



# 实验树鼩配合饲料的研究与应用

仝品芬, 高家红, 匡德宣, 代解杰, 江勤芳

(中国医学科学院/北京协和医学院医学生物学研究所, 云南 昆明 650118)

**【摘要】** 根据树鼩的生物学特性并参考有关实验动物饲料标准为树鼩设计和加工生产一种实验饲养饲料。结果表明该饲料能满足树鼩的健康生长、饲养繁殖和实验树鼩的营养需求。该饲料的营养成分和混合均匀度均符合地方标准,生产和饲喂方便,具有一定的应用和推广前景。

**【关键词】** 树鼩;配合饲料;研究与应用

**【中图分类号】** R33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2012)04-0036-03

doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2012.04.009

## Research and Application of Compound Feed for Tree Shrew

TONG Pin-fen, GAO Jia-hong, KUANG De-xuan, DAI Jie-jie, JIANG Qin-fang<sup>1</sup>

(Institute of Medical Biology, Chinese Academy of Medical Sciences &  
Peking Union Medical College, Kunming 650118, China)

**【Abstract】 Objective** To design and manufacture a practical experimental feed for tree shrew breeding and growth, according to the biological characteristics of tree shrew and relevant standards for laboratory animal feed. The results indicate this feed can meet the needs of growth, reproduction and experiments of tree shrews. Both the feed nutritional ingredients and uniformity of admixture are accord with local governmental standards for tree shrews. It is not only convenient to manufacture and feed but also promising in application and popularization.

**【Key words】** Tree shrew; Compound feed; Research; Application

树鼩是一种新型实验动物,由于其解剖特征近似于人类,已成功建立了多种人类疾病的动物模型,并在神经生物学、生殖生物学和社会心理学等方面有相当广泛的应用和研究<sup>[1,2]</sup>。树鼩替代黑猩猩作为常用的丙型肝炎动物模型已具备一定趋势,并在一些领域具有灵长类所不具备的优势,但世界上仅有少数国家开展树鼩实验动物化方面的研究<sup>[3]</sup>。目前国内大多数实验用的树鼩均为野生来源,在进行人工驯化、繁殖和生物

净化的同时,树鼩饲料的标准化必不可少。这是实现树鼩实验动物标准化的一项基础工作。为此,参照实验动物配合饲料的国家和地方标准及实验动物饲料的技术规范和要求,在总结相关研究成果和收集分析实验数据的基础上结合树鼩的生物学特性,研制树鼩配合饲料,旨在提供能满足于树鼩健康成长和繁殖营养需求的配合饲料以供实验所用。

**【基金项目】**“十一五”国家科技支撑计划项目(项目编号:2009BAI83B02、2011BAI15B01);云南省科技基础条件平台建设计划项目(编号:2006PT07-2)资助。

**【作者简介】**仝品芬(1967-),女,主管技师,研究方向:实验动物学。Email: tpf@imbcams.com.cn。

**【通讯作者】**代解杰(1961-),男,研究员,项目负责人。E-mail: dj@imbcams.com.cn;江勤芳(1974-),女,主管技师,研究方向:实验动物学。Email: jqf@imbcams.com.cn。

## 1 材料和方法

### 1.1 饲料配方设计原则

主要原料包括玉米、小麦、大米、豆粕、麦麸、白糖、多种维生素、矿物质及微量元素等。主要辅食有面包虫、苹果、鸡蛋及牛奶等。饲料原料贮存于阴凉通风处,放在离地 20 cm 高的垫板上,按先进先出原则进行堆放和使用。饲料原料自购入日起根据品种不同可保存 3 ~6 个月,梅雨季节限 1 个月内用完。

### 1.2 饲料配方

饲料配方是根据树鼩的营养需要,饲料的营养价值、原料的状况及价格等条件合理地确定饲料的配合比例。依据国家有关的全价营养饲料标准、饲料成分、营养价值表、饲料种类、来源、价格、当地饲料管理部门提供的饲料成分分析值及配合的日粮类型和动物的预期采食量等饲料配方资料,选用合适的饲养标准和适宜的原料进行饲料配制。

在上述每份基础配方基础上,另外添加硫酸铁 20 g、硫酸铜 2 g、硫酸锌 20 g、硫酸锰 1 g、碘化钾 0.2 mg、亚硒酸钠 0.1 mg 作为微量元素的补充。

### 1.3 加工方法

将各种原料按照质量标准要求进行粉碎,按配方要求将各种原料进行计量,依次投入混料箱内,在混料箱内经一定时间的搅拌,使各种原料混合均匀,每 10 kg 混合料加鸡蛋 10 个,并按每公斤混合料加入 280 mL 水,拌匀放入蒸箱内蒸 90 min 至熟,待蒸料冷却后,再添加维生素拌匀即可饲喂。

### 1.4 饲喂

早上 10 点下午 4 点各喂 1 次,每只每天 45 g 基础饲料。

### 1.5 实验动物

随机取初生的仔树鼩 40 只,从初生重开始,每周称重 1 次至第 6 周,统计数据后绘制哺乳树鼩的生长曲线图。同时,从 1 月龄起称体重,至 6 月龄观测离乳后幼仔的生长状况。

## 2 结果

我们所制作的树鼩饲料肉眼观察均匀度好、气味清香,经 1 年饲喂实践观察树鼩喜欢采食,浪费极少。

### 2.1 饲料成分分析

本课题研发、生产和加工的树鼩饲料,经初步分析各成分含量与公布的云南地方标准比较见表 2。

### 2.2 对繁殖树鼩的影响

用本课题研发、生产和加工的饲料饲喂繁殖中的树鼩,雌树鼩能正常怀孕、产仔、泌乳。以 2010 年使用本饲料为例,树鼩繁殖率达到 83.3%,仔树鼩离乳成活率为 90.76%。

### 2.3 哺乳期仔树鼩生长情况

我们随机抽取了刚生产的 40 只仔树鼩测定从出生后第 0、7、14、21、28、35、42 d 的平均体重增加情况,从图 1 可看出,饲料的营养成分能满足母树鼩哺乳幼仔的需要,哺乳期的幼仔体重快速增加。

表 1 树鼩基础配合饲料配方  
Tab. 1 Formula of the compound feed for tree shrew

成分 Ingredients	重量 (Kg) Weight	成分 Ingredients	重量 (Kg) Weight
大米面 Rice flour	10	维生素 C Vitamin C	50x10 <sup>-3</sup>
玉米面 Corn flour	32	维生素 E Vitamin E	50x10 <sup>-3</sup>
小麦面 Wheat flour	25	复合 B Compound Vitamin B B B	7.5x10 <sup>-3</sup>
豆粕 Bean pulp	18	烟酸 nicotinic acid	2.5x10 <sup>-3</sup>
骨粉 Bone meal	1.5	叶酸 folic acid	2.5x10 <sup>-3</sup>
鱼粉 Fish meal	1.5	维生素 AD Vitamin AD	50x10 <sup>-3</sup>
奶粉 Milk powder	10	多维生素 Multivitamin	50x10 <sup>-3</sup>
白糖 Sugar	8	酵母 yeast	10x10 <sup>-3</sup>
食盐 Salt	0.2		

表 2 自制树鼩配合饲料各成分含量与云南地方标准的比较  
Tab. 2 Comparison of the ingredient contents of the self-made compound feed with that of the Yunnan local standards

	水分 Water %	粗蛋白 Crude protein %	粗脂肪 Crude fat %	粗纤维 Crude fibre %	粗灰分 Crude ash content %	钙 Ca %	磷 P %
自制饲料 Self-made compound feed	30	25	6	6	6	1.5	1
云南饲料地方标准 <sup>[4]</sup> Feed local standard of Yunnan	10	21 - 22	4.5	2.5 - 3.0	8.0	0.8 - 1.2	0.6 - 1.0

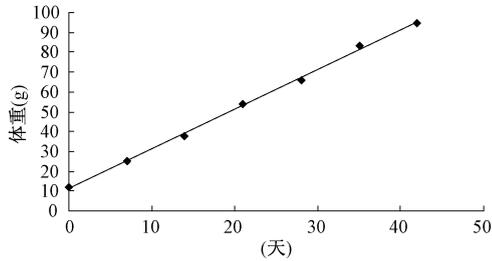


图 1 哺乳期树鼩的生长曲线图

Fig. 1 Growth curve of the tree shrew infants fed with the self-made compound feed

## 2.4 离乳后幼树鼩的生长曲线

离乳后 40 只幼树鼩的生长曲线见图 2。断奶后的幼树鼩以饲喂配合饲料为主,每天两次,其体重也是快速增长,这充分说明本饲料能满足幼树鼩的生长需要。到 4 月龄后,仔树鼩的体重增长基本保持在平台期。

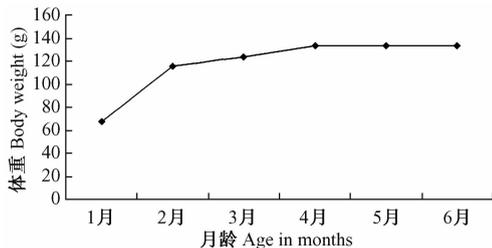


图 2 离乳后幼仔生长曲线图

Fig. 2 Growth curve of offspring after weaning, fed with the self-made compound feed

## 2.5 实验树鼩饲料使用效果

从 2011 年 7 月至 9 月我们对实验用树鼩进行饲料使用效果观察。共 64 只树鼩连续采血 0.3 ~ 0.5 mL/只/周,不间断持续 3 个月,期间树鼩全部喂以我们自制的饲料,加之细致的照料和给予辅食,结果树鼩无一死亡,体重保持稳定,说明自制饲料完全能满足动物实验期间的营养需求。

## 2.6 辅食添加

我们选用的辅食主要为水果、面包虫、牛奶、鸡蛋等,水果则以苹果为主。

2.6.1 哺乳期树鼩辅食添加:补充动物性蛋白(面包虫) 10 g/d/只,水果 20 g/d/只,添加纯牛奶 5 mL/d/只。

2.6.2 实验期树鼩辅食添加:除补充动物性蛋白(面包虫) 10 g/d/只,水果 20 g/d/只外,由于经常抽血,每天给实验树鼩加喂红糖水。

## 3 讨论

树鼩野外一般单独活动,是杂食性动物,常以昆虫、小鸟、五谷野果为食,也可食用鸟蛋、树叶等,尤其喜食甜食如蜂蜜。鉴于其肉食性强,笼养时须注意有足够的蛋白质饲料。营养缺乏或低下时体重减轻,被毛无光泽,易患疾病而死亡。笼养时可供应软的高蛋白饲料、水果、蔬菜。

饲料是维持树鼩生命活动和控制树鼩质量的重要环节,饲料质量的好坏取决于其营养成分、适口性、消化吸收及清洁度等多项指标。在设计树鼩饲料时,必须把国内外开发实验动物饲料的成功经验和树鼩的食物特性相结合,将配合饲料与一定量的苹果、面包虫等辅料相搭配。因树鼩实验动物化过程不长,食性的适应需要一定时间过程。如果树鼩繁殖季节营养不全,会引发许多自发性代谢性疾病或应激、咬架、吃仔等异常行为,因此我们根据其繁殖期交配和母树鼩哺育幼树鼩的不同时期,选用合适的基础日粮饲料,配合给予相应辅食,降低死亡率,提高了繁殖率。在使用配合饲料饲喂期间,树鼩种群没有发生任何代谢性疾病,动物存活率超过 95%,表明该饲料满足了树鼩的营养需要。

本研究开发的树鼩基础配合饲料的营养成分、原料的质量等条件均符合国家实验动物饲料通用质量标准,达到了树鼩的营养需要和实验动物福利要求。曾报道饲喂熟牛肉 8 ~ 10g/只<sup>[5]</sup>,以增加树鼩蛋白质摄入,而我们改喂面包虫(又名黄粉虫),其营养价值较高,操作也比较简便。与李贵等<sup>[6]</sup>使用的稀粥类饲料相比,本研究开发的饲料更易于饲喂和清洁食盒,重要的是仔树鼩 42 日龄体重(94.4 ± 12.1)比用稀粥类饲料饲喂的体重(66.2 ± 15.7g)要高很多,也充分说明我们饲料的营养更为全面。Sorenson (1974) 等<sup>[7]</sup>、Kaufman (1965)<sup>[8]</sup>饲喂树鼩烘干后的小白鼠、大白鼠、灵长类动物饲料,导致树鼩体重下降,脱毛,甚至死亡,表明这几种饲料不适合树鼩饲养。本研究所开发的饲料与云南省树鼩饲料地方标准相比较粗蛋白含量、粗脂肪含量、粗纤维含量略高于地方标准,钙磷含量则基本一致。另外本文开发的树鼩饲料水分含量较高,松软可口,但为了保证卫生质量,需当日生产,当日使用,贮存有一定不便。周顺长等<sup>[5]</sup>、角建林等<sup>[9]</sup>提出了颗粒饲料喂养树鼩可行性,在我国积

(下转第 42 页)

- from the wild Japanese mouse (*Mus musculus molossinus*) [J]. *Jikken Dobutsu*, 1973, 22(0):187-192.
- [4] Nomaguchi TA, Sakurai Y. Inbreeding process and establishment of new inbred lines derived from the Japanese house mouse (*Mus musculus molossinus*) [J]. *Jikken Dobutsu*, 1993, 42(2): 175-179.
- [5] 管彤, 王凤山, 刘双环, 等. 野生来源 TW 近交系小鼠的遗传监测 [J]. *中国实验动物学报*, 2004, 14(4):205-207.
- [6] 管彤, 王凤山, 于国德, 等. 野生小鼠抗肺肿瘤特性筛选实验初探 [J]. *中国实验动物学杂志*, 2002, 12(2):92-94.
- [7] 刘双环, 马丽颖, 王凤山, 等. TW 近交系小鼠的遗传鉴定和罕见基因分析 [J]. *中国实验动物学报*, 2007, 15(1):1-4.
- [8] Wada NA., Kakizoe-Ishida Y., Katoh H, et al. Establishment and characterization of the MSKR inbred strain originated from Japanese wild mice (*Mus musculus molossinus*) [J]. *J. Vet. Med. Sci*, 2000, 62(4): 427-434.
- [9] 黄澜, 尹红星, 高虹, 等. 清洁级 BALB/c 小鼠生物学指标的建立 [J]. *医学动物防制*, 2005, 21(7): 474-478.
- [10] 杨锡平, 胡一江, 孟琼, 等. NIH、ICR 和 KM 小鼠血常规及血清生化值测定 [J]. *上海实验动物科学*, 2000, 20(2):111-112.
- [11] 管彤, 王凤山, 于国德, 等. 野生来源 TW 小鼠近交系培育及其生物学特性的研究 [J]. *中国实验动物学报*, 2004, 12(2):71-75.

[修回日期]2012-02-23

(上接第 38 页)

极推进实验动物标准化体系建设的背景下,为完善树鼩实验动物标准,需进一步利用现代营养学和饲料学研究方法,系统地开展驯养树鼩的日粮模式、饲料组成、饲料加工工艺等研究工作,研制出在人工饲养条件下符合树鼩生理、生长、繁殖需求的更为方便贮存的全价饲料及代乳料。

## 参考文献:

- [1] 彭燕章, 叶智彰, 邹如金, 等. 树鼩生物学[M]. 昆明: 云南科技出版, 1991:1-4.
- [2] 徐新平, 陈红波, 贲昆龙. 树鼩在医学生物学中的应用[J]. *中国实验动物学报*, 2005, 13(3):187-191.
- [3] 角建林, 刘汝文, 陈丽玲, 等. 树鼩资源的开发利用与标准化研究——我国实验动物资源建设发展战略探讨 [J]. *中国比较医学杂志*, 2009, 19(7):73-78.
- [4] 云南省地方标准 DB53/T328.4-2010.
- [5] 周顺长, 罗光胜, 章贤中, 等. 树鼩颗粒饲料的饲育效果 [J]. *上海实验动物科学* 12(2):80-81.
- [6] 李贵, 严晔, 常云艳, 等. 树鼩实验室繁殖的新方法 [J]. *现代畜牧兽医*, 2009, 3:18-21.
- [7] Sorenson MW, Canaway CH. Socioal and reproductive behavior of five species of tree shrew [J]. *Am Midland Naturalist*. 1974, 91(2):294-314.
- [8] Kaufmann JF. Studies on behavior of captive tree shrew (*Tupaia glis*). *Folia Primato1*. 1965. (3):50-74.
- [9] 角建林, 李波, 李进涛, 等. 野生和实验室树鼩营养状况的对比分析 [J]. *实验动物与比较医学*, 2011, 31(4):290-292.

[修回日期]2012-12-28