



# 实验动物饲料营养特点及质量影响因素

史良 张海峰

(北京科澳协力饲料有限公司,北京 100107)

**摘要:** 可重复性是生物科学研究的最基本的原则,其中的关键是控制除研究变量之外的所有变量。为了满足这一要求,实验动物的微生物学和遗传学已取得了很大进展,而实验动物的健康状况和环境因素(例如饲料、垫料、光照周期、噪声、湿度、温度等)也是可以影响研究成果的重要部分,其中实验动物饲料是影响实验动物生长繁殖、疾病和对实验操作的反应的重要环境因素,也是保证动物实验顺利进行和实验结果准确可靠的前提条件。本文简述了实验动物饲料营养的特点,并对影响实验动物饲料质量的主要因素作一概述。

**关键词:** 实验动物;营养;饲料;质量

**中图分类号:** Q95-331 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6179(2019)06-0069-04

**DOI:** 10.3969/j.issn.1006-6179.2019.06.014

实验动物是指经人工饲养,对其携带的微生物、寄生虫实行控制,遗传背景明确或者来源清楚的,用于科学研究、教学、生产、检定及其他科学实验的动物<sup>[1]</sup>。营养因素是所有影响实验动物质量诸多因素中的基本要素,实验动物饲料的品质直接影响动物的营养供给<sup>[2]</sup>,是保证实验动物健康生长、繁殖,保证动物实验顺利进行和实验结果准确性和可重复性的基础。实验动物与畜禽的营养要求不同,它不以生长速度、饲料利用率和经济效益为主要的目标,实验动物饲料不同于畜禽饲料,有自身独特的特点,现对实验动物营养饲料特点及质量影响因素进行综述,以为实验动物饲料的发展提供依据。

## 1 实验动物营养特点

实验动物与畜牧业中的家畜、家禽等动物由于用途的不同,在营养要求上存在明显的区别。畜牧业要求动物提供肉、蛋、奶等产品,因此需要供给动物足够的营养和能量来满足动物的生长和繁殖,在最低的养殖成本下获得最大的生产性能,追求的是动物的经济性能。而对实验动物的要求是具有稳定的遗传性,个体间差异最小,生理生化指标正常,体质量达到实验要求,追求的是动物质量的标准化,因此实验动物饲料在满足动物正常生长繁殖条件下,

要求营养与质量恒定,最大限度地避免来自饲料和营养的波动造成动物质量变化,才能保证实验动物所完成的实验数据准确性好、重复性好、精确度高。

## 2 实验动物饲料特点

为了保证实验动物健康生长,符合科学研究的需要,要求提供的实验动物饲料应该无毒、无害,不得使用抗生素、驱虫剂、防腐剂、色素、促生长剂以及激素等添加剂<sup>[3]</sup>。在选择原料时,要全面分析评价其营养特性及卫生指标,某些原料如棉籽饼粕、菜籽饼粕、亚麻仁粕等尽管价格低廉,个别氨基酸含量高,但是因为含有毒素或抗营养因子,会造成动物生理生化指标异常,严重的还会影响实验动物的生长繁殖,因此要严格禁止使用。实验动物还被用于药物和生物制品研究和检定,因此在实验动物饲料中不能添加药物添加剂,防止对实验结果造成影响。

## 3 饲料产品形式

常见的实验动物饲料均为配合饲料,能提供实验动物全价营养成分,正常情况下不需要补充其它营养物质。按照实验动物的生长特点划分饲料产品比较简单,一般只分为两种,即生长、繁殖饲料和维

持饲料。

饲料产品形式以颗粒料和膨化料为主,特点是饲料营养分布均匀,饲料经过制粒或膨化过程达到熟化,能提高消化吸收率,防止动物出现腹泻等症状,而且动物采食方便,减少饲料浪费,避免动物挑食。

4 饲料卫生指标的要求

实验动物因其使用目的的特殊性,对其饲料中化学污染物等卫生指标要求更高。除满足饲料卫生标准<sup>[4]</sup>要求外,还需严格遵守实验动物配合饲料卫生标准<sup>[5]</sup>对饲料污染物的要求。在 SPF(无特定病原体)、GF(无菌)和 GN(悉生)动物的饲养过程中,所用饲料要求无菌,还需要对饲料进行高压灭菌或者<sup>60</sup>Co 辐照灭菌处理。

5 饲料质量影响因素

5.1 饲料配方

饲料配方直接决定了实验动物饲料的质量,在以往的工作中,许多研究机构致力于实验动物饲料配方的标准化研究,目的在于减少动物实验过程的变异源,提高研究质量。1970 年代初期,美国国立卫生研究院(National Institutes of Health,NIH)通过制定第一个“公开配方的实验动物饲料”来标准化实验动物配方。该饲料配方采用固定的天然原料组成比例,饲料生产商按照此配方生产的饲料质量差异比较小,能减少实验变异性。美国营养研究所(American Institute of Nutrition,AIN)于 1977 年建议将纯化饲料(AIN76)作为“标准参考配方”,并在 1993 年将 AIN76 配方升级为 AIN93G 繁殖料配方和 AIN93 M 维持料配方(表 1),以减少天然成分日粮固有的变化给实验结果带来的影响。

在设计实验动物饲料配方时,除了考虑不同实验动物的营养生理特点,还应结合本地区原料的种类和来源,在满足实验动物营养需要的前提下,充分考虑饲料中微生物、霉菌毒素、重金属、植物雌激素等对实验动物的影响。公开的实验动物饲料配方大多由研究机构来制定,所有成分(即定量成分配方)的浓度都是公开可用的,因此使研究人员可以控制这一重要的环境变量,但是对于大部分实验动物生产者或研究者来说,该类配方原料来源和稳定性较

差,生产成本较高,因此使用范围有限。保密配方也称为商业配方,是由专业的饲料公司来设计使用的,定量成分组成并不公开,因此配方的质量差异比较大,取决于饲料公司的研发实力、生产能力和对原料质量的精准控制。因此,优良的饲料配方不仅要求营养指标稳定、配方结构稳定、符合卫生标准,而且应该对原料的来源要求尽量固定,保证原料不会因为产地、气候等原因造成其中营养物质不稳定。

实验动物饲料大多需要灭菌才能使用,而灭菌后往往不同程度地破坏其中某些营养成份,所采用的灭菌方法不同其损失的程度也不一样,如高压灭菌法容易造成维生素和部分氨基酸的损失<sup>[6]</sup>,造成动物出现脱毛等症状,<sup>60</sup>Co 辐照灭菌营养流失相对较少<sup>[7]</sup>。因此,在设计饲料配方的时候,要考虑适当添加多种维生素和氨基酸予以补充<sup>[8]</sup>。

表 1 AIN93G 和 AIN93 M 饲料配方(g/kg)

Table 1 Composition of AIN93G and AIN93 M(g/kg)

| 原料     | AIN93G    | AIN93 M   |
|--------|-----------|-----------|
| 酪蛋白    | 200.000   | 140.000   |
| 胱氨酸    | 3.000     | 1.800     |
| 玉米淀粉   | 397.486   | 465.692   |
| 麦芽糖糊精  | 132.000   | 155.000   |
| 蔗糖     | 100.000   | 100.000   |
| 纤维素    | 50.000    | 50.000    |
| 豆油     | 70.000    | 40.000    |
| 矿物质混合物 | 35.000    | 35.000    |
| 维生素混合物 | 10.000    | 10.000    |
| 重酒石酸胆碱 | 2.500     | 2.500     |
| TBHQ   | 0.014     | 0.008     |
| 合计     | 1 000.000 | 1 000.000 |

5.2 原料质量

实验动物饲料是依照配方将不同饲料原料组合在一起的混合物,原料的质量直接决定实验动物饲料的质量。采用的原料应该具有适口性好,消化吸收率高特点,产地、加工方式、来源相对固定,可以减少原料批次间的营养成分的差异。好的原料应该是外观、气味等正常,营养成分符合标准要求,无霉变、无重金属染物,无掺假等情况。尤其要重视原料的含水量,若原料的含水量过高,不仅使饲料养分浓度降低,而且在贮存过程中易发霉变质。常见的谷物原料如玉米、小麦由于受种植区域、收获和储存环境等方面的影响,可能会出现多种真菌和不同种类的霉菌毒素<sup>[7]</sup>,这些变质的饲料原料添加到饲料中会引起饲料的霉变,实验动物采食后轻者影响生长发育,重者中毒死亡。

### 5.3 生产过程

**5.3.1** 粉碎过程可以使物料颗粒变小,这是饲料搅拌制粒和接受其他处理所必需的<sup>[9]</sup>,更重要的是可增大物料的表面积,使营养成分在动物消化道内与消化液充分作用,从而提高饲料的消化率。粉碎粒度不仅影响动物的消化吸收,而且影响到颗粒饲料的产品质量,粒度过大或过小引起颗粒不均匀会导致饲料离析现象,从而破坏产品均匀性,还可能会造营养物质摄取不平衡或者对某种原料的消化吸收率下降。

**5.3.2** 不同原料在配方中的组分比例不同,浓度差异很大,通过混合将原料均匀地分布,达到饲料营养均衡,内部区域容重一致,满足后续加工过程要求的目的。成品饲料的混合均匀度是饲料产品质量关键因素,直接影响动物能否从饲料中获得充足、全面的营养。大多数实验动物采食量偏小,对饲料混合均匀度要求比较高,若均匀度不好,饲料产品质量下降,会使动物出现某种营养元素摄入不足导致出现缺乏症状,或者过量摄入导致中毒,影响实验动物正常生长繁殖及实验结果。

**5.3.3** 大多数实验动物饲料要求经过制粒或者膨化,不仅方便饲喂,更是因为经过制粒和膨化的调质过程,促使饲料中蛋白质变性及淀粉糊化,提高饲料的消化吸收率,同时制粒或膨化的产品也符合动物采食习性和消化生理特点,如实验大小鼠等啮齿类动物其牙齿终生生长,所以常常会啃咬饲料或笼具磨牙。因此,此类饲料要求做成颗粒并具有一定的硬度,不然会导致饲料浪费,增加饲养成本,动物也会因不能充分磨牙而出现长牙现象。但饲料硬度过高,对于幼龄裸小鼠,由于口腔肌肉力量不够,难以采食足够饲料造成生长发育受阻<sup>[10]</sup>。如 BALB/c 裸小鼠饲喂低硬度饲料时其利用率较低,饲料硬度在 83.3~149.0 N,饲料利用随着饲料硬度升高而提

高,当饲料硬度超过 149.0 N 后,饲料利用率变化不大<sup>[10]</sup>。

## 6 小结

综上所述,实验动物饲料在营养需求、配方组成、原料的使用和加工过程等方面有着显著的特点,饲料的质量对于实验动物的质量和生物医药研究具有重要的意义,因此在饲料生产中应根据不同实验动物品种和饲料原料制定标准化的饲料配方,通过严格的质量控制,生产出符合实验动物生长、繁殖要求的饲料,从而确保实验动物的品质,为我国实验动物行业发展打下基础。

## 参 考 文 献

- [1] 罗满林,顾为望.实验动物学[M].北京:中国农业出版社,2002. 1.
- [2] 吴华东,吴志青,褚芳.实验动物饲料生产的质量控制[J].科技广场,2012,(12):202-205.
- [3] 实验动物配合饲料营养成分 GB 14924.3—2010.中国国家标准化管理委员会[S].
- [4] 饲料卫生标准 GB 13078—2001 中国国家标准化管理委员会[S].
- [5] 实验动物配合饲料卫生标准 GB 14924.2—2001.中国国家标准化管理委员会[S].
- [6] 程腊英,唐利军.高压处理前后饲料中维生素和氨基酸的变化[J].实验动物科学,2010,27(5):76-78.
- [7] 周蓓,从美丽,孙建新,等.对 SPF 大鼠脱毛实例的饲料影响研究[J].实验动物科学,2016,33(2):43-45.
- [8] 张业彬,邢瑞昌,钟品仁.三种不同灭菌方法灭菌的小鼠饲料营养成分损失的比较[J].实验动物科学,1987,4(1):1-3.
- [9] 周孟清,王卫国.畜禽饲料粒度测定研究[J].江西饲料,2006,(1):5-7.
- [10] 赵伟健,黎雄才,汪鹏丽,等.饲料硬度对 BALB/c 裸小鼠生长性能的影响[J].实验动物科学,2014,31(2):49-51.

## Nutrition Characteristics and Quality Influencing Factors of Laboratory Animals Feed

SHI Liang, ZHANG Haifeng

(Beijing Keao Xieli Feed Co., Ltd, Beijing 100107, China)

**Abstract:** Repeatability is the most basic principle of biological science research. The key is to control all variables except the research variables. In meet this requirement, laboratory animals have made great progress in microbiology and genetics, and the health and environmental factors of laboratory animals (such as feed, litter, light cycle, noise, humidity, temperature, etc.) can also affect research result, among which laboratory animal feed is an important environmental factor affecting laboratory animal growth and reproduction, disease, and response to experimental operations, and it is also a precondition to ensure smooth animal experiments and accurate and reliable result. The nutrition characteristics of laboratory animals feed are briefly described, and the main factors affecting the quality of laboratory animal feed are summarized.

**Key words:** laboratory animal; nutrition; feed; quality