



动物营养与 饲料加工技术

主 编 李德发
副主编 王凤来 邢建军

■ 中国农业大学出版社

动物营养与饲料加工技术

——国际动物营养与饲料加工技术研修班论文集
(1997~1998)

主 编 李德发

副主编 王凤来 邢建军

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物营养与饲料加工技术/李德发主编. —北京:中国农业大学出版社,1999. 4

ISBN 7-81066-085-3

I. 动… II. 李… III. ①家畜营养学-文集②饲料加工-文集 IV. S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 09678 号

出 版 中国农业大学出版社
发 行
经 销 新华书店
印 刷 北京市社科印刷厂
版 次 1999 年 4 月第 1 版
印 次 1999 年 4 月第 1 次印刷
开 本 16 印张 14 421 千字
规 格 787×1092
印 数 1~2050
定 价: 30.00 元

前 言

农业部饲料工业中心自 1996 年成立以来已经走过了 2 年不平凡的历程。2 年中“中心”依托其独有的在科研、人才、信息和国际交流合作方面的诸多优势,为探索产学研高效结合,振兴民族饲料工业之路开展了卓有成效的工作。对饲料行业技术人员和高级管理人员进行系统培训这一既定运作职能也得到了充实和加强。本着在培训内容上既贴近生产实际又能反映当今国际动物生产技术的发展的前沿和热点问题,在培训对象上使行业人员能在短期内获得更多信息和提高从业人员素质的目地。继 1996 年 10 月和 1997 年 5 月举办的 1996~1997 年度第一届和第二届国际动物营养与饲料加工技术高级研修班并编辑出版了论文集之后,“中心”又分别于 1997 年 11 月、1998 年 5 月和 1998 年 11 月举办了以‘畜禽场管理与疾病防治新技术’和‘饲料企业客户服务策略与饲料市场开发’为主题的 1997~1998 年度三届高级研修班。

来自科研院所、饲料行业以及相关行业累计 600 多名行政、技术和管理人员参加了本年度的研修班。在此期间加拿大国际开发署、北京特茂路饲料有限公司、美国动物油脂提炼协会、美国饲料谷物协会、美国大豆协会、香港立美集团、新加坡建明工业有限公司、美国蛋白质公司以及国内多家合作单位在物质、资金、师资等方面给予了大力协助和支持。来自美国、加拿大、新加坡、菲律宾和中国的 20 多位著名专家学者就畜禽营养、饲料加工工艺、疾病控制、企业管理策略等方面进行了讲解与答疑。

为了扩大信息交流和对“中心”培训工作进行不断总结,我们将本年度的主要研修内容归纳整理并汇编成本论文集供同行参考。论文集的出版得到了加拿大国际开发署和全国饲料工业办公室的支持。在此深表感谢。

由于编辑、翻译整理时间仓促,错误与不足之处在所难免,恳请同行、学仁和广大读者批评指正。

编 者

1998 年 11 月于北京

目 录

第一部分 营养研究动态与饲料加工新技术

猪能量和蛋白质需要量的评定模型	P. A Thacker 胡 松 王若军 译(1)
未来饲料加工技术	Forrest Larson 赵昕红 宋国隆 郑春田 译 王若军 校(11)
甘露寡糖和益生菌在饲料工业中的应用进展 ...	韩苏著 易敢峰 王若军译 李德发校(19)
喷雾干燥血浆蛋白粉(SDP)在乳猪日粮中的应用	Julie Kisic 著 易敢峰译(28)
国际饲料工业科技动态与 21 世纪展望.....	熊易强(31)
去皮豆粕及其在饲料配方中的价值	熊易强(36)

第二部分 现代饲养管理技术

生物技术在猪和奶牛生产中的应用

.....	Sunthorn Kanchanatawee 姜建阳 胡 松 译 王若军校(43)
猪实用饲养技术:基础、需要量和日粮设计	Vernon J Racz 郑春田 王若军译(54)
种猪的饲养管理	夏良宙著(59)
猪饲养管理新技术	Don H. Bushman 崇新云 译(91)
家禽的管理与营养.....	Ted Baas 杨立彬 译(105)
现代奶牛管理	Brian Cameron 加拿大阿尔伯塔省奶牛协会(124)

第三部分 畜禽健康与环境

关于全球养猪业的健康管理

.....	Neil Shantz 博士著 易敢峰 张晋辉 译 王若军 李德发 校(129)
养猪生产中使用防护性药物的原则 ...	Neil Shantz 著 张晋辉 易敢峰译 王若军校(134)
母猪舍饲设备	Iain Christison 教授 唐 玲 谯仕彦 译 李德发 校(137)
饲养管理和畜舍空气质量控制新思路	
.....	Iain Christison 教授 唐 玲 谯仕彦译 李德发 校(141)
关于猪繁殖和呼吸综合症(猪蓝耳病)	
.....	E. W. Johnson 李德发 易敢峰 杨汉春 刘子冬(144)
BSE 与相关问题的探讨	虞予 亚太地区经理(147)

第四部分 饲料企业经营管理新思路

农业市场政策..... 谭向勇(151)

企业财务管理..... 李 平(165)

有关饲料企业效益的技术与管理问题..... 熊易强(170)

依靠科技进步 推进企业发展..... 徐有辉 总裁(175)

饲料企业的全面客户服务..... 万熙卿(178)

为什么要推行 SPC 张公绪 孙 静(185)

现代饲料企业策划与发展战略..... 王斌康(193)

饲料销售代表给养殖户提供管理服务的技巧
..... Richard Stadlweiser 中加瘦肉型猪项目—河北玉田项目点(202)

客户投诉处理与客户档案..... 胥学新(207)

第一部分 营养研究动态与饲料加工新技术

猪能量和蛋白质需要量的评定模型

NRC 1998 新版略释

P. A Thacker (加拿大萨斯卡彻温大学畜禽系)

胡 松 王若军 译 (农业部饲料工业中心, 北京 100094)

一、前 言

猪的营养需要并非一成不变,而是随猪的基因型、性别、健康状况、猪舍温度、猪群密度以及其它因素的不同而有所变化。这种关系在国家科学研究委员会(NRC)1988年编辑出版的猪营养标准中已经阐述得很清楚。然而,当时关于特定条件下猪的营养需要量的有关数据并不充分。相比,新版的NRC标准采用了一种数学模型方法,可以帮助配方软件使用者确定特定条件下猪的营养需要量。不同条件下的猪营养需要量,并非无章可循或高深莫测,而是与少数变量的变化呈某种逻辑关联。就生长猪而言,涉及的主要变量是蛋白质沉积量、能量摄入量以及日粮能量浓度。

二、模 型 概 述

新版NRC营养需求标准的计算模型根据以下5项指导原则确立:

1. 使用方便 新版NRC不同条件下猪的营养需要量的测算方法,均比旧版NRC中所用方法较复杂些。但开发的模型将方便不同层次的动物营养专家和那些对猪的具体生长环境条件不很清楚的人员使用。

2. 持续的关联性 本模型有足够的灵活性,可以适应不断变化的遗传基因和生产实践的需要。但目前还不能预测今后该领域的一些发展变化。

3. 软件的简易性 模型不仅应当使用方便,还应当结构简单,易于使用者理解。

4. 原理的透明性 应当让使用者明白模型的工作原理,以便对设计模型时所使用的数据进行评价。

5. 数据的实践性 只要可能,本模型所用定量关系尽量基于完整动物的实际测定值,而不是理论数据。

众所周知,强调模型的简单易用,意味着设计过程中要花很大的费用。模型越是复杂,越是需要使用者输入更多的数据,才能更加准确地测算众多生产条件下的营养需要量。

这里所说的模型不是传统的模拟模型。它们既不能根据营养的摄入量和其它信息来预测

猪的生长以及胴体的构成情况,也不能动态预测不同生长阶段猪的体重和组织构成情况(如每天的变化)。相反,这些模型只是用于制定析因法测算营养需要量的结构模型。主要测算猪重要生理功能(如维持、蛋白质沉积、产奶)所需某种营养成分的数量,然后把这些不同营养成分的需要量累计起来,计算出动物每天的营养需要量。

简单起见,本文仅介绍测算能量和氨基酸摄入量的模型。对生长肥育猪而言,假定自由采食,建立的模型仅仅用来测算氨基酸的需要量。对泌乳和妊娠母猪而言,模型对能量和氨基酸需要均可以测算。

建立的模型可以测算满足所选群体实际生产水平(瘦肉增长率和泌乳母猪的窝重增长率)的营养需要量。实际的生产水平受许多因素的影响,如遗传、营养、健康状况以及环境因素等。模型本身并未试图确定影响当前生产水平的因素。例如,某些情况下当前生产水平可能受氨基酸摄入量的影响,那么建立的模型应该能预测出与目前提供氨基酸水平相似的氨基酸需要量,而提高氨基酸供应水平,生产水平可能随之提高。因此,如果预测的需要量接近或高于当前的饲养水平,那么采用更高水平的日粮氨基酸水平重复测定生产性能,再根据新测定的生产性能用模型测算营养需要量,将不失为一个很好的办法。

三、生长肥育猪

(一)赖氨酸需要量

每日赖氨酸需要量是指满足每日维持和蛋白质沉积所需赖氨酸的总和。

1. 维持 根据 Wang 和 Fuller(1989)提供的数据,每日用于维持需要的真可消化赖氨酸为 36 mg/kg 代谢体重($BW^{0.75}$)。

2. 蛋白质沉积 每日蛋白质沉积所需赖氨酸的量由两个方面构成:(1) 每日蛋白质沉积量;(2) 每克蛋白质沉积所需真可消化赖氨酸数量。这两个方面需要分别进行测算。

3. 蛋白质沉积率 蛋白质沉积率分两步进行测算。首先,测算蛋白质沉积率潜值;然后如有必要,随能量的消耗量减少沉积率。蛋白质沉积率随猪的生长环境以及生长阶段的不同而有所差异。因此,有必要建立一个公式来表述在特定环境下不同生长阶段的蛋白质沉积率(g/天)。根据使用者的情况,可以选择两种公式之一进行计算。其一,可以由使用者自己提供,或由使用者提供详细数据来得到。根据使用者提供的数据可以得到蛋白质沉积率以及蛋白质沉积曲线的形状。这是一个比较好的办法,但使用者必须采用特定环境条件下得到的可靠数据。如果数据是假设的,那么这种办法就行不通。其二,利用软件模型中设置好了的公式。这样,使用者必须提供整个生长育肥期无脂胴体的平均瘦肉沉积率。平均沉积率可根据下面 4 个方面的数据很容易计算出来:

- 屠宰时胴体重量;
- 屠宰时胴体无脂瘦肉率;
- 生长初期估计的胴体无脂瘦肉;
- 生长天数。

潜在蛋白质沉积率与体重关系的缺省公式可以分两步从胴体平均无脂瘦肉沉积率得到。首先,将胴体平均无脂瘦肉沉积率转换为整体平均蛋白质沉积率。这包括两方面的转换:一方面把无脂瘦肉转换为蛋白质;另一方面把胴体转换为全身。胴体无脂瘦肉与全身蛋白质的转换

系数是 2.55 : 1。该数据是根据 1988 年 Susenbeth 和 Keiteld 的几次报告以及最近 Bikker (1996) 的报告计算;其次,采用适用于各种体重下蛋白质沉积率的测算公式,并以相对于总体均值来表达。其中的因子是总体均值的比例, BW 指体重(单位 kg)。

$$\text{因子} = 0.476\ 655\ 923 + (0.021\ 472\ 365 \times BW) - (0.000\ 237\ 582 \times BW^2) + (0.000\ 000\ 713\ 041 \times BW^3)$$

一定体重下动物的蛋白质沉积率可以通过全程蛋白质沉积率乘以因子系数得到。同样,一定体重的动物瘦肉增重量也可以用全程瘦肉增重率乘以因子系数得到。这个公式是根据大量不同体重下蛋白质沉积曲线推算出来的。评定推算赖氨酸需要量总体模型的性能时,至少作为模型的一部分,该公式相对于其它测算方法更令人满意和优于其它模型。

表述不同体重下蛋白质沉积率的公式既可由使用者提供,也可以由设置在软件中根据使用者提供的平均胴体无脂瘦肉沉积率推算出的公式提供。这样,使用者只需简单地输入需要测算营养需要量猪的体重,软件就会根据公式自动算出这一体重下蛋白质的潜在沉积率。

模型还能测试能量摄入量是否能满足蛋白质潜在沉积率所需。在特定环境条件下以及一定体重下能量(或饲料)的消耗量可以通过两个办法来测定。其一,可以由使用者提供。这是一个比较好的办法,但是关于饲料采食量的数据必须是来自实际生产,任何估计或期望的采食量数据都是不行的。其二,模型提供了表述不同体重下消化能摄入量的公式,可以计算能量的需要。此公式根据 NRC(1986) 版公式近来的经验数据稍加修饰而成,使之更适应目前发现的生长初期增大采食量,在育肥后期适当减少采食量的建议。改进了的公式以百分比的方式测算日粮中总的赖氨酸需要量,推算值同近期关于平均无脂瘦肉沉积率的经验数据 325 g/天基本一致。用于去势公猪和青年母猪的通用公式为:

$$\text{消化能摄入量(kcal/天)} = 1\ 250 + (188 \times BW) - (1.4 \times BW^2) + (0.004\ 4 \times BW^3)$$

该公式通过以下修正可以分别用于去势公猪和青年母猪,即通过增加采食量来适应去势公猪和减少采食量来适应青年母猪。

$$\text{修正值(kcal/天)} = DEI \times \{-0.083 \times (0.003\ 85 \times BW) - (0.000\ 023\ 5 \times BW^2)\}$$

这里 DEI 指消化能摄入量,由前面的公式计算。在预测不同环境温度和猪群密度下的消化能摄入量时同样需要修正,这在 1986 年出版的 NRC 中已经谈过。

计算每千卡消化能摄入量所产生的蛋白质沉积量的公式(该公式是在 1986 年 Black 等的公式的基础上加以改进得到的)如下:

$$\text{蛋白质沉积量} = (17.5 \times e^{-0.019\ 2BW} + 16.25) \times (MPAR/125) \times \{1 + [0.015 \times (20 - T)]\}$$

这里蛋白质沉积量用 g/Mcal 消化能摄入量来表示; BW 代表体重(kg); $MPAR$ 是指 20~110 kg 体重期间的平均蛋白质沉积率(g/天); T 是指有效环境温度(℃)。这个公式只适用于当蛋白质沉积量受能量摄入量限制时。在许多情况下,能量摄入量一般不会受到限制,能量摄入量的增加也不会改变蛋白质的沉积量。

公式右边的第一项和 1986 年出版的 NRC 中 Black 等所用公式是一样的,但是表达单位同新模型中其它单位一致。但新模型改变了蛋白质与能量摄入量关系曲线的坡度,使曲线坡度随猪体重的增加而逐渐变平。公式中的第二项是反映平均蛋白质潜在沉积率变异曲线坡度的

修正公式,使曲线坡度随猪的蛋白质沉积率的增大而变得更陡峭。虽然没有充分的理由说明这两个系数之间有着紧密的内在联系,但 1988 年 Campbell 和 Taverner 提供的报道表明这两个系数之间有一定联系,至少在某些情况下如此。由于缺乏更多的数据信息,所以,最好根据现有的试验数据进行修正。

公式中的最后一项是对反映环境温度曲线坡度的修正公式。它摘自 1978 年 Close 和 Mount 的报告。它清楚地表明了反映蛋白质沉积量与能量摄入量关系的曲线坡度随环境温度的增加而变平。模型通过运行这个公式来确定摄入消化能所能支持的蛋白质沉积量。然后把这个值同以上所得到的蛋白质沉积率的值进行比较,选择较低的值作为有足够氨基酸摄入量时实际的蛋白质沉积量。

4. 每克蛋白质沉积量的赖氨酸需要量 维持水平以上的赖氨酸需要量与蛋白质沉积量之间的关系如下:

$$\text{赖氨酸} = 0.12 \times PD$$

这里赖氨酸是指除维持外每日回肠真可消化赖氨酸的需要量(g);PD 是每日蛋白质沉积量(g)。这个公式是根据 18 个关于全身蛋白质沉积量与日粮中赖氨酸含量关系的试验中得出的(Campbell 等,1985;1988;1990; Batterham 等,1990;Chiba 等,1991; Bikker,1994b, Friesen 等,1994;Hahn 等,1995)。然后将维持以上的回肠真可消化赖氨酸的需要量(g/天)除以一定赖氨酸摄入量(g/天)下的蛋白质沉积率。这个方法不需要假设蛋白质沉积量与赖氨酸摄入量的关系是一种直线关系。

这个公式可以反映两种关系。第一种是体蛋白中含多少赖氨酸,这个值通常随蛋白质摄入量的不同而不同(Bikker 等,1994a),但一般都是在 6.5~7.5g 赖氨酸/100 g 体蛋白这个范围。第二种关系是反映吸收了的赖氨酸合成蛋白质的利用效率。

当考虑体蛋白中的赖氨酸含量时,公式中的回归系数(0.12)反映了赖氨酸的利用效率为 54%~62%。

总之,用于蛋白质沉积的赖氨酸需要量可以通过以上公式计算出,如果加上用于维持功能的赖氨酸需要量就得出每日赖氨酸的需求总量。所有的赖氨酸值都是用回肠真可消化赖氨酸的克数来表示。

这里需要注意的是:蛋白质沉积率对于不同基因类型、性别、健康状况、猪群密度以及这些因素的相互作用和其它因素来说是一个单独的修正值。事实上,在模型中没有必要也不可能对这些不同情况进行一一描述。且不说使用者不能提供关于猪群状况和基因类型的准确信息,即使在设计软件时对这些不同情况进行了准确的描述,但今后随着基因的变化,这些描述就会变得不准确而且毫无意义。同样,如果想给一种生产方式(如全进全出、早期隔离断奶、分离式生产等)下的猪群健康状况做一个准确的描述,由于不同生产方式猪群的健康状况不同以及随着今后生产方式的发展都会影响描述蛋白质沉积定量的准确性。

(二)其它氨基酸的需要量

除赖氨酸以外,其它必需氨基酸的需要量也包括用于维持和蛋白质沉积功能两个部分。关于需要量的计算是基于其它氨基酸相对赖氨酸需要量的理想蛋白质模式。新模型运用了两个理想蛋白质模型,一个用于维持,另一个用于蛋白质沉积。这两种模型的最后组合取决于用于维持和蛋白质沉积的赖氨酸相对比例。这个模型是建立在回肠真可消化理想氨基酸基础上。

(三)氨基酸需要量的表达方式

以上步骤是关于氨基酸需要量(g/天)的测算(建立在回肠真可消化理想氨基酸基础上)。每天消化能的摄入量可以由使用者提供,也可以由软件测算出,所以,氨基酸的需要量可以很容易地表达为 g/Mcal 消化能。使用者提供日粮的能量浓度(Mcal/kg),这样就可以算出饲料的消耗量(kg/天)。然后,氨基酸的需要量可以在回肠真可消化理想氨基酸基础上用在日粮中的百分比来计算。需要百分比可以用于回肠表观氨基酸模式和日粮总体基础(玉米-豆粕型日粮)来表示。

四、妊娠母猪

通过营养手段来控制妊娠母猪的体重是非常重要的,而不是让它能长多快就多快。用于妊娠母猪的推算模型可以通过两个办法来达到限制体重的目的。第一,使用者可以输入每天消化能的数量以及母猪交配时的体重和预测的每窝头数。这样模型就可以计算出预计的增重量(以及增重部分的成分)和要达到这个增重量所需的每一种氨基酸的数量。第二,使用者可以把期望的增重量、母猪交配时的体重和每窝头数这些数据输入新模型,然后由模型计算出消化能的需要量和要达到预期增重所需要的氨基酸数量。这两种方法都是基于以下的量性关系。

(一)增重组成

根据 1994 年 Beyer 等的数据,母猪怀孕时每个胚胎重 2.28 kg,含 246 g 蛋白质。那么其余增加的体重就在母体中,包括瘦肉和脂肪组织。母体脂肪增加的重量可以通过 1994 年 Beyer 等的公式测算出:

$$\text{脂肪沉积量(kg)} = -9.08 + (0.638 \times MG)$$

这里 MG 是指母体增加的体重。需要注意的是回归系数(0.638)随动物的不同而不同。这种关系反映了当氨基酸的需要量得到满足而能量摄入量不足时,可以起到限制脂肪沉积的作用。母体增加的体重减去脂肪增加的重量就是瘦肉组织沉积的重量。

当使用者提供消化能摄入量时,从能量的数量可以得出母体体重的增加量,假设每头怀孕母猪怀孕时胎儿生长每天需要的代谢能是 35.8 kcal。每公斤代谢体重需要的维持能量是 106 kcal。母体增重所需的能量可以先通过消化能乘以系数 0.96 转换成代谢能,然后减去维持和胎儿生长所需的能量之和得到的。用于母体增重所需的能量可以通过下面 1994 年 Beyer 等的公式转换成日增重量:

$$\text{母体日增重(g/天)} = 87 + (0.12171 \times MEG)$$

日增重是母体增重量和胎儿每日增重量的总和(19.8 g/天乘以猪的头数)。这里 MEG 指母猪增重的代谢能(译者注)。这样妊娠母猪的增重量就可以通过公式计算出,而且还可以通过上面的公式分别得出瘦肉和脂肪的数量。

(二)能量的需要量

每日能量需要量是指用于维持、蛋白质和脂肪沉积以及产热所需能量的总和。身体组织的沉积是指母体和胎儿组织沉积量的总和。

1. 维持 妊娠母猪每日维持能的需要量是 106 kcal 代谢能/kg $BW^{0.75}$ (或 110 kcal 消化

能/kg 代谢体重 $BW^{0.75}$)。

2. 蛋白质和脂肪沉积 每日蛋白质和脂肪沉积量的计算方法上面已经描述过,假定母猪妊娠期是 115 天,用于蛋白质沉积的能量需要量估计是 10.6 kcal 代谢能/g,用于脂肪沉积的能量需要量是 12.5 kcal 代谢能/g。

3. 胎儿的生长 每个胎儿生长每日能量需要量是 35.8 kcal 代谢能。

4. 产热 母猪在寒冷的环境中需要更多的能量。在这个模型中,最理想的 24 h 平均温度是 20℃。据这个模型预测,在 20℃ 基础上温度每降低 1℃,平均体重为 200 kg 的妊娠母猪每天所额外需要的代谢能大约是 240 kcal (250 kcal 消化能)。当温度高于 20℃ 时,没有关于这方面的数据。

每日代谢能需要量是指用于维持、组织沉积、胎儿生长和产热能量的总和。消化能的需要量可以通过代谢能除以系数 0.96 得到。

(三) 赖氨酸需要量

1. 维持 对生长猪而言,每日用于维持的回肠真可消化赖氨酸的需要量是 36 mg/kg 代谢体重 $BW^{0.75}$ 。

2. 蛋白质沉积 上面所说的每日蛋白质沉积率除以 6.25 可以得到每日氮的沉积量。通过 1993 年 King 和 Brown 对数据的回归分析表明,妊娠母猪除用于维持需要外的真可消化赖氨酸需要量是每克存留氮中需 0.807 g。很大程度上基于 1988 年 NRC 推荐的需要量的早期资料 (Pettigrew, 1993) 表明,苏氨酸是作为第一限制氨基酸 (King 和 Brown, 1993)。但是最近 Pettigrew (1993) 根据大量的计算表明,赖氨酸和苏氨酸在日粮中实质上是共同作为限制性氨基酸发挥作用的。所以,将试验的结果解释为赖氨酸受限也是合适的。每日赖氨酸的需求总量是用于维持和蛋白质沉积需要的赖氨酸总和。

(四) 其它氨基酸的需要量

其它必需氨基酸每日需要量的测算采用了同前面测算生长猪一样的模拟计算方法。其中一个模型测算维持需要的氨基酸需求比例,另一个模型测算蛋白质沉积需要的氨基酸需求比例。这两个模型的最后融合取决于用于维持和沉积需要赖氨酸之间的相关比例。以上所有这些测算都是建立在回肠真可消化理想模型基础上的。

(五) 氨基酸需要量的表达方式

关于测算氨基酸需要量(在真可消化基础上)的步骤前面已经讨论过,表达方式是 g/天。每日消化能的需要量是由使用者或软件提供的,氨基酸的需要量可以很容易地用 g/Mcal 消化能来表达。使用者通过提供日粮能量浓度 (Mcal 消化能/kg 饲料),可以计算出每日的饲料采食量 (kg/天)。然后氨基酸的需要量在真可消化基础上可以用日粮中的百分比来表示。氨基酸在日粮中的需求百分比也可以在回肠表观可消化氨基酸模式和日粮总体基础上表达 (玉米-豆饼型日粮)。

五、泌乳母猪

由于母猪可以利用自身的能量和氨基酸来支持产奶,因此,测算泌乳母猪的营养需要量要复杂的多。由于很多母猪采食不够,不能满足产奶的营养需要,从而导致体重减轻。母猪自身储存的可用于产奶需要的营养物质数量随个体的差异有很大不同。

同样母猪彼此之间的产奶潜力差异很大,这使得母猪的营养需要量彼此间差异也很大。因此,使用者必须提供每窝哺乳仔猪的头数以及它们体重的有关详细数据。

通过模型有两种方法来进行计算。第一,使用者输入每天消化能的摄入量,每窝的仔猪头数以及哺乳仔猪的增重速度等有关数据,模型就可以计算出预计的体重增加量或减少量,以及要达到预期产奶量所需的氨基酸数量。第二,使用者输入母猪泌乳期增加或减少的体重,以及每窝仔猪头数和哺乳仔猪的生长速度等有关数据,有模型计算出消化能和氨基酸的需要量。

设计模型的目的在于计算出满足最大泌乳量所需的氨基酸数量。在缺乏有说服力的数据情况下可以假设,这种营养水平同样可以满足以后再生产的需要。但这种假设需要今后更多的实验来证明。这两种计算方法都是基于下面将要阐述的量性关系。

(一)能量需要量

每日能量需要量是指用于维持、产奶和产热所需能量的总和。

1. 维持 母猪的每日维持能需要量是 $106 \text{ kcal 代谢能/kg 代谢体重}(BW^{0.75})$ (或 $110 \text{ kcal 消化能/kg 代谢体重}(BW^{0.75})$),这和妊娠母猪的需要量是一样的。

2. 产奶 用于母猪产奶所需的能量可以通过 1989 年 Noblet 和 Etienne 调整后的公式计算出:

$$\text{产奶能} = (4.92 \times \text{窝重的增加量}) - (90 \times \text{仔猪头数})$$

这里产奶能用 kcal 代谢能/天来表示,窝重增加量用 g/天表示。日粮中用于产奶的代谢能需要量是通过产奶总能除以系数 0.72 得到的,系数 0.72 表示产奶代谢能的有效利用率假设为 72%(Noblet 和 Etienne,1987)。

3. 产热 泌乳母猪在偏冷或偏热的分娩猪舍中时自身会相应的调节能量摄入量。模型把 20°C 作为理想的 24 h 平均温度,在此基础上预测,在 20°C 基础上环境温度每增加 1°C ,母猪每天需要额外进食含 310 kcal 代谢能 的日粮(或 323 kcal 消化能)。同样,在 20°C 基础上温度每下降 1°C ,母猪需要减少进食含 310 kcal 代谢能 的日粮(或 323 kcal 消化能)。

代谢总能的需要量是用于维持、产奶以及产热所需能量的总和。代谢能除以系数 0.96 就可以得到消化能。不管怎样,当能量供应不足时,母猪就会从母体中转换能量来弥补;当能量供大于求时,多余的能量就会储存在体内。

4. 母猪自身能量的消耗 根据 1994 年 Beyer 等有关数据的回归分析得出以下公式:

$$\text{蛋白质增加量} = 1.47 + (0.0942 \times \text{ADG})$$

这里蛋白质增加量用 g/天来表达,ADG 指母猪的平均日增重(g)。这里需要注意的是蛋白质增加量和平均日增重经常是负数,这表示母猪在泌乳期间体重损失。据研究,泌乳母猪的体重增加或减少随许多因素的影响而有所不同,这些因素包括能量和氨基酸的摄入量。但不管怎样,为了方便起见,本模型采用了通用公式。

当使用者把体重变化的数据输入模型时,这个公式就会自动进行能量平衡的计算。假如为了满足能量的需要,母猪从母体中每转换 1 g 蛋白质可以提供 5.6 kcal 的代谢能。蛋白质的数量除以系数 0.23 就可以测算出瘦肉组织的动用数量(假设瘦肉组织的蛋白质含量为 23%)。从损失的体重总量中减去瘦肉组织的动用数量,就可以测算出动用脂肪的数量。脂肪组织中有 90% 是脂肪,为了满足能量的需求,每克动用脂肪预计可以产生 9.4 kcal 的代谢能。

以上的回归公式表明蛋白质损失相对于体重损失的效率为 9.42%。根据这个数据再进一

步推算得出,游离组织中有 9.55% 的能量来自蛋白质(前面已经讨论过这种假设)。当消化能摄入量(作为数据输入)低于需要量时,这个公式关系可以用于测算蛋白质、脂肪以及体重损失的数量。

(二) 赖氨酸需要量

赖氨酸需要量是指用于维持、产奶以及母猪通过转换部分体蛋白来提供产奶所需的赖氨酸数量的总和。

1. 维持 生长猪每日用于维持功能真可消化理想赖氨酸的需要量是 36 mg/kg 代谢体重($BW^{0.75}$)。

2. 产奶 哺乳仔猪窝重每增加 1 kg 所需用于产奶的回肠表观可消化赖氨酸的数量是 22 g。这个数据来自 1993 年 Pettigrew 的综述。在能满足最大限度产奶量所需的赖氨酸数量的试验中,记录了赖氨酸需要量以及达到这个需要量时每窝仔猪的增重速度。最初设计日粮配方时的计算主要侧重于测算回肠真可消化赖氨酸水平。在总结中出现的有关报道就是 Pettigrew 于 1993 年在他的综述中引用的报道(Boomgaardt 等,1972;Lewis 和 Speer,1973;O'Grady 和 Hanrahan,1975;Chen 等,1978;Stahly 等,1990;Johnston 等,1993)以及最近 1993 年 Monégue 等的报道。总共包括了 8 个关于需要量的测算值。计算满足每窝仔猪增重速度的赖氨酸需要量的回归公式如下:

$$\text{赖氨酸} = (0.022 \times \text{每窝仔猪的增重量}) - 6.39$$

这里的赖氨酸是指回肠表观可消化赖氨酸的需要量,用 g/天表示。仔猪窝重的增加量用 g/天表示。0.022 是指前面已经介绍过的系数。这样,关于赖氨酸需要量的测算就从表观需要量转换为回肠真可消化赖氨酸的需要量。

3. 母体提供的赖氨酸 以上公式的最后一项表明在研究过程中,母猪每天要从身体组织转换 6.39 g 赖氨酸来满足产奶的需要。这个数据需要加上母猪身体中不可避免的赖氨酸损失量(用于维持需要)。在这些试验中母猪的维持赖氨酸需要量据测算是 1.67 g/天,因此,母猪自身提供的赖氨酸量是这两个数据之和,即 8.06 g/天。

除了以上介绍的关于测算赖氨酸需要量的方法外还有其它几个方法。第一个方法是把用于维持功能的赖氨酸需要量简单的加上用于产奶功能的赖氨酸需要量(0.022 g 赖氨酸/g 窝重增加量)。这两个数据之和就是为防止母猪动用自身体蛋白提供氨基酸来满足产奶需要的赖氨酸需要量。第二个方法是从前面所说的数据 8.06 g/天中减去母猪为了防止产奶量的减少而从体蛋白中提供的赖氨酸数量。两项相减的差额就是要满足最大限度产奶量所需要转换母猪自身体蛋白的数量。模型采用了第三种方法,即介于以上两种方法之间的方法。只减去 6.39 g/天。需要注意的是这种动用身体组织的测算法是完全不同于测算能量需要量或体重损失量时动用组织的测算方法。

(三) 其它氨基酸的需要量

其它必需氨基酸需要量的计算是根据用于维持功能的氨基酸需要量比例(同生长猪中的比例一样),用于产奶功能的氨基酸需要量比例(修正过一次[Pettigrew,1993])以及体蛋白提供的氨基酸比例(Pettigrew,1993)推算出来的。Pettigrew 在 1993 年报道中的数据摘自有关文献。

在 1993 年,Pettigrew 提供的有关用于产奶功能的氨基酸需求比例的数据中,只有对缬氨

酸进行过修改。现在有证据表明无论是对整个动物而言(Richert 等,1996)还是对动物的身体组织而言(Boyd 等,1995),泌乳母猪的缬氨酸需要量要高于乳中分泌的预计数量。因此,用于产奶功能的缬氨酸对赖氨酸比例从 0.73 提高到 0.85(Pettigrew,1993)。把用于产奶功能的缬氨酸占赖氨酸的比例设置为 85%,这是基于在玉米-豆粕型日粮中第一限制性氨基酸即赖氨酸最多可占日粮的 1%考虑的。这个比例数 0.85 是在测算需要量时得出的,它表明在含 1%赖氨酸的日粮中,赖氨酸和缬氨酸是共同发挥限制作用的,而且缬氨酸在氨基酸浓度高时是作为第一限制性氨基酸。

(四)氨基酸需要量的表达方式

以上关于氨基酸需要量(在回肠真可消化氨基酸基础)的测算步骤中使用 g/天来表示需要量。每日消化能摄入量可以由使用者或通过模型计算提供,氨基酸的需要量可以简单地用 g/Mcal 消化能来表示。使用者提供日粮能量浓度(Mcal 消化能/kg)后,就可以测算出饲料的消耗量(kg/天)。然后,氨基酸需要量可以在回肠真可消化氨基酸基础上用占日粮中的百分比来表示。这种用百分比来表达需要量的方式即适用于表达在回肠表观可消化氨基酸基础上的需要量,也适用于表达在日粮总体基础(玉米-豆粕型日粮)上的需要量。

六、断奶仔猪

(一)赖氨酸需要量

由于缺乏关于猪早期生长阶段的生物关系信息,因此,这个生长模型不能测算 20 kg 体重以下断奶仔猪的能量和氨基酸需要量。但是我们仍然可以通过一种数学公式来推算 1~20 kg 阶段断奶仔猪日粮中赖氨酸的比例含量。在实验数据的基础上通过下面关于需要量的测算,再用回归公式得出最佳的百分比含量数据:5 kg 体重需要含 1.45 % 赖氨酸的日粮,10 kg 体重需要 1.25% 的赖氨酸,15 kg 体重需要 1.15% 的赖氨酸,20 kg 体重需要 1.05% 的赖氨酸。公式如下:

$$\text{赖氨酸}(\%) = 1.793 - (0.0873 \times BW) + (0.00429 \times BW^2) - (0.000089 \times BW^3)$$

回肠表观和真可消化赖氨酸的百分比可以通过公式的调整来计算。由于意识到用于玉米-豆粕型日粮中的系数并不适合于使用其它原料(如奶制品和血粉)的小猪日粮。因此,关于其它氨基酸需要量的测算是在真可消化氨基酸基础上,根据用于蛋白质沉积的其它氨基酸相对于赖氨酸的比例来计算的。由于在猪的生长初期阶段用于维持功能的氨基酸数量很少,因此,用于维持功能的其它氨基酸相对于赖氨酸的比例不包括在此计算方法。

使用者也许注意到,在采用其它氨基酸相对于赖氨酸的比例关系来测算其它氨基酸需要量时表现出一定的逻辑性,但是没有任何实验数据来证明这种逻辑性。NRC(1986)测算 20 kg 体重以下仔猪的消化能摄入量公式如下:

$$\text{消化能摄入量(kcal/天)} = -133 + (251 \times BW) - (0.99 \times BW^2)$$

这样饲料采食量就可以通过用消化能摄入量除以日粮中消化能浓度得到。每日氨基酸需要量(这里指真的、表观的和总的需要量)可以用每日饲料采食量乘以日粮中含氨基酸的百分比得到。

测算氨基酸需要量的公式随不同品种猪的瘦肉生长率的不同而不同,也随健康状况的不同而

有所差异。这两个因素似乎对断奶仔猪的赖氨酸需要量有很大影响。此外,这里还没有考虑猪的性别差异。环境温度以及每头猪所占的圈舍空间在测算消化能摄入量时都应当进行考虑。

(二)矿物质和维生素的需要量

传统的模型程序并没有用来测算矿物质和维生素的需要量。相反,这些需要量是根据对试验数据进行推算得出的。具体办法是先测定矿物质和维生素在6个不同体重阶段生长猪(体重分别为3~5 kg、5~10 kg、10~20 kg、20~50 kg、50~80 kg和80~120 kg)妊娠母猪和泌乳母猪日粮中的浓度,然后用指数公式来找到这些不同阶段的中间值,使用的概括性公式如下:

$$\text{需要量} = e^{a+b(\ln BW) + c(\ln BW)}$$

这样,矿物质和维生素的每日需要量就可以通过用每日采食量乘以预计的矿物质和维生素在日粮中的浓度得到。

未来饲料加工技术

Forrest Larson (加拿大萨斯卡彻温大学畜禽系)

赵昕红 宋国隆 郑春田 译 王若军 校 (农业部饲料工业中心,北京 100094)

预测任何一项商业活动的发展前景都十分困难,而对中国饲料加工业的未来发展进行预测将更加困难。

1980年,加拿大在中国几个地区举办了一次巡回饲料加工研讨会,使我第一次有机会接触到中国的饲料加工业。很显然,当时中国的饲料加工业需要引进最新的加工概念来充实。在过去的几年里,我在中国曾参与过几家饲料加工设施的设计工作。此外,作为世界银行项目的一部分,我考察了很多饲料设备生产厂,从而了解了他们目前生产的设备,以及未来达到先进的制造境界和提高产品质量所必需的设备。

我曾见过一套1980年产的一流加工设备,它在下料和其它的饲料加工性能上都有所创新。由于很少有机会参观国外的现有加工厂,因此,生产这类设备大多根据宣传小册子。有时为了满足生产的需要,会让人产生富有想象力的解决办法。

关于这一点,有一个例子至今让我记忆犹新。要保持打包机上方的料仓连续下料,是很困难的事。于是饲料厂的管理人员在成品料仓中横跨料仓宽度和高度安装了多重旋转桨叶。打包期间,在可够到桨叶柄的平台上安排一个人,当他有规律地转动桨叶柄时,料便被连续地转下去。那个情形看起来就像一个乐师在弹奏某种乐器,这实在是个美妙的解决办法。

如上所述,我对中国饲料加工业的考察经历及感受表明,中国的饲料加工业应致力于生产一流的设备,这对于达到饲料加工业的先进水平至关重要。

今天我主要针对以下三个加工工艺进行讨论:①通过重视料仓设计原则来提高加工设备利用效率;②利用加工技术来提高一些非常规饲料的营养价值;③膨化工艺能否替代现行的制粒法。

后两项技术代表新的工艺概念而第一项技术不是。所谓新工艺就是对料仓下料的基本原则给予新的重视,并且尝试如何设计料仓来提高其使用效率。

一、重视料仓设计原则,提高加工设备利用效率

饲料加工设备利用率是指年生产时间数与实际工作时间数之比,用百分数来表示。举个例子来说,如果你的饲料加工设备每年可工作50周,每周工作40h,其年总工作时间为2000h,但若扣除由于设备故障、所需原料供应不足和料仓下料不规则而造成的停产时间,以及由于产品不均匀或颗粒品质不佳而导致的返工时间,总的实际生产时间为1400h,那么你的设备利用率就是 $1400/2000 \times 100$ 即70%。作为生产者,应尽可能地提高设备的利用率,达到90%的水平并非不可能。当然这需要相应的配套管理措施,并训练员工参与排除任何一种可使生产中中断的故障。