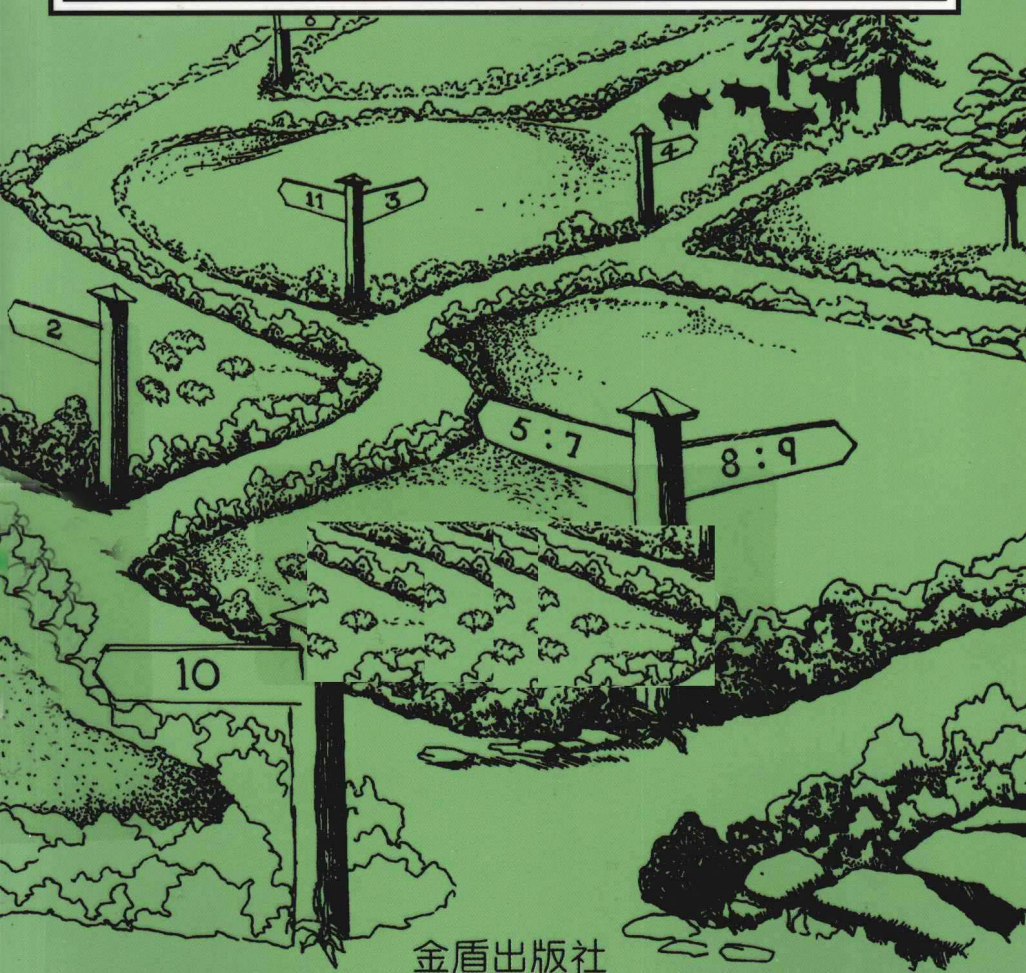


Trails and Trials in Livestock Research

反刍家畜营养研究创新思路与试验

[英]E.R. Ørskov 著

赵广永 译



金盾出版社

反刍家畜营养研究创新思路与试验

[英] E·R·奥斯科夫 著

赵广永 译

金盾出版社

内 容 提 要

本书是英国 E·R·Ørskov 博士的著作,由中国农业大学动物科技学院赵广永教授翻译。主要内容包括:反刍家畜蛋白质利用、降解及尼龙袋技术的发展研究,应用尼龙袋技术进行瘤胃环境研究和粗饲料评价,瘤胃外流的动力学,体外产气法,保护蛋白质防止瘤胃降解,葡萄糖、淀粉和蔗糖的消化,谷物加工,挥发性脂肪酸,反刍家畜的蛋白质营养,泌乳生理,家畜与植物和土壤的全面互作等。

在这本书中,E·R·Ørskov 博士描述了很多他所完成的研究项目,诠释了一个项目如何引导出另一个项目,而有时一个项目开始时并不知道这个项目的结果如何。本书内容科学实用,所引用的例证具有很高的启发性。可供从事家畜研究的研究人员以及各农业院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

反刍家畜营养研究创新思路与试验/(英)奥斯科夫著;赵广永译. -- 北京:金盾出版社,2010.10

ISBN 978-7-5082-6569-8

I. ①反… II. ①奥…②赵… III. ①家畜—研究 IV. ①S82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 150266 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京凌奇印刷有限责任公司

正文印刷:北京军迪印刷有限责任公司

装订:大亚装订厂

开本:850×1168 1/32 印张:6.75 字数:160 千字

2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~5 000 册 定价:20.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

引 言

写科学传记似乎是一件相当奇怪的事情,但是我感觉,我不得不这么做!在本书中,我有很多话要对年轻的科技工作者说,我要列举各种研究思路是怎样产生的,新技术是如何开启了新的研究领域的,而这些有时与最初的研究目的完全不同。表面上索然无味和令人厌烦的项目,怎样会突然变得充满生机和振奋人心。我们更好地认识问题及开发如何使农民通过使用新技术而受益。我一直认为,只要我还从事农业科学,顾客就是农民,而我就是服务员。

纵览我的众多文献,重读一些重要论文时,我总觉得确实有一些有意思的东西被遗漏了。毫无疑问,一篇论文多少都会带有作者自身的风格,但是一般并没有表达作者个性的空间。是什么引出了新思路?有没有困难?而且相关内容的一系列论文可能发表在不同的杂志上,而没有足够的空间描述一个完整的故事。我从事农业研究已有 30 多年的历史了。难以置信的是,我一直很幸运。我有很好的设备,并且不用花很多时间担心经费问题。如果我没有做出任何贡献的话,只有我才是应该被批评的。我想我和我的研究小组一起做出了贡献。在这本小册子中,我不仅想描述在反刍家畜生产不同领域中的贡献,而且还要补充有关我本人、我的上级、同事和其他人员之间的个人关系,也许这会使故事更加有意思。

非常幸运,我成为一个研究室的带头人,我从同事们及来自世界各地的学生的才能和灵感中受益匪浅,并获得了仪器设备和世界著名研究所声望的支持。因此,除了应该使科学取得进展并期望有实用价值以外,我们的研究项目没有受到什么限制。

致 谢

在我的工作中,很多人给了我帮助和灵感。我要特别衷心地感谢 Chalcombe 出版社的 Mike Wilkinson 博士和 R. N. Kay 博士在本书编辑中给予我的帮助,还要感谢我的妻子 Joan 为本书设计了封面。

译者序

创新是科学研究的灵魂。全面了解经典科学研究项目的背景、思路、过程、方法,特别是著名科学家从事科学研究工作的体会、心得,对于我们分析科学问题、激发研究灵感、提高创新能力,均具有重要作用。英国著名反刍动物营养学家 E. R. Ørskov 教授的著作《Trails and Trials in Livestock Research》,正是这样一部剖析反刍动物营养经典研究项目的杰作。

1990 年 6 月,我在北京农业大学攻读冯仰廉教授的博士研究生期间,被国家教委选派为与英国联合培养博士生,于 1991 年 6 月至 1993 年 1 月在英国阿伯丁 Rowett 研究所 E. R. Ørskov 教授的国际饲料资源中心(IFRU)进行博士论文研究,亲自参加并深入了解了 E. R. Ørskov 教授的部分研究项目。2008 年 6 月至 10 月期间,我又获得国家留学基金奖学金的资助,再次赴英国国际饲料资源中心进行学术访问。在此期间,E. R. Ørskov 教授特别向我推荐了他的著作《Trails and Trials in Livestock Research》,并希望我把该著作译为中文,在中国出版发行。通读该著作,我受益颇深,同时感到翻译这本著作我责无旁贷。于是日以继夜,笔耕不辍,虽任务艰巨,但乐在其中。翻译期间,我与 E. R. Ørskov 教授深入讨论了该著作。我还经常与当时在英国留学的兰州大学的郭正刚副教授切磋部分问题,收获颇丰。在英期间我已完成译稿,后来又反复修改推敲,力图翻译准确,并保持原著的风格与特色。

我衷心感谢 E. R. Ørskov 教授无偿转让著作版权,并对出版本书提供帮助的相关人员表示感谢。本书特别适合动物营养专业

的硕士生、博士生和专家学者学习,也非常适合从事肉牛、奶牛、羊及其他反刍家畜生产的同行阅读参考。

赵广永

动物营养学国家重点实验室
中国农业大学动物科技学院

目 录

背景	(1)
1 蛋白质利用、降解及尼龙袋技术的发展研究	(4)
1.1 早期断奶羔羊的蛋白质和能量需要量	(4)
1.2 蛋白质降解和反刍家畜蛋白质营养新概念的 提出	(10)
1.3 基础日粮微生物氮需要量及尼龙袋技术发展的 意义	(19)
1.4 尼龙袋技术作为研究营养物质瘤胃动态降解的工具	(23)
2 应用尼龙袋技术研究瘤胃环境和评价粗饲料	(26)
2.1 饲料的组合效应	(26)
2.2 提升作物残留物的质量	(43)
2.3 不同品种谷物秸秆的质量差异	(55)
2.4 作物部位的分割	(59)
2.5 应用尼龙袋技术估测秸秆自由采食量	(62)
3 瘤胃外流的动力学	(69)
3.1 瘤胃外流速度及其对消化率的影响	(69)
4 体外产气法	(74)
4.1 体外产气技术的发展	(74)
5 保护蛋白质防止瘤胃降解	(78)
5.1 食管沟反射与瘤胃后消化	(78)
5.2 人工哺育	(89)
5.3 保护蛋白质防止瘤胃降解	(93)
6 葡萄糖、淀粉和蔗糖的消化	(96)

6.1	碳水化合物在瘤胃后的消化	(96)
6.2	碳水化合物在大肠中的发酵及氮表观消化率的意义	(100)
7	谷物加工	(104)
7.1	软脂肪和支链脂肪酸	(104)
7.2	瘤胃炎问题	(110)
7.3	使用整粒谷物子实饲喂绵羊和山羊及其饲料工艺学的意义	(113)
7.4	尿素和矿物质与整粒谷物结合的工艺及对谷物贮藏的意义	(117)
7.5	碱处理谷物子实喂牛	(120)
8	挥发性脂肪酸	(129)
8.1	挥发性脂肪酸的利用——早期工作	(129)
8.2	灌注营养技术的研究	(137)
8.3	挥发性脂肪酸的利用——后期工作	(140)
9	反刍家畜的蛋白质营养	(145)
9.1	蛋白质对动用体脂肪支持生长的影响	(145)
9.2	基础氮排泄量和最低蛋白质需要量	(150)
9.3	不同肠道区段的内源氮排泄	(155)
9.4	绝食状态对能量和蛋白质代谢及葡萄糖需要量的影响	(158)
9.5	微生物蛋白质的利用及生长和泌乳的最佳氨基酸组成	(163)
9.6	应用核酸降解产生的尿嘌呤衍生物测定微生物蛋白产量	(168)
9.7	应用灌注营养技术进行尿素循环、蛋白质营养状况和饲料采食量标记物的其他试验	(173)

目 录

10 泌乳生理.....	(180)
10.1 蛋白质和葡萄糖对泌乳早期奶牛动用体脂肪 的影响.....	(180)
10.2 持续灌注或间歇灌注葡萄糖、丙酸或酪蛋白 对血浆胰岛素、葡萄糖、丙酸及乳成分的 影响.....	(185)
11 家畜与植物和土壤的全面互作.....	(189)
11.1 与发展中国家的合作.....	(189)
12 结语.....	(195)
主题索引.....	(198)

背 景

我不打算用太多的自传内容使读者感觉无聊。但是，我们进行过的每个研究项目均有其自身的故事，这就好像多少都会受讲故事人的故事影响，所以我来写几行关于我的背景。

我出生在丹麦 Jutland 西部的一个小农场，家里有 5 个兄弟和 7 个姐妹，我排行老三。这是一个有 6 头奶牛、3 头猪和 2 匹马的农场。我 9 岁时，我们购买了一个稍大点的农场：12 头奶牛、4 头猪和 3 匹马。7~10 岁时我在一个旧式学校就读。这个学校冬季每周上 2 天课，夏季每周上 4 天课。10~14 岁时，我们夏季每周上 2 天课，冬季每周上 4 天课。这样安排可以让较大的孩子能够尽可能地参加农场劳动，使很多人包括我自己都有工作。我的人生目标是当一名农民。14 岁时我退了学，花了 2 年时间在离家很近的一个农场打工挣钱。16~18 岁时，父亲生病，我管理我们的家庭农场。后来我又离家去当了一名奶牛饲养员。20 岁时，我终于不得不在哥本哈根入伍，去为国家尽我的义务。这是一次文化冲击！我是一名没有受过教育的农村男孩，带着乡音，加入到一群受过良好教育的同伴中！开始我感到很自卑，直到后来我发现我能够和他们学得一样快或更快，虽然我一生中还从来没有参加过任何考试。我逐渐明白我除了能干农活外，还能干其他工作。我开始设定我的目标，我有了成为一名顾问的抱负。但是为了这一目标，我得去上大学，而当时我只有一名 10 岁孩子的教育背景！

当我离开军队时，我发现青年农民有到英国农场工作的机会。一共只花了 10 个晚上参加英语学习班后，我就到英国林肯郡的一个农场工作了 7 个月。这又是一次文化冲击。幸运的是，我的英

语水平有所提高,而这对我进一步的学习是必需的。为了挣钱用于进一步学习,我在一个露天煤矿打过零工,后来又在一所农校(Ladelund)参加了为期9个月的课程学习。由于当时缺少农场顾问,有上大学的门路,我可以参加入学考试,而不需要说明我的学历。我没有读高中,1958年就在哥本哈根的皇家兽医与农业大学注册入学。1961年我毕业拿到了学士学位,我因此也拿到了赴国外学习的一项资助,进入英国里丁大学,开始了我所描述的挥发性脂肪酸的工作(第8节)。

我的简历中,农民出身的背景很不起眼,但是我常常感激这一背景,我现在仍然是一名农民!1972年,我在阿伯丁附近购买了一个小农场。现在我还在劳动。我的背景使我非常了解农民。在过去的15年里,我非常关注农民,而不仅仅是发展中国家的农民。

本书的第一个目的是,在每节内容的开始,描述究竟是什么引导了我们做各项研究。各个项目的基础不同。有时有特殊才能学生的出现,使我们能够向我们没有预料到的方向进行。有时一项新技术给了我们一个平台,在这个平台上,我们能够开辟以前没有计划的新研究领域。一个问题的答案很快又给我们提出另一个新问题。有人问我,为什么我会想到使用氢氧化钠处理谷物喂牛?这是因为遇到了绵羊脂肪中支链脂肪酸的问题。关联在哪儿?你读了这本书后,我希望你就明白这其中的关系了!

我安排各章节的方式是从头至尾完整地叙述每个思路。这意味着有时一个思路会涉及到不同的主题。实际上本书有3个主要的起始点。第一点是早期断奶羔羊蛋白质需要量的思路,这使我们有4个思路随之而来。另一点是我关于挥发性脂肪酸利用的博士论文,我有机会在罗维特研究所进行了15年的工作。最后一点是奶牛工作,这是我后一阶段的工作。我感到顺着这些思路写下来很有意思,尽管这些思路涉及了不同的主题。

每个主题均有一个编号。我还为只对个别主题感兴趣的人编

了一个主题索引。

我的第二个目的是以简单的结论来描述每个思路,只列出关键结果的参考文献。如果有人要了解更为详细的情况,可查阅每个思路后面所列的参考文献。本书还提供了在一个在不同杂志和不同论文中发表的工作总结,这种方式可能会对从事动物营养生理和人类营养的教师有用处。

我的第三个目的是指出研究项目对农民和其他顾客的影响或潜在影响,或者项目如何为我们提供了奔向正确方向的认识。

通常不同的思路同时出现,有时从一个思路中得来的信息会对正在进行的另一个试验的思路产生影响。某些主观性对一个项目或试验有时是必需的。

每个思路均是从当时的知识状况开始的。可能有人认为我应该更多地提及他人在这方面的的工作,但这在已发表的论文中均已清楚地说明了。这里我把重点放在我们进行过的项目上。我希望这不会贬低曾经帮助奠定最初知识根基的人们。



学无止境

1 蛋白质利用、降解及尼龙袋技术的发展研究

1.1 早期断奶羔羊的蛋白质和能量需要量

1967年,我到罗维特研究所的第一项工作是研发一种集约化羔羊生产体系。当时的工作背景对提高生产特别重要:石油价格低廉,英国北海油田正在开发,谷物价格也便宜。该研究所的T. R. Preston博士成功研发了使用谷物养牛的体系。既然谷物可以养牛,为什么不能用于养羊呢?母羊可用作产羔的机器,羔羊需要离开母羊进行肥育,以便使母羊产羔后尽可能快地再次受孕。

我们决定安排一次大型的比较屠宰试验。这种方法还能满足我对能量代谢的兴趣,并且能够测定用于维持蛋白质和沉积脂肪的消耗。

我们购买了100只早期断奶羔羊。我决定在羔羊4周龄时给它们断奶。我不确定当时我们为什么选择4周龄,但是我后来回忆起来,当时已故的农场经理Harry Denerley觉得这个想法会让他损失惨重。这个方法不会奏效,部分羔羊会死亡。幸运的是,羔羊并没有死亡。我们有一台新的羊肉分割机,试验刚开始、羔羊15千克重时,我们屠宰了部分动物。后来在羔羊27.5千克重时,又屠宰了一部分,另外一些在活重40千克时被屠宰了。我们使用压扁大麦安排了3个饲喂水平,同时使用豆饼安排了5个日粮蛋白质水平:10%、12.5%、15%、17.5%和20%的粗蛋白质。这一大型试验后来成为我的学生R. P. Andrews博士论文的一部分。因尿结石我们损失了2只羊。除此之外,一切均按计划完成^[1]。蛋白质对羔羊生长的效应形成了一系列典型曲线。这与当时公认

的认识相吻合:饲养水平越高,蛋白质的效应就越大。例如,我们计算出,羔羊活重为 20 千克时,高、中、低饲养水平的日粮干物质的最佳蛋白质含量分别为 17.5%、15%和 12.5%。在这里,不同饲喂水平的差别即自由采食量的估测值为 100%、85%和 70%。最佳蛋白质水平随着羔羊体重的增加而下降。我对此感到很高兴。我在英国奶业研究所的朋友 Clive Balch 博士和 Bill Broster 当时刚完成了一篇综述,他们明确论证了有关饲养水平和蛋白质效应的曲线关系。但是稍等一下!

羔羊空体(胴体减去肠道内容物)的部分化学分析结果与当时被人们所认可的教科书中的知识并不一致。例如,当时美国的研究者认为在胴体重量相似的情况下,很难通过应用营养手段改变身体的组成。错了!

在高饲养水平下,羔羊体重为 40 千克时,随着蛋白质水平的提高,胴体干物质的粗蛋白质含量由 29%升至 39%,脂肪含量由 64%降至 53%。而在低饲养水平下,粗蛋白质和脂肪含量的差别要小一些。当时更让我们吃惊和难以理解的是,在低饲养水平下达到屠宰体重的羔羊,比高饲养水平下达到屠宰体重的羔羊更为肥胖^[2]。日粮蛋白质水平为 17.5%时,高饲养水平下的胴体干物质中粗蛋白质和脂肪含量分别为 39%和 53%,而低营养水平下相应的粗蛋白质和脂肪含量分别为 34%和 59%。相信我们!

这个使用了 60 只不同生长速度和不同生长阶段羔羊的大型试验,使我们能够评价可代谢能的维持需要量以及脂肪和蛋白质的沉积量。我们计算了每只羔羊的代谢体重,测定了脂肪和蛋白质沉积量。我们已知日粮的消化率,并且据此估测了可代谢能(ME)采食量,然后我们研究了给出最小误差的参数^[3]。可代谢能的维持需要量为 414 千焦/千克 $W^{0.75}$,用于脂肪沉积的可代谢能需要量为 1.26 千焦/千焦脂肪或 47.4 千焦/克脂肪,用于粗蛋白质沉积的可代谢能为 3.04 千焦/千焦蛋白质或 67.3 千焦/克蛋

白质。 R^2 为 0.99。

当时尚未听说有关饲喂适量蛋白质条件下羔羊的饲料转化率,即 3 千克日粮干物质/千克胴体增重,有时要略低些。这一试验结果向我们提出了几个问题,其中一些是我们所没有预料到的。

1. 我们没有想到,当饲料转化率很高时,胴体质量并不能很好地被消费者接受。低温下脂肪松软,不能被准确地分割,屠宰场的人不满意。我们需要研究这个问题。

2. 几乎所有羔羊的瘤胃壁很厚,并有部分炎症。使用大量谷物喂牛时,牛会得瘤胃炎。我们预料到了羔羊的瘤胃炎,但羔羊并没有发生肝坏死。而使用大量谷物喂牛时,牛总发生肝坏死,因而屠宰场有时把大部分牛肝丢弃。尽管有瘤胃炎发生,但羔羊的生产性能还不错。当然我们希望避免瘤胃炎的发生。

3. 就像前面提到的,在低饲养水平下,胴体的脂肪含量特别高,这并不能说明什么问题,需要使用消化试验进一步研究。

4. 跟随比较屠宰试验同时产生了两个问题:如果自由采食蛋白质水平不同的日粮,羔羊的体组成差别还明显吗?随着羔羊体重的增加,体组成的差异是否会下降?

第一、第二和第三点将被分别讨论。这里我们将继续阐述第四点。

在随后一个试验中,我们使用了 60 只羔羊,进行了另外一次屠宰试验。我们只用了 11.7%、15.7% 和 19.4% 3 个日粮蛋白质水平,使用了大麦和鱼粉^[4]

在平行试验中我们已经发现,鱼粉蛋白质的瘤胃降解率低于植物性蛋白质,比如豆饼的瘤胃降解率。羔羊自由采食 3 个饲养水平的日粮,然后羔羊从 15 千克活重至 50 千克活重被分批屠宰,分析其胴体。现在的主要问题是:自由采食条件下,我们是否会看到羔羊体组成与上一试验相同的差别?羔羊活重为 50 千克时身体组成是否相似?

1 蛋白质利用、降解及尼龙袋技术的发展研究

主要结果见表 1.1。结果显示了饲喂 3 种不同蛋白质日粮时,不同活重的脂肪含量。

表 1.1 饲喂高(H)、中(M)、低(L)蛋白质日粮
不同活重公羔和母羔的体脂肪 (千克)

活重(千克)	公 羔			母 羔		
	H	M	L	H	M	L
20	1.1	1.1	1.5	1.3	1.6	1.9
30	2.9	3.3	4.2	3.7	4.2	5.2
40	5.5	6.2	7.5	6.7	7.4	8.9
50	8.7	9.7	11.2	10.4	11.1	13.0

体重较低时,蛋白质水平造成的差别很大。随着体重的增加,不同蛋白质水平之间的作用效果差别下降。饲喂低蛋白质日粮的 50 千克活重公羔的体脂肪(11.2 千克)多于饲喂高蛋白质日粮的公羔体脂肪(8.7 千克)。随着体重的增加,增重的组成变得更为相似。计算可知,活重为 60 千克左右时,羔羊的身体组成几乎相同。公羔和母羔的身体组成与蛋白质水平影响效果之间存在明显差别。母羔的蛋白质需要量比公羔少。活重相同时,母羔的脂肪含量较少。

这一试验还被用于评定维持能量需要以及脂肪和蛋白质的沉积量。但实际上以前有过相同的结果。

我们使用屠宰试验解决的下一个问题对我们很重要,但被忽视了^[5],可能是因为我们使用了一个错误的标题。即如果以低蛋白质日粮饲喂羔羊,在 28 千克体重育肥时突然改为高蛋白质日粮,会发生什么情况?另外,羔羊的自由采食量会出现什么情况?也许脂肪被利用。也就是说,被用作蛋白质沉积的能量。因为我感到这篇文章被忽视了,所以我想详细地叙述一下结果。饲喂低