

国家重大出版工程项目

Rostock Feed Evaluation System

Reference numbers of feed value and requirement on the base of net energy

德国罗斯托克饲料 评价体系

以能量为基础的饲料价值参数及营养需要量

作者 [德]

Dr. M. Beyer, Dr. A. Chudy, Dr. habil. L. Hoffmann, Dr. sc. W. Jentsch
Prof. Dr. W. Laube, Prof. Dr. Dr. h. c. mult. K. Nehring, Prof. Dr. R. Schiemann

本版修订

W. Jentsch, A. Chudy, M. Beyer

译者

赵广永



中国农业大学出版社
China Agricultural University Press

国家重大出版工程项目

Rostock Feed Evaluation System

Reference numbers of feed value and requirement on the base of net energy

德国罗斯托克饲料 评价体系

以能量为基础的饲料价值参数及营养需要量

作者

[德] Dr. M. Beyer
Dr. A. Chudy
Dr. habil. L. Hoffmann
Dr. sc. W. Jentsch
Prof. Dr. W. Laube
Prof. Dr. Dr. h. c. mult. K. Nehring
Prof. Dr. R. Schiemann 编著

本版修订

W. Jentsch
A. Chudy
M. Beyer

德国家畜生物学研究所(FBN),
莱布尼兹学会会员(WGL),
“奥斯卡·凯尔纳”营养生理学研究部,
18196 杜莫斯托夫,德国

译者 赵广永

作者对美国肯塔基大学 G. 拉斯费尔德(Garry Lacefield)教授审阅本书稿及德国赛公司(DEGUSSA AG)饲料添加剂部对本书出版的赞助、编排及印刷表示感谢。

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

德国罗斯托克饲料评价体系:以能量为基础的饲料价值参数及营养需要量/[德]拜尔等编著;赵广永译. —北京:中国农业大学出版社,2008.2

书名原文:Rostock Feed Evaluation System

Reference numbers of feed value and requirement on the base of net energy

ISBN 978-7-81117-394-9

I. 德… II. ①拜…②赵… III. 饲料-营养价值-德国 IV. S816.15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 179399 号

书 名 德国罗斯托克饲料评价体系

以能量为基础的饲料价值参数及营养需要量

作 者 [德]Dr. M. Beyer Dr. A. Chudy Dr. habil. L. Hoffmann

Dr. sc. W. Jentsch Prof. Dr. W. Laube

Prof. Dr. Dr. h. c. mult. K. Nehring Prof. Dr. R. Schiemann 编著

赵广永 译

策划编辑 宋俊果

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

规 格 889×1194 16开本 24.75印张 728千字

印 数 1~1050

定 价 200.00元

责任编辑 王学艳 杨建民

责任校对 王晓凤 陈 莹

邮政编码 100094

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail: cbsszs @ cau. edu. cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

本书简体中文版本翻译自 **Dr. sc. W. Jentsch, Dr. A. Chudy** 和 **Dr. M. Beyer** 等主编的“*Rostock Feed Evaluation System*”。

Translation from the English language edition:

Rostock Feed Evaluation System by Dr. M. Beyer, Dr. A. Chudy, Dr. habil. L. Hoffmann, Dr. sc. W. Jentsch, Prof. Dr. W. Laube, Prof. Dr. Dr. h. c. mult. K. Nehring, Prof. Dr. R. Schiemann

Copyright © Dr. sc. W. Jentsch, Dr. A. Chudy and Dr. M. Beyer

All rights reserved

中文简体版本由 **Dr. sc. W. Jentsch, Dr. A. Chudy** 和 **Dr. M. Beyer** 授予中国农业大学出版社专有权利在中国出版发行。

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

本书任何部分之文字及图片,如未获得出版者之书面同意不得以任何方式抄袭、节录或翻译。

著作权合同登记图字: 01-2007-3209

译者序

《德国罗斯托克饲料评价体系》(Rostock Feed Evaluation System)是由德国国家畜生物学研究所(Research Institute for the Biology of Farm Animals)的 M. Beyer、A. Chudy 和 L. Hoffmann 等著名动物营养专家于 2003 年编写的。该著作先后以德文和英文出版。该著作全面系统地总结了德国罗斯托克饲料评价体系的基本理论,以及奶牛、肉牛、绵羊、役用马、乘用马、猪、肉鸡、蛋鸡、火鸡、鸭、鹅的能量、蛋白质、氨基酸、维生素、矿物质和微量元素的需要量标准以及营养物质需要量的计算方法,并且通过大量实例详细介绍了畜禽日粮配合与平衡技术。该著作提出的饲料能量浓度的概念及其应用方法,对于编制畜禽饲料配方具有重要参考价值。《德国罗斯托克饲料评价体系》内容简明扼要、实用性强。

德国国家畜生物学研究所是最早开展动物能量代谢研究的机构。早在 20 世纪 30 年代,在国际上就享有很高声誉。该研究所早年建设的牛、羊、猪、禽开放式呼吸代谢室,直到如今仍然在研究中发挥着重要作用。该研究所提出的肉牛淀粉价净能体系曾是国际上最著名的净能体系。目前该研究所的动物能量代谢研究仍然居世界前列,其研究成果在国际上具有重要影响。

本书主要作者之一,A. Chudy 研究员,曾于 1995 年来中国农业大学进行学术访问。译者本人曾于 1997 年得到德国学术交流基金会(German Academic Exchange Service, DAAD)的资助,应邀赴该研究所进行学术访问,与 A. Chudy 研究员建立了良好的合作关系和友谊。2006 年,A. Chudy 研究员赠送给译者英文版《德国罗斯托克饲料评价体系》,并且非常希望译者将该著作译成中文,在中国出版,供中国同行参考。作为一名动物营养学工作者,译者非常乐于不计报酬,完成这件有意义的工作。译者非常感谢本书作者 M. Beyer、A. Chudy 和 L. Hoffmann 三位专家免去了在中国出版的著作版权费,译者同时衷心感谢中国农业大学出版社出资出版此中文版本。由于时间紧张,译文中个别错误在所难免,恳请同行给予指正。

赵广永

中国农业大学动物科技学院

2007 年 11 月 5 日

目 录

1	前言	1
2	饲料价值特性参数及其计算	3
2.1	饲料价值特性参数	3
2.1.1	净能	3
2.1.2	能量参数估测方程	4
2.1.3	能量浓度	5
2.1.4	可消化粗蛋白、可消化氨基酸、蛋白质浓度和蛋白质-能量-商	6
2.1.5	进一步的参数	7
2.2	饲料价值参数的计算	7
2.2.1	根据干物质分析计算饲料价值参数	7
2.2.2	根据干物质和粗蛋白测定值计算饲料价值参数	8
2.2.3	根据完全营养成分分析计算饲料价值参数	9
2.3	日粮饲料价值的计算	12
2.4	能量和饲料消耗的计算	17
3	饲料表格	20
表 3.1	牛饲料表格	25
表 3.2	猪饲料表格	25
表 3.3	禽饲料表格	25
4	动物营养需要量标准	124
4.1	能量、蛋白质和氨基酸需要量标准及浓度标准	124
4.1.1	每头牛每天的能量和蛋白质需要量标准	124
4.1.2	每头绵羊每天的能量和蛋白质需要量标准	129
4.1.3	每匹马每天的能量和蛋白质需要量	131
4.1.4	每头猪每天的能量、蛋白质和氨基酸需要量标准及浓度标准	132
4.1.5	每只家禽每天的能量、蛋白质和氨基酸需要量标准及浓度标准	136
4.2	常量元素和微量元素的需要量标准及浓度标准	140
4.2.1	牛, 每头动物每天常量元素需要量	140
4.2.2	牛, 每千克 DM 微量元素的浓度标准	140
4.2.3	绵羊, 每头动物每天常量矿物元素需要量	140
4.2.4	绵羊, 每千克 DM 微量元素的浓度标准	141
4.2.5	猪, 每千克 DM 常量元素和微量元素的浓度标准	141
4.2.6	家禽, 每千克 DM 常量和微量元素的浓度标准	141
4.3	维生素需要量标准和浓度标准	142
5	饲料计划与平衡	144
5.1	能量和蛋白质需要量的计划标准	144
5.1.1	平衡指标	144

5.1.2	能量和蛋白质需要量的计划标准	145
5.1.3	计划标准表格的参数(表 5.1 至表 5.5).....	145
5.1.4	计划标准应用评述	147
5.1.5	计划标准对特殊畜牧场条件的适用性	147
	能量和蛋白质需要量的计划标准表格	159
	表 5.1 计划标准-牛	159
	表 5.2 计划标准-绵羊	159
	表 5.3 计划标准-马	159
	表 5.4 计划标准-猪	159
	表 5.5 计划标准-家禽和家兔	159
5.2	根据需求量制定饲料计划	240
5.2.1	需求量参数	240
5.2.2	应用建议	242
	计划标准的参数表格	245
	表 5.6 需求量参数-牛	245
	表 5.7 需求量参数-绵羊	245
	表 5.8 需求量参数-马	245
	表 5.9 需求量参数-猪	245
	表 5.10 需求量参数-家禽	245
6	能量参数	288
	饲料表格(续表 3.1 至表 3.3).....	289
	表 6.1 牛饲料表格(续表 3.1)	289
	表 6.2 猪饲料表格(续表 3.2)	289
	表 6.3 禽饲料表格(续表 3.3)	289
	参考文献	388

1 前 言

19 世纪中叶,德国的农业化学研究取得了不平凡的进展。这些进展与农业研究所的建立以及著名科学家包括 Justus von Liebig, Wilhelm Henneberg, Friedrich Stohmann 和 Emil Wolf 有关。在莱比锡附近位于 Möckern 的 Oskar Kellner 实验站是德国的第一个农业研究站。Dr. Kellner 根据 Gustav Kühn 的方法和科学原理以及他本人的成年公牛能量代谢研究结果,创造了淀粉价值体系。Kellner 淀粉价值体系是第一个基于净能评定饲料价值的实用体系。直到 20 世纪,这一体系在德国一直应用于反刍动物的饲养。Zielstorff 的学生 Kurt Nehring, 有很长一段时间担任 Kellner 的助手,他深入研究了 Kellner 的科学工作,应用其原理和方法取得了很多研究进展。Nehring 在罗斯托克发起建设了“Oskar-Kellner-研究所”的动物营养新楼(留有 1954 年的奠基石)和 10 个开放式家畜呼吸测热室,作为评价饲料能量科学试验的基础。通过分析淀粉价值体系,Reinhard Schiemann(1958)和 Nehring 的合作者认为,Kellner 的饲料能量评价体系科学、有效、实用。更为深入的研究方向包括:

- 基于营养成分的饲料能量评价;
- 选择脂肪净能作为饲料能量评价的通用指标。

经过十几年的工作,新研究所总结了多种畜禽的饲料能量利用效率结果,并且以单行本出版(Schiemann 等,1971)。以这些结果为基础,出版了新饲料能量评价体系。该体系以营养成分作为饲料评价的基础,以脂肪净能作为通用指标(Nehring 等,1966)。在生产和科研中该体系被引用为“罗斯托克饲料评价体系”。1971 年,该体系得到了前民主德国管理部门的支持,更名为“民主德国饲料评价体系”。至 1989 年,共有 7 个版本以该名称出版。这些版本包括各种畜禽饲料能量评价、能量需要量和生产性能的新成果。“民主德国饲料评价体系”第 7 版由 Dr. M. Beyer, Dr. A. Chudy, Dr. habil. L. Hoffmann, Dr. sc. W. Jentsch, Prof. Dr. W. Laube, Prof. Dr. Dr. h. c. mult. K. Nehring 和 Prof. Dr. R. Schiemann 编辑。

编辑委员会和作者包括:

饲料表格

Prof. Dr. sc. M. Anke, Jena
Dr. J. Becker, Halle-Lettin
Dr. habil. H. -D. Bock, Rostock
Prof. Dr. sc. G. Gebhardt, Leipzig
Prof. Dr. sc. A. Hennig, Jena
Doz. Dr. sc. H. Jeroch, Leipzig
Dr. F. Kreienbring, Rostock
DL W. Ockert, Halle-Lettin
Prof. Dr. sc. S. Poppe, Rostock
Prof. Dr. sc. F. Weißbach, Rostock
Prof. Dr. sc. W. Wiesemüller, Rostock
Dr. J. Wünsche, Rostock

能量和蛋白质需要量标准

Prof. Dr. sc. G. Bolduan, Dummerstorf
Dr. A. Dittrich, Leipzig
Dr. H. -P. Fix, Leipzig
Prof. Dr. sc. G. Gebhardt, Leipzig
Prof. Dr. sc. U. Herrmann, Rostock
Prof. Dr. sc. M. Hoffmann, Leipzig
Doz. Dr. sc. H. Jeroch, Leipzig
Dr. H. Jung, Dummerstorf
Dr. S. Nagel, Dummerstorf
Dr. sc. K. Keinert, Dummerstorf
Prof. Dr. habil. B. Piatkowski, Dummerstorf
Prof. Dr. sc. S. Poppe, Rostock
Dr. R. Schubert, Jena
Dr. Marianne Stamer, Rostock
Doz. Dr. sc. M. Ulbrich, Leipzig
Prof. Dr. sc. W. Wiesemüller, Rostock
Dr. J. Wünsche, Rostock

矿物质和维生素需要量标准

Prof. Dr. sc. A. Hennig, Jena
Dr. H. Lüdke, Jena

Dr. B. Meixner, Jena
Dr. M. Prinz, Jena
Dr. G. Richter, Jena
DAI F. Schöne, Jena
Dr. R. Schubert, Jena

在 Dr. habil. L. Hoffmann 领导下,前“标准委员会”对能量和蛋白质需要量标准进行了扩展。根据最新的试验结果,对这些标准进行了修订,并且添加了有关表格。现用名称“罗斯托克饲料评价体系”不但将原有名称、能量评价原理、参数和方法均保留下来,还包括了后来罗斯托克的试验结果(Hoffmann 等, 1993a, 1993b, 1994; Jentsch 等, 2001)和国际上饲料评价的研究结果。本书正文对这些修改均作了说明。《罗斯托克饲料评价体系》是一个包括参数和方法的复杂体系:

—以高效饲料生产为基础的、在畜禽饲养中应用的、并以能量和蛋白质(包括氨基酸)为主的复杂的饲料评价方法。

—根据动物种类和性能测定畜禽的日营养需要量,作为平衡日粮、满足营养需要的基础。

—在测定饲料需要量之前,对饲料计划与平衡、饲料和动物匹配以及生产单位、农场和地区长期饲料供应的调控。

—从饲料质量分类到经济学评价。

饲料供应计划和平衡均是根据前民主德国计划经济的特殊情况下的参数来进行的。本章仅介绍畜牧场饲料和动物生产的计算基础以及与管理之间的关系。

在前“民主德国饲料评价体系”第7版中,一些新进展没有被包括进来。这些方面是:

—Weende 饲料分析方法的进一步发展,包括了淀粉和糖的分析测定,以及无氮残留物的计算(NFR)。放弃了粗纤维分析、无氮浸出物计算(NFE)。

—估测能量参数的公式分别描述了营养素(粗蛋白、粗脂肪、淀粉、糖和无氮浸出物)和总能之间,可消化营养素和可消化能之间、可代谢能和因维持能量需要而造成的能量沉积减少之间的关系。

—能量消化率——因植物的结构性物质而有所变化——被用作瘤胃发酵的特性指标,估测牛单一饲料的净能(Hoffmann 等, 1993b)。迄今为止所使用的日粮能量消化率校正值不能用于计算日粮单一饲料能值,这与从日粮到单一饲料净能换算的校正误差无关($<2\%$)。

罗斯托克饲料评价体系修订版提供了罗斯托克40年的饲料评价和畜禽需要量的测定结果(Jentsch 等, 2000, 2001)。本体系的出版也是对奠定罗斯托克饲料评价体系基础、并对其积极发展的杰出科学家 Kurt Nehring、Reinhard Schiemann 和 Leonhard Hoffmann 献上的一份厚礼。

罗斯托克饲料评价体系可应用于所有种类的畜禽,是一部非常有价值的著作。它还使得对农场饲料经济学、生产联合会和管理单位进行评价成为可能。这一体系包括了饲料生产和动物生产匹配的建议,可被用于全面改善管理。

罗斯托克饲料评价体系表示饲料价值和动物需要量的最重要参数是:

—净能沉积,代表动物体内所有营养物质在能量代谢中的效率。

—牛可消化粗蛋白以及猪和家禽可消化粗蛋白、可消化赖氨酸、可消化蛋氨酸+可消化胱氨酸。

这些指标使得使用能量可以对各种饲料的饲料价值与动物需要量之间的关系进行定量描述。关于不同条件下动物采食量资料、饲料配合和饲喂顺序的特殊生理活动的资料以及日粮正负作用资料可在有关营养方面的出版物中找到(作者合集“Calculation of Rations”, 1988; Piatkowski “Cattle Feeding”, A feeding instruction for cattle grower, 1983; Bolduan 等 “Pig feeding”, 1984)。

从对罗斯托克饲料评价体系的修订直到本书的出版由以下人员完成:

Dr. habil. Werner Jentsch,

Dr. Arthur Chudy 和

Dr. habil. Manfred Beyer.

作者对美国肯塔基大学 Prof. Dr. Garry D. Lacefield 对本书的审阅表示衷心感谢。

2 饲料价值特性参数及其计算

2.1 饲料价值特性参数

单一饲料及日粮的饲料价值是由很多对动物性状重要的复杂特性所决定的。能量和营养成分对于动物高效生产特别重要。罗斯托克饲料评价体系使用参数对这些特性进行了量化。例如：

- 净能沉积(NER)
- 能量浓度(EC)
- 能量消化率(d(E))
- 可消化粗蛋白(dCP)
- 可消化氨基酸
 - 赖氨酸(dLys)
 - 蛋氨酸(dMet)+胱氨酸(dCys)
- 蛋白质浓度(dCPC)
- 蛋白质-能量-商(PEQ)

罗斯托克饲料评价体系使用下面的说明对参数进行了解释。

2.1.1 净能

作为 Oskar Kellner 科学工作的延续,前民主德国饲料评价体系采用净能脂肪,作为统一饲料能量价值测定及家畜能量需要特性的基础。通过大量的对生长动物和成年动物的计算和评价,所得出的生长动物和成年动物的能量沉积参数几乎一致(相对差异 1%~3%)(Jentsch 等, Arch. Anim. Nutr. 42, 1992, S. 113~116)。这些结果与使用模型所计算的结果一致(Hoffmann, Arch. Tierernähr. 30, 1980, S. 723~732)。这表明在较宽的蛋白质和能量范围内,可代谢能利用效率没有显著差别。在中间代谢中,饲料营养成分的能量效应被定义为 ATP 能量的形成,即所谓的 ATP 当量,作为“统一的能量标准”。在本体系中,沉积净能代替了脂肪净能,作为测定指标。因为在动物试验中,不能直接测定 ATP 形成的潜力。原来由脂肪净能(NEF)(10.5 kJ NEFc 相当于 1 EFUc, 14.7 NEFp 相当于 1 EFUp, 14.7 NEFf 相当于 1 EFUf)

计算而来的饲料能量单位不再保留。所有饲料能量价值和动物的能量需要量均直接使用 MJ NER 表示。

在罗斯托克饲料评价体系中,饲料能量价值的科学计量单位是 1 kJ 沉积净能(NER)。其定义是:在标准状况下,一定数量饲料或营养成分,如果具有在动物体内沉积 1 kJ 体能的潜力,则其饲料能量价值为 1 kJ NER。

只有在试验中沉积净才能够被测定。沉积净能也是生物学方法评价饲料能量可利用状况的通用指标,其科学基础为试验测定的体能利用效率和来自蛋白质和碳水化合物的 ATP 合成。与能量代谢中的能量潜力相比,脂肪用于脂肪沉积的利用效率较高(15%~25%),这是唯一的例外(Schiemann 等,“Energetische Futterbewertung und Energiennormen”, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1971, S. 47~55)。随着罗斯托克饲料评价体系的饲料单位从脂肪净能(NEF)到沉积净能(NER)的转变,方程(8)~(10)中可消化粗脂肪的计算因子(Jentsch 等, übers. Tierernährg. 29, 2001, S. 1~44)被降低至能量代谢中的产能潜力(=92%的淀粉可代谢能利用效率=100)(见第 2 段 2.1.2.),如下:

	kpf dST	校正 kpf dCF	计算 dCF 的因子
牛	(10.1/15.9 方程(8)/(5)) 0.635×0.92 =	0.584×34.0	=20.0
猪	(12.7/17.3 方程(9)/(6)) 0.734×0.92 =	0.675×39.8	=27.0
禽	(13.5/17.3 方程(10)/(8)) 0.780×0.92 =	0.718×39.8	=29.0

可消化脂肪计算因子可以使用方程(5)~(7)和方程(8)~(10)进行计算(图 2.1)。

净能沉积与营养成分和饲料的 ATP 潜力密切相关;当动物将能量用于不同的生产性能时,也与动物体内所有消耗能量反应的的能量潜力相关。(Schiemann 等, Energetische Futterbewertung und Energiennormen, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1971, S. 47~55)。与 NEF 相比,NER 更适合于动物的

不同需要和不同生产条件。NER 使得估测净能的方程能够被更为广泛地应用。当 NER 被用作饲料能量评价的统一指标时,营养成分的特殊能量效率也被考虑。NER 还被用作不同生产性能畜禽能量需要的指标,例如产奶、产蛋、劳役等,考虑了特殊利用效率。

饲料的能量价值取决于动物种类,因而沉积净能(NER)相应地分别被区分为 NER_c(牛)、NER_p(猪)和 NER_f(禽)。选用适当的净能指标,饲料价值与有关生产性能联系起来进行比较才有可能。

使用十进制体系计算净能,有关的常用符号及其关系如下:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kJ NER(kilo Joule NER)} &= 1000 \text{ J NER} \\ 1 \text{ MJ NER(Mega Joule NER)} &= 1000 \text{ kJ NER} \\ 1 \text{ GJ NER(Giga Joule NER)} &= 1000 \text{ MJ NER} \end{aligned}$$

表格中的饲料能量价值包括:

牛 以 NER_c 表示。

猪 以 NER_p 表示。

禽 以 NER_f 表示。

表格中不同畜禽种类的能量需要表示方法如下:

牛、绵羊、山羊和马,以 NER_c 表示。

猪、兔和毛皮动物,以 NER_p 表示。

禽、所有种类的家禽和鱼类以 NER_f 表示。

牛的饲料表格可被用于所有反刍动物和马的日粮计算。猪的饲料表格可用于家兔和毛皮动物。禽的饲料表格可用于所有种类的家禽和鱼类。

2.1.2 能量参数估测方程

为了评价饲料的能量价值,沉积净能可被精确测定。但是,对于饲料表格中所列出的各种饲料,对其净能值进行试验测定是不可能的。原因有两个:

一饲料价值的试验测定直接关系到昂贵的费用,因此在实践中饲料价值评定一般根据已经建立起来的、公认的科学方法进行估测。

一饲料价值受土壤、气候和农业技术(例如肥料)、土壤耕作和收获时间的影响。粗饲料的质量有很大变异。

为了估测饲料和日粮的饲料能量价值,根据使用呼吸室所获得的长期科研资料,罗斯托克饲料评价体系提出了牛、猪和禽的能量参数估测方程。估测方程可用于计算总能(GE)、可消化能(DE)、可代谢能

(ME)和净能(NE)(图 2.1)。

总能(GE)(kJ)

牛、猪、禽

$$(1) GE = 23.6 CP + 39.8 CF + 17.3 ST + 16.0 SU + 18.9 NFR$$

可消化能(DE)(kJ)

牛

$$(2) DE = 23.6 dCP + 34.0 dCF + 17.3 dST + 16.0 dSU + 18.0 dNFR$$

猪

$$(3) DE = 23.6 dCP + 39.8 dCF + 17.3 dST + 16.0 dSU + 17.2 dNFR$$

禽

$$(4) DE = 23.6 dCP + 39.8 dCF + 17.3 dST + 16.0 dSU + 17.2 dNFR$$

可代谢能(ME)(kJ)

牛

$$(5) ME = 17.3 dCP + 34.0 dCF + 15.9 dST + 15.1 dSU + 15.4 dNFR$$

猪

$$(6) ME = 20.5 dCP + 39.8 dCF + 17.3 dST + 16.0 dSU + 17.0 dNFR$$

禽

$$(7) ME = 18.8 dCP + 39.8 dCF + 17.3 dST + 16.0 dSU + 17.2 dNFR$$

沉积净能(NER)(kJ)

牛

$$(8) NER_c = (7.2 dCP + 20.0 dCF + 10.1 dST + 8.3 dSU + 8.2 dNFR) - (0.5574 + 0.04050 d(E) - 0.0002633 d(E)^2)$$

猪

$$(9) NER_p = 11.0 dCP + 27.0 dCF + 12.7 dST + 11.6 dSU + (12.0 - 0.14(80 - d(E))) dNFR$$

禽

$$(10) NER_f = 10.8 dCP + 29.0 dCF + 13.5 dST + 12.4 dSU + 10.5 dNFR$$

图 2.1 能量参数估测方程

在罗斯托克饲料评价体系中,能量单位为沉积净能,并用于所有畜禽(图 2.1)。

从方程(8)和(9)中可以看出,牛和猪的饲料能量

价值 NER 的估测还取决于能量消化率。对于反刍动物,能量消化率的高低受纤维含量变化的影响(粗纤维、洗涤纤维或其他)。如果饲料的纤维含量很高,饲料能量利用率就会降低到 70% 以下。这与瘤胃的发酵过程有关,因为乙酸产量会高于正常水平,而大量乙酸与较为平衡的乙酸、丙酸和丁酸比例相比,其利用效率较低。

迄今已出版的前民主德国饲料评价体系对于单一饲料和日粮的饲料能量价值估测有所区别。单一饲料能量价值的估测没有考虑能量消化率,而日粮饲料能量价值的估测则考虑了能量消化率。

在新的牛饲料评价体系中,这一区别不再保留(Hoffmann 等,1993b)。在估测单一饲料能量价值时,也考虑了能量消化率。在根据能量消化率进行校正和计算日粮时进行加权处理后,得到的饲料能量价值被列入表中。表 2.1 列出了能量消化率对饲料能量价值的影响。

方程中的缩写词:

CP=粗蛋白, g; CF=粗脂肪, g; ST=淀粉, g; SU=糖, g; NFR=无氮浸出物, g(NFR=有机物-CP-CF-ST-SU); dCP=可消化粗蛋白, g; dCF=可消化粗脂肪, g; dST=可消化淀粉, g; dSU=可消化糖, g; dNFR=可消化无氮浸出物, g(dNFR=可消化有机物-dCP-dCF-dST-dSU); d(E)=能量消化率, % (d(E)<70), 牛; d(E)<80, 猪)。

用上述方程计算猪和家禽对牛奶和奶制品的能量价值时,必须使用下式进行校正:

每克可消化蛋白质+4.19 kJ NER_p 或 NER_f

每克可消化脂肪-4.19 kJ NER_p 或 NER_f。

这些校正是必须的,因为这些产品(酪蛋白和乳脂肪)的总能与有关粗略营养成分的 GE 不同。

表 2.1 反刍动物饲料能量价值的校正因子

能量消化率	校正因子 f	能量消化率	校正因子 f
%		%	
>70	1.00		
68.0~69.9	0.98	54.0~55.9	0.87
66.0~67.9	0.97	52.0~53.9	0.85
64.0~65.9	0.96	50.0~51.9	0.82
62.0~63.9	0.95	48.0~49.9	0.79
60.0~61.9	0.93	46.0~47.9	0.76
58.0~59.9	0.91	44.0~45.9	0.73
56.0~57.9	0.89	42.0~43.9	0.70

根据大量测定结果可知,反刍动物对饲料的消化率取决于营养水平。表中的消化率与动物维持需要的营养水平有关。计算日粮的能量时,不需要考虑与饲料采食量有关的消化率,因为在需要量标准中已经考虑了这种关系的影响。

可被猪后肠道细菌强烈发酵的饲料在发酵过程中有能量损失(回肠后)。当碳水化合物组分被分析后,作为完全化学定义的营养成分,淀粉、糖和无氮浸出物(NFR),回肠后的消化主要与 NFR 有关。使用 NER_p 这一单位进行计算(方程 9),NFR 的能量效率考虑了随着能量消化率下降到 80% 以下所造成的损失(表 2.2)。

表 2.2 与猪的饲料能量消化率有关的可消化无氮浸出物的利用因子(NFR)

能量消化率	在 NER _p 方面可消化 NFR 利用因子
%	
>80	12.0
75	11.3
70	10.6
65	9.9
60	9.2
55	8.5

能量消化率一般可从饲料数据表格中删除。因为进行科学试验需要很高的精确性,所以不应该使用表格中的数据,而是应该根据营养成分的分析进行计算。

总能可用方程(1)进行计算,可消化能可用方程(2)~(4)进行计算。能量消化率是可消化能与总能之商。

$$\text{能量消化率} = \frac{\text{可消化能}}{\text{总能}} \times 100\%$$

2.1.3 能量浓度

能量浓度(EC)被定义为每千克饲料干物质所含能量。EC 与动物的种类有关。

$$EC = \frac{NER(\text{MJ})}{\text{干物质}(\text{kg})}$$

在动物营养中,除了按需要量给动物提供净能以外,还需要考虑饲料的质量。有关能量的饲料质量指标是单位干物质的能量含量,这就是能量浓度。使用能量浓度作为质量特性的原因是,随着动物生产性能的提高,动物的采食量并不成比例增加。额外的能量需要可通过提高饲料的能量浓度来满足。生产性能

的提高与饲料能量浓度的提高直接相关。表格中包括了对日粮能量浓度的最低要求。表 2.3 列出了标准表格中的例子。这些例子表明,在产奶过程中不同产奶量情况下,表 4.1.1.4 和表 4.1.1.5(第 4 章)中对牛奶能量浓度的要求。

这些建议被认为是能量浓度的最低要求参数,因为饲料采食量因日粮中各种饲料组分的变化而有所变化。

作为质量指标,能量浓度对于粗饲料特别重要。与精饲料相比,农业技术管理对粗饲料有更大的影响。为了达到一定的生产性能,粗饲料的能量浓度水平对于精饲料的需要量有重要影响。因而,在饲料生产和饲养中,使用经济学方法对粗饲料进行评定和对饲料计划进行平衡时,粗饲料能量浓度是很重要的评价指标。

表 2.3 产奶能量需要和能量浓度要求
(见标准表格 4.1.1.4)

产奶量 (4%脂肪率)	能量需要量 ⁽¹⁾ NERc	所要求的 能量浓度	相应的 饲料采食量
kg	MJ	MJ NERc/ kg DM	kg DM
5	46	4.2	11
10	61	4.6	13
15	76	5.1	15
20	91	5.7	16
25	106	6.0	18
30	121	6.3	19
35	136	6.5	21

⁽¹⁾ 550 kg 体重,成年母牛。

产奶牛,4 000 kg 牛奶/年,乳脂率 4%,平均体重 550 kg
(见标准表格 4.1.1.5)

泌乳阶段	体重	产奶量	能量需要 NERc	建议能量浓度
d	kg	kg/d	MJ/d	MJ NERc/ kg DM
1~14	548	16	72	5.7
15~21	544	20	85	6.0
22~49	540	20	86	5.9
50~119	534	17	80	5.6
120~196	536	13	71	5.4
197~280	552	9	61	5.2
281~305	569	5	50	4.9
306~325	580	干奶期	46	4.8
326~345	592		54	5.9
346~365	610		56	6.1

2.1.4 可消化粗蛋白、可消化氨基酸、蛋白质浓度和蛋白质-能量-商

在罗斯托克饲料评价体系中,对于所有畜禽的蛋白质均可用可消化粗蛋白进行表示(dCP)。除此之外,非反刍动物的蛋白质质量还使用了可消化氨基酸,包括赖氨酸(dLys)、蛋氨酸(dMet)+胱氨酸(dCys)进行表示(见第 3 章)。

除了能量供应满足需要量以外,蛋白质供应的量 and 质也是发挥动物生产效率的最重要饲养因素。在罗斯托克饲料评价体系中,蛋白质需要量标准是以可消化粗蛋白的克数(g)进行表示的。对于猪和禽,饲料价值的描述和需要量标准还使用了可消化氨基酸和可消化蛋白质。一般情况下,因为常用饲料的必需氨基酸——赖氨酸、蛋氨酸+胱氨酸不能达到最佳的含量和比例,所以只对日粮中的这些氨基酸进行平衡就足够了。对这些氨基酸的平衡通常也能够导致其他必需氨基酸的充足供应。猪和禽的氨基酸供应量的计算是日常饲养的一个估测方法。

如果配合日粮为自由采食,就需要使用蛋白质浓度对需要量进行调节,特别是对于混合饲料需要应用这一方法。在罗斯托克饲料评价体系中,蛋白质浓度(dCPC)的定义如下:

$$dCPC = \frac{\text{可消化粗蛋白(g)}}{\text{饲料干物质(kg)}}$$

在该体系中蛋白质-能量-商(PEQ)这一概念的提出,有利于在计算日粮时采用适当的蛋白质和能量比例。PEQ 定义如下:

$$PEQ = \frac{\text{可消化粗蛋白(g)}}{\text{沉积净能(MJ)}}$$

在表 2-4 中,平衡日粮和单一饲料的 PEQ 被列出用于说明。一般地,所用日粮的 PEQ 要求明确且能够被估测,范围一般为 10~20。

牛的饲料成分和需要量标准表格包括了 PEQ 参数。需要量标准中的数据与满足最佳需要量是一致的。在实际生产中不能低于这一标准,因为与能量供应相比,可消化粗蛋白(或氨基酸)的供应是最低水平。在短期内,超出所要求的限制水平不会造成动物健康的障碍,但是如果超出需要量,PEQ 的提高就会造成蛋白质消耗增加、氮排泄提高并且对环境造成负担以及营养成分成本提高,因为与其他营养成分相比,蛋白质的能量利用价值偏低。

表 2.4 某些饲料的能量、蛋白质需要量与产奶(1)以及 PEQ(2)之间的关系

(1)产奶的 PEQ				
PEQ	维持	维持		
	550 kg 体重	+10 kg 奶	+20 kg 奶	+30 kg 奶
	10	15	16	17
(2)牛、猪和禽饲料的 PEQ				
	牛	猪	禽	
甜菜	5	3	1	
玉米	9	7	7	
大麦	12	10	10	
干草(抽穗期)	19	—	—	
豆饼	72	50	61	

2.1.5 进一步的参数

进一步表示饲料价值特性的参数是矿物质和维生素含量。这些参数被列在表格中,这里不再进一步举例说明。但是需要特别指出,只有当饲喂的日粮中包含了适量的其他必需营养素和活性成分,例如矿物质和维生素时,才能期望能量和蛋白质的利用效果达到最佳;另一方面,单一饲料的副作用需要特别考虑,因为其对配合饲料适口性或成分的副作用会降低动物的生产性能,造成疾病甚至导致死亡。配合日粮必须要小心谨慎。在不添加矿物质和活性成分的情况下,这一观点对于工业化配合饲料比对单一饲料更有指导价值。

2.2 饲料价值参数的计算

在动物饲养中应该使用的最重要饲料价值参数已列在饲料表格中。对于新鲜的和贮存的饲料,根据成熟阶段和贮存技术对数据进行了区分。单一饲料的饲料价值估测的准确性取决于饲料成分表中所列出的影响饲料价值因素的详细情况,以及表格中查阅饲料价值时对这些因素的考虑。为了在日粮中使用饲料,估测误差必须尽可能地降低。可以尽可能地通过表格来估测饲料价值,但是如果能够对饲料进行分析会更好。

通过饲料分析,饲料价值估测的精确性比只使用根据饲料体系和应用原则开发的表格的精确性要高。相应地,最重要的饲料价值的计算也通过例子进行了描述。除了表格中所列的特性以外,对以下参数也进行了直接分析:

- 干物质含量
- 干物质和粗蛋白含量
- 干物质和粗略营养成分含量

2.2.1 根据干物质分析计算饲料价值参数

每千克原料的饲料价值取决于干物质含量。特别是与水结合的饲料,例如青绿饲料、青贮饲料以及块根块茎类的干物质含量均显示有很大变异。从干物质含量变异的例子中(表2.5)可以明显看出,干物质的分析很重要。

表 2.5 干物质含量的变异 g/kg OM

	表格值	变异范围	表格值的百分比
苜蓿,青绿,营养生长期	152	116~199	76~131
饲用黑麦草,青绿,孕穗期	150	135~233	90~155
玉米青贮,乳熟期	200	124~271	62~136
饲用甜菜	110	62~136	56~124

对于物质含量的错误估测与饲料价值的错误估测是一样的,因为会影响到蛋白质和能量含量。使用表格中的数值,能量和可消化粗蛋白的误差最高可达 30%~50%。在大多数情况下,因为反刍动物日粮中的必需饲料均含有水分,所以有关这些饲料干物质含量的知识非常重要。在干物质供应量和能量、蛋白质供应量计算中肯定地使用所测定的干物质含量。

如果需要的话,应该计算原料(OM)的饲料价值参数。举例如下:

实例

苜蓿,青绿,营养生长期。

干物质含量,实测值:141 g/kg OM

干物质含量,表格值:152 g/kg OM

$$\text{NER, MJ/kg OM} = \frac{\text{NERc/kg DM} \times \text{DM}}{1000} \times \frac{\text{DM}}{\text{(表格值)}}$$

$$= \frac{5.63 \times 141}{1000} = 0.79$$

$$\text{dCP, g/kg OM} = \frac{\text{dCP/kg DM} \times \text{DM}}{1000} \times \frac{\text{DM}}{\text{(表格值)}}$$

$$= \frac{215 \times 141}{1000} = 30$$

表 2.6 苜蓿原料(OM)的饲料价值参数

	NERc	dCP	PEQ	d(E)
	MJ/kg OM	g/kg OM		%
表格值	0.86	33	38	73
根据干物质分析的校正值	0.79	30	38	73

蛋白质-能量-商、能量消化率和能量浓度与干物质无关,因而不需要进行校正。

在以干物质测定结果为基础计算青贮饲料的饲料价值参数时,应该考虑一个特殊情况。青贮饲料干物质测定与挥发性物质的损失相关,所以必须对干物质测定值进行校正。方法如下:

$$DM_{corr} = \text{校正的干物质}$$

$$DM_a = \text{测定的干物质(在 } 60\sim 65\text{ }^\circ\text{C 下预烘干,在 } 105\text{ }^\circ\text{C 下最终烘干,最长时间 } 3\text{ h), g/kg}$$

可以使用 Weissbach 和 Kuhla(1995)提出的方程计算 DM_{corr} 。如果几种发酵产物的含量未知,可以使用下面的方程计算。

玉米青贮

$$DM_{corr}(\text{g/kg}) = 22.2 + 0.960 DM_a(\text{g/kg})$$

其他青贮

$$DM_{corr}(\text{g/kg}) = 20.8 + 0.975 DM_a(\text{g/kg})$$

根据干物质实测值的校正见表 27。

表 2.7 青贮干物质(DM)的校正因子

干物质(实测值)	玉米青贮校正的	其他青贮
g/kg	%	%
200	7	8
250	5	6
300	3	4
350		3
400		3

对干物质进行更为精确的估计是可能的,如果除了分析干物质外,还测定挥发性脂肪酸(VFA)、乳酸(LA)、乙醇(A)、pH 值和 NH_3 。可以使用下面的公式进行校正:

—pH 值 < 4.0

$$DM_{corr} = DM_a + 0.94VFA + 0.08LA + A + 0.16NH_3$$

—pH 值 4.01~5.0

$$DM_{corr} = DM_a + 0.80VFA + 0.08LA + A + 0.32NH_3$$

—pH 值 4.51~5.0

$$DM_{corr} = DM_a + 0.68VFA + 0.80LA + A + 0.48MH_3$$

—pH 值 5.01~5.5

$$DM_{corr} = DM_a + 0.58VFA + 0.08LA + A + 0.64NH_3$$

—pH 值 > 5.5

$$DM_{corr} = DM_a + 0.50VFA + 0.08LA + A + 0.80NH_3$$

实例

草青贮,孕穗期。

干物质含量,实测值:175 g/kg OM

$$DM_{corr} = 175 \times 1.09 = 191 \text{ g/kg OM}$$

日粮干物质、能量和蛋白质的计算应使用校正的干物质含量。原料的饲料价值参数计算如下:

$$NERc, \text{MJ/kg OM} = \frac{5.39 \times 191}{1000} = 1.03$$

$$dCP, \text{g/kg OM} = \frac{126 \times 191}{1000} = 24$$

表 2.8 草青贮原料(OM)饲料价值参数

	NERc	dCP	PEQ	d(E)
	MJ/kg OM	g/kg OM		%
DM,未校正	0.94	22	23	70
DM,已校正	1.03	24	23	70

2.2.2 根据干物质和粗蛋白测定值计算饲料价值参数

除了测定干物质以外,粗蛋白含量对于更为精确地估测饲料价值也很重要。饲料价值主要是由能量和可消化粗蛋白决定的。对粗蛋白和干物质进行测定后,这些参数的估测误差就会减少。

如果实测粗蛋白含量与表格值有所不同,表格中所列的能值就可用于对数值进行校正。化学成分变化所造成的饲料能量价值的变化可忽略不计,因为变化一般不超过 1%。因而,干物质中的可消化粗蛋白含量必须重新计算。根据实测粗蛋白含量选择正确的粗蛋白消化率是很重要的。这与饲料表格中所估计的饲料作物的成熟阶段无关。因而,在下面的例子中,选用 80% 作为粗蛋白的消化率。这与实测粗蛋白含量 232 g/kg DM 与现蕾期苜蓿的生长阶段是一致的,但是与营养生长期苜蓿的消化率 83% 不一致。

实例

苜蓿,青绿,营养生长期。

干物质含量,实测值:141 g/kg OM

粗蛋白含量,实测值:232 g/kg DM

干物质中可消化粗蛋白的含量计算如下:

$$dCP, g/kg DM = \frac{CP(\text{分析值}) \times \text{消化率}(\text{表格值})}{100}$$

$$= \frac{232 \times 80}{100} = 186$$

粗蛋白含量发生变化, PEQ 也随之变化, 如:

$$PEQ = \frac{186}{5.63} = 33$$

表 2.9 苜蓿干物质(DM)和原料(OM)的饲料价值参数

	NERc	dCP	PEQ	d(E)
	MJ/kg	g/kg		%
干物质中的表格值 根据实测 CP、DM 和 CP 分析值的校 正值	5.63	215	38	73
干物质中	5.63	186	33	73
原料中	0.79	26	33	73

实例

草青贮, 孕穗期。

干物质含量, 实测值: 175 g/kg OM

$DM_{\text{corr}} = 175 \times 1.09 = 191 \text{ g/kg OM}$

粗蛋白含量, 实测值: 208 g/kg DM

$$dCP, g/kg DM = \frac{208 \times 73}{100} = 152$$

$$PEQ = \frac{152}{5.39} = 28$$

表 2.10 草青贮干物质(DM)和原料(OM)的
饲料价值参数

	NERc	dCP	PEQ	d(E)
	MJ/kg	g/kg		%
干物质中的表格值 根据实测 CP、DM 和 CP 的校正值	5.45	118	22	70
干物质中	5.45	152	28	70
原料中	1.04	29	28	70

2.2.3 根据完全营养成分分析计算饲料价值 参数

饲料的能量价值可以根据可消化有机物含量精确地进行估测(粗蛋白、粗脂肪、淀粉、糖和无氮浸出物)。完全营养成分分析使得在动物生产中能够尽可能合理地利用饲料。使用体外方法估测实际生产中有机物消化率是可能的, 但是不能用于单一的营养成分。因而, 在分析营养成分的基础上计算饲料价值, 应该与饲料表格中所列出的营养成分的消化率结合起来。特别重要的是, 为

了最大限度地利用饲料分析结果, 所分析的结果要与表格中所列出的消化率结合起来。确定了收割时间、收割时的成熟阶段、施肥情况、保存方法、粗蛋白含量或粗纤维含量后, 饲料价值才可以被正确估测。饲料表格使得这些成为可能。

实例: 牛

饲料: 大麦

营养成分	实测值	消化率 (表格值)	可消化 营养成分	计算因子 NERc	NERc
	g/kg DM	%	g/kg DM		MJ
粗蛋白	119	72	86	7.2	0.62
粗脂肪	23	79	18	20.0	0.36
淀粉	570	97	553	10.1	5.58
糖	20	97	19	8.3	0.16
无氮浸 出物	240	55	132	8.2	1.08
				合计:	7.80
校正(d(E)=80%, f=1.0)					7.80

	NERc	dCP	PEQ	d(E)
	MJ/kg	g/kg		%
干物质中的表格值根 据实测营养成分的计算值	7.81	90	12	80
干物质中	7.80	86	11	80
原料中 (865 g DM/kg OM)	6.75	74	11	80

饲料的能量价值是根据牛、猪和禽的可消化营养成分分别进行计算的。

下面是根据完全营养成分分析计算饲料价值参数的实例。计算净能沉积的因子取自第 2.1.2 节的公式(在有“计算因子”的实例中)。

饲料: 干糖甜菜

营养成分	实测值	消化率 (表格值)	可消化 营养成分	计算因子 NERc	NERc
	g/kg DM	%	g/kg DM		MJ
粗蛋白	53	50	26	7.2	0.19
粗脂肪	4	25	1	20.0	0.02
淀粉	0	97	0	10.1	0
糖	695	97	674	8.3	5.59
无氮浸 出物	198	78	154	8.2	1.26
				合计:	7.06
校正(d(E)=86%, f=1.0)					7.06

	NERc	dCP	PEQ	d(E)
	MJ/kg	g/kg		%
干物质中的表格值	6.98	28	4	86
根据实测营养成分的计算值				
干物质中	7.06	26	4	86
原料中	6.57	24	4	86
(865 g DM/kg OM)				

饲料:盛花期青绿红三叶草,第1次收割

营养成分	实测值	消化率 (表格值)	可消化 营养成分	计算因子 NERc	NERc
	g/kg DM	%	g/kg DM		MJ
粗蛋白	119	61	73	7.2	0.53
粗脂肪	20	55	11	20.0	0.22
淀粉	40	97	39	10.1	0.39
糖	70	97	68	8.3	0.56
无氮浸出物	670	63	428	8.2	3.51
合计:					5.21
校正(d(E)=64%, f=0.96)					5.00

	NERc	dCP	PEQ	d(E)
	MJ/kg	g/kg		%
干物质中的表格值	4.98	70	14	64
根据实测营养成分的计算值				
干物质中	5.00	73	15	64
原料中	1.18	17	15	64
(235 g DM/kg OM)				

饲料:盛花期中等质量牧草

营养成分	实测值	消化率 (表格值)	可消化 营养成分	计算因子 NERc	NERc
	g/kg DM	%	g/kg DM		MJ
粗蛋白	85	39	33	7.2	0.24
粗脂肪	15	35	5	20.0	0.10
淀粉	10	97	10	10.1	0.10
糖	20	97	19	8.3	0.16
无氮浸出物	795	50	398	8.2	3.26
合计:					3.86
校正(d(E)=47%, f=0.76)					2.93

	NERc	dCP	PEQ	d(E)
	MJ/kg	g/kg		%
干物质中的表格值	2.96	21	7	47
根据实测营养成分的计算值				
干物质中	2.93	33	11	47
原料中	2.53	28	11	47
(862 g DM/kg OM)				

在该例中:盛花期中等质量牧草的粗蛋白消化率取自表 3.9,而不是 30%,因为实测粗蛋白含量为 85 g/kg DM。85 g/kg DM 与抽穗末期的干草一致(CP 消化率为 39%),而盛花期牧草为 70 g/kg DM (CP 消化率为 30%)。

实例:猪

饲料:大麦

营养成分	实测值	消化率 (表格值)	可消化 营养成分	计算因子 NERc	NERc
	g/kg DM	%	g/kg DM		MJ
粗蛋白	119	80	95	11.0	1.04
粗脂肪	23	60	14	27.0	0.38
淀粉	570	98	559	12.7	7.10
糖	20	98	20	11.6	0.23
无氮浸出物	240	53	127	12.0 ¹⁾	1.52
合计:					10.27

¹⁾ 计算因子 12.0, 因为 d(E) > 80%

	NERc	dCP	PEQ	d(E)
	MJ/kg	g/kg		%
干物质中的表格值	10.27	100	10	81
根据实测营养成分的计算值				
干物质中	10.27	95	9	81
原料中	8.88	82	9	81
(865 g DM/kg OM)				

饲料:干糖甜菜

营养成分	实测值	消化率 (表格值)	可消化 营养成分	计算因子 NERc	NERc
	g/kg DM	%	g/kg DM		MJ
粗蛋白	53	43	23	11.0	0.25
粗脂肪	4	0	0	27.0	0
淀粉	0	98	0	12.7	0
糖	695	98	681	11.6	7.90
无氮浸出物	198	57	113	12.0 ¹⁾	1.36
合计:					9.51

¹⁾ 计算因子 12.0, 因为 d(E) > 80%