable Development and Utilization of Biomass Energy Ministry of Education, Kunming 650092, China)

Abstract: The energy contents of *Apodemus chevrieri* in field and in laboratory were measured. Our results showed that the body energy contents of *A. chevrieri* had seasonal variations. The energy contents were the largest in June, and the smallest in March. In cold acclimation, the energy contents had significant decrease. The change pattern of the body energy contents in *A. chevrieri* was related to the macroenvironment such as low latitude, high elevation, and lower average ambient temperature. It had reflected survival mechanisms and the adaptive strategies of small mammals in Hengduan Mountainou Region.

Key words: *Apodemus chevrieri*; Body energy contents; Accommodation

自然条件下, 食物的丰富度和气候条件影响着动物的能量获取和消耗^[1,2]。当外界环境温度、食物条件发生变化时, 动物采取不同水平上的调节以适应环境的变化, 包括形态、生理及行为等方面的调节^[3]。受低温、繁殖等因素的影响, 小型哺乳动物身体状况存在一定的变化。衡量动物身体状况的指标很多, 包括肥满度、体脂含量、体重等。目前, 有关小型哺乳动物通过调节体重来适应环境变化的研究较多^[4-7], 也有通过调节体脂含量来适应环境变化的研究报道^[8-11]。身体能值作为衡量动物身体状况的重要指标之一, 有关其在动物对环境适应中的作

用的报道还比较少。

横断山脉地区是我国特有的高山峡谷地区, 哺乳动物种类丰富, 特有种和古老种比例高^[12]。其地理位置特殊, 生境复杂多样, 南端与东南亚热带北缘相邻接, 北部及西北部向青藏高原高寒地带过渡。此外, 该地区南北流向

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 30560026), 云南省科技强省研究重点项目(No. 2007C000Z1);

* 通讯作者, E-mail: wzk -930@yahoo.com.cn;

第一作者介绍 王蓓, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物生理生态学; E-mail: maoyi315@126.com.

收稿日期: 2007-12-30, 修回日期: 2008-07-12

的金沙江、澜沧江、怒江及其支流峡谷,便于南北生物的交流^[13]。高山姬鼠 (*Apodemus chevrieri*) 属于鼠亚科,是典型的古北界种类^[14],在我国分布于云南、四川、贵州、湖北、甘肃、陕西等省;在云南省主要分布于昭通、昆明、丽江、大理、澜沧江和怒江流域地区^[15]。高山姬鼠多在夜间活动,是横断山地区鼠疫自然疫源地的主要宿主之一^[16]。本文以横断山地区的高山姬鼠为研究对象,测定了其在不同环境条件下的身体能值,为探讨横断山区小型哺乳动物的生理生态适应特征提供一些科学依据。

1 研究方法

1.1 动物来源 实验动物用鼠笼捕自云南省剑川县石龙村(北纬 26° 22', 东经 99° 48') 的农田、灌丛中,共 115 只(51 ♂, 64 ♀),均为健康的成年个体。

1.2 动物处理 将 2006 年 9 月($n = 21$)、11 月($n = 16$),及 2007 年 3 月($n = 16$)、6 月($n = 36$)采集的动物带回云南师范大学生命科学学院动物实验室,断颈处死,称量体重,记录性别、繁殖状态等,然后进行解剖。仔细将胃肠器官完全取出,称量胴体重,然后置烘箱内(60℃)烘至恒重,称量干重。用小型粉碎机粉碎混匀,用全自动氧弹式热量仪(YX-ZR/Q 型,长沙友欣仪器制造有限公司生产)测定热值。

另将 2007 年 3 月捕捉的高山姬鼠 26 只(14 ♀, 12 ♂)置于饲养小白鼠的透明塑料盒内(260 mm × 160 mm × 150 mm),无巢材,每盒 1 只,每日喂以浸泡过的玉米,用塑料瓶供水,自然光照,适应一周后开始实验。实验动物分为对照组(0 d)和冷驯化组(42 d),对照组 13 只(6 ♀, 7 ♂),冷驯化组 13 只(8 ♀, 5 ♂)。冷驯化条件是(5 ± 1)℃,光照条件为 12D: 12L。对照组于室温(20 ± 1)℃饲养,光照条件为 12D: 12L。冷驯化 42 d 后,将两组动物处死,测量相关指标。

1.3 统计分析 采用 SPSS 15.0 软件包进行实验数据的统计分析。季节性差异采用单因子方差分析(One way ANOVA);不同季节间的差异

采用多组比较(Duncan);冷驯化对高山姬鼠体重、胴体重和身体能值的影响采用独立样本 *t*-检验进行分析(Independent Samples *t*-Test)。结果均以平均值 ± 标准误(Mean ± SE)表示, $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果

2.1 不同季节体重、胴体重和身体能值的变化

单因子方差分析结果表明,高山姬鼠体重、胴体重为 6 月份最大,3 月份最小,季节之间差异极显著(体重: $F_{(3,85)} = 9.184, P < 0.01$; 胴体重: $F_{(3,85)} = 10.412, P < 0.01$)。Duncan 检验结果表明,3 月体重、胴体重与 6 月、9 月有极显著差异(均 $P < 0.01$),与 11 月无显著差异($P > 0.05$);6 月与 9 月相比差异不显著($P > 0.05$),而与 11 月有极显著差异($P < 0.01$);9 月与 11 月间有极显著差异($P < 0.01$) (图 1)。

高山姬鼠身体能值 6 月份最大,3 月份最小,季节之间差异极显著($F_{(3,85)} = 19.630, P < 0.01$)。Duncan 检验结果表明,3 月身体能值与 6 月、9 月、11 月均有极显著差异(均 $P < 0.01$);6 月与 9 月相比较没有显著差异($P > 0.05$),但与 11 月有显著差异($P < 0.05$);9 月与 11 月相比有显著差异($P < 0.05$) (图 1)。

2.2 冷驯化对高山姬鼠体重和身体能值的影响 独立样本 *t*-检验结果表明,冷驯化 42 d 的高山姬鼠体重显著低于对照组($F = 3.305, P < 0.05$),冷驯化组的胴体重和身体能值极显著低于对照组(身体能值: $F = 1.863, P < 0.01$; 胴体重: $F = 0.037, P < 0.01$) (图 2)。

3 讨论

随着外界环境的变化,生物体会改变自身的生理生态特征,以保持能量的动态平衡^[17]。当资源缺乏时,动物不能同化足够的能量用以体温调节及自身维持所需,从而需要动用体内的脂肪和蛋白质存积来抵抗外界环境条件的胁迫^[18]。同样,在冬季或冷胁迫条件下,小型哺乳动物会动用体内的脂肪储存以弥补能量的消耗^[9]。最近研究表明,低温条件下长爪沙鼠

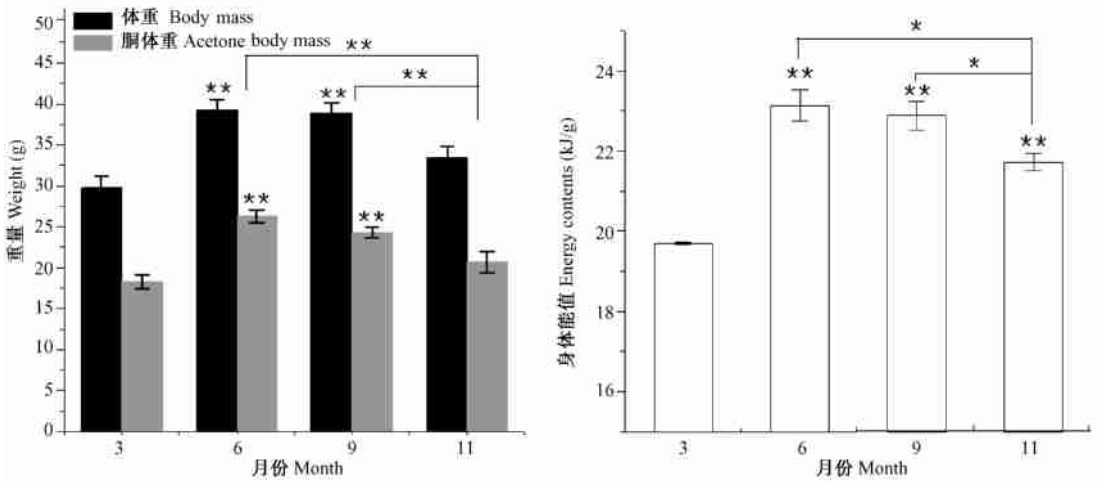


图 1 高山姬鼠体重、胴体重及身体能值在不同季节条件下的变化

Fig. 1 Variations in body mass, acetone body mass and energy contents of *Apodemus chevrieri* in different seasons

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

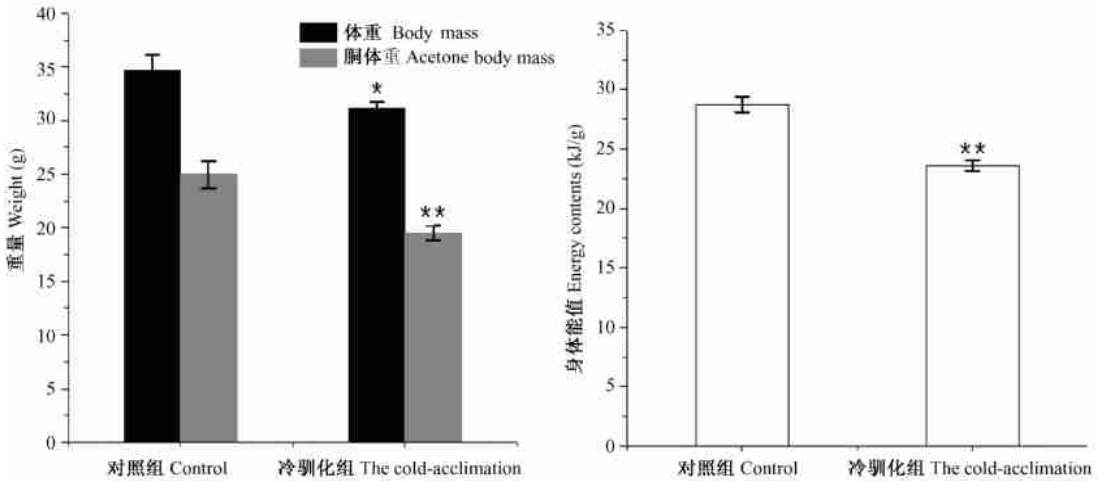


图 2 冷驯化条件下高山姬鼠体重、胴体重及身体能值的变化

Fig. 2 Variations in body mass, acetone body mass and energy contents of *Apodemus chevrieri* in cold acclimation

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

(*Meriones unguiculatus*) 会增加体内脂肪存积, 作为能量来源的补充^[10,11], 而同域分布的布氏田鼠(*Lasiopodomus brandtii*), 则降低体重, 消耗身体储存的脂肪^[18,19]。此外, 喂以低质量的食物比饲喂标准食物的长爪沙鼠两周内胴体重降低了 17%, 说明动物通过动用储存的脂肪来适应低质量食物^[20]。

当动物大量动用体内脂肪和蛋白质存积来适应冷胁迫及食物缺乏时, 会表现出体重下降、

体脂含量下降、身体能值下降等特征。高山姬鼠身体能值的变化与其体重、胴体重、消化道形态变化一致, 即均在 6、9 月较高, 11 月开始下降, 到次年 3 月降至最低。说明高山姬鼠在 6、9 月间身体状况最好, 11 月后开始下降, 越冬后身体状况最差。这与高山姬鼠的生活环境是密不可分的。高山姬鼠生活的石龙地区位于云岭山脉的中部(属横断山), 是我国典型的低纬度高海拔地区, 地势高差悬殊, 山脉南北走向。海

拔 2 550~ 2 615 m, 年平均气温 9.1℃; 1 月平均最低温度为 - 4.0℃, 7 月平均最高温度为 24.1℃, 低于同纬度平原地区。在冬季低温和食物质量下降同时作用下, 高山姬鼠会降低体重以减少维持正常生理机能的绝对能量消耗, 而动用身体脂肪储存能够为其提供一定的能量。因此, 经历冬季后, 高山姬鼠的体重最低, 身体能值也降至最低。越冬后, 环境温度升高, 食物质量好转, 高山姬鼠开始进入繁殖期, 此时, 动物必将积蓄较多的能量进行繁殖, 身体能值升高。

动物所处外界环境的变化必将导致其某些生理特征发生变化, 而在对动物的适应性反应进行比较分析时, 掌握其生理变化发生的时间是非常必要的^[21]。这个时间的长短体现了动物对于环境适应能力的高低。有研究表明, 驯化时间为一般驯化周期(2~ 4 周)的 7 倍时, 大多数动物均形成了新的稳定状态^[22]。当处于冷胁迫条件时, 高山姬鼠会增加能量摄入, 同时还会降低体重^[23]、动用身体脂肪储存, 维持正常的生理机能。实验室条件下, 高山姬鼠增加的能量摄入不能完全满足冷胁迫导致的能量增加, 因此体重降低、身体能值下降是该条件下动物适应冷胁迫的一种方式。高山姬鼠处于冷胁迫条件下, 短时间内即能改变生理特征, 说明其适应能力较强, 这与其在世界范围内广泛分布是分不开的。

总之, 影响动物身体状况的因素很多, 身体能值只是衡量动物在不同环境条件下, 能量利用对策的指标之一。动物究竟是怎样调节能量分配, 身体状况究竟是由哪些因素决定的, 尚需进一步研究探讨。

参 考 文 献

- [1] Kenagy G J, Sharbaugh S M, Nagy K A. Annual cycle of energy and time expenditure in a golden mantled ground squirrel population. *Oecologia*, 1989, **78**: 269~ 282.
- [2] Corp N, Goman M L, Speakman J R. Daily energy expenditure of free living male Wood Mice in different habitats and seasons. *Functional Ecology*, 1999, **13**(5): 585~ 593.
- [3] Francisco B, Carlos E B, Paolal S. Spatial and seasonal plasticity in digestive morphology of cavies (*Microcavia australis*) in habiting habitats with different plant qualities. *Journal of Mammalogy*, 2007, **88**(1): 165~ 172.
- [4] Dark J, Zucker I. Photoperiodic regulation of body mass and fat reserves in the meadow vole. *Physiol Behav*, 1986, **38**: 851~ 854.
- [5] Nagy T R. Effects of photoperiod history and temperature on male collared lemmings, *Dicrostonyx groenlandicus*. *J Mammal*, 1993, **74**: 990~ 998.
- [6] Klingenspor M, Nigemann H, Heldmaier G. Modulation of leptin sensitivity by short photo period acclimation in the Djungarian hamster *Phodopus sungorus*. *J Comp Physiol B*, 2000, **170**: 37~ 43.
- [7] Lovegrove B G. Seasonal thermoregulatory responses in mammals. *J Comp Physiol B*, 2005, **175**: 231~ 247.
- [8] Voltura M B, Wunder B A. Effects of ambient temperature, diet quality, and food restriction on body composition dynamics of the prairie vole *Microtus ochrogaster*. *Physiological Zoology*, 1998, **71**(3): 321~ 328.
- [9] Puerta M, Abelenda M. Cold acclimation in food restricted rats. *Comp Biochem Physiol A*, 1987, **87**: 31~ 33.
- [10] 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): 1 410~ 1 416.
- [11] 李兴升, 王德华, 杨明. 冷驯化条件下长爪沙鼠血清瘦素浓度的变化及其与能量收支和产热的关系. *动物学报*, 2004, **50**(3): 334~ 340.
- [12] 张荣祖. 中国动物地理. 北京: 科学出版社, 1999, 188~ 235.
- [13] 吴征镒, 王荷生. 中国自然地理——植物地理. 北京: 科学出版社, 1985, 118~ 121.
- [14] Corbet G B. The mammals of the Palaearctic region: a taxonomic review. London: British Museum (Natural History), 1978, 200~ 314.
- [15] 黄文几, 陈延熹, 温业新. 中国啮齿类. 上海: 复旦大学出版社, 1995, 126~ 127.
- [16] 方喜业. 中国鼠疫自然疫源地. 北京: 人民卫生出版社, 1990, 238.
- [17] Johnston I A, Bennett A F. Animals and Temperature: Phenotypic and Evolutionary Adaptation. Society for Experimental Biology. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996.
- [18] Liu H, Wang D H, Wang Z W. Maximum metabolizable energy intake in the Mongolian gerbil *Meriones unguiculatus*. *Journal of Arid Environment*, 2002, **52**: 405~ 411.
- [19] 宋志刚, 王德华. 内蒙古草原布氏田鼠的最大同化能. *兽类学报*, 2001, **21**: 271~ 278.

- [20] Liu Q S, Wang D H. Effects of diet quality on phenotypic flexibility of organ size and digestive function in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*). *J Comp Physiol*, 2007, **177** (5): 509~ 518.
- [21] Rezende E L, Chappell M A, Hammond K A. Cold acclimation in *Peromyscus*: temporal effects and individual variation in maximum metabolism and ventilatory traits. *The Journal of Experimental Biology*, 2004, **207**: 295~ 305.
- [22] Nespolo R F, Rosenmann M. Thermal history in Chilean rodents: an experimental approach. *Rev Chil Hist Nat*, 1997, **70**: 363~ 370.
- [23] 王蓓, 徐伟江, 姜文秀等. 高山姬鼠冷驯化过程中的能量收支. *兽类学报*, 2007, **27**(4): 395~ 402.

血 雉

血雉(*Ithaginis cruentus*, 封面照片) 隶属于鸡形目(Galliformes) 雉科(Phasianidae) 血雉属, 主要分布于中国的青藏高原边缘及邻近的山系, 包括喜马拉雅山、横断山脉、岷山、祁连山脉和秦岭地区, 地理位置大约在 $26^{\circ} 0' \sim 39^{\circ} 2' N$, $84^{\circ} 0' \sim 108^{\circ} 3' E$ 之间。在国外见于尼泊尔、不丹、印度和缅甸。血雉为国家 II 级重点保护野生动物, 同时被列入中国濒危鸟类红皮书和 CITES 公约附录 II (郑光美, 中国濒危动物红皮书 鸟类, 1998)。

血雉亚种分化众多, 由于羽色变异较大, 其种下分类一直比较混乱。学者们的观点不同, 从 9 个亚种至 14 个亚种不等, 横断山区很可能是其分化中心(郑作新, 中国动物志 鸟纲 第四卷, 1978)。

血雉主要分布于海拔 2 100~ 4 600 m 之间的山地中, 但栖息高度从北向南有增高的趋势。血雉有季节性垂直迁移习性, 冬季迁移至较低海拔越冬。适宜栖息地类型主要包括针叶林、针阔混交林、灌木林。影响现存种群的主要威胁来自栖息地丧失和破碎化以及人为猎捕。

血雉的呼唤叫声极为独特, 为一长三短的哨声; 其粪便圆长条形, 上下等粗, 并呈弯曲状, 酷似蚊香, 与其他鸡类明显不同。这些特殊习性, 使其在野外比较容易发现和识别。

血雉以植物性食物为主, 兼食少量动物性食物, 所选择的食物因季节而发生变化。冬季食物较为单一, 主要以苔藓和早熟禾为主, 同时取食少量竹叶及蕨类的叶片; 繁殖季节以多种草本植物的茎、叶、花及灌木的花、果实以及菌类为主要食物。

血雉在越冬期营集群生活, 群体大小在十多只至几十只不等。越冬群体喜在阳坡、半阳坡的较为稀疏的灌木林中活动, 活动区面积在 20 hm^2 左右。

每年 3 月底至 4 月初开始分群配对, 社会性单配制, 配偶关系联结紧密, 可维持整个繁殖季节。繁殖季节不参加繁殖的亚成体雄鸟、参加繁殖的成体雄鸟或配偶对往往也有集群活动的倾向。繁殖期活动区面积为 10 hm^2 左右, 相邻配偶对活动区的重叠面积较大。

每年繁殖一窝。如果巢卵在产卵期时被破坏, 会重新做巢繁殖。巢位于地面, 通常在树基部、灌木下、倒木下、岩石下的洞中, 由树叶和枯枝等筑成, 较为简陋。4 月下旬开始产卵, 通常每隔 2 天产一枚卵, 在产最后一枚卵时往往仅隔一天。产完最后一枚卵后, 紧接着开始孵卵(贾陈喜等, 2002)。窝卵数 5~ 10 枚(甘肃莲花山, $n = 30$), 卵呈长卵圆形, 深褐色具有斑点。卵平均重 30.1 g, 大小为 47.8 mm \times 33.8 mm (甘肃莲花山, $n = 100$)。

孵卵由雌鸟承担, 取食时由雄鸟相伴。雌鸟每天仅离巢取食一次, 离巢时间多在 6:00~ 7:00 时, 回巢时间多在 12:00~ 15:00 时, 每次离巢长达 6 个多小时。血雉的巢通常位于活动区的一侧, 亲鸟尽量避开在巢的附近活动。雌鸟入巢孵卵后, 雄鸟有时单独活动, 也常与其他个体组成临时性群体一起活动。血雉孵化期为 35~ 39 d (甘肃莲花山, $n = 3$), 雌雄鸟共同育雏。血雉生活于高寒山地, 加之食性特殊, 在低海拔地区很难饲养繁殖成功。

血雉为雌雄异型的鸟类, 封面照片中为雄鸟, 羽色鲜艳; 血雉雌鸟羽色为暗褐色, 密布霉状斑。封面照片孙悦华于 2006 年 10 月拍摄于甘肃莲花山自然保护区沙河滩保护站。

贾陈喜 孙悦华

(中国科学院动物研究所 北京 100101)