



郑建仙 编著

功能性 食品

(第三卷)

Functional Foods

Vol. III



中国轻工业出版社

功能性食品

(第三卷)

郑建仙 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

功能性食品第3卷/郑建仙编著. - 北京: 中国轻工业出版社, 1999. 9

ISBN 7-5019-2524-0

I. 功… II. 郑… III. 保健食品 IV. TS218

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 17535 号

责任编辑: 熊慧珊 责任终审: 滕炎福 封面设计: 刘 静
版式设计: 赵益东 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 1999年9月第1版 1999年9月第1次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 38.5

字 数: 924千字 印数: 1-3 000

书 号: ISBN 7-5019-2524-0/TS·1530 定价: 86.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

内 容 提 要

功能性食品是当今国际食品科学与工程领域的前沿阵地,被誉为 21 世纪的食品。本书是国内第一部专著《功能性食品》的第三卷,内容新颖,论述严谨,具有科学性与实用性。第 1 章介绍动物试验、数据处理、安全毒理学评价的原理与方法;第 2~6 章系统阐述增强免疫、强肾、抗衰老、促进生长发育、改善胃肠道、调节肠道菌群、抗龋齿、增智、抗疲劳、抗应激、减肥、抗心血管疾病、抗高血压、抗糖尿病、抗突变、抗肿瘤、助眠、改善性功能等 18 种保健功能的设计原理、评价方法、操作步骤以及相关功能性食品的开发等;第 7 章讨论妊娠期、哺乳期与婴儿期专用食品的开发与评价等。

本书可供食品、营养、医药、卫生、生化、化工、体育等领域科研、生产单位从业人员及管理决策人员参考,对相关学科的院校师生也有重要参考价值。

序

社会经济的进步，无疑为人类的食品发展带来了诸多新的机会。但由于工业发达而带来的负面影响，诸如生存环境的恶化、空气与水源污染的加剧等，也严重威胁着人类的生存安全。物质文明的发达，五花八门的商品供应，无形间促进了恶性肿瘤、高脂血症、高血压、动脉硬化、糖尿病、肥胖症等的发生。近几年来，我国大城市这类“文明病”已居于各种病变前列，也像国际上一样，它已时刻威慑着每一个人的身体健康。高龄化社会的形成，紧张快节奏的现代生活方式，大量亚健康人群的存在，为数众多的各种急慢性病患者，加上各种特定生理阶段（诸如妊娠期、哺乳期、婴幼儿期等）对营养消费的特殊要求，都刺激着人们更加关注自身的健康与自身的生存，这就为功能性食品工业的发展产生了源源不断的推动力。国民收入的增加和消费水平的提高，使得人们有更强的经济实力来消费相对昂贵的功能性食品。让公众了解科学，科学普及与新闻媒体的有效宣传，这也为功能性食品的发展提供了必要的条件。

所谓功能性食品，就是强调其成分能充分显示对身体防御功能、调节生理节律、预防疾病和促进康复等方面的工业化食品。我国对保健食品的定义为：具有特定保健功能的食品，适宜于特定人群食用，具有调节机体功能，不以治疗为目的。作为功能性食品（保健食品），它首先应具有食品的属性，要求做到无毒、无害，达到应有的营养要求，同时具有经得起科学验证的、明确而具体的特定保健功能。既然功能性食品是针对特定消费人群而开发的，因此不存在“老少皆宜”的产品。而且，功能性食品的摄取不需医生的处方，不能把功能性食品作为治疗患者的药品。

我国几千年悠久的传统中医理论和养生康复理论，为国际同行一致公认，这无疑为发展有中国特色的功能性食品工业提供了无穷的宝库。前几年国内保健食品工业为了片面追求利益，利用几千年来“医食同源”积累起来的经验，利用新闻媒体夸大宣传，导致出现市场混乱、鱼目混珠，中国的功能性食品名誉受到不应有的伤害。1996年3月15日，我国卫生部终于出台了《保健食品管理办法》，并成立了全国保健食品审评委员会，下决心整顿这个混乱无序、鱼目混珠的功能性食品市场，“功能性食品”这颗被污浊所笼罩的明珠，正重新焕发出其原有的光彩。

应当承认，我国现有并已经卫生部批准的保健食品，绝大多数仍属于初级阶段的产品，其生理功能虽经动物或人体试验验证，但尚不清楚其中起生理功效的具体成分及其含量。我们正在要求利用新技术、新的测定方法，将祖国已有的传统功能性食品经科学试验验证，明确其中具有保健功能的活性成分，及该活性成分的结构、含量、安全毒理、作用机理以及在产品中的稳定性情况。我国现有的功能性食品工业，与国际上的先进水平还有很大的差距。因此，我们绝不能只停留在几千年的中医养生理论，躺在老祖

宗的功劳簿上自鸣得意。我们应时刻清醒意识到与国际水平的差距，加强基础理论与应用技术研究，加快产品的更新换代，用高新技术改造传统的生产技术，让祖国的优秀遗产能够发扬光大，让中国的这个“土特”产品在这个世界上占有一席之地。

郑建仙博士多年来一直从事功能性食品领域的研究开发工作，近年来先后主持国家、广东省和广州市下达的科研项目 5 项，并接受企业委托攻关项目 5 项，其中有 4 项已实现产业化。他近年来在国内外所发表的科研论文中，被美国化学文摘（CA）摘录的论文数达 25 篇，被美国科学引文索引（SCI）摘录的论文 1 篇，被俄罗斯化学文摘摘录的 2 篇。在这些工作基础上，曾于 1995 年和 1997 年分别编著出版了我国本领域研究的第一部专著《功能性食品》（第一卷）和《功能性食品甜味剂》。在即将跨入 21 世纪的前夕，在我国功能性食品工业面临第二次发展机遇的新形势下，他又主持续编了《功能性食品》（第二、三卷）。出齐后的《功能性食品》，内容新颖全面，论述科学严谨，文笔简洁流畅，时代气息浓，兼具科学性与实用性，确是一套难得的学术专著。值此本套专著即将出版之际，乐以为序。

张学元

1998 年 12 月

前 言

对于功能性食品的研究,作者自1990年开始涉足,当时是参加由无锡轻工业学院院长丁霄霖教授所主持的国家计委“八五”攻关项目。冬去春来,八载光阴飞逝而过,功能性食品在我国有了长足的发展。特别是1996年6月起卫生部开始实施统一管理以来,混乱无序、五花八门的功能性食品市场开始得以净化,去伪存真,一批不合格甚至胡乱生产的产品逐渐退出市场。功能性食品,这颗被污浊所笼罩的明珠,重新焕发出其原有的光彩。科技含量提高了,人们似乎重新认识到,只有用高科技来武装功能性食品,才能立于不败之地。

1994年11月,作者完成了当时国内本领域的第一部专著《功能性食品》(第一卷)之后,继续进行这方面深层次的研究。自1994年9月以来,作者先后主持国家、广东省和广州市下达的科研项目5项,同时接受企业委托攻关项目5项,其中有4项已经实现了产业化生产。所有这些项目,都是围绕着功能性食品及其基料的研究开发进行的。

经过近3年的紧张努力,现在终于完成了《功能性食品》(第二、三卷)的编著工作。由于功能性食品的研究内容十分广泛,为了尽可能反映当今国际的研究全貌与技术水准,作者广泛参考了各方面的文献资料。本书所表述的研究背景、所概括的科学原理,来自全世界的研究工作,作者谨对这些研究者致以崇高的敬意。

本套专著的完成,得到了众多知名人士的鼎力支持与多方指点。我国食品工业界老前辈、德高望重的老专家张学元先生对全书结构提出了许多建设性的意见,并写了序。The Hebrew University 的 Israel Goldberg 教授、Georgetown University 的 Aaron M. Altschul 博士、无锡轻工大学丁霄霖教授、中国食品发酵工业研究所尹宗伦教授、军事医学科学院顾景范教授、中国食品科学技术学会欧阳瑞文高工都给予了特别的关心与热情的鼓励!

作者所进行的科学研究项目,得到了国家自然科学基金委员会、中国博士后科学基金会、广东省科学技术委员会和广州市科学技术委员会的资助,在此谨致以衷心的感谢!对于委托进行科研攻关与技术开发的有关公司,也表示真诚的感谢!在编著过程中,还得到了清华大学、北京大学、中国协和医科大学、卫生部食品卫生监督检验所、中国预防医学科学院、中国科学院上海生化所、中国科学院上海有机所、中国食品科学技术学会、中国营养学会和中国粮油学会等单位有关领导或专家的大力支持。

没有这些,本书不可能问世。在此谨向所有关心、支持过本书出版的领导、专家及家人表示衷心的感谢!对参加本卷第1章1~2节编著的周俊梅表示由衷的谢意!由于水平有限,不妥之处,敬请来电020-87112278批评指正。

郑建仙

1998年11月28日

于华南理工大学

目 录

第一章 功能评价的基本原理与方法	(1)
第一节 实验动物与动物试验技术	(1)
一、常用的实验动物	(1)
二、实验动物的选择原则	(6)
三、实验动物的提取与固定	(7)
四、动物的编号、麻醉与被毛去除	(8)
五、给动物提供受试物的方法	(9)
六、动物的取血与处死	(11)
第二节 试验设计与统计分析	(12)
一、试验设计的原则	(12)
二、试验设计的常用方法	(13)
三、试验统计的常用方法	(14)
第三节 安全毒理学评价程序	(23)
一、安全毒理学评价的四个阶段	(23)
二、安全毒理学评价的试验目的与结果判定	(24)
三、安全毒理学评价时需考虑的因素	(25)
第四节 安全毒理学试验技术	(26)
一、急性毒性试验	(27)
二、联合急性毒性试验	(35)
三、鼠伤寒沙门氏菌/哺乳动物微粒体酶试验 (Ames 试验)	(36)
四、骨髓微核试验	(43)
五、骨髓细胞染色体畸变试验	(45)
六、小鼠精子畸变试验	(46)
七、小鼠睾丸染色体畸变试验	(47)
八、体外哺乳类细胞 (V79/HGPRT) 基因突变试验	(49)
九、显性致死试验	(50)
十、非程序性 DNA 合成试验	(51)
十一、果蝇伴性隐性致死试验	(56)
十二、30d 和 90d 喂养试验	(57)
十三、致畸试验	(58)
十四、繁殖试验	(60)

十五、代谢试验	(63)
十六、慢性毒性和致癌试验	(65)
十七、日容许摄入量 (ADI) 的制定	(67)
附件一、食品毒理学实验室操作规范	(69)
附件二、致突变物、致畸物和致癌物的处理方法	(74)
第五节 功能评价的程序与方法	(75)
一、评价功能性食品保健作用的基本要求	(75)
二、试验的基本原则与结果判定	(76)
三、影响因素	(81)
参考文献	(82)
第二章 增强免疫、抗衰老功能的设计原理与功能评价	(83)
第一节 增强免疫功能性食品	(83)
一、免疫系统	(83)
二、免疫功能	(93)
三、衰老的免疫学说	(99)
四、营养与免疫	(101)
五、增强免疫功能的评价方法	(104)
六、免疫功能低下的动物模型	(104)
七、非特异性免疫功能的评价	(105)
八、细胞免疫功能的评价	(111)
九、体液免疫功能的评价	(123)
第二节 强肾功能性食品	(132)
一、肾本质的中医理论	(132)
二、肾虚本质的现代研究	(134)
三、肾脏的功能与肾脏疾病的起因	(135)
四、慢性肾功能衰竭患者专用功能性食品的开发	(136)
五、增强肾功能的评价	(138)
六、肾功能衰竭的动物模型	(138)
七、肾功能检查	(141)
八、生化指标的测定	(146)
第三节 抗衰老功能性食品	(151)
一、生命的衰老进程	(151)
二、衰老理论	(159)
三、营养与衰老	(168)
四、老年期的营养需求	(176)
五、老年日常功能性食品的开发	(177)
六、抗衰老功能性食品的开发	(180)
七、抗衰老功能的评价	(180)

八、生存试验(寿命试验)	(182)
九、生化指标的测定	(188)
参考文献	(214)
第三章 健体增智功能的设计原理与功能评价	(217)
第一节 促进生长发育功能性食品	(217)
一、儿童生长发育对营养素的需求	(218)
二、新时期儿童膳食生活的新问题	(220)
三、动物试验	(230)
第二节 改善胃肠道功能性食品	(232)
一、营养素的消化吸收	(232)
二、胃肠道功能的调控及其功能障碍	(234)
三、便秘	(236)
四、腹泻	(237)
五、促进消化吸收的功能评价	(240)
六、改善便秘、便秘(腹泻)的功能评价	(241)
第三节 调节肠道菌群功能性食品	(243)
一、肠道菌群的确立与发展	(243)
二、肠道菌群的影响因素	(246)
三、肠道菌群对机体健康的影响	(247)
四、肠道菌群与免疫	(251)
五、肠道菌群与肿瘤	(254)
六、调节肠道菌群功能性食品的开发	(258)
七、调节肠道菌群的功能评价	(260)
第四节 抗龋齿功能性食品	(262)
一、牙齿的生长发育	(262)
二、龋齿的产生	(263)
三、营养与龋齿	(265)
四、抗龋齿功能性食品的开发	(267)
五、抗龋齿的功能评价	(268)
第五节 增智功能性食品	(273)
一、智力与智商	(273)
二、学习记忆功能及其影响因素	(275)
三、营养与学习记忆功能	(279)
四、微量元素与大脑功能	(283)
五、老年痴呆症	(287)
六、增智功能的评价方法	(288)
七、记忆障碍动物模型	(289)
八、学习、记忆功能的动物试验	(291)

九、学习、记忆功能的临床试验·····	(299)
十、智力测量方法·····	(300)
参考文献·····	(304)
第四章 抗疲劳抗应激功能的设计原理与功能评价 ·····	(306)
第一节 抗疲劳功能性食品·····	(306)
一、运动对机体健康的促进作用·····	(306)
二、疲劳的发生及其表现·····	(308)
三、营养与运动·····	(310)
四、营养与劳动·····	(318)
五、抗疲劳功能的评价·····	(319)
六、动物试验·····	(321)
七、生化指标的测定·····	(322)
第二节 抗应激功能性食品·····	(333)
一、机体对应激的反应·····	(333)
二、高温与营养·····	(337)
三、低温与营养·····	(341)
四、高原缺氧与营养·····	(345)
五、噪声、振动与营养·····	(353)
六、化学毒物与营养·····	(355)
七、其他应激因子与营养·····	(360)
八、动物试验·····	(369)
参考文献·····	(374)
第五章 减肥抗病功能的设计原理与功能评价 ·····	(375)
第一节 减肥功能性食品·····	(375)
一、肥胖的定义与标准·····	(376)
二、肥胖的起因与危害·····	(386)
三、肥胖症患者的代谢·····	(391)
四、营养与减肥·····	(394)
五、减肥功能性食品的开发·····	(396)
六、减肥功能的评价·····	(400)
七、肥胖动物模型·····	(400)
八、生化指标的测定·····	(401)
第二节 心血管疾病患者专用功能性食品·····	(408)
一、血脂与高脂血症·····	(410)
二、脂质代谢·····	(413)
三、营养与心血管疾病·····	(418)
四、低脂食品与人体健康·····	(427)
五、心血管疾病患者专用功能性食品的开发·····	(432)

六、降血脂功能的评价·····	(434)
七、高血脂动物模型·····	(435)
八、生化指标的测定·····	(438)
第三节 抗高血压功能性食品·····	(460)
一、高血压的发生与危害·····	(461)
二、营养与高血压·····	(462)
三、抗高血压功能的评价·····	(465)
四、实验性高血压动物模型·····	(465)
五、自发性高血压动物模型·····	(469)
六、动物血压的测定·····	(472)
第四节 糖尿病患者专用功能性食品·····	(473)
一、糖尿病的发生与发展·····	(473)
二、糖尿病的代谢·····	(478)
三、营养与糖尿病·····	(481)
四、糖尿病患者专用功能性食品的开发·····	(482)
五、调节血糖功能的评价·····	(484)
六、糖尿病动物模型·····	(484)
七、生化指标的测定·····	(489)
第五节 抗突变、抗肿瘤功能性食品·····	(495)
一、突变和肿瘤的发生与发展·····	(495)
二、营养与肿瘤·····	(502)
三、预防肿瘤的膳食准则与生活指南·····	(505)
四、抗肿瘤功能性食品的开发·····	(509)
五、抗突变、抗肿瘤功能的评价·····	(510)
六、肿瘤动物模型·····	(510)
七、抗肿瘤的体外试验法·····	(518)
八、生化指标(尿多胺)的测定·····	(521)
参考文献·····	(522)
第六章 助眠、改善性功能的设计原理与功能评价·····	(524)
第一节 助眠功能性食品·····	(524)
一、睡眠对机体健康的重要作用·····	(524)
二、睡眠节律·····	(526)
三、睡眠与年龄·····	(528)
四、动物试验·····	(530)
第二节 改善性功能功能性食品·····	(532)
一、性功能的调节原理·····	(532)
二、改善性功能的评价·····	(533)
三、动物试验·····	(534)

四、性激素的测定.....	(538)
参考文献.....	(548)
第七章 妊娠期、哺乳期与婴儿期专用食品	(549)
第一节 孕妇食品.....	(549)
一、妊娠期的营养生理.....	(549)
二、妊娠期的营养需求.....	(553)
三、孕妇食品(孕妇套餐)的开发.....	(561)
第二节 乳母食品.....	(562)
一、哺乳期的营养需求.....	(562)
二、母乳的营养成分.....	(566)
三、母乳喂养的重大意义.....	(568)
四、促进乳汁分泌的基本观点.....	(570)
第三节 婴儿食品.....	(571)
一、婴儿期的生长发育.....	(571)
二、婴儿期的营养需求.....	(577)
三、婴儿配方乳的开发.....	(583)
四、婴儿离乳食品的开发.....	(594)
参考文献.....	(600)

第一章 功能评价的基本原理与方法

功能评价，就是对功能性食品所宣称的保健功能进行动物或（和）人体试验加以评价确认。这是功能性食品与其他一切食品（包括绿色食品、药膳食品）的根本区别，也是1996年以来国家对功能性食品进行统一管理的核心问题。

在对功能性食品保健功能进行评价之前，首先必须对该产品或主要成分进行安全毒理学评价，原则上必须完成卫生部《食品安全性毒理学评价程序和方法》中规定的第一、二阶段的毒理学试验，必要时需进行更深入的毒理学试验，但以普通食品原料和（或）药食两用名单上所列的物质作原料的产品，可以不做毒理学试验。

第一节 实验动物与动物试验技术

对各种实验动物生物学特点与饲养管理方法的了解，是正确选择和使用实验动物的基础，只有这样才有可能获得可靠而准确的试验结果。动物试验是功能评价的重要工作，本节集中讨论一些在功能评价过程中常用的动物试验基本操作。

一、常用的实验动物

（一）大鼠（*Rattus norvegicus*）

常用的大白鼠属哺乳纲、啮齿目、鼠科。性情不似小鼠温顺，受惊时表现凶恶，易咬人，雄鼠间常发生殴斗和咬伤。食性广泛，喜吃煮熟后的狗肉或兔肉，甚至其同类的肉。寿命为2~3年，性成熟期2~3个月，第一次配种期3.5~4个月。孕期30d，一年内产仔4~7胎，每胎仔数5~9只，哺乳期30d，交配期4~5d，生育期限雌鼠1.5~2年，雄鼠1~1.5年。仔鼠28~35d后即可断奶，4~5周时应将不同性别鼠分开饲养。

大鼠是最常用动物之一，是功能评价研究的重要动物。在饲养管理时应注意：

①饲养地点安静、通风和干燥，室温18~25℃，湿度30%~50%较为适宜，同时要注意防止蚊、蝇干扰。

②将大鼠置于小长方形铁丝笼内饲养，每笼5只。雌、雄一定要分开饲养。

③大鼠喜吃湿的蒸饼，可将精饲料按一定成分配制好，蒸成块状蒸饼饲喂。精饲料成分为豆饼20%、面粉20%、玉米粉15%、高粱粉10%、豆粉20%、麸子15%。根据需要每100g可外加鱼粉5%、骨粉3%、酵母1%、食盐1%。每天上午喂一次，每

只成年鼠每天约吃 30~35g。

④每天给予一定量的青饲料，如新鲜小白菜、油菜、菠菜、大白菜和胡萝卜等，洗净晾干后再喂，每只成年鼠每天约吃 5~8g。

⑤不断供给清洁水。把水装入 200mL 玻璃瓶内，并连接带有胶皮塞的玻璃管，将瓶倒挂在动物笼上，动物可从玻璃管口下端随时饮水。

⑥经常检查运动健康情况，发现病鼠，立即隔离或处死。

(二) 小鼠 (*Mus musculus*)

小鼠属哺乳纲、啮齿目、鼠科。小鼠性情温顺，惯于夜间活动。对外界环境适应能力差，不耐冷、热，也经不起饿、饱，比较娇嫩。适宜生活在清洁而空气新鲜，温度 18~20℃，相对湿度 50%~60% 的环境中。小鼠寿命约为 2 年，性成熟期雌鼠 35~55d、雄鼠 45~60d。第一次配种期在生后 2~2.5 个月，孕期 20~25d。一年内产仔 4~9 胎，每胎仔数 2~12 只。哺乳期 25~30d，交配期 4~5d；繁殖适龄期 60~90d，生育期为 1 年多。

小鼠生长速度快，饲料消耗少，温顺易捉，操作方便，试验的准确性和一致性高，因而用途最广泛也最常用。有关它的饲养管理原则有：

①饲养环境安静，光线宜暗。可用小长方型铁皮鼠盒，每盒放 10 只（中型的可放 20 只）。雌、雄一定要分开饲养。

②小鼠喜欢吃香脆的干饼。可用精饲料烤成小方块饼干喂饲，成分为豆饼 20%、面粉 20%、麸子 15%、高粱粉 10%、玉米面 15%、豆面 20%。此外，按需要每 100g 还可外加鱼粉 5%，骨粉 3%，鱼肝油 1%，酵母粉 1%，食盐 1%。它通过铁丝笼上的网孔咬吃饼干。

③保持清洁水的供给。可将凉开水装入有刻度的 150mL 玻璃瓶内，并连接带胶皮塞的玻璃管。水瓶倒置，玻璃管插入饲养盒内喂饲。

④每天适当喂予一定量的青饲料，如胡萝卜、黄瓜、青菜、西红柿等。需洗净晾干后喂饲。

⑤由于其极不耐热，夏季需注意降温。

⑥经常注意动物的食欲和粪便情况，如有腹泻，应立即将病鼠隔离或处死；如有传染病，也应立即将病鼠处死焚烧。

⑦铺在动物饲养盒底部的锯末为每 2~3d 换一次，且必须经过日光充分暴晒、干燥、消毒后再用。饮水瓶每天冲洗换水一次，饲养盒每 3d 清洗一次。动物饲养架要定期进行清洗消毒。

(三) 豚鼠 (*Cavia porcellus*)

豚鼠又名天竺鼠、荷兰猪，原产欧洲中部，属哺乳纲、啮齿目、豚鼠科。性情温顺，胆小。喜欢白天活动，夜晚少食少动。食量大，随吃随拉，无分顿食的习惯。听、嗅觉发达，行动敏捷。生后 2~5d 可离乳饲养。抗病能力较差，雌豚鼠妊娠后期最易流产。寿命 6~8 年，个体成熟雌性为 4~5 个月，雄性为 5~6 个月。第一次配种期在生后 6 个月，孕期 60~68d，一年内产仔 3~5 胎，每胎仔数 1~6 只（一般为 2~3 只）。哺乳期 30d，交配期 4~5d，生育期雄性 2.5~3 年，雌性 3~4 年。

豚鼠可分为短毛、长毛与刚毛3种，后2种对疾病非常敏感，不宜作实验材料。一般用的均是非纯种短毛豚鼠。豚鼠是实验室的常用动物，但由于其易感染，皮厚而不易注射，在某些急性功能试验中应用较少。对豚鼠的主要饲养管理要点为：

①由于它对维生素C需要量大，不喜欢吃粒食，应将饲料压成片或磨成粉。精饲料的配制比例为：麸子20%、燕麦30%、鲜豆皮10%、豆饼10%、黑豆20%、玉米皮10%，按需要每100g加入鱼粉3%、食盐1%。配好后放置于带盖饲料桶内，喂饲时，根据动物数量取适量加水混合。每天每只体重约500g的豚鼠，给60g精料（分2次喂给）。青饲料如新鲜小白菜、油菜、菠菜、胡萝卜、大白菜、青草等，要洗净晾干后喂饲。

②经常供给清洁饮水。

③放在池子里饲养，数目不宜过多。池中应保持干燥、清洁，池底一般垫干稻草，每周至少更换一次。环境保持安静。

④经常检查豚鼠的健康情况。发现有肺炎、脓肿、流涎、腹泄等病时，应及时隔离或处死。

（四）金地鼠（*Mesocricetus auratus*）

金地鼠又叫金仓鼠，小型啮齿动物。属哺乳纲，啮齿目，仓鼠科。畏寒怕热，食性广泛，以植物性饲料为主。性情好斗，相互间常猛烈撕打。白天嗜眠，活动多在夜间。寿命约1~1.5年，雌鼠一生可生育5~6胎，每胎产仔5~6只。妊娠期16~18d，哺乳期20~22d。

在饲养管理时应注意以下几个方面：

①饲养室空气流通，光线良好，较为干燥。饲养工具以无色透明广口玻璃缸最适宜（口径16cm、底径22cm、高25cm），每缸饲养3~5只，加上铁纱盖，放置于多层木架上。

②金地鼠食性广泛，凡含高碳水化合物、蛋白质、维生素的粮食，皆可充当饲料。采用小麦、大麦为主粮比较适宜。成年鼠每只每天食麦量约10~12g。除主粮外，还应喂适量的青饲料。喜食绿色菜叶，厌食白色菜叶。在饲料中还可添加适量的钙盐与钠盐。

③每天上午喂适量麦子，下午喂适量青饲料。喂饲量以当日食足耗尽为度。青饲料必需新鲜，喂前洗净、切细，最好以万分之一高锰酸钾溶液浸泡，晾干后喂饲。更换品种时，应逐步增加喂饲量。

④饲养缸可用锯末垫底，每周更换1~2次。哺乳期内一般不换。冬季保暖，夏季降温。在繁殖过程中，常遇母鼠残食初生仔鼠的现象，应注意营养充足，不要惊扰母鼠，不用手触摸仔鼠，在初生两周内一般不要换窝、搬窝。

（五）狗（*Canis familiaris*）

狗属哺乳纲、食肉目、犬科，是已被驯化的家养动物。狗的嗅觉很灵敏，喜近人，易于驯养，经过训练能很好地配合试验。对外界适应能力强。寿命为10~20年，性成熟期8~10个月。第一次配种在一年以后，妊娠期58~63d，哺乳期60d。一年内发情2次，多在春、秋两季，每次发情时间持续14~21d，每胎产仔2~8只。

狗在研究工作中应用广泛，是研究机体各系统生理学、病理生理学等变化的主要动物。因其具有发达的血液循环和神经系统以及基本上与人相似的消化过程，故在进行血

液循环、消化和神经活动等研究工作中更为常用。经训练后能很好配合试验，因而也适用于慢性试验。在亚急性和慢性毒性试验时，也多用狗。

试验用狗应健康、无病。要达到这个目的，必须在饲养管理上注意狗的合理喂养、狗食卫生、狗体卫生及狗体内外寄生虫的驱除等，此外还要有狗的正常活动场地。除喂给一定量动物肉外，还要加上谷类和蔬菜类食物，饲料一般要加以烹调，由饲养者或试验者亲自喂给，以保证饲料清洁和使双方熟悉。一般成年狗每天食物定量是：肉食 100g、谷类 300g、蔬菜 100g，食盐 5~10g，可根据试验需要增减，也可增加鱼肝油、酵母、骨粉等营养物。饲喂次数，每天早晚 2 次即可（一般上午 9:00，下午 4:00 各 1 次）。

应该分别喂养，以掌握每条狗的食量，了解其食欲情况，避免浪费。食具要清洁，易生锈的金属不宜做食具。狗舍不宜设在潮湿地方，要选择朝南、日光充足的地方。狗舍要冬暖夏凉，保持清洁，褥草常换。夏季防蚊，冬季保暖。地面平滑，设有下水，便于冲洗。

试验用狗需拴链条，并根据实验编号，分别饲养在狗舍的固定位置，墙上挂动物号码牌作标志。每天上午固定时间（如 8:00 左右）将动物牵出饲养室外，拴放在专用的室外遛狗场上，让其养成在那里大小便的习惯。特殊试验需要的狗，应在遛狗场上进行特别的训练，如上抽血台抽血等。狗舍每天用水冲洗 1 次，每隔 2 周消毒 1 次，每批试验后也要彻底消毒 1 次。有条件时，可将饲养的狗房分成 2 级，一级狗房饲养正在进行试验观察的狗，二级狗房饲养预备试验的狗。

（六）家兔（*Oryctolagus cuniculus domesticus*）

家兔属哺乳纲、啮齿目、兔科，是穴兔的变种，品种甚多。最常见的品种有中国本兔（嘴较尖，耳短而厚，白色，红眼），青紫蓝兔（又名金基拉种家兔，银灰色毛，抵抗力比白色毛兔强）和大耳白兔（又名日本大耳兔）。

家兔性情温顺、怯懦，草食，喜欢生活在干燥、凉爽的环境，能耐寒冷，但不能忍受污秽、潮湿和炎热环境。习惯夜晚活动和进食。寿命 4~9 年，性成熟期 5~8 个月，第一次配种期 7~9 个月。孕期 30d，一年内产仔次数 3~5 胎，每胎产仔 1~5 只。哺乳期 30~50d，交配期 1~5d。雌性生育期 4~5 年，雄性生育期 2~3 年。

家兔易得、易饲养，故应用广泛，常用于作直接记录血压、呼吸等急性试验，进行卵巢、胰岛等内分泌试验。离体兔耳、兔心的各种分析性研究，更为一般研究者所喜用。

家兔饲养简便，除喂精饲料外，还要喂一定量的青饲料，饮水要不断供给。精饲料一般配方为：麸子 20%、燕麦 30%、豆饼 10%、玉米皮 10%、鲜豆皮 10%、黑豆 20%。此外，根据需要可另加鱼粉 3%、盐 1%。按比例拌匀放置在带盖饲料桶内备用，喂时用少许水拌匀。精饲料每天每只兔约 70g，分 2 次。青饲料可选用新鲜的蔬菜如小白菜、油菜、菠菜以及青草等，家兔最好的青饲料是纤维少、叶多的野草和牧草。青饲料于头天下午洗干净，晾干后第二天用。青草有露水或淋过雨，也应晾干后喂，以防食后腹泻。

对于雄兔的管理，在 3 个月左右时须与雌兔分开单独饲养，配种期应增加蛋白质饲