

实验兔营养

实用手册



金岭梅 王 米 编著
孟新宇 赵枝新

中国农业科学技术出版社

实验兔营养实用手册

金岭梅 王 米 编著
孟新宇 赵枝新

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实验兔营养使用手册/金岭梅等编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2008. 8

ISBN 978 - 7 - 80233 - 668 - 1

I. 实… II. 金… III. 实验动物—兔—动物营养—手册
IV. S865.14 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 114943 号

责任编辑 杜 洪 刘晓松

责任校对 贾晓红 康苗苗

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82109704 (发行部) (010)82106629 (编辑室)
(010)82109703 (读者服务部)

传 真 (010)82106624

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850 mm × 1 168 mm 1/32

印 张 7.25

字 数 250 千字

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价 15.00 元

——版权所有·翻印必究——

序 言

《实验兔营养实用手册》是实验动物科学的组成部分，它的原理与方法来自动物营养和饲养学，并为其提供理论支撑。为确保实验研究和检测结果的可靠性、精确性、可重复性和可比较性，编辑出版本书的意义则不言而喻了。

本书系统地介绍了实验兔的营养与饲养的基本知识，汇集了国内外发表的相关领域里的研究成果和进展，是作者数十年如一日的倾心积累。这些文献和资料对于实验兔的研究和生产非常有益，既可为从事实验兔研究者借鉴，又可供科研院校有关人员及生产者参考。

我们满怀对实验动物事业的信心和对本书作者的敬意，谨向社会推荐此书。愿实验动物营养与饲养学在实验动物事业的发展历程中做出应有的贡献！

杨诗兴
彭大惠

2008. 3. 28

内容提要

本书为实验兔养殖方面的中级工具书，共分十章。重点介绍了实验兔生物学特性、营养生理、营养需要，介绍了实验兔饲料饲养与管理，并汇集了国内外发表的相关领域里的研究成果和进展。这些文献和资料对于从事实验兔的研究和生产非常有益，既可供从事实验兔研究者借鉴，又可供科研院所有关人员及生产者置诸案头，随时参考。本书内容丰富，资料翔实、可靠，有较高的参考价值。

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 实验兔品种	(2)
一、日本大耳白兔	(3)
二、新西兰白兔	(3)
三、青紫兰兔	(3)
四、中国白兔	(3)
第二节 实验兔生物学特性和生理生化指数	(4)
一、生物学特性	(4)
二、兔的生活习性	(4)
三、生命体征	(8)
四、解剖学特点	(9)
第三节 实验兔对科研、生产的贡献	(9)
一、热原质检查	(9)
二、抗血清和诊断血清	(10)
三、胆固醇代谢的研究	(10)
四、皮肤反应实验	(10)
五、急性动物实验	(10)
六、生殖生理和内分泌实验研究	(10)
七、眼科研究	(11)
八、微生物学研究	(11)
九、心血管病和冠心病研究	(11)
十、生物制品的原材料	(11)
十一、寄生虫学等研究	(11)



第二章 实验兔的营养生理	(12)
第一节 兔的消化	(12)
一、兔的消化系统	(12)
二、兔的消化生理及特点	(15)
第二节 软粪	(22)
一、软粪的形成	(22)
二、兔的食粪性	(23)
三、食粪行为方式及规律	(27)
四、兔软粪排泄生理节奏与不同光照周期的同步关系	(28)
五、软粪与硬粪的成分	(29)
第三节 消化过程的调节	(33)
第三章 实验兔能量需要	(36)
第一节 饲料能量的划分	(36)
一、兔能量需要的特点	(36)
二、饲料能量在兔体内的转换	(37)
第二节 能量需要	(41)
一、维持的能量需要	(41)
二、生长(生产)的能量需要	(43)
三、妊娠和泌乳的能量需要	(47)
第三节 能量单位	(50)
第四章 蛋白质和氨基酸营养	(52)
第一节 蛋白质及氨基酸	(54)
一、蛋白质	(54)
二、蛋白质的合成及功能	(55)
三、兔的氨基酸	(60)
第二节 蛋白质及氨基酸的需要量	(61)
一、蛋白质	(61)



二、氨基酸	(66)
第三节 兔对非蛋白氮的利用	(73)
一、兔利用尿素的过程	(75)
二、提高兔对尿素的利用率	(76)
三、用尿素或硫酸铜喂兔的原则	(76)
四、兔饲料利用尿素的前景	(77)
第四节 影响蛋白质和氨基酸利用率的因素	(78)
一、日粮营养密度	(78)
二、兔的生长阶段	(79)
三、日粮蛋白质过高或过低的影响	(79)
四、食粪对粗蛋白质和氨基酸利用的影响	(80)
五、环境温度对粗蛋白质利用的影响	(81)
第五章 碳水化合物	(82)
第一节 兔营养中的纤维素	(84)
一、兔对纤维性物质的消化能力	(85)
二、影响纤维素消化率的因素	(90)
第二节 兔营养中的无氮浸出物	(92)
第三节 日粮中粗纤维的需要量	(95)
第六章 兔营养中的日粮脂肪	(97)
第七章 兔营养中的维生素	(104)
第一节 维生素的营养意义	(104)
一、维生素的分类	(105)
二、维生素的生物化学功能	(106)
三、影响兔维生素营养的因素	(106)
第二节 脂溶性维生素	(110)
一、维生素 A	(110)
二、维生素 D	(116)
三、维生素 E	(118)



(66)	四、维生素 K	(119)
(67)	第三节 水溶性维生素	(121)
(75)	一、硫胺素 (维生素 B ₁)	(121)
(85)	二、核黄素 (维生素 B ₂)	(122)
(95)	三、吡哆醇 (维生素 B ₆)	(123)
(77)	四、尼克酸 [烟酰胺、烟酸、抗糙皮病 (PP)	
(87)	因子]	(124)
(87)	五、叶酸 (维生素 M, 干酪乳杆菌因子, 维	
(97)	生素 Bc)	(125)
(97)	六、泛酸 (维生素 B ₅ , 有时也称维生素 B ₃)	(125)
(08)	七、维生素 B ₁₂ (氰钴胺素、外源因素、动物	
(18)	蛋白因子)	(126)
(58)	八、胆碱	(128)
(48)	九、生物素 (维生素 H)	(128)
(28)	十、维生素 C (抗坏血酸)	(129)
(00)	第四节 兔对维生素 B 的需要	(131)
(50)	一、兔粪中维生素 B 含量比较	(131)
(20)	二、兔对 B 族维生素的需要量	(132)
(70)	三、兔常用饲料中复合维生素 B 的含量	(134)
(97)	第八章 兔营养中的矿物质	(136)
(4)	第一节 常量矿物质元素营养	(136)
(20)	一、钙和磷	(136)
(00)	二、镁	(143)
(00)	三、钾、钠和氯	(144)
(0)	第二节 微量矿物元素营养	(146)
(11)	一、锰	(146)
(01)	二、锌	(147)
(11)	三、铁	(148)



四、铜	(148)
五、钼	(152)
六、硒	(152)
七、碘	(153)
八、钴	(153)
第三节 兔的矿物质需要量	(154)
第九章 水与兔营养	(157)
第一节 体内水的功能及分布	(157)
第二节 水的需要量	(159)
一、摄入水	(159)
二、饲料水	(160)
三、代谢水	(161)
四、排出水	(161)
五、水的需要量	(162)
六、水质的要求	(166)
第十章 实验兔的饲料及饲粮结构	(167)
第一节 实验兔常用饲料及其特点	(167)
一、能量饲料	(167)
二、蛋白质饲料	(169)
三、青绿多汁饲料	(170)
四、粗饲料	(170)
五、矿物质饲料	(171)
六、添加剂	(171)
第二节 实验兔饲粮	(172)
一、哺乳仔兔日粮	(173)
二、断奶后生长兔(4周龄)日粮	(174)
三、妊娠—泌乳母兔日粮	(176)
四、补充日粮	(176)



(184) 五、非颗粒日粮	(177)
(182) 第三节 实验兔营养标准和饲粮配制技术	(178)
(182) 一、美国颁布的兔的营养标准 (表 10-7)	(178)
(182) 二、前苏联颁布的兔的饲养标准	(180)
(182) 三、兔日粮的配合方法	(181)
(182) 第四节 饲养与管理	(184)
(182) 一、一般饲养管理技术	(184)
(182) 二、阶段实验兔的饲养管理	(185)
附录一	(187)
附录二	(192)
附录三	(197)
附录四	(215)
主要参考书目	(220)



第一章 绪 论

兔是草食性哺乳动物，种属众多。实验兔归属哺乳纲、啮齿目、兔科，均源于野兔科（*Lepus* famitg）。

全世界野兔共有9属、53种。家兔是野生中穴兔（岩石兔）驯化而成，经过世代代的选种繁育，产生并形成了60多个品种、200个左右品系，而国际上公认的实验兔只有6个近交系品系。

实验兔是实验动物（Laboratory animals）中的一种。它是为了实验而加以人工控制的动物。因此，实验兔有其鲜明的应用价值。它必须符合实验动物的规范与要求。所谓实验动物，是根据科学研究的要求定向培育而成，供科学实验的对象和材料；它具有明确的生物学特性和清楚的遗传背景，并经微生物控制和在特定环境条件下经过驯化的动物。实验动物在生命科学中的作用，如物理、化学实验中所需的精密仪器和高纯度的化学试剂一样，应具有较高的敏感性、较好的重复性和反应的一致性等特点。因此，只有通过驯化培育，才能获得遗传性稳定、纯合性好的实验动物，才能发现和保留具有不同生物学特性的品种、品系，发现和保留突变性动物，培育出各种动物的疾病模型。从微生物学角度，我国实行了4级标准进行实验兔质量的判断：普通级，CV；清洁级（clean animals），CL；无特定病源体级（specific pathogen-free animals），SPF和无菌级GF。国际上，有的国家采用5级（Townsend, 1969），有些国家略有变换，但大同小异。20世纪80年代中叶，我国成功地在微生物和环境的控制下，培养出无菌（germfree）、无特定病原体动物（specific pathogen-free ani-



mals) 或清洁动物, 为科研提供了符合实验要求的标准化的实验兔。

人类驯化野生兔由来已久, 最初的目的是为了获得肉类和毛皮, 以提供衣食之需要。随着科学的发展, 兔就成为最早用作实验用动物之一。18 世纪狂犬疫苗的研究成功, 就是以兔和鸟作为实验动物的; 19 世纪以来, 兔被广泛作为实验用动物, 在医学科学研究领域里发挥了独特的作用。欧、美等国家和地区实验动物科学起步早、发展快, 科研与管理机构完善, 专业队伍庞大, 科技力量强, 实验动物标准化工作进展迅速, 有包括实验兔在内的各种实验动物新品种。新的品系、无菌动物、无特定病原体动物和悉生动物的研究与培育工作发展很快, 并且实现了供应商品化和社会化。这不仅对科学研究做出了巨大的贡献, 而且占有相当高的经济地位。我国实验动物工作起始于 20 世纪初, 30 年代从国外引进个别实验动物品种, 但规模极小, 使用范围也相当窄, 发展极为缓慢。新中国成立后, 包括实验兔在内的实验动物规模开始发展, 建立了一些生物制品的生产与研究机构, 作为一门实验动物科学才开始发展起来。近年来, 国家陆续制定了许多有关的方针、政策和措施, 逐步建立和健全了许多相应的机构与学术团体, 加强了相应的教学与科研, 逐步建立和完善实验动物质量监控体系, 加强了实验动物的营养与饲养的科学研究, 开展国际交流等, 使我国实验动物科学有了很大发展, 包括实验兔在内的实验动物质量有了很大提高, 标准化工作也取得很大进展。这不仅为我国生命科学、生物医学科学的研究做出了贡献, 也产生了相当的经济效益。

第一节 实验兔品种

在进行各种实验中, 对于实验兔的品种选择极为重要。国际



第一章 绪 论

上实验兔品种多达数十种。我国目前常用的品种主要有4个(封闭群)。

一、日本大耳白兔

日本大耳白兔是日本以中国白兔为基础选育而成的皮肉兼用良种兔。毛雪白、眼睛红、有肉髯、体型中等。成年体重达4~8kg,四肢壮实,两耳长大高举。耳根细、耳端尖,形同柳叶,被毛浓密,生长发育快,繁殖力强,产仔多,每胎约8只。由于耳大、血管清晰,易于采血和注射,是较理想的实验用兔。

二、新西兰白兔

由美国加利福尼亚培育成的品种。毛纯白,皮肤光泽,体格健壮,耳较厚竖立、繁殖力强,每胎7~8只,生长发育快,成年体重可达4~5kg,性情温和。已培育成稳定的近交系品系。被广泛用于皮肤试验、热原试验、致畸试验、毒性试验、胰岛素检定、妊娠诊断和人工受胎等。

三、青紫兰兔

由法国育成,毛色稍浅,每根毛具有三色,即上、中、下分别为黑色、灰白色和灰色,尾、面部呈黑色,眼圈、尾底、腹部呈白色。每胎产仔多,适应性好。分标准型和大型两个品系。标准型体重3~3.5kg,无肉髯,耳一竖一垂,生长发育快;大型品系成年体重可达4~5kg,繁殖力强,每胎产仔7~8只,为优良的皮肉兼用和实验用兔。

四、中国白兔

我国育成,是常用的一种皮肉兼用兔。体形偏小,结构紧凑,成年体重可达1.5~2.5kg。毛纯白为多,耳短小直立,抗



病力强，耐粗饲，繁殖力强，每胎产仔8~10只，耳短而厚，嘴较尖，被毛短密，抗病力强。

第二节 实验兔生物学特性和生理生化指数

一、生物学特性

实验兔的耳大，血管清晰，最便于采血和注射；兔后肢膝关节窝部有卵圆形淋巴结，最适于作淋巴结内注射试验；兔的肠为体长的8倍，肠的摆动波幅较大，肠壁薄，对兔茶酚胺类药物和其他药物反应特别敏感。实验兔中肠的运动变化大，易观察；兔的心、肺解剖学结构特殊。肺被肋胸膜隔开；心脏也被心包膜分隔。进行心脏实验时，不需要进行人工呼吸，特别不同于狗、猫等其他实验动物；未妊娠兔的离体子宫对 α -受体兴奋药物很敏感，有助于进行某些生殖生理实验，筛选避孕药物等；兔的眼球大而圆，便于观察，因而常用来建立角膜痕模型，以研究治疗角膜斑痕的药物；兔颈部神经血管及胸腔结构很适合于进行急性血管试验，可直接记录颈动脉压、中心静脉压，间接测量冠脉流量、心搏量、肺动脉和主动脉流量等；兔的体温反应比其他实验动物敏感，最易产生发热且很典型很恒定，所以，常利用这一特性进行发热及热原实验；兔对射线非常敏感，照射后常发生休克样的特有反应或死亡，其休克发生率和死亡率与注射剂量呈一定线性关系，因此，常利用这一特性进行光照剂量方面的实验研究。

二、兔的生活习性

（一）夜行性

由于兔是由野生穴兔驯化而来的，因此，不同程度地保留了



其祖先的某些习性和生物学特性。夜间表现活跃，而白天则较安静，除采食外，常常在笼子内休息或睡眠。夜间采食活动频繁。金岭梅等（1990）在笼养兔行为观察中测得，笼养兔全天活动基本包括卧息、活动、采食、饮水等4项。白天（6:00~18:00），兔卧息占全天时间的68%左右，活动、采食和饮水占全天时间的32%左右；晚上（18:00至次日6:00）兔的卧息占全天时间的47%，活动、采食和饮水占全天时间的53%左右。由此可见，兔为昼息夜行动物。笼养兔由于长期的饲喂制度的影响，尽管对其活动和卧息行为有所改变，但仍保留其夜行性的生活习性。

（二）剔食性

兔的舌大，有许多乳头，各种乳头上均有味蕾，为味觉感受器，因此，采食时爱挑剔，喜食适口性好的草料，尤其爱吃甜食，在饲养兔时如给予适口性较差的草料，会发生严重的挑剔浪费。

（三）亲善性

经人工长期驯养的兔对人有亲善性，每当饲养员接近它时，会有友好的表示，但一旦陌生人接近时，则结果与之相反，并发出“咕咕咕”的叫声，用以示威。

（四）食软粪性

兔有吞食软粪的习性，不到3周龄的仔兔就开始食软粪。兔在消化生理过程中的食粪习性与牛、羊的反刍十分相似，故也有人把这种习性称作“假反刍”（有关食软粪的消化生理将在后面专门介绍）。



(五) 嗜眠性

嗜眠性，即在一定的条件下很容易进入困倦或睡眠状态，在这种状况下，若配以药物，其痛觉会有所降低或消失。这与兔在野生状态下的昼伏夜行有关。兔的这一特征，为兔供作实验显示出任何家畜或小动物无法替代的优势。

(六) 怕惊吓

兔的听觉灵敏，其耳又长又大，并能转动和竖起，以此来收集来自各方的声响，以便逃避敌害。突然的声响可导致兔惊恐不安，以致在笼内奔跳和乱撞，并用后足拍击笼底而发出响声。

(七) 喜爱清洁

干燥清洁的环境有利于兔群健康生长。潮湿污秽的环境则是兔患病的直接原因。因为这为传染病病原孳生创造了有利的条件。

(八) 兔群规模

兔的群居性不如其他家畜，特别是公兔群养易发生争斗撕咬，在新组成的兔群中表现更为突出，由于兔群居性差，生性好斗，所以，兔群的规模不宜过大。

(九) 啮齿行为

兔的大门齿是恒齿，不断生长，在采食时不断地进行磨灭，如果常喂软质饲料，则兔就要啃咬兔笼或饲喂用具，表现为啮齿行为。