



S I L I A O X U E

饲 料 学

■ 王忠艳 著



东北林业大学出版社

饲 料 学

王忠艳 著

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饲料学/王忠艳著. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2005.6

ISBN 7-81076-744-5

I. 饲… II. 王… III. 饲料 IV. S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 066478 号

责任编辑: 付 佳

封面设计: 彭 宇



NEFUP

饲 料 学

Siliaoxue

王忠艳 著

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路26号)

东北林业大学印刷厂印装

开本960×787 1/16 印张13.5 字数242千字

2005年6月第1版 2005年6月第1次印刷

印数1—2000册

ISBN 7-81076-744-5

S·422 定价: 23.00元

序

对动物的保护与利用是野生动物工作者不变的主题。特别是在当今，由于人类对土地进行盲目的开发，过分地追求短期内的经济效益而没有很好地掌握可持续性发展，导致野生动物的生态环境不断被破坏，使野生动物资源日渐枯竭，因此人们比以往任何时候都更关注野生动物的保护与利用，为此人们开始从事野生动物人工饲养，以求保存濒危物种，扩大种群，进行易地保护。而对野生动物广泛的饲养更在于合理地利用野生动物来为人类服务。就野生动物养殖来说，不管是提高动物当代品质还是提高动物后代生产性能，都需要详细地研究其食性及饲料特点，这就是“动物以食为天”的道理。多年来我们在动物保护方面做了大量的工作，建立了很多的野生动物保护区，但是在野生动物饲料方面所进行的研究工作却相对较少，到目前为止，我们还缺乏很多有关野生动物营养需要方面的标准。对将来从事野生动物方面的本科生来说，学习一些有关野生动物甚至很多是大宗动物养殖中所需要的饲料方面的知识将是非常必要的。虽然动物种类不同，其消化生理机理不完全相同，所需要的饲料种类及饲喂方式不同，但是不同动物对各种饲料原料的营养原理是相同的。为此需要以大宗动物常用的饲料为基础，逐渐深入研究一些野生动物所需饲料的营养特点，最后达到全面掌握野生动物饲料的目的。

该书可以说是野生动物保护与利用专业、特种经济动物养殖及相关专业本科生的基础型教材，书中内容由浅入深，知识涵盖面广，特别注重理论知识在生产实践中的应用。本书全面而详细地介绍了各类饲料的基本理论、营养特点、对不同动物的应用方法及发展趋势，同时科学地分析了在当前生产中存在的一些问题。

从本书的编写中可以看到其立足点不在于理论知识的高深，更在于知识的实用性，非常注重学生基础理论知识的培养及在生产实践中分析问题、解决问题的能力培养，能够真正做到学以致用，达到指导生产的目的。所以

说该书的出版也将对野生动物保护、野生动物饲养管理及野生动物科学研究等具有一定的参考价值。

中国工程院院士：



2005年5月

前 言

动物、植物与人类友好相处，共同构成了生物界一幅和谐而美丽的画面，三者之间由采食与被采食的关系转变为能够和平共处的关系，形成了人与自然的和谐发展。这种转变是与人类不懈的努力分不开的，其中对动物进行饲养是一个很重要的内容，而了解动物食性特别是了解动物常采食的饲料的营养特点是进行科学饲养的关键。对从事野生动物保护与利用的工作者来说，虽然其接触的野生动物种类很多，食性特点各不相同，但是各种动物对饲料中各种营养成分的需要是相同的，不同的只是作为营养物质载体的饲料形式及不同饲料在不同动物体内的消化形式，为此了解有关饲料方面的基础知识对从事动物养殖及动物保护的人来说都是非常必要的。多年来饲料学一直是东北林业大学相关专业的基础课之一，但一直缺乏一本对各种动物普遍适用的饲料方面的基础性教材。今天在学校及学院各级领导的大力支持与关心下，在出版社及本书编辑的共同努力下，能够使这本书与广大的同学见面，应该说这是大家共同努力的结果。特别是在本书的审校过程中得到了哈尔滨市饲料研究所研究员兼所长卞克明老师的大力协助，在此一并致谢！

作为本科生的基础教材，该书在撰写过程中一直把基本理论知识及大宗动物常用饲料原料作为主线，不求高深但求内容全面、完整，从而达到学以致用的目的。本书重点讲述了八大类饲料原料的基本概念及其所包括的饲料原料种类、营养特点、使用方法、注意事项及常用饲料原料的标准等，同时对一些饲料原料如青贮饲料、蛋白质饲料、粗饲料等的生产及加工进行了详细的论述，分别阐述了影响动物不同生产性能的常用饲料原料及在生产实践中的正确使用方法，概述了常用非营养性饲料添加剂的种类及发展趋势。

本书在编写过程中力求贯彻“少而精”和理论联系实际的原则，在编写方法上力求结构严谨、思路清晰，同时又不失理论的完整性与系统性；为拓宽学生的知识面和培养学生的实际应用能力，本书特别突出了一些极具发展前景的理论研究、新型的饲料原料及在生产实践中的应用效果。本书涵盖的

内容广泛，既可作为本科学生的教材，也可用做从事饲料生产及研究人员的参考用书。由于作者水平有限，书中不当、谬误之处在所难免，请同行专家及读者不吝指教。

编著者
2005年5月

目 录

1 饲料学的基本概念	(1)
1.1 饲料业发展.....	(1)
1.2 饲料的元素组成.....	(2)
1.3 饲料的化学组成.....	(3)
2 能量饲料	(8)
2.1 谷物的籽实类饲料.....	(8)
2.2 谷物加工副产品类饲料.....	(18)
2.3 根茎瓜类饲料.....	(23)
2.4 液体能量饲料.....	(24)
2.5 能量饲料的开发与利用.....	(27)
3 蛋白质补充料	(34)
3.1 豆科植物的籽实类饲料.....	(34)
3.2 饼、粕类饲料.....	(39)
3.3 动物性蛋白质类饲料.....	(43)
3.4 单细胞蛋白质类饲料.....	(50)
3.5 非蛋白质含氮化合物.....	(52)
4 粗饲料	(62)
4.1 草 粉.....	(63)
4.2 茎叶粉.....	(65)
4.3 秸秆类饲料.....	(66)
5 青绿饲料	(68)
5.1 青饲料概述.....	(68)
5.2 禾本科栽培牧草.....	(71)
5.3 豆科栽培牧草.....	(72)
5.4 禾本科野生牧草.....	(74)
5.5 豆科野生牧草.....	(75)
5.6 栽培青绿饲料.....	(76)

5.7	水生饲料	(78)
5.8	青饲料的种植	(79)
6	青贮饲料	(82)
6.1	青贮饲料概述	(82)
6.2	常规青贮玉米	(86)
6.3	半干青贮	(87)
6.4	青贮饲料添加剂	(88)
7	矿物质饲料	(91)
7.1	影响植物性饲料中微量元素含量的因素	(91)
7.2	常量矿物质饲料	(94)
7.3	微量矿物质饲料	(96)
7.4	稀土元素在动物养殖业中的应用	(101)
8	维生素饲料	(108)
8.1	维生素饲料概述	(108)
8.2	脂溶性维生素饲料	(109)
8.3	水溶性维生素饲料	(112)
9	饲料添加剂	(120)
9.1	营养性饲料添加剂	(120)
9.2	非营养性饲料添加剂	(123)
10	饲料分类	(163)
10.1	国际饲料分类法	(163)
10.2	中国饲料分类法	(165)
11	配合饲料	(168)
11.1	配合饲料的基本概念	(168)
11.2	动物的不同营养需要量	(172)
11.3	饲料配方设计	(177)
12	明显地影响动物产品质量的一些饲料	(185)
12.1	影响禽蛋质量的一些饲料	(185)
12.2	影响动物肉品的一些饲料	(188)
12.3	影响奶品质量的一些饲料	(199)
	主要参考文献	(207)

1 饲料学的基本概念

1.1 饲料业发展

随着我国动物养殖业的发展,饲料业也快速发展起来,经过了三四十年,我国的饲料业从无到有、从小到大,不断发展。根据1998年全国饲料工业统计资料,我国时产1 t以上饲料的企业12 435家,其中时产5 t以上饲料的企业1 792家,形成的年双班生产能力1.03亿t。1998年全国饲料总产量6 599万t,其中配合饲料5 573万t、浓缩饲料887万t、添加剂预混合饲料138万t,全国平均开班率54%,有12个省区开班率不到50%;与1998年相比,生产企业数量增加10%,配合饲料产量略有增长,浓缩饲料和添加剂预混合饲料产量增幅较大,分别增长2.6%和11.0%,全国平均开班率增长4%。1999年由于受国际国内经济大气候的影响,动物产品消费不旺,饲料加工业也受到了考验;上半年全国饲料加工企业普遍减产,东北地区许多饲料加工厂处于停产、半停产状态,特别是猪饲料,减产幅度最大。1999年全国肉类总产量5 953万t,禽蛋产量2 080万t,奶类产量782万t,比上年分别增长4%、3%和5%,是近年来增幅较少的一年。肉类产量增长因素主要是牛、羊肉的增加。受大气候的影响,1999年饲料生产也上不去,下半年虽有转机,仍难弥补上半年减产的数量。1999年全国配合饲料总产量与上年持平或略减,浓缩料和预混料仍保持了高速增长的势头,分别达到950多万t和150多万t,比上年增长10%左右。

饲料是饲养业的物质基础,饲料工业与饲养业是相辅相成的,饲料工业的发展也极大地推动了饲养业的发展,饲养业的发展又可拉动饲料工业的发展。1998年我国肉类人均占有量达到47.1 kg,超过了世界平均水平;禽蛋人均占有量16.6 kg,达到发达国家平均水平;奶类人均占有量占世界平均水平的1/15,是发达国家的平均水平的1/46,差距悬殊。总的来讲,我国动物产品出现了结构性过剩。鉴于我国目前经济仍处于改革调整时期,2000

年以后的物价指数增长不大，拉动消费具有一定的难度，饲料生产销售仍然较困难，市场竞争更加激烈，总需求增长幅度不大。从另一个角度分析，我国饲养业的大头在农村，80%以上的动物产品来自农村的专业户和分散饲养。从现有动物及水产品产量推算，全社会饲料消费总量超过2亿t，工业饲料仅占社会总消费量的30%左右，因此开发潜力巨大的农村市场，引导专业户和分散饲养户进行科学饲养，为他们设计适合的饲料配方，既能够让它们应用现代科技成果，又能充分利用传统的农家饲料，同时积极推广浓缩料、添加剂预混合饲料，可以极大地降低饲养成本，提高饲养效果，有着很大的潜力。从近几年浓缩料和添加剂预混合饲料大幅度增长的实际也可以预测到这点。

我们还可以从对我国的部分区域生产情况的分析中寻找饲料业发展的新突破点。我国饲料生产分布情况同其他行业一样，也可以划分为东、中、西部三个经济带。西部经济带土地面积占全国国土面积的56%，人口占全国总人口的23%。随着改革开放，历史形成的经济发展不平衡，使东、中、西部经济发展的差距越来越大。从饲料生产情况来看也是这样。1998年饲料生产分布情况，东、中、西部配合饲料分别为3251万t、1546万t和776万t，占全国总量分别为58.3%、27.8%和13.9%；浓缩料分别为339.7万t、439.2万t、108.1万t，占全国总量分别为38.2%、49.5%和12.2%；添加剂预混合饲料分别为76.5万t、42.5万t和19.0万t，占全国总量分别为55.4%、30.8%、13.8%。综上所述可以看出，西部10个省区、市经济带饲料产量所占比例均不到14%。如果加上广西，所占全国总量的比例增加也不到3%。所以说西部大开发战略是非常正确的。国家经济建设和发展重点向西部战略转移，必将大大促进西部经济的发展和消费的增长。动物产品作为人们生活消费的必需品，必然随之增长。因此，饲料加工业也应当不失时机地投入到西部经济的开发中去，推动西部饲料及养殖业乃至全国饲料工业的更大发展。

1.2 饲料的元素组成

所谓饲料，就是能提供动物所需养分，保证健康，促进生长和生产，且在合理使用下不发生有害作用的一切可食用物质的总称。饲料是养殖业的物质基础，也是满足动物生长、发育及生产动物产品的物质基础。我们所需要的动物产品都是由饲料中的营养物质转化而来的，要获得高品质的动物产

品,就必须以高质量的饲料为保证。由于饲料本身只是各种营养物质的载体,而动物真正需要的是饲料内的营养物质,所以说营养物质全价与否是饲料品质的决定因素。

饲料中含有很多的营养物质,就其化学元素来说,在化学周期表中的100多种元素中,至少有60多种都可以在饲料中找到,它们共同构成了饲料的各种营养及非营养成分。这些元素有些是单独存在的,有些是以同其他元素化合或螯合等形式存在的,它们是组成饲料成分的物质基础。所以说,饲料中含有极为丰富的元素,即含有诸如C、H、O、N、S、P、Mg、Fe、Cu、Zn、Mn、Se、I等化学元素周期表中的绝大部分元素。

1.3 饲料的化学组成

就饲料中所含有的化学成分来说,动物性饲料与植物性饲料有所不同。动物性饲料中含有较多的蛋白质,而植物性饲料中含有较多的碳水化合物。如果按绝干基础计算,总体来说动物性饲料大约含有蛋白质40%、脂肪50%、矿物质10%,碳水化合物的含量不到1%。而植物性饲料中的谷物籽实中含碳水化合物70%~80%,蛋白质10%~14%,脂肪含量一般较低。由于全价饲料组成成分中大部分为植物性饲料原料,因此碳水化合物在全价饲料营养中占有非常重要的位置。

1.3.1 碳水化合物

碳水化合物是一类含有碳、氢和氧的化合物,其中所含有的氢和氧的摩尔比同水一样。多数由己糖(即6碳糖)构成。有些也含有5碳糖,而含有的4碳、3碳和2碳的化合物则很少,所以说它们作为营养物质一般并不重要。

1.3.1.1 单糖

单糖共同的化学分子式为 $C_6H_{12}O_6$ 。它们是利用空气中的水和二氧化碳在植物体内通过光合作用生成的。而在动物体内则进行着与植物体内逆向的反应,即单糖氧化分解生成水和二氧化碳而供能。在自然界中,只有较少数的植物(如甘蔗和甜菜)中的碳水化合物是以单糖形式存在的,单糖通常是在植物光合、水解或发酵过程中生成的。

(1) 戊糖。

戊糖共同的分子式为 $C_5H_{10}O_5$ 。在自然界中,戊糖单独存在的情况较少,

它多以戊聚糖形式存在，戊聚糖水解则生成戊糖。例如，干草、秸秆中所含有的木聚糖就是戊聚糖的一种，它可水解生成木糖。

(2) 己糖。

己糖分子式为 $C_6H_{12}O_6$ ，己糖为植物性饲料中碳水化合物的主要组成成分。另外，己糖作为动物体内的代谢物质在营养上也起着重要的作用。己糖中有葡萄糖、果糖、半乳糖、甘露糖等，但在自然界中呈游离状态存在的大多己糖为葡萄糖和果糖。尽管它们的分子式是一样的，但其结构式则分醛式和酮式两种，其中葡萄糖是醛糖，果糖则是惟一的酮糖。己糖分子由于结构中碳原子排列的不对称性，因此具有旋光性及异构性。

①葡萄糖。自然界中存在的天然葡萄糖为 D 形，即我们常说的右旋葡萄糖。葡萄糖有 α -葡萄糖和 β -葡萄糖两种异构体。葡萄糖除在植物性饲料内以游离状态存在外，大多数则是其他碳水化合物的组成成分，葡萄糖的甜味较低，仅为蔗糖的 3/4。

②果糖。自然界中的果糖为左旋糖，常同葡萄糖共同存在于成熟的果实和蜂蜜中，也常以结合状态存在于碳水化合物中。果糖在所有糖中是最甜的，且易于发酵。

③半乳糖。半乳糖常存在于动物性饲料中，它属于醛糖类，在自然界中它常与葡萄糖结合在一起构成乳中的乳糖，并作为胞苷酯类的成分存在于动物性饲料中。

④甘露糖。甘露糖为右旋糖类。它常作为多糖类的甘露糖成分存在，它非常广泛地分布于植物性饲料中。

1.3.1.2 双 糖

双糖是由两个单糖分子去掉一个分子水缩合而成的，其分子式为 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。在动物饲料中常见的双糖如下：

(1) 蔗糖。

蔗糖是由葡萄糖分子和果糖分子缩合而成的，蔗糖水解后可以生成葡萄糖和果糖。像酵母饲料和动物的消化液中的蔗糖酶都能使蔗糖水解生成葡萄糖和果糖。蔗糖主要存在于甘蔗、饲料甜菜和成熟的果实中。由于蔗糖有甜味，因此在配合饲料工业中常用来作为甜味剂，用以提高动物的食欲。

(2) 麦芽糖。

麦芽糖大量地存在于麦芽内。它是由两个分子的葡萄糖缩合而成的，用酸或麦芽糖酶水解淀粉可以得到葡萄糖。麦芽糖的甜度仅为蔗糖的 1/4。

(3) 乳糖。

乳糖仅存在于动物性饲料中，主要存在于乳制品中，是乳中具有甜味的

主要物质，在植物性饲料中通常是不存在乳糖的。乳糖是由一个分子的半乳糖和一个分子的葡萄糖缩合而成的。

1.3.1.3 多糖类

多糖是由 n 个分子的单糖去掉 $(n - 1)$ 个水分子聚合而成的。有些是由同一种单糖形成的，也有些是由两种以上单糖构成的。它们在受到酸和酶作用时可发生水解，最终形成单糖。多糖是自然界中存在最广泛的一类碳水化合物，也是植物性饲料中的主要营养物质。根据多糖能否被动物消化液中所分泌的消化酶类所消化，而将多糖碳水化合物分为可溶性碳水化合物和不溶性碳水化合物两大类，前者包括淀粉、糖元、糊精等；后者包括纤维素、半纤维素、木质素、葡聚糖和果胶等。

(1) 淀粉。

绝大多数植物都是以淀粉的形式作为能量贮备物质的。淀粉主要存在于植物的籽实和根茎类植物的根茎中，在植物的茎叶中也含有少量淀粉。由于大宗的配合饲料都是以植物性饲料为主体的，所以说淀粉是全价饲料的主要组成成分，并且淀粉易被动物消化吸收。因此，淀粉是动物的主要能源物质。淀粉在植物性饲料中呈粒状存在，因植物的种类和部位不同，淀粉颗粒的形状和大小也各不相同。

(2) 糖元。

与淀粉相反，糖元则是动物体内贮存的碳水化合物，它也是一种能量贮备物质。由于它与淀粉性质相似，有时也把它称为动物性淀粉。由于糖元主要分布在动物肝脏、肌肉等组织内，所以它仅存在于部分动物性饲料中。糖元经酶水解可以生成麦芽糖及 α -葡萄糖。

(3) 糊精。

糊精是淀粉经过水解或淀粉在动物消化过程中生成的中间产物，淀粉加热也能形成糊精。糊精易溶于水，所以易被动物消化吸收。谷物发芽的种子中也含有糊精。

(4) 纤维素。

纤维素是植物细胞壁的主要组成成分，占细胞壁成分的 35% ~ 60%。天然的纤维素是由 D-吡喃式葡萄糖以 β -1, 4 键构成的分子链。所以 D-吡喃式葡萄糖是纤维素的基本结构单位。纤维素是由结晶形与无定形两种形态交错连接而成的两相体系，其中存在一定量的空隙。天然纤维素的原纤维之间有 1 nm 的间隙，细纤维之间有 10 nm 的间隙，木质素和半纤维素等就聚集于这些间隙中。

纤维素大分子间以及分子内存在着大量的氢键，对纤维素的吸湿性和溶

解度影响较大。另外，纤维素分子内无分支的 β -1, 4键的化学紧密联结使纤维素具有较高的抗张强度。所有动物的消化道都不能分泌纤维素酶，所以动物不能直接消化纤维素。但是反刍动物消化道内的一些微生物可以分泌纤维素分解酶，从而消化纤维素。所以说，反刍动物可以消化纤维素。

(5) 半纤维素。

半纤维素是一种植物性的聚糖类。含有D-木糖、D-甘露糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、L-阿拉伯糖、4-O-CH₃-D-葡糖尾酸、D-半乳糖尾酸、D-葡糖尾酸以及各种氧甲基化了的中性糖基。半纤维素在化学结构上介于糖和淀粉与纤维素之间的一种类型，多数半纤维素比纤维素易于被动物所分泌的消化酶消化降解，但其消化率仍然远不如糖和淀粉高。

(6) 木质素。

木质素主要是由C、H、O三种元素组成的，它是由苯基丙烷单元构成的高分子聚合物。在老化的植物中，像干草、秸秆和荚壳中含有较多的木质素。木质素仅与半纤维素有共价键结合，而不是与纤维素相联结。任何动物都不能分泌消化木质素的酶类，所以说所有的动物都不能消化木质素，并且在饲料中由于有木质素的存在还可以影响其他养分的消化，尤其是可以大大地降低纤维素的消化率。木质素仅作为与营养物质共存的填充物，到目前为止，还没有证实它对动物体具有任何的营养作用。

1.3.2 含氮化合物

除碳水化合物外，饲料有机物质中另一类重要成分就是含氮化合物，一般把它们统称为粗蛋白质。因为蛋白质平均的含氮率为16%，所以在实验室中常将凯氏定氮法测得的含氮量值乘以6.25作为粗蛋白质的含量。实际上，不同种类的饲料中粗蛋白质组成和含氮量是有区别的。一般来说，在植物的植株和种子中非蛋白含氮物和游离氨基酸的数量较少，而处于生长旺期的青饲料、某些青贮饲料及一些根茎类饲料中则含有较多的非蛋白含氮物。动物性来源的饲料如乳、肉、蛋、骨粉等，通常只有少量游离氨基酸，极少含非蛋白含氮物。用昆虫和水产甲壳类动物做的饲料，则带有较大比例的氨基糖聚合物即几丁质，而微生物饲料如酵母和单细胞蛋白则含较多的核酸。

(1) 蛋白质和氨基酸。

饲料含氮物中的主要组分是蛋白质，而蛋白质又是由多种氨基酸以肽键相连形成的。它除了具有易被酸、碱水解的肽键外，蛋白质分子还与其他键与氨基酸相连，如双硫键等。由于各种氨基酸的碳原子的侧基不同以及氨基酸排列顺序的不同，整个蛋白质分子的立体结构也各不相同，因而其亲水程

度和接受酶消化作用也大不相同。

首先是结构性蛋白，在植物体中它主要存在于植物细胞壁中且数量极低；在动物体中，则存在于皮、毛、角、蹄中，所占比例很大。总的来说，这类蛋白质不易溶于水，较难受酶作用而被消化，因此其营养价值不高。但是如果经化学或物理方法水解后，其氨基酸和小肽也可被动物所消化利用。

其次是活性蛋白质，因为一些酶和抗营养物质也是蛋白质。植物，特别是豆类籽实，含有尿酶、抗胰蛋白酶、凝集素等，从动物营养来说，这些物质都是有害物质。由于蛋白质受热的可变性，因而可使一些有害的酶和抗营养物质失活，对营养有利，但是同时也能发生所谓的美拉德反应，从而降低蛋白质中赖氨酸等必需氨基酸的利用率，这又是不利的因素。

饲料中的蛋白质在酸、碱或各种相应酶的作用下可水解生成各种氨基酸。饲料蛋白质含有的各种必需氨基酸的数量和比例就决定了其蛋白质营养价值的高低。

(2) 核酸。

核酸的结构单位是核苷酸，由含氮的嘌呤或嘧啶碱基和一个核糖及一个磷酸分子构成。各核苷酸由磷酸同糖残基结合以酯键联结成核酸。

核糖核酸广泛存在于细胞中。在细胞分裂旺盛的快速生长期，核糖核酸含量较高，尤其是微生物如在酵母和单细胞藻类中含量极为丰富。

1.3.3 酯类

酯的主要特点取决于碳氢键结构，其中碳原子间由单键连接者，为饱和键，这样的化合物化学性质比较稳定；而由双键连接者为不饱和键，含有双键的化合物性质不如含饱和键的化合物稳定。酯类是能量的高浓度贮存形式，其主要代表是中性脂肪，也就是我们常说的三脂肪酸甘油酯。当脂肪的一个脂肪酸由磷酸和醇取代即构成磷脂；由糖基取代则构成糖脂；蜡质则是植物外表面所特有的物质。在植物体中脂肪主要贮存于种胚和果实中。

2 能量饲料

能量饲料是指以在干物质中粗纤维含量小于 18% 为第一条件, 同时粗蛋白质含量小于 20%, 含有较高能量的一类饲料。它主要包括禾本科植物的籽实, 籽实加工副产品, 富含碳水化合物的块根、块茎、瓜果类及液体能量饲料等。

2.1 谷物的籽实类饲料

2.1.1 籽实类饲料营养概述

2.1.1.1 籽实的结构

籽实是动物所采食的饲料中最重要的组成成分, 通常在饲料配方中占 50% 左右, 是重要的饲料原料。

谷物籽实也称为“种子”, 其外形有球形、卵圆形、纺锤形或扁椭圆形不等。各种谷类籽实由外向内均可分为 4 个部分, 依次为种皮、糊粉层、胚乳和胚。在籽实的成熟过程中, 4 种组织的功能不同, 所含有的营养物质也不同。

(1) 种皮。

种皮是植物籽实的保护器官, 由于它是结构性组织, 因此其含有的粗纤维较多, 维生素和矿物质含量也很丰富。就整粒种子来说, 其粗纤维绝大部分集中在种皮中。

(2) 糊粉层。

该层的结构特点是粗蛋白质含量较为丰富, 维生素含量也比较高, 表明该层是籽实中营养价值较高的部分。

(3) 胚乳。

它是种子的养分贮藏器官, 主要含淀粉, 同时也含有一部分的单糖、二糖及少量蛋白质, 其蛋白质主要为醇溶蛋白。胚乳分为角质胚乳和粉质胚乳