

圈养赤斑羚夏季日食量及表观消化率的探讨

王英树¹ 刘群秀² 田秀华^{1*} 李莎莎¹

(1 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040) (2 上海动物园, 上海 200335)

关键词: 赤斑羚; 日食量; 表观消化率

中图分类号: Q958

文献标识码: A

文章编号: 1000–1050 (2014) 04–0414–05

The daily food intake and apparent digestibility by captive red gorals in summer

WANG Yingshu¹, LIU Qunxiu², TIAN Xiuhua^{1*}, LI Shasha¹

(1 College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

(2 Shanghai Zoo, Shanghai 200335, China)

Abstract: To analyze the daily feed intake and apparent digestibility to forage nutrition of red goral (*Nemorhaedus cranbrooki*) and determine diet composition, from June to August 2012, 8 healthy adult red gorals from the Shanghai Zoo were selected and separated into 2 groups, group I and group II, based on different dietary roughage, to compare the daily food intake and apparent digestibility by red goral to different forages. The results showed that: (1) The average daily food intake of adult red gorals was (2801.44 ± 245.02) g during the summer; (2) Male daily food intake ($P < 0.05$), apparent digestibility of crude fiber and apparent digestibility of dried matter and crude protein were significantly different between the two groups ($P < 0.05$), and the difference in crude fat between the 2 groups was not significant. Red gorals showed preferences toward palatability of the Group II diet with higher daily intake and digestibility; therefore, Group II is the recommended diet for captive red gorals.

Key words: Apparent digestibility; Daily feed intake; Red goral (*Nemorhaedus cranbrooki*)

野生动物营养学是野生动物生态学和管理学的重要组成部分, 是了解野生和圈养野生动物种群生存和繁殖的核心内容之一 (Robbins, 1983)。动物采食是一个复杂的、动态的、生物和非生物因素相互作用和相互影响的过程 (Van Soest, 1994), 同时受动物自身、环境和饲料等多种因素的影响, 有时还存在互作 (NRC, 1996)。采食量决定营养物质的摄入量, 决定着动物能够从环境中获得营养物质的多少, 是决定动物营养状况的重要因素 (龙瑞军等, 2003)。而消化率是评估圈养动物日常饲料组成的重要内容, 通过消化率参数可以获得圈养动物的营养需求信息, 从而为动物提供适当的饲料种类, 形成科学的饲料配比 (Allan *et al.*, 2000); 目前, 关于反刍动物消化率的研究多采用体外消化法 (何静卫, 2008; 陶春卫, 2009)。然而, 由于

野生反刍动物的消化系统复杂, 且对其缺乏了解, 消化策略差别较大, 一般仍采用体内法来测定其消化率 (Hume, 1980; Roehrs *et al.*, 1989; 杨俊霞和毛华明, 2008; 孟玉萍等, 2010)。近年来, 关于大型哺乳动物的消化率和采食量, 已有一些研究, 并在实践中得以广泛应用 (Domingue *et al.*, 1991; 黄志宏等, 2007; 吕继蓉等, 2011; 邓怀庆等, 2013)。然而, 圈养条件下, 如何结合大型哺乳动物的生物学习性, 满足其饲料及营养需求, 仍是实践中亟待解决的重要问题之一 (Kleiman *et al.*, 2010)。

赤斑羚 (*Nemorhaedus cranbrooki*) 属于偶蹄目 (Artiodactyla) 牛科 (Bovidae) 羊亚科 (Caprinae) 斑羚属, 是国家 I 级重点保护野生动物, IUCN 将其列为易危, CITES 附录将其收入附录 I。在我国,

基金项目: 上海市绿化和市容管理局资助项目: 野生动物饲料营养成分的测定与分析 (43212007)

作者简介: 王英树 (1988–), 女, 硕士研究生, 主要从事特种经济动物、动物园动物饲养管理的研究。

收稿日期: 2013–11–07; 修回日期: 2014–05–23

* 通讯作者, Corresponding author, E-mail: tianxiuhua@163.com

赤斑羚的分布区在西藏东南部及云南省部分地区(汪松, 1998), 国外见于缅甸北部及相邻的印度阿萨姆东部地区。由于过度捕杀, 赤斑羚种群数量急剧下降, 分布区锐减, 野生赤斑羚种群已不足 1 500 只(张词祖和周建华, 1988; 尹秉高和刘务林, 1993)。关于赤斑羚的研究, 主要涉及生活史、行为和生殖激素及繁殖等方面(孙立新和盛和林, 1989; 张祖祠等, 1993; 吴峰等, 1996; 郭文利等, 2004; 谢燕, 2006; 郑建清, 2011)。目前, 上海动物园拥有国内唯一赤斑羚圈养种群。本文以成年雌雄赤斑羚为研究对象, 依据圈养条件下赤斑羚所食粗饲料种类及长期以来的饲养经验设定两组日粮, 并通过开展饲喂试验, 测定夏季赤斑羚的日采食量及其对营养物质的表观消化率, 进而比较两组饲料的合理性和科学性, 本研究旨在为圈养赤斑羚的饲料配置和饲养管理提供理论基础及参考标准。

1 研究方法

1.1 试验动物及其饲养管理

2012 年 6–8 月, 选择上海动物园繁育场 8 只健康成年赤斑羚, 分别编号为 1–8 号, 1–6 号为

雄性(休情期), 7、8 号为雌性(哺乳期), 单舍饲养。试验日粮 I 组, 由苏丹草和颗粒料组成; II 组日粮为苏丹草、树叶和颗粒料(表 1)。5–8 号赤斑羚投喂 II 组日粮, 预试期 7 d, 正试期 5 d; 1–4 号雄性赤斑羚采用 2×2 拉丁方试验设计(latin square design), 第一期试验, 1、2 号采食 I 组日粮, 3、4 号采食 II 组日粮; 第二期试验 1、2 号采食 II 组日粮, 3、4 号采食 I 组日粮。每期预试期 7 d, 正试期 5 d。所有试验动物饲喂方式不变, 颗粒料定量投喂, 粗饲料自由采食, 均以吃完略有剩余为原则, 每天分别称量记录每种食物的采食量和剩余量。采食量(g) = 每日投喂饲料的总重量(g) – 每日剩余粗饲料的重量(g) – 每日剩余精料的重量(g); 每日剩余粗饲料的重量(g) = 每日剩余的重量(g) + 每日失去水分的重量(g)(每天给赤斑羚投食时称取苏丹草样品 100 g 放在相同的环境中, 相同状态放置一天后, 在称取赤斑羚剩余饲料时, 称取样品剩余重量, 计算失水率), 自由饮水(于婷婷等, 2011)。每天 08:30 和 14:00 向动物投喂饲料, 同时采集饲料样本。收集笼舍中的全部粪便, 将收集好的粪便装入拉链袋, 称重。然后将当日的样品 65℃ 恒温烘干。

表 1 圈养赤斑羚两组日粮营养成分

Table 1 Dietary nutrients of the two groups of captive red goral

两组日粮 Two diets	营养成分 Nutrition			
	鲜重中干物质	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维
	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	Crude fiber (%)
I 组 Group I	35.32 ± 4.89	18.18 ± 0.04	14.86 ± 0.04	13.46 ± 1.52
II 组 Group II	59.66 ± 6.91	19.42 ± 0.33	13.53 ± 0.66	12.97 ± 0.58

1.2 试验方法

采用全粪法每天收集两次粪便, 样品的处理参照于婷婷等(2011)的处理方法, 65℃ 恒温烘干, 粉碎, 在室内回潮 24 h, 得到风干样待测。干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维等按常规方法进行测定分析(张丽英, 2005)。

1.3 数据处理与分析

根据赤斑羚日粮和粪便中各营养物质的含量, 结合动物的摄入饲料和排出粪便情况计算动物对该营养物质的表观消化率, 计算公式如下:

饲料营养物质表观消化率(%) = (食入营养物质质量(g) – 对应粪中营养物质质量(g)) / 食入营养物质质量(g) × 100%

计算每只赤斑羚个体在不同试验时期、不同饲料组成条件下的日采食量, 及其对饲料中营养成分的表观消化率, 并应用配对样本(Paired-sample) *T* 检验(Q-Q 图检验表明数据呈正态分布)来分析不同饲料组成对赤斑羚饲料日采食量和营养成分表观消化率的影响。试验数据以平均值 ± 标准差表示, 显著性水平设定为 0.05。

2 结果

2.1 圈养赤斑羚的采食量及各营养成分的表观消化率

5-8 号赤斑羚的平均日采食量为 (2801.44 ± 245.02) g。赤斑羚干物质的表观消化率均值为 $(82.53 \pm 3.28)\%$, 粗蛋白、粗脂肪和粗纤维的消化率均值分别为 $(86.69 \pm 3.74)\%$ 、 $(76.94 \pm 3.87)\%$ 、 $(69.80 \pm 7.44)\%$ 。

2.2 日粮中不添加新鲜枝叶对赤斑羚日采食量及营养物质消化率的影响

试验期间, 同时给赤斑羚投放苏丹草和新鲜枝叶两种粗饲料, 几乎全部赤斑羚先采食树叶, 吃光树叶后开始采食苏丹草。I 组与 II 组赤斑羚的日采食量分别为 (1723.44 ± 208.54) g 和 (2130.88 ± 388.81) g, 配对 *T* 检验表明赤斑羚对 II 组日粮的日采食量显著高于 I 组日粮 ($n=4$, $t=-3.891$, $P=0.030$)。

II 组赤斑羚干物质消化率 $(86.26 \pm 2.24)\%$ 显著高于 I 组 $(79.59 \pm 3.66)\%$ ($n=4$, $t=3.600$, $P=0.037$)。II 组的粗蛋白消化率 $(89.28 \pm 1.75)\%$ 显著高于 I 组 $(82.84 \pm 2.43)\%$ ($n=4$, $t=3.568$, $P=0.038$); II 组的粗纤维消化率 $(81.10 \pm 2.77)\%$ 与 I 组 $(69.42 \pm 2.38)\%$ 的差异极显著 ($n=4$, $t=6.371$, $P=0.008$)。II 组和 I 组的粗脂肪消化率分别为 $(81.96 \pm 6.17)\%$ 和 $(78.53 \pm 5.08)\%$, 差异不显著 ($n=4$, $t=-1.145$, $P=0.335$)。

3 讨论

赤斑羚属于典型的林栖动物, 主要以植物嫩芽、绿叶为食 (汪松, 1998), 自 1982 年引入上海动物园后, 经过多年的饲养, 已基本适应圈养生活条件。本研究中赤斑羚的日采食量较少, 约为 2 801 g, 远低于以往的研究结果 (约 4 400 g) (张词祖和周建华, 1988)。赤斑羚的日粮以苏丹草、桑、榆、泡桐等树叶及颗粒料为主 (张词祖和周建华, 1988), 与本文的饲料组成基本相同, 即圈养条件下赤斑羚的食性比较稳定, 但食量发生了很大变化。据工作人员介绍, 目前圈养赤斑羚的体型与初迁入动物园时相比略小, 故营养需求相对较少, 导致其采食量减少; 另外, 赤斑羚在野生状态下面临天敌、食物短缺等诸多限制, 能量消耗较

多, 而在圈养条件下, 能量支出减少, 所以采食量下降。

本研究中, 赤斑羚优先采食桑、榆、泡桐枝叶, 且第 II 组日粮的日采食量显著高于第 I 组日粮采食量, 即赤斑羚对新鲜枝叶具有偏爱性。食物偏爱性是动物的一种行为模式, 与环境中某种食物的可利用量或丰富度 (Abundance) 关系不大, 而与动物的遗传特性相关; 动物对某种食物的偏爱性是持久存在, 与这种食物在动物的取食生境中是否存在无关 (Hobbs *et al.*, 1983; 陈化鹏和马建章, 1997); 此外, 饲料的适口性是动物的嗅觉、味觉、视觉、触觉对饲料的综合反映, 对动物的采食量具有重要的调节作用 (杨加豹, 2011)。上海的 8 月苏丹草粗纤维含量高于新鲜枝叶, 新鲜枝叶正处于鲜嫩多汁时期, 其适口性更好。本研究中, 同时给赤斑羚投放苏丹草和新鲜枝叶两种粗饲料, 几乎全部赤斑羚都先采食树叶, 吃光树叶后才开始采食苏丹草, 因此我们初步认为适口性对赤斑羚的食物选择有一定程度的影响, 并且在很大程度上影响赤斑羚的采食量。

粗饲料是反刍动物的营养源, 占反刍动物日粮的 40% - 70%, 不仅为反刍动物提供所需纤维素, 而且提供数量不等的矿物质元素、维生素等必需营养素 (张颖等, 2005)。一般认为, 饲料干物质能够从整体水平上反应饲料的营养价值, 不同粗饲料的干物质在瘤胃中的降解程度有很大的差异 (张浩等, 2012)。苏丹草中干物质、粗蛋白、粗纤维含量均高于新鲜枝叶, 而添加新鲜枝叶后, 赤斑羚干物质、粗蛋白和粗纤维的表观消化率均显著提高。预试验与试验期间, 圈养赤斑羚的精神状态、采食状况、排便等均良好, 未见异常, 表明两组日粮均基本可以满足圈养赤斑羚的营养需求。但是从赤斑羚对两组日粮的表观消化率来看, II 组日粮更适合作为夏季赤斑羚的日粮。另外, 根据李俊生等 (2003) 的研究, 野外赤斑羚选择植物的新鲜枝叶为食, 那么圈养条件下采食新鲜枝叶也可以满足赤斑羚营养需求。在本实验条件下, 试验 I 组赤斑羚日粮的各营养成分表观消化率稍低, 且适口性较差; 而试验 II 组日粮的各营养成分表观消化率较 I 组高, 且适口性较好, 为赤斑羚所偏爱的食物。

饲养野生动物目的之一在于满足其基本营养需要, 提高其繁殖率; 目的之二在于保护濒危物种,

壮大其自然种群, 避免灭绝之灾, 模拟其野外生存模式, 使之可以重新回归自然。本实验初步探讨了圈养赤斑羚的日采食量及粗饲料不同对其日食量和营养物质表观消化率的影响, 为科学配制其饲料提供了理论基础。我们建议, 饲料的配比不仅要满足夏季赤斑羚的营养需求, 也需要提高动物的福利, 并尽量模拟野外生境的食物组成。饲料中的新鲜枝叶来自绿色植物, 为减少对植物的破坏, 需适当采摘。

致谢: 本实验的开展和完成承蒙东北林业大学邹琪, 上海动物园繁殖场宋培林、周建华及李海国等的全力协助和支持, 在此一并表示感谢。

参考文献:

- Allan G L, Parkinson S, Booth M A, Stone D A J, Rowland S J, Frances J, Warner-Smith R. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*, **186** (3-4): 293-310.
- Chen H P, Ma J Z. 1997. Intake and its control in ruminants. *Acta Theriologica Sinica*, **17** (4): 292-300. (in Chinese)
- Deng H Q, Jin X L, He D Y, Hu D F. 2013. Comparison of the two measurement methods of digestibility of staple bamboo of captive giant pandas. *Sichuan Journal of Zoology*, **3** (32): 364-367. (in Chinese)
- Domingue B M F, Dellow D W, Wilson P R, Barry T N. 1991. Comparative digestion in deer, goats, and sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **34** (1): 45-53.
- Guo W L, Pei E L, Li Z K, Wang A S, Tu R X. 2004. Preliminary observation on eco-biology of captive red goral (*Nemorhaedus cranbrookii*). *Acta Theriologica Sinica*, **24** (1): 82-83. (in Chinese)
- He J W. 2008. The study on the wheat straw-full mixture forage of sheep for meet and its evaluation of nutritious value in vitro. Master thesis. Henan Agricultural University. (in Chinese)
- Hobbs N T, Baker D L, Gill R B. 1983. Comparative nutritional ecology of montane ungulates during winter. *The Journal of Wildlife Management*, **47** (1): 1-16.
- Huang Z H, Zhao Y H, Wang X J, Li W P, Xie G J, Li S J, Li H H. 2007. Determination of the nutrient and apparent digestibility of mixed ration for Siberian tiger. *Journal of Northeast Forestry University*, **5** (35): 61-63. (in Chinese)
- Hume I D. 1980. Mammalian Strategies for Utilizing High Fibre Diets. RAAN, 83-90.
- Kleiman D G, Thompson K V, Baer C K. 2010. Wild Mammals in Captivity Principles and Techniques for Zoo Management, Second Edition. University of Chicago Press, 83-86.
- Li J S, Song Y L, Zeng Z G. 2003. Food selectivity and influencing factors in ruminants. *Acta Theriologica Sinica*, **23** (1): 66-73. (in Chinese)
- Liu Q S, Feng Z Y, Gong P B, Qin J, Gao Z X, Huang X L, Yao D D, Yan S X. 2010. Effects of high-fiber food on food intake and digestibility in the lesser rice-field rat (*Rattus losea*). *Acta Theriologica Sinica*, **30** (3): 291-296. (in Chinese)
- Long R J, Dong S K, Wang Y S, Guo Y R, Pagella J. 2003. Concepts and investigative methods of ruminant forage intake. *Acta Prataculturae Sinica*, **12** (5): 8-17. (in Chinese)
- Lv J R, Zeng F K, Zhang K Y. 2011. Influence of sow milk flavor on feeding behavior and feed intake of weaner piglets. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, **23** (5): 848-853. (in Chinese)
- Meng Y P, Li K, Zhang L Y, Yang M, Chen X. 2010. Measurement and analysis on feed intake of *Elaphurus davidianus* in Beijing Milupark. *Special Wild Economic Animal and Plant Research*, **4**: 39-42. (in Chinese)
- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh Edition. Washington D. C: National Academy Press.
- Robbins C T. 1983. Wildlife Feeding and Nutrition. INC: Academic Press, 313-332.
- Roehrs J M, Brockway C R, Ross D V, Reichard T A, Ullrey D E. 1989. Digestibility of timothy hay by African elephants. *Zoo Biology*, **8** (4): 331-337.
- Tao C W. 2009. Study on nutritional value in common roughage for ruminants and establishment of prediction model of its bioavailable energy. Master thesis. Heilongjiang Bayi Agricultural University. (in Chinese)
- Van Soest P J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Second Edition. Ithaca, New York, USA: Cornell University Press, 8-10.
- Xie Y. 2006. Rutting behavior of the red goral in captivity. Master thesis. East China Normal University. (in Chinese)
- Zheng J Q. 2011. Time budgets and behavior of captive red goral (*Nemorhaedus cranbrookii*) in summer. *Chinese Journal of Wildlife*, **32** (5): 249-251. (in Chinese)
- 于婷婷, 柏雪, 郭春华, 马力, 黄艳玲, 王永, 朱万岭, 付锡三. 2011. 蚕沙对乐至黑山羊日粮纤维消化率的影响研究. 中国饲料, (7): 17-19.
- 尹秉高, 刘务林. 1993. 西藏野生动物与保护. 北京: 中国林业出版社.
- 邓怀庆, 金学林, 何东阳, 胡德夫. 2013. 圈养大熊猫主食竹消化率的两种测定方法比较. 四川动物, **3**: 012.
- 龙瑞军, 董世魁, 王元素, 郭轶瑞, Pagella J. 2003. 反刍动物采食量的概念与研究方法. 草业学报, **12** (5): 8-17.
- 何静卫. 2008. 肉用绵羊麦秸全混合日粮及营养价值评定的体外研究. 河南农业大学硕士学位论文.
- 陶春卫. 2009. 反刍动物常用粗饲料营养价值评定及其效能值预测模型的建立. 黑龙江八一农垦大学硕士学位论文.
- 吕继蓉, 曾凡坤, 张克英. 2011. 猪乳香味剂对断奶仔猪采食行为和采食量的影响. 动物营养学报, **23** (5): 848-853.
- 孙立新, 盛和林. 1989. 红斑羚和斑羚几种常见行为的比较观察.

- 动物学杂志, **24** (3): 52–54.
- 李俊生, 宋延龄, 曾治高. 2003. 反刍动物的食物选择及其影响因素. 兽类学报, **23** (1): 66–73.
- 杨加豹. 2011. 动物饲料适口性与影响因素. 饲料研究, **1**: 23–26.
- 杨俊霞, 毛华明. 2008. 测定反刍动物采食量和消化率的方法. 饲料博览·技术版, **12**: 20–22.
- 吴锋, 张词祖, 卫士德, 周建华, 丁明山. 1996. 圈养红斑羚的繁殖生态. 野生动物, **17** (5): 26–28.
- 汪松. 1998. 中国濒危动物红皮书—兽类. 北京: 科学出版社, 417.
- 张丽英. 2005. 饲料分析及饲料质量检测技术. 北京: 中国农业大学出版社, 45–80.
- 张词祖, 吴锋, 卫士德. 1993. 赤斑羚的种群繁育 (I) —赤斑羚种群管理. 华东地区动物园论文集, **13**: 47–57.
- 张词祖, 周建华. 1988. 赤斑羚圈养繁殖生态. 野生动物, **9** (4): 36–37.
- 张浩, 白云峰, 严少华, 蒋磊, 刘建. 2012. 不同水葫芦青贮日粮对山羊消化代谢率的影响. 畜牧与兽医, **44** (10): 43–46.
- 张颖, 黄必志, 毛华明. 2005. 粗饲料在反刍动物中的营养作用及其影响因素. 中国动物保健, **6**: 31–33.
- 陈化鹏, 马建章. 1997. 反刍动物取食量及其调节. 兽类学报, **17** (4): 292–300.
- 郑建清. 2011. 圈养条件下赤斑羚夏季昼间行为时间分配及活动规律. 野生动物, **32** (5): 249–251.
- 孟玉萍, 李坤, 张林源, 杨萌, 陈颀. 2010. 北京麋鹿苑麋鹿采食量测定分析. 特产研究, **4**: 39–42.
- 郭文利, 裴恩乐, 李仲逵, 王爱善, 涂荣秀. 2004. 笼养红斑羚生态生物学的初步观察. 兽类学报, **24** (1): 82–83.
- 黄志宏, 赵云华, 王兴金, 李婉萍, 谢高基, 李少基, 黎绘宏. 2007. 东北虎混合日粮营养和表观消化率的测定. 东北林业大学学报, **5** (35): 61–63.
- 谢燕. 2006. 圈养条件下赤斑羚发情期行为研究. 华东师范大学硕士学位论文.