

卢德勋 谢美文等编著

# 现代反刍动物 营养研究方法和技術



823.5  
126  
和

# 现代反刍动物营养 研究方法和技术

卢德勋 谢崇文等 编著

农业出版社

卢德勋 谢崇文 编著  
朱兴运 杨润芝

现代反刍动物营养学方法和技术  
卢德勋 谢崇文等

责任编辑 李锦明

农业出版社出版(北京市朝阳区展览馆北路2号)  
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm32开本 5.75印张 117千字  
1991年12月第1版 1991年12月北京第1次印刷  
印数 1—660册 定价 3.65元  
ISBN 7-109-02047-9/Q·94

## 前 言

近30年来，是世界上反刍动物营养研究大发展时期。其发展速度之迅猛，令人为之赞叹。纵观近30年来反刍动物营养发展史，不难看出，这些飞速发展，无一不是以研究技术和手段的更新为前提的。接管术、同位素和计算机技术的广泛应用，使现代反刍动物营养不论在检测范围、深度和分析速度方面，都产生了巨大的飞跃，正在深刻地改变着科学家对反刍动物营养代谢规律的思维方式。

目前，世界上在反刍动物营养研究领域中，在研究技术方面出现了“四新”，即新材料，新方法，新仪器和新体系。其中计算机和同位素的运用是如此的广泛和深入。如用 $^{51}\text{Cr}$ 和 $^{103}\text{Ru}$ 测定消化道食糜的流通量；用 $^3\text{H}$ 测定畜体成分；用 $^{35}\text{S}$ 和 $^{16}\text{N}$ 测定瘤胃微生物蛋白质的产量；用 $^3\text{H}$ 和 $^{16}\text{N}$ 双标记法测定动物消化道内源蛋白质的周转量；用 $^{16}\text{N}$ 和 $^{14}\text{C}$ 标记的尿素和 $^{16}\text{N}$ 标记的硫酸铵研究瘤胃内氨的动态变化等等。至于计算机在反刍动物营养中的应用更是有目共睹的。除此之外，诸如近红外线分析技术、电感耦合等离子分析技术以及映象分析(imaging analysis)和单克隆抗体技术，更是近些年来才开始在反刍动物营养研究中应用的新技术。其中映象分析技术有着十分广阔的应用前景。可以通过整体扫描办法，自动地测定肌肉、脂肪和骨骼的比例；还可以用CT扫描技术来测定瘤胃内容物容积和胃壁表面积以及各种器官的容积等等。我们高兴地看到，反刍动物营养研究终于从单纯

使用古老传统的饲养和平衡试验技术的原始发展阶段，开始大踏步地进入了一个新的，现代化的发展时期。面对世界反刍动物营养蓬勃发展的巨大挑战，作为中国的动物营养研究工作者，深感责任之重大。首先要看到近十多年来，我国反刍动物营养的研究水平正在迅速提高，但同时也要清楚地认识到，与世界先进水平相比，在这块领域中的差距还依然很大。若改变这种落后面貌，赶上和超过世界先进水平，正是我国几代动物营养学家为之奋斗的目标。我们几位中年科学工作者，就是抱着这种振兴我国反刍动物营养研究事业的意愿来编写这本书的，但愿这本书能对发展我国的反刍动物营养研究贡献出一份力量。

“工欲善其事，必先利其器”。掌握现代反刍动物营养的实验方法和研究技术，对于动物营养工作者来说无疑是十分重要的。编写本书的目的，就是向同行们介绍一些现代广泛使用的反刍动物营养研究技术和方法，以满足科研和教学上的迫切需要。这里，应当指出的是，迄今为止，所有这些方法还都不同程度地存在着这样或那样一些缺陷。问题是看如何使用这些方法以及要说明的目的和解决的问题。由于水平和编写时间的短促，本书在内容和编排等方面还存在一些缺点和不足。衷心地希望同行们在使用本书过程中，不断地提出批评和指正，使之不断完善。

本书大部分章节是由内蒙古畜牧科学院副研究员卢德勋博士和沈阳农业大学谢崇文副教授编写。甘肃草原生态研究所朱兴运副研究员参加了第二章《放牧家畜采食量测定》的编写，新疆畜牧科学院杨润芝副研究员参加了第十章《电子计算机技术在反刍动物营养研究中的应用》的编写。最后，卢德勋博士对全书作了统审工作。另外，内蒙古畜牧科学院王学

荣、牛文艺同志在外文打字和绘图方面给予了大力支持，  
此表示感谢。

编 者

1990年5月于呼和浩特

# 目 录

## 前言

第一章 反刍动物消化器官瘘管安装术 .....	1
第一节 实验动物的选择与手术的准备 .....	1
一、保定法 .....	1
二、手术动物准备 .....	2
三、术部准备 .....	2
四、手术器械、敷料和瘘管等的准备 .....	2
五、手术室的消毒 .....	3
六、术者的准备 .....	3
七、手术动物的麻醉 .....	4
八、瘘管形状构造 .....	6
第二节 腮腺瘘管及其安装术 .....	6
一、术前准备 .....	6
二、手术步骤 .....	7
第三节 食道瘘管及其安装术 .....	8
一、术前准备 .....	10
二、手术步骤 .....	10
三、术后护理 .....	11
第四节 瘤胃瘘管及其安装术 .....	12
一、术前准备 .....	13
二、手术步骤 .....	14
三、术后护理 .....	17
第五节 皱胃瘘管及其安装术 .....	17

一、术前准备 .....	18
二、手术步骤 .....	19
第六节 肠痿管及其安装术 .....	19
一、术前准备 .....	20
二、手术步骤 .....	21
第七节 胃肠体外桥型痿管及其安装术 .....	22
一、术前准备 .....	25
二、手术步骤 .....	25
三、术后护理 .....	26
参考文献 .....	26
第二章 放牧家畜采食量测定 .....	28
第一节 离体消化率测定与使用 $Cr_2O_3$ 指示剂结合法 .....	28
一、原理 .....	28
二、操作方法 .....	29
三、牧草采食量的计算 .....	32
四、器材和试剂 .....	32
第二节 内外指示剂法 .....	33
一、原理 .....	33
二、操作方法 .....	33
三、计算 .....	34
四、器材和试剂 .....	35
参考文献 .....	35
第三章 消化道不同部位食糜流通量的测定 .....	36
第一节 使用双同位素标记物测定消化道内不同部位的食糜 流通量 .....	38
一、原理 .....	38
二、操作方法 .....	41
三、计算 .....	46
四、器材和试剂 .....	47



第二节 使用非同位素标记物测定消化道内不同部位的食糜	
流通量 .....	48
一、原理 .....	48
二、操作方法 .....	48
三、计算 .....	52
四、器材和试剂 .....	53
参考文献 .....	53
√ 第四章 离体消化试验技术 .....	55
第一节 两级离体消化法 .....	56
一、原理 .....	56
二、操作方法 .....	57
三、计算 .....	60
四、器材和试剂 .....	61
第二节 人工瘤胃产气法 .....	62
一、原理 .....	62
二、操作方法 .....	62
三、计算 .....	64
四、器材和试剂 .....	65
参考文献 .....	66
√ 第五章 瘤胃内饲料营养物质降解率的测定 .....	68
第一节 瘤胃尼龙袋法 .....	69
一、原理 .....	69
二、操作方法 .....	70
三、计算 .....	74
四、器材和试剂 .....	76
第二节 活体法 .....	77
一、原理 .....	77
二、操作方法 .....	78
三、计算 .....	78

四、器材和试剂 .....	79
参考文献 .....	79
第六章 瘤胃微生物蛋白质产量的测定 .....	81
第一节 嘌呤法 .....	83
一、原理 .....	83
二、操作方法 .....	84
三、计算 .....	86
四、器材和试剂 .....	87
第二节 $^{35}\text{S}$ 法 .....	87
一、原理 .....	87
二、操作方法 .....	89
三、计算 .....	90
四、器材和试剂 .....	90
参考文献 .....	92
第七章 瘤胃原虫实验方法 .....	94
第一节 实验准备 .....	95
一、瘤胃内容物样品的采集与制备 .....	95
二、供试畜的选择与饲养管理 .....	96
三、样品制备 .....	96
第二节 检测方法 .....	97
一、纤毛虫活力的测定 .....	97
二、纤毛虫的计数 .....	97
三、纤毛虫的形态鉴定 .....	100
四、纤毛虫的分类 .....	103
五、电镜观察纤毛虫 .....	108
六、瘤胃纤毛虫的人工培养 .....	111
七、瘤胃纤毛虫成分的分析 .....	111
八、器材和试剂 .....	111
参考文献 .....	113

第八章 动物体成分的测定 .....	115
第一节 胴体比重法 .....	116
一、原理 .....	116
二、操作方法 .....	116
三、计算 .....	117
四、器材 .....	118
第二节 利用氘水测定反刍动物体成分 .....	118
一、原理 .....	118
二、操作方法 .....	119
三、计算 .....	120
四、器材和试剂 .....	120
参考文献 .....	121
第九章 矿物质营养研究技术 .....	122
第一节 用双同位素法测定粪内源钙的排出量和真吸收率 .....	122
一、原理 .....	122
二、测定方法 .....	124
三、计算 .....	125
四、器材和试剂 .....	126
第二节 矿物质营养状况检测技术 .....	126
一、概述 .....	126
二、补饲效应试验 .....	128
三、矿物质营养检测的一些参考数据 .....	133
参考文献 .....	138
第十章 电子计算机技术在反刍动物营养中的应用 .....	139
第一节 数学模型 .....	141
一、建立模型的步骤 .....	141
二、建立营养系统模型的基本原则 .....	143
第二节 反刍动物营养应用程序 .....	144
一、线性规划(单纯形法)程序 .....	144

二、最小二乘法回归程序	147
三、移动平均法程序	151
四、多元分析法程序	154
参考文献	156
附录	157
一、几个辐射量的国际制单位与专用单位间的换算关系	157
二、常用放射性同位素	158
三、 $P_1$ 程序	158
四、 $P_2$ 程序	159
五、 $P_3$ 程序	160
六、 $P_4$ 程序	160
七、 $P_{16}$ 程序	162
八、 $P_{17}$ 程序	162
九、 $P_{14}$ 程序	163
十、 $P_{22}$ 程序	163
十一、 $P_{13}$ 程序	164
十二、 $P_{18}$ 程序	164
十三、 $P_{10}$ 程序	164

## 第一章 反刍动物消化器官瘘管安装术

消化器官造瘘和安装瘘管实验技术，自1886年法国生理学家 Colin 应用瘤胃瘘技术研究营养生理以来，有了很大发展，特别是近30年来已成为反刍动物营养科学基本研究方法之一。它广泛应用于腮腺、食道、瘤胃、真胃、小肠和大肠等各器官部位。在过去的100年间，不仅其安装方法不断改进完善，而且瘘管的原料、形状、构造和采样方法都有了新的发展。这一研究技术从更高的层次上为研究营养物质与能量的消化代谢规律，发展反刍动物营养科学作出了巨大贡献。

本章主要介绍瘘管的形状构造及其安装实验技术。

### 第一节 实验动物的选择与手术的准备

根据实验目的，选择实验动物。在品种类型、性别、年龄和生理状况以及生产水平等条件上均应符合实验要求，并进行预饲观察和兽医检查处置。根据试验日程，确定手术日期，以便保证有足够的时间待手术恢复后再开始试验。

#### 一、保定法

为了顺利地进行安装术，防止手术动物骚动不安，应因地制宜地采用简便安全的保定方法。根据手术目的和要求，牛施行站立柱栏保定法，或以倒牛法倒卧固定；羊则通常固

定于手术台上。

## 二、手术动物准备

术前对动物进行清洁擦拭，以减少切口感染机会。为避免消化道胀气和粪尿污染，需要禁食12—24小时。

## 三、术部准备

(一) 术部除毛 除毛范围为切口周围10—15cm以上。如果术部毛长，应先剪短，然后再用肥皂水浸泡，将毛剃净。

(二) 术部消毒 常先用5%碘酊涂擦，片刻之后再以75%酒精脱碘。如皮肤对碘过敏，也可用1:1000新洁尔灭溶液涂擦术部。

为了防止污染术部，一般采用有孔术巾覆盖于术区，以巾钳固定在畜体上。

## 四、手术器械、敷料和瘻管等的准备

手术中使用的器械物品种类多，性质各异，应根据其特点选择灭菌和消毒方法。通常用煮沸灭菌法、高压蒸汽灭菌法和化学药品消毒法。

金属器械、玻璃、瓷和搪瓷类器皿以及缝合材料等，均可用煮沸灭菌法或高压蒸汽灭菌法。锐利的刀、剪会因用煮沸灭菌而变钝，则多用高压蒸汽灭菌法。

橡胶瘻管等常用化学消毒法。多使用新洁尔灭水溶液浸泡30分钟，杀灭一般细菌。18小时可杀灭细菌的芽胞。

敷料，手术巾等，一般采用高压蒸汽灭菌法。灭菌条件是121℃，30—45分钟。也可用普通蒸笼蒸1—2小时。

## 五、手术室的消毒

手术室以清洁无菌为要求。手术前用2—3%来苏液或2—3%石炭酸液喷洒地面和擦洗手术台等。并对手术间进行空气消毒。可用2—3%来苏儿溶液或石炭酸喷雾，也可用乳酸蒸汽消毒法、甲醛消毒法和紫外线消毒法。手术场地一般禁止非手术人员进入。避免不必要的走动和谈话，保持严肃安静。

## 六、术者的准备

参加手术人员都应在手臂消毒后戴好灭菌手术帽和口罩，并且换上专用清洁衣、裤、鞋。不可忽视术者的准备工作。

术者先用肥皂水洗刷手臂，然后用流动水将肥皂冲净。为了避免减弱新洁尔灭的杀菌效力，将手臂放在新洁尔灭溶液中浸泡数分钟，即可进行手术。见图1—1。



图1—1 手臂消毒以后

## 七、手术动物的麻醉

麻醉是瘘管安装实验技术的重要环节。消化道安装瘘管多使用局部麻醉。本方法比较安全。设备简单，操作方便；但是，因为家畜仍保持神志清醒状态，还应特别注意保定。必要时配合使用镇静剂。常用局部麻醉药有：

(一) 盐酸普鲁卡因 (Procaine hydrochloride) 其药效迅速，作用时间较短，可维持1—1.5小时。常用于局部浸润麻醉，药液浓度0.5—1%。用于传导麻醉，药液浓度2—5%。

(二) 盐酸利多卡因 (Lidocaine hydrochloride) 与前者比较，作用出现时间较快，持久。一次用药可维持1.5—2.0小时以上。用药浓度：浸润麻醉为0.25—0.5%，传导麻醉为2%。

(三) 盐酸丁卡因 (Tetracaine hydrochloride) 常用于表面麻醉，作用慢。

为使局部麻醉药作用既快，时效又长，可混合用药，例如，用1—2%盐酸利多卡因与0.1—0.2%盐酸丁卡因混合液。

另外，我国兽医临床广泛应用电针麻醉反刍动物。麻醉效果良好。设备简单，操作方便。根据临床实践介绍如下：

选穴：可选用百会和腰旁穴，或者选用颞窝颞弓穴（汪钧昌等1987），均有良好针麻效果。

进针：在穴位处剪毛，用75%酒精消毒皮肤。选用粗1—1.5mm，长6cm或8cm的不锈钢圆针。百会穴在最后腰椎棘突与荐椎棘突之间凹陷中，垂直进针1.3—3.5cm。腰旁穴在第4腰椎突末端进针，穿透皮肤后，针尖稍向前下方，



对准第1腰椎黄突末端平刺，抵达最后肋骨。颞窝颞弓穴的进针方法是：触摸眼眶后缘，在颞骨的颞突和颞突交界处的背侧，沿颞弓背侧缘向后(牛3—3.5cm, 羊1.7—2.4cm), 紧贴颞弓上缘垂直捻转刺入皮肤后，将针尖稍向上向后垂直刺入颞窝，通过冠状突后方，直达颅骨。进针深度：牛为3.6—4.6cm；羊为1.7—2.4cm，见图1—2、1—3和1—4。

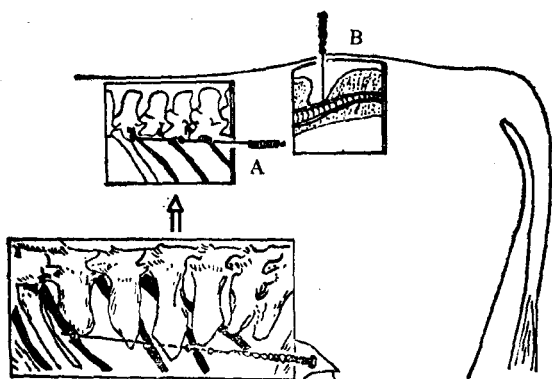


图1—2 牛腰旁透穴、百会穴针法

A. 腰透旁穴 B. 百会穴



图1—3 羊颞窝颞弓穴部位

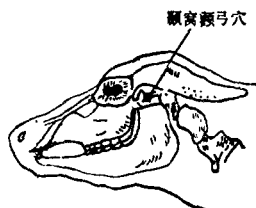


图1—4 牛颞窝颞弓穴部位