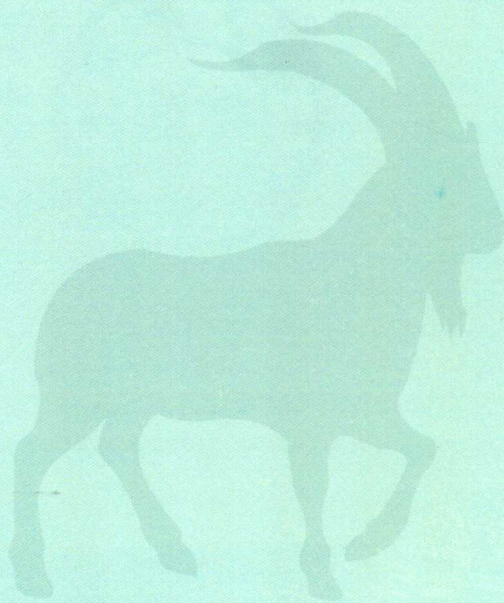




羊常用饲料 营养价值评定研究

YANG CHANGYONG SILIAO YINGYANG JIAZHI PINGDING YANJIU

王永军 田秀娥 著



西北农林科技大学出版社

羊常用饲料营养价值评定研究

王永军 田秀娥 著

西北农林科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

羊常用饲料营养价值评定研究/王永军,田秀娥著. —杨凌:西北农林科技大学出版社,2017.12

ISBN 978-7-5683-0392-7

I. ①羊… II. ①王… ②田… III. ①羊—饲料营养成分—研究 IV. ①S826.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 311725 号

羊常用饲料营养价值评定研究

王永军 田秀娥 著

出版发行 西北农林科技大学出版社
地 址 陕西杨凌杨武路 3 号 邮 编 712100
电 话 总编室:029—87093105 发行部:87093302
电子邮箱 press0809@163.com
印 刷 北京京华虎彩印刷有限公司
版 次 2017 年 12 月第 1 版
印 次 2017 年 12 月第 1 次
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 14.75
字 数 287 千字

ISBN 978-7-5683-0392-7

定价:48.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系

本 研 究 由

公益性行业(农业)科研专项

——北方作物秸秆饲用化利用技术与示范(201503134)

现代农业产业技术体系建设专项资金项目

——绒毛羊产业技术体系(CARSAA-40-13)

利用中药材提取残渣开发肉羊专用功能性饲料关键技术与示范项目

庆阳市肉羊工程技术研发中心建设项目

甘肃省庆阳市三区人才科研专项



资助完成!

目 录

第一章 反刍动物饲料营养价值评定概述.....	(1)
第一节 饲料营养价值的基本含义及其影响因素.....	(2)
第二节 饲料营养价值评定.....	(4)
第二章 反刍动物饲料营养价值评定的基本方法	(13)
第一节 化学营养价值评定	(13)
第二节 可消化营养价值评定	(18)
第三节 可代谢营养价值评定	(30)
第三章 消化实验方法	(34)
第一节 消化试验方法概述	(34)
第二节 常用消化试验方法	(35)
第三节 试验动物数量对消化代谢试验结果准确性的影响	(39)
第四节 尼龙袋在瘤胃培养时间及降解率测定时间对瘤胃降解动力学参数的影响	(45)
第四章 羊常用粗饲料化学营养价值与饲料品质评定	(58)
第一节 羊常用粗饲料概略养分测定	(58)
第二节 粗饲料品质评定方法	(63)
第三节 粗饲料综合分级指数的建立及与粗饲料分级指数的比较研究	(70)
第四节 羊常用 21 种粗饲料的品质评价.....	(78)
第五章 羊常用饲料与日粮有效能评定	(87)
第一节 依据饲料干物质消化率估算结果评定饲料消化能的理论依据及其评定方法	(88)
第二节 肉用绵羊饲料养分消化率和有效能预测模型的研究	(92)
第三节 日粮 NDF 和 ADF 含量对能量消化率的影响	(102)
第四节 羊常用饲料有效能评定.....	(106)
第五节 不同评价方法评定的饲料能量消化率的比较研究.....	(112)
附 件 体外干物质消化率(IVDMD)测定方法	(115)
第六章 羊常用饲料瘤胃降解特性研究.....	(120)
第一节 羊常用 21 种粗饲料瘤胃降解特性研究	(121)
第二节 14 种中草药提取残留物瘤胃降解特性研究	(138)
附 件 尼龙袋法测定饲料养分在羊瘤胃有效降解率(ED)	(153)

第七章 羊常用饲料小肠可消化特性研究..... (158)

第一节 反刍动物小肠消化率测定方法研究进展..... (158)

第二节 羊常用 21 种粗饲料小肠消化特性研究 (163)

第三节 14 种中草药提取残留物小肠消化特性研究 (173)

附 件 移动尼龙袋法测定羊对饲料 UDP 的小肠降解率 (183)

第八章 羊常用饲料小肠可消化粗蛋白质含量评定..... (188)

第一节 反刍动物蛋白质新体系..... (188)

第二节 羊常用饲料小肠可消化粗蛋白质评定..... (190)

第九章 羊常用饲料可消化干物质和粗蛋白质评定..... (198)

第一节 羊常用饲料可消化干物质评定..... (198)

第二节 羊常用饲料可消化粗蛋白质评定..... (202)

第十章 羊常用饲料营养价值数据库..... (208)

第一节 建设的必要性与亟须解决的关键问题..... (208)

第二节 《中国羊常用粗饲料成分和营养价值表》数据库建设..... (213)

附 录 饲料的分类..... (227)

第一章 反刍动物饲料营养价值评定概述

【内容提要】

基于对畜牧业生产系统的基本认识,论述了饲料营养价值的基本内涵,指出饲料营养价值的核心是:饲料中所含有的能量和各种营养物质在饲喂动物后,在动物体内发挥其营养作用即经动物体消化、代谢和利用后转化为动物体产物所产生的价值,其价值的高低是饲料中所含能量和物质(主要是蛋白质等营养物质)的转化效率。在此基础上,简要论述了影响饲料营养价值的主要因素,并初步论述了饲料营养价值评定的基本含义、研究内容、基本要求及其饲料营养价值评定的重点和难点。

饲料是畜牧业生产最重要的物质基础之一,饲料营养价值的高低对畜牧业生产水平发挥着决定性作用。因此对饲料的营养价值进行客观评定,用以指导合理的动物饲养(重点是全价日粮配制),以保证动物健康和提高其生产性能,已经成为畜牧业可持续发展的最基础性的研究工作之一^[1~3]。但是查阅大量关于饲料营养价值研究的相关文献后发现,目前的研究主要集中在饲料营养价值评定方法及其对相关饲料原料营养价值评定两个方面,对于饲料营养价值的基本含义则鲜有全面论述,致使部分学者对饲料营养价值的基本含义缺乏全面理解。正因为如此,导致部分学者在进行饲料营养价值评定研究过程中,不但对部分概念的界定模糊甚或表述相互矛盾,给读者的学习理解造成诸多不必要的困难;而且对饲料营养价值评定的目的以及不同评定体系的基本理论、评定方法及其评定结果之间的关系等理解不到位,导致该领域相当部分的研究结果因不满足饲料营养价值评定结果所必须满足的全面性、代表性、科学性、准确性、针对性和权威性的“六性”要求,在指导实际生产过程中常常显得缺乏实用价值。这主要体现在以下两个方面:一是不同学者所选定的评定内容并不完全一致且与饲料营养价值数据库的需要存在较大差异,导致反映饲料营养价值评定结果的相关数据不够全面(不满足全面性要求),制约了其研究结果的实际应用,如部分学者在进行羊饲料营养价值评定过程中仅进行了常规成分分析(包括概略养分分析、Van Soest 粗纤维分析以及部分营养素的纯养分分析)的分析测定结果,而缺乏

饲料有效能值、反刍动物——羊饲料尼龙袋法的瘤胃养分降解动力学参数的分析测定结果；二是不同学者因受其试验方法的限制导致其研究结果间缺乏可比性（不满足科学性要求），同样制约了其研究结果的实际应用，如部分学者虽然通过体外产气法给出了饲料总能消化率的分析测定结果，但未能深入分析研究体外产气法测定的饲料总能消化率与消化代谢试验测定结果的关系和数学模型，导致其研究结果在生产实际中仍然无法直接应用。综上所述，有必要对饲料营养价值的基本内涵及其评定体系、评定方法等进行系统论述。

第一节 饲料营养价值的基本含义及其影响因素

1 饲料营养价值的基本含义

为了对饲料营养价值的基本含义有一个全面的认识，有必要首先弄清楚畜牧生产的实质、功能及其反映其生产水平高低的度量指标等相关问题。

从系统论的观点出发，畜牧业生产是指以家养动物为核心，人们利用自然资源（土地、水等）、生物资源（畜禽、饲草、饲料等）、社会资源（人力、物力、财力、科技、市场等），进行畜产品生产、产品加工、运输和销售过程所形成的有机联系的整体，是一个系统工程，一般称为畜牧生产系统。它是农业生产系统的亚系统，其实质是人类通过饲养动物参与自然界的能量流动和物质循环来满足自身食品需求的一种生产方式；其功能是将植物性的能量和物质转化为动物性的能量和物质并以畜产品形式储存，完善农业生态系统的物质循环和能量流动；其构成要素为畜禽的繁殖、生长、发育及其与之有机联系着的饲料、环境、疾病防治、人的参与等；其水平的高低表现在能量和物质的转化效率上^[1~4]。

基于上述关于畜牧业生产系统的基本认识，笔者认为，所谓的饲料营养价值，应该是指饲料中所含有的能量和各种营养物质饲喂动物后，在动物体内发挥其营养作用即经动物体消化、代谢和利用后转化为动物体产物所产生的价值（称为绝对营养价值），其价值的高低同样应是饲料中所含能量和物质（主要是蛋白质等营养物质）的转化效率，可用如下公式表示：

$$\text{绝对营养价值(能量)} = \frac{\text{畜产品产量} \times \text{畜产品净能浓度}}{\text{日粮采食量} \times \text{总能浓度}} \quad (1-1)$$

或

$$\text{绝对营养价值(蛋白质)} = \frac{\text{畜产品产量} \times \text{畜产品蛋白质含量}}{\text{日粮采食量} \times \text{粗蛋白质含量}} \quad (1-2)$$

这里所谓的饲料其实质应该是日粮，因此广义的饲料营养价值应该准确地称为日粮营养价值。由于日粮是由不同饲料原料按照一定比例配制而成，因此

日粮营养价值可以说是饲料原料营养价值的综合反映。虽然上述绝对营养价值可通过饲养试验、屠宰试验等进行准确测定,但由于日粮组成变异极大,如果每种日粮的绝对营养价值均通过饲养试验,屠宰试验等进行准确测定,则不仅导致测定工作量巨大,而且这种测定对实际生产的指导作用也十分有限。在此背景下,人们期望在营养“可加性”原理的前提下,能够通过对饲料原料营养价值的评定预测日粮的营养价值,实现对生产的指导作用,这也是进行饲料(主要指单一饲料原料)营养价值评定的背景因素。

2 影响绝对营养价值的主要因素

2.1 主要影响因素分析

虽然式 1-1 和 1-2 分别从最终结果的层面给出了日粮中所含能量和物质(主要是蛋白质等营养物质)转化效率的计算公式,但该公示并不能够直接显示影响绝对营养价值的主要因素及其影响程度。因此,为了满足饲料(主要指单一饲料原料)营养价值评定研究工作需要,有必要对上述公式进行细化,以期能直接显示影响绝对营养价值的主要因素及其影响程度。

以羊对饲料中能量(总能)的转化效率为例,根据饲料所承载的总能在动物体内消化、代谢、利用等环节的系统研究结果以及动物营养需要研究结果,可将上述公式细化如下:

$$\begin{aligned}
 \text{绝对营养价值(能量)} &= \frac{\text{畜产品产量} \times \text{畜产品净能浓度}}{\text{日粮采食} \times \text{总能浓度}} \\
 &= \frac{\frac{\text{代谢能摄入量} - k_1 \times W^{0.75}}{k_2} \times \text{畜产品净能浓度}}{\text{日粮采食量} \times \text{总能浓度}} \\
 &= \frac{(\text{代谢能摄入量} - k_1 \times W^{0.75}) \times \text{畜产品净能浓度}}{\text{日粮采食量} \times \text{总能浓度} \times k_2}
 \end{aligned}
 \tag{1-3}$$

其中

$$\text{代谢能摄入量} = \text{采食量} \times \text{总能浓度} \times \text{总能消化率} \times \text{消化能代谢率} \tag{1-4}$$

式中, k_1 为维持代谢能需要量系数; $W^{0.75}$ 为代谢体重(kg); k_2 为生产代谢能需要量系数(反映了代谢能转化为畜产品净能的转化效率)。

由上述细化后公式可以看出,羊的维持代谢能需要量系数(主要体现了品种或品系差异、动物所处的环境生态因子差异以及因饲养管理方式不同所导致的动物行为的差异)、体重或者代谢体重、羊对饲料的采食量、对饲料中总能的消化率、消化能代谢率、代谢能转化为畜产品净能的转化效率以及饲料的能量浓度和畜产品净能浓度(动物的生产方向)等 8 因素均能影响羊对饲料中能量(总能)的

转化效率。上述 8 因素实际上体现了饲料(日粮)和动物本身两个方面对饲料营养价值的共同影响。

2.2 饲料因素对营养价值的影响

首先,不同的饲料组成,其能量浓度不同,饲料本身的适口性可以影响动物的采食量,饲料的可消化性也可以一定程度影响动物对其总能的消化率、消化能代谢率以及代谢能转化为畜产品净能的转化效率,最终体现在动物生产水平的差异。也就是说,仅从饲料角度分析,上述 5 因素变化均会对饲料的绝对营养价值产生明显影响。

2.3 动物因素对营养价值的影响

不仅动物的品种或品系差异、动物所处的环境生态因子差异以及因饲养管理方式不同所导致的动物行为的差异均可影响动物的维持代谢能需要量系数,而且动物本身的生理状态、消化代谢机能、体内微生态环境以及生产方向等,也将显著影响动物对饲料的采食量、动物对饲料总能的消化率和消化能代谢率以及代谢能转化为畜产品净能的转化效率、畜产品净能浓度等,最终也影响其生产水平的发挥。

综上所述,日粮的绝对营养价值,其实质不仅是饲料和动物本身两个方面共同影响的结果,而且是动态变化的(该动态变化同时表现在日粮中不同饲料原料营养素的不可加性方面即组合效应)。其中,如果将研究的重点放在饲料方面,即为饲料的营养价值评定;如果将研究的重点放在动物方面,则为系统营养调控^[5,6]。

第二节 饲料营养价值评定

1 饲料营养价值评定的基本含义

1.1 饲料绝对营养价值的评定

饲料绝对营养价值一般是指日粮的绝对营养价值。根据上述饲料绝对营养价值的基本概念,是指日粮中所含有能量和各种营养物质在饲喂动物后,在动物体内发挥其营养作用即经动物体消化、代谢和利用后转化为动物体产物所产生的价值,一般可用饲料中所含能量和物质(主要是蛋白质等营养物质)转化为畜产品所含能量和物质的转化效率来表示。

由于日粮是由不同饲料原料按照一定比例配制而成,因此日粮营养价值可

以说是饲料原料营养价值的综合反映。虽然上述绝对营养价值可通过饲养试验、屠宰试验等进行准确测定,但由于日粮组成变异极大,不仅导致测定工作量巨大,而且这种测定对实际生产的指导作用也十分有限,故一般情况下并不进行饲料绝对营养价值的评定。人们关注的重点是期望在营养“可加性”原理的前提下,能够通过进行饲料原料营养价值的评定,依据其评定结果并结合日粮配方预测动物采食日粮后的相对生产性能(相对营养价值),实现对生产的指导作用。

1.2 饲料相对营养价值的评定

通常所讲的所谓饲料营养价值评定,准确地讲,应该是指饲料原料的营养价值评定,其实质是人们对复杂的绝对营养价值的一种简单化处理,也就是不考虑动物的品种、体重等因素,并假定动物处于正常生理条件下(动物被看成是“简单的机器”),通过对饲料原料中能量和蛋白质等营养素含量以及动物对其消化、代谢和利用特性(一般用消化率、代谢率、转化效率等指标反映)的定量分析测定,形成由权威机构发布的饲料营养价值数据库,以期在营养“可加性”原理的前提下(将日粮中的各种营养素看成是孤立的、静止不变的),人们能够利用饲料原料营养价值数据库资料科学、合理地配制动物日粮,并依据不同饲料原料营养价值评定结果,结合日粮配方预测动物采食日粮后的相对生产性能,指导动物生产活动,这其实也是广义的动物营养调控的范畴之一。上述饲料原料营养价值评定,一般称为饲料相对营养价值评定。

2 饲料相对营养价值评定的主要内容

饲料相对营养价值评定就是通常所说的饲料营养价值评定。根据本章第一节细化后的饲料绝对营养价值计算公式(1-3),并结合上述饲料相对营养价值评定的基本内涵,饲料营养价值评定主要包括3个不同层次的内容。

2.1 饲料原料中能量(总能)和主要营养物质含量分析测定

饲料原料中能量(总能)和主要营养物质含量分析测定,主要是利用物理或者化学原理和方法,获得饲料原料中能量(总能)和主要营养物质含量的基础数据,该基础数据可在一定程度上反映饲料营养价值的高低,故可将其称为饲料化学营养价值评定。虽然饲料化学营养价值评定结果并不能反映出饲料的真实营养价值,只有结合养分消化率、代谢率、利用率评定结果,才可对其真实营养价值做出客观评价,但它是提高饲料营养价值的潜在基础,因此也可将其称为饲料潜在营养价值评定。

2.2 动物对饲料原料中能量和主要营养物质的表观消化率测定

饲料中所含有的能量及必需的营养物质进入动物体内后,只有经动物消化吸收后的部分才有可能被动物利用并进而转化为动物性食品(能量和物质),也就是说才具有营养价值,故进行动物对饲料原料中能量和主要营养物质的表观消化率测定是饲料营养价值评定的重要内容之一。依据对饲料原料中能量和主要营养物质的表观消化率测定结果,结合饲料原料中能量(总能)和主要营养物质含量分析测定结果,即可获得反映饲料中所含有的可被动物消化的能量和主要营养物质的数量,该基础数据可较好地反映饲料营养价值的高低,故可将其称为饲料可消化营养价值评定。

2.3 动物对饲料中消化能和主要可消化营养物质的代谢和利用率测定

被动物消化后的可消化能量和主要营养物质,在代谢过程中仍有一部分会被排出体外,只有被动物吸收的部分(一般用代谢率反映)才有可能被动物利用并进而转化为动物性食品(能量和物质),因此进行动物对饲料原料中可消化能量和可消化主要营养物质的代谢率测定是饲料营养价值评定的重要内容之一。依据对饲料原料中可消化能量和可消化主要营养物质的代谢率测定结果,结合饲料原料中能量(总能)和主要营养物质含量分析测定结果以及能量和主要营养物质的表观消化率测定结果,即可获得反映饲料中所含有的可被动物代谢利用的能量和主要营养物质的数量,该基础数据可比较准确地反映饲料营养价值的高低,故可将其称为饲料可代谢营养价值评定或者可利用营养价值评定。

依据上述分析测定结果,可分别实现对饲料化学营养价值(或潜在总营养价值)、可消化营养价值(或表观可消化营养价值)、可代谢营养价值(或表观可代谢营养价值)或者可利用营养价值(或表观可利用营养价值)的评定。

3 饲料营养价值评定的基本要求

饲料营养价值评定工作的最终成果是形成并由权威机构发布的饲料营养价值数据库,用以指导科学、合理地利用饲料资源。根据其成果形态及其满足应用的基本条件,作为饲料营养价值评定工作的最终成果的饲料营养价值数据库,必须满足针对性、全面性、代表性、科学性、准确性和权威性的“六性”要求。

3.1 针对性

在饲料营养价值评定过程中,“针对性”包括两方面含义:一是指所评定的对象必需紧密结合生产实际,必须是目前生产中常用的、产品质量相对稳定的一个特定饲料原料或饲料产品,这就要求首先必须对其产品性状的描述应尽量准确、

详尽,产品性状描述一般应包括饲料名称、样品采集地点、品种、栽培模式、生理状态、加工条件或产品质量标准等详细资料,保证使用者可依据其不同产品在数据库中方便地找到其相应的基础数据;二是指所评定对象的使用对象必须针对特定的品种或者生产方向,如针对肉牛还是奶牛,或者对于奶牛而言是针对产奶还是增重,以方便使用者可依据不同产品的不同使用对象在数据库中方便地找到其相应的基础数据。

3.2 全面性

所谓全面性,一方面是指饲料营养价值评定工作所形成的最终成果——由权威机构发布的饲料营养价值数据库(中国饲料营养价值数据库)——应尽可能包括目前畜牧业生产中常用的全部饲料类别和品种;同时对每一个特定饲料而言,应尽可能提供中国饲料营养价值数据库所涉猎的全部基础数据。

3.3 代表性

代表性是指在进行特定饲料的营养价值评定过程中,用于分析测定或试验的饲料样品必须按照标准方法采集(饲料样品的采集按照 GB/T 14699.1—2005/ISO6497—2002 执行),能够反映该类饲料或者饲料产品的共同属性,具有代表性,以保证评定结果所获得的基础数据具有通用性。

3.4 科学性

科学性是指饲料营养价值评定工作所形成的最终成果——由权威机构发布的秸秆饲料营养价值数据库(中国饲料营养价值数据库)中的基础数据,其度量指标必须与国际现有先进评价体系和我国修订后的牛羊饲养标准有效接轨。

选择理想的评价体系和客观的评价指标,是饲料营养价值数据库满足“科学性”要求的根本保障。为了实现这一目标,在选择理想的评价体系和客观的评价指标时就必须始终坚持在继承的基础上充分体现反刍动物营养学研究最新研究成果以及与国际接轨的原则和与现行最新饲养标准耦合的原则。众所周知,饲料营养价值的评定经历了早期的常规营养成分测定到养分表观消化率和代谢率乃至转化效率测定的发展历程;与此对应的是草食家畜的饲养标准也随之变化,这种变化主要体现在能量和蛋白质营养需要方面,如能量需要由早期的消化能体系改为采用代谢能体系(羊,NRC)和净能体系(牛,NRC),蛋白质营养需要则由早期的粗蛋白质体系改为同时采用粗蛋白质、可消化粗蛋白质、小肠可消化粗蛋白质(羊,NRC)和可消化粗蛋白质、小肠可消化粗蛋白质(牛,NRC)表示。正因为如此,在饲料营养价值评定过程中必须坚持科学性原则。

3.5 准确性

准确性是指饲料营养价值评定工作所形成的最终成果——由权威机构发布的饲料营养价值数据库(中国饲料营养价值数据库)中的全部基础数据必须是采用标准化的分析测定方法或试验方法所获取的,具有较高的重演性。

3.6 权威性

权威性是指饲料营养价值评定工作中所获取的全部基础数据必须经由权威机构审核认定后统一向全国发布。

4 反刍动物粗饲料营养价值评定的必要性和紧迫性

粗饲料是反刍动物日粮所特有的重要组成部分,也是反刍动物及其瘤胃微生物重要的营养来源。因此,准确评定粗饲料的品质并以此为依据指导粗饲料的合理利用,对提高反刍动物的生产性能具有重要作用^[7~9]。

我国是一个农业大国,在进行农业生产过程中所形成的农作物秸秆资源十分丰富^[10],这些农作物秸秆饲料资源是我国广大农区进行反刍动物养殖粗饲料的主要来源。但因受多种因素制约,长期以来,我国农作物秸秆资源化利用的途径相对单一且资源化利用率较低,一些地区甚或出现了大量违规焚烧且屡禁不止的社会现象,不仅浪费资源、污染环境,而且还严重威胁交通运输安全。为此,国务院办公厅以及国家发改委、农业部先后印发文件^[11,12],提出秸秆利用饲料化、能源化、肥料化、基料化、工业原料化“五化”指导意见,以此促进作物秸秆的资源化利用。因此,提高作物秸秆饲料的营养价值是反刍动物营养学研究的重要内容。秸秆资源的饲料化利用是其资源化利用的重要途径之一。所谓秸秆资源的饲料化,就是将秸秆资源直接作为饲料原料或者将其加工后作为饲料原料,利用饲料配方技术配制家畜尤其是草食家畜日粮,将其合理利用以生产畜产品,其实质是将秸秆资源植物性的能量和物质转化为动物性的能量和物质并以畜产品形式储存;其水平的高低表现在秸秆资源中能量和物质的转化效率上,即秸秆饲料的营养价值;其制约因素主要是因农作物秸秆饲料主要营养成分含量低、家畜对其表观消化率和代谢率低、在日粮中使用比例低以及其利用过程中综合成本高等因素导致的经济效益低下的问题^[1~4,10]。

为了提高粗饲料尤其是秸秆资源的饲料化利用水平,就必须始终坚持“以粗饲料营养价值评价为基础、以资源高效利用为手段、以提高转化效率和经济效益为目标”的工作思路,也就是说,粗饲料营养价值评价是其高效利用的基石。但由于我国对粗饲料营养价值评定研究相对滞后,不仅现有饲料营养价值数据库中关于粗饲料的种类不全,而且数据库中的主要技术指标与国际现有先进评价

体系和我国修订后的牛羊饲养标准不能有效接轨,这在一定程度上制约了秸秆资源的饲料化利用。因此,参照国际先进的评价体系对粗饲料的营养价值进行全面、系统的评定不仅十分必要,而且非常迫切。

5 反刍动物粗饲料营养价值评定的重点和难点

根据现有营养学和饲料学研究成果,粗饲料尤其是秸秆资源的饲料化利用过程,其实质是将粗饲料的植物性营养物质(水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物、粗灰分,见图 1-1)及其所载能量经动物消化、吸收、代谢利用后基本满足动物对主要营养物质(水分、蛋白质、脂肪酸、维生素、矿物质)和能量的需要并将其转化为动物性物质即以畜产品形式储存的过程,故对其营养价值评价的核心是评判其所提供的动物所必需的能量和物质的数量及其满足程度。因此,关于反刍动物粗饲料尤其是农作物秸秆类饲料营养价值评定的重点和难点问题,可依据日粮中粗饲料尤其是秸秆饲料所提供的主要营养物质(水分、蛋白质、脂肪酸、维生素、矿物质)和能量的数量占动物需要量的程度以及进行以上分析的难易程度进行以下分析。

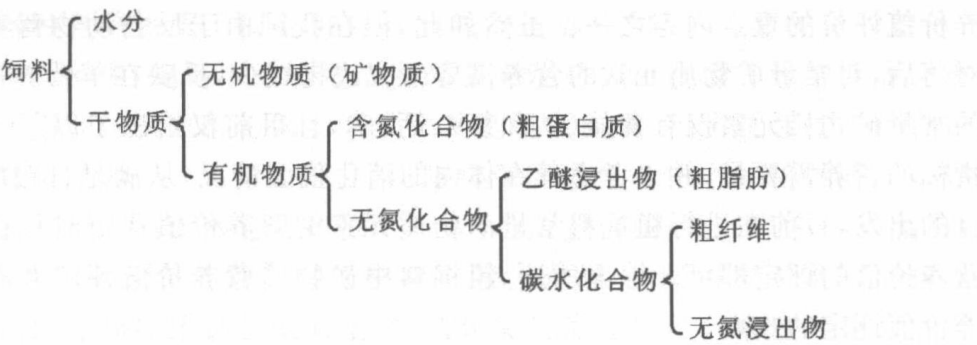


图 1-1 概略养分与饲料组成间的关系

Fig. 1-1 Feed proximate ingredients and relationship with feed composition

5.1 水分

众所周知,在现行饲养条件下,动物维持其生命活动并获得理想的生产性能所必需的水,除由饲粮部分提供外,主要通过饮水途径满足其需要。另外,农作物秸秆类饲料除作为青绿饲料和制作青贮饲料利用外,其他类型的秸秆类饲料在加工储存过程中对其水分含量提出了限量要求(一般保存饲料的水分以不高于 14%为宜),以防止其在储存过程中发生霉变而影响利用。故综上所述,秸秆饲料中的水含量并非其营养价值评价的重点。

5.2 维生素

维生素是动物代谢所必需但需要量极少的低分子有机化合物,体内一般不

能合成,必须由饲料提供或者提供其先体物质。虽然如此,但在实际生产中动物所需维生素一般通过复合维生素添加剂提供,饲料中维生素含量的多少对动物生产的影响相对较小甚或在实际生产中可忽略不计,故秸秆饲料中的维生素含量及其消化率等测定亦并非其营养价值评价的重点。

5.3 矿物质

研究发现,动物体组织中含有约 45 种矿物元素,其中已证明约 26 种左右的矿物元素是动物生理过程和体内代谢必不可少的,为必需矿物元素(必须由饲料提供),按动物体内含量或需要量不同可分为常量元素和微量元素,其中微量元素在实际生产中一般通过微量元素预混合饲料(添加剂)提供,饲料中微量元素含量的多少对动物生产的影响相对较小甚或在实际生产中可忽略不计,故秸秆饲料中的微量元素含量及其消化率等测定亦并非其营养价值评价的重点;而常量元素则往往依据饲料中矿物元素含量及其利用率分析测定结果,在考虑饲料中所提供的可利用总量基础上依据动物营养需要通过矿物元素添加剂进行补充和平衡,故粗饲料中的矿物元素含量和利用率测定是必需的,可以说是粗饲料营养价值评价的重点内容之一。虽然如此,但在我国由于反刍动物营养学研究相对落后,对常量矿物质元素的营养需要研究成果较少,反映在羊营养需要量表中的常量矿物质元素仅有食盐(钠和氯)、钙、磷,且目前仅给出了以总含量为度量指标的营养需要量,并未考虑其在体内的消化代谢情况,从满足日粮配制需要的目的出发,目前在进行粗饲料常量矿物质元素的营养价值评定时仅进行其化学营养价值的评定即可。综上所述,粗饲料中矿物质营养价值评定并非其饲料营养价值评定的难点。

5.4 脂肪酸

饲料中的粗脂肪是动物营养中重要的一类营养素,其种类繁多,化学结构各异,不仅是动物重要的供能物质和贮能物质,而且在动物体内物质合成等方面发挥重要作用,饲料中的脂类物质在体内首先水解形成可溶性的微粒,经小肠黏膜摄取,一部分直接进入血液而其大部分在黏膜细胞中重新合成为甘油三酯后进入血液,大部分则分解形成挥发性脂肪酸,其中部分不饱和脂肪酸为必需脂肪酸(EFA),必须由饲料提供。瘤胃微生物合成的脂肪能满足宿主动物脂肪需要的 20%,加上饲料脂肪在瘤胃中未被氢化部分以及反刍动物能有效地利用 EFA,在正常饲养条件下,反刍动物不会产生 EFA 缺乏。故秸秆饲料中的粗脂肪含量尤其是 EFA 含量亦并非其营养价值评价的重点和难点。

5.5 蛋白质

蛋白质是细胞的重要组成部分,在生命过程中起着重要的作用。动物在组织器官的生长和更新过程中,必须从食物中不断获取蛋白质等含氮物质并将其转变为机体蛋白质。由于不同饲料原料中粗蛋白质含量变异较大——不同饲料原料中粗蛋白质的化学组成(非蛋白氮含量、真蛋白质中各种氨基酸含量)存在较大差异,加之饲料有机物组成尤其是粗纤维含量的影响,导致其粗蛋白质消化率、代谢率以及可代谢蛋白质转化为畜产品蛋白质的转化效率均可能存在较大差异,只有对其客观准确评价,才可能对其营养价值进行客观评价。但粗蛋白质消化率、代谢率以及可代谢蛋白质转化为畜产品蛋白质转化效率的准确测定或估计难度较大,故粗饲料尤其是秸秆饲料中粗蛋白质及其转化为畜产品蛋白质的评定,不仅是粗饲料营养价值评价的重点内容,而且也是其饲料营养价值评定的难点之一。

5.6 能量

饲料中各种营养物质不仅自身具有特殊的营养作用,而且是能量的载体。能量是重要的营养素,饲料中的能量浓度起着决定动物采食量和生产性能的重要作用。由于不同饲料原料的化学组成尤其是粗蛋白质、粗脂肪和碳水化合物的含量存在较大差异^[13~15],加之蛋白质、脂肪和碳水化合物中的化学潜能差异较大(其平均值分别为:碳水化合物,17.36 MJ/kg;蛋白质,23.64 MJ/kg;脂肪,39.33 MJ/kg),故不同饲料原料的总能存在较大差异^[1];同时由于不同饲料原料的化学组成的差异导致其总能消化率、消化能代谢率以及代谢能转化为畜产品净能的转化效率存在较大差异,导致不同饲料总能转化为畜产品净能的转化效率差异显著,只有对其客观准确评价,才可能对其营养价值进行客观评价。但总能消化率、消化能代谢率以及代谢能转化为畜产品净能的转化效率的准确测定或估计难度较大,故粗饲料尤其是秸秆饲料中总能含量及其饲料总能转化为畜产品净能的评定,不仅是其营养价值评价的重点内容,而且也是秸秆饲料营养价值评定的难点之一。

综上所述,饲料中水分含量、维生素含量、必需脂肪酸含量、矿物质含量及其利用效率的测定并非秸秆饲料营养价值评定的重中之重,而能量和蛋白质含量及转化效率的评定才是其营养价值评定的重点和难点,也是其营养价值评定的热点研究内容。