



西昌学院“质量工程”资助出版系列教材

# 饲料配方与质量分析

主编 张文丽



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

西昌学院“质量工程”资助出版系列教材

# 饲料配方与质量分析

主 编 张文丽

副主编 亓东明 李朝平



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内容简介

《饲料配方与质量分析》是在西昌学院“本科学历+职业技能素养”的应用型人才培养模式下,结合地方特色整合集成编写的。本书分为饲料配方和质量分析两个部分。第一部分共十二章,第一至九章分别介绍了饲料分类、能量饲料、蛋白质饲料、粗饲料、矿物质饲料等八大类饲料的特点及合理使用。第十章主要介绍了配合饲料与配方设计,第十一章列出了攀西地区主要养殖畜禽的近百个参考饲料配方。第十二章设计了六个饲料配方实训。第二部分为质量分析部分,主要包括饲料样品的制备、饲料中常规营养成分分析、饲料矿物元素、有毒有害物质的检测等内容。

本书内容较为系统、全面,紧密结合生产实际,实用性较强,可作为高等农业院校动物科学、动物营养及饲料加工、水产养殖等专业的专业课教材,同时也可供畜牧科技人员参考应用。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

饲料配方与质量分析 / 张文丽主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 9

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8149 - 2

I. ①饲… II. ①张… III. ①饲料 - 配方 - 高等学校 - 教材 ②饲料 - 质量分析 - 高等学校 - 教材 IV. ①S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 185538 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 11.75

字 数 / 266 千字

版 次 / 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

定 价 / 32.00 元

责任编辑 / 刘 铁

文案编辑 / 边 锐

责任校对 / 杨 露

责任印制 / 马振武

---

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

# 序 言

西昌院校长 夏明忠

为了贯彻落实党中央和国务院关于高等教育要全面坚持科学发展观，切实把重点放在提高质量上的战略部署，经国务院批准，教育部和财政部于2007年1月正式启动“高等学校本科教学质量与教学改革工程”（简称“质量工程”）。2007年2月，教育部又出台了“关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见”。从此，拉开了中国高等教育“提高质量，办出特色”的序幕，将中国高等教育从扩大规模正式向“适当控制招生增长的幅度，切实提高教学质量”的方向转变。这是继“211工程”和“985工程”之后，在高等教育领域实施的又一重大工程。

西昌学院在“质量工程”建设过程中，全面落实科学发展观，全面贯彻党的教育方针，全面推进素质教育；坚持“巩固、深化、提高、发展”的方针，遵循高等教育的基本规律，牢固树立人才培养是学校的根本任务，质量是学校的生命线，教学是学校的中心工作的理念；按照分类指导、注重特色的原则，推行“本科学历（学位）+职业技能素养”的人才培养模式，加大教学投入，强化教学管理，深化教学改革，把提高应用型人才培养质量视为学校的永恒主题。先后实施了提高人才培养质量的“十四大举措”和“应用型人才培养质量提升计划20条”，确保本科人才培养质量。

通过7年的努力，学校“质量工程”建设取得了丰硕成果。已建成1个国家级特色专业，6个省级特色专业，2个省级教学示范中心，3位省级教学名师，2个省级卓越工程师人才培养专业，3个省级高等教育“质量工程”专业综合改革建设项目，16门省级精品课程，2门省级精品资源共享课，2个省级重点实验室和1个省级人文社会科学重点研究基地，2个省级实践教学建设项目，1个省级大学生校外农科教合作人才培养实践基地，4个省级优秀教学团队等等。

为了搭建“质量工程”建设项目交流和展示的良好平台，使之在更大范围内发挥作用，取得明显实效；促进青年教师尽快健康成长，建立一支高素质的教学科研队伍，提升学校教学科研整体水平。学校决定借建院十周年之机，利用2013年的“质量工程”建设资金资助实施“百书工程”，即出版优秀教材80本，优秀专著40本。“百书工程”原则上支持学校副高职称的在职教学和科研人员，以及成果极为突出的中级职称或获得博士学位的教师。学校鼓励和支持他们出版具有本土化、特色化、实用性、创新性的专著，结合“本科学历（学位）+职业技能素养人才培养模式”的实践成果，编写实验、实习、实训等实践类的教材。

在“百书工程”实施过程中，教师们积极响应，热情参与，踊跃申报，一大批青年教师更希望借此机会促进和自身的教学科研能力；一批教授甘于奉献，淡泊名利，精心指导青年教师；各二级学院、教务处、科技处、院学术委员会等部门的同志在选题、审稿、修改等方面也做了大量的工作；北京理工大学出版社和四川大学出版社也给予了大力支持。借此机会，向为实施“百书工程”付出艰辛劳动的广大教师、相关职能部门和出版社等表示衷心

的感谢！

我们衷心祝愿此次出版的教材和专著能为提升西昌学院整体办学实力增光添彩，更期待今后有更多更好的代表学校教学科研实力和水平的佳作源源不断地问世，殷切希望同行专家提出宝贵的意见和建议，以利于西昌学院在新的起点上继续前进，为实现第三步发展战略目标而努力。

# 前 言

目前出版的教材中，大多是将饲料配方与质量分析分开编写，且现有的饲料配方教材编写主要注重理论部分，而没有针对饲料配方的实训教材，本书将饲料配方和质量分析部分整合、集成编写，加大了饲料配方的实际应用训练以及饲料配方生产实践部分内容编写。

本书由两部分构成，第一部分为饲料配方部分，第二部分为质量分析部分。

第一部分共十二章，第一至九章分别介绍了饲料分类、能量饲料、蛋白质饲料、粗饲料、矿物质饲料等八大类饲料的特点及合理使用。结合了猪、禽、反刍动物、水生动物对营养物质的利用特点，分别阐述了这八大类饲料在动物饲料中是如何应用的。

第一部分的第十章是配合饲料与配方设计，主要介绍了饲料配方设计的几种方法及主要养殖动物饲料配方设计，如代数法、试差法、利用电子表格计算的结合法等。在介绍的三种方法中，分别举例说明。方法介绍涉及全价饲料、预混料、浓缩饲料、反刍动物精补料的饲料配方方法，并分别举例进行说明。

第一部分的第十一章是攀西主要畜禽饲料配方参考，列出了攀西地区主要养殖的如三元杂交猪、奶牛、肉牛、肉鸡、产蛋鸡、建昌黑山羊等畜禽的参考饲料配方近 100 个。所提供的配方结合了猪、鸡、牛、羊不同生理阶段对营养需要的不同，充分考虑配方的有效性与经济性等原则，有较好的实际应用性。学生在校期间，配方经验较为缺乏，这些饲料配方可为学生在配方设计时提供重要参考，提高学生对配方设计的学习效果，同时也可为广大养殖户参考与应用。

第一部分的第十二章是饲料配方实训，包括了饲料配方与加工相关的 6 个实训，如早期断奶仔猪饲料配方与生产、仔猪预混料配方与生产实训、建昌黑山羊精补料配方与生产、产蛋鸡饲料配方设计实训、鲤鱼料饲料配方设计等实训内容，编写充分考虑了家禽、猪、反刍动物、水生动物等多种动物的实训，同时实训涉及的饲料类型涵盖了全价料、预混料和反刍动物精补料，内容较为全面综合。

本书第二部分为饲料质量分析部分，主要包括饲料样品的制备、饲料中常规营养成分分析、饲料矿物元素、有毒有害物质的检测等内容，检测方法中除了介绍传统检测方法外，还介绍了部分较新的检测仪器的检测方法，同时增加了目前新增必检项目的检测，如三聚氰胺的检测方法。

本书第一部分为饲料配方部分，共 12 章，其中，第五章至第十二章由张文丽编写，第一章至第四章由李朝平编写；第二部分为饲料质量分析部分，共 21 个实验，其中，实验一由李朝平编写，实验二至实验二十一由亓东明编写。

本书内容较为系统全面，结合生产实际，实用性强，可作为高等农业院校动物科学、动物营养及饲料加工、水产养殖等专业的专业课教材，同时也可供畜牧科技人员参考应用。

作 者

2013 年 6 月

# 目 录

## 第一篇 饲料配方

|                        |      |
|------------------------|------|
| 第一章 饲料分类 .....         | (2)  |
| 第一节 国际饲料分类法 .....      | (2)  |
| 第二节 中国饲料分类法 .....      | (4)  |
| 第二章 青绿饲料 .....         | (7)  |
| 第一节 青绿饲料的营养特点 .....    | (7)  |
| 第二节 主要的青绿饲料 .....      | (8)  |
| 第三章 青贮饲料 .....         | (13) |
| 第一节 青贮饲料的制作方法 .....    | (13) |
| 第二节 青贮饲料的品质鉴定及利用 ..... | (15) |
| 第四章 粗饲料 .....          | (16) |
| 第一节 青干草与草粉 .....       | (16) |
| 第二节 稿秕饲料 .....         | (18) |
| 第三节 粗饲料的加工调制 .....     | (19) |
| 第五章 能量饲料 .....         | (21) |
| 第一节 谷实类饲料 .....        | (21) |
| 第二节 糠麸类饲料 .....        | (29) |
| 第三节 块根、块茎及其加工副产品 ..... | (33) |
| 第四节 其他能量饲料 .....       | (35) |
| 第六章 蛋白质饲料 .....        | (37) |
| 第一节 植物性蛋白质饲料 .....     | (37) |
| 第二节 动物蛋白质饲料 .....      | (50) |
| 第三节 单细胞蛋白质饲料 .....     | (57) |
| 第四节 非蛋白氮饲料 .....       | (58) |
| 第七章 矿物质饲料 .....        | (59) |
| 第一节 常量矿物质饲料 .....      | (59) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 第二节 微量矿物质饲料 .....           | (61)  |
| 第八章 维生素类饲料 .....            | (63)  |
| 第一节 维生素概述 .....             | (63)  |
| 第二节 脂溶性维生素 .....            | (63)  |
| 第三节 水溶性维生素 .....            | (66)  |
| 第九章 饲料添加剂 .....             | (72)  |
| 第一节 饲料添加剂概述 .....           | (72)  |
| 第二节 营养性添加剂 .....            | (72)  |
| 第三节 非营养性添加剂 .....           | (73)  |
| 第十章 配合饲料与配方设计 .....         | (85)  |
| 第一节 配合饲料概述 .....            | (85)  |
| 第二节 饲料配方设计的原则 .....         | (86)  |
| 第三节 配方设计的方法 .....           | (87)  |
| 第四节 主要养殖动物饲料配方设计 .....      | (98)  |
| 第十一章 攀西主要畜禽饲料配方参考 .....     | (105) |
| 第一节 猪的饲料配方 .....            | (105) |
| 第二节 鸡的饲料配方 .....            | (109) |
| 第三节 反刍动物的饲料配方 .....         | (112) |
| 第十二章 饲料配方实训 .....           | (116) |
| 实训一 早期断奶仔猪饲料配方与生产实训 .....   | (116) |
| 实训二 肉鸡饲料配方设计与生产实训 .....     | (120) |
| 实训三 建昌黑山羊精补料配方设计与生产实训 ..... | (120) |
| 实训四 仔猪预混料配方与生产实训 .....      | (121) |
| 实训五 产蛋鸡饲料配方设计实训 .....       | (123) |
| 实训六 鲤鱼料饲料配方设计实训 .....       | (124) |

## 第二篇 饲料质量分析

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 实验一 饲料样品的采集与制备 ..... | (127) |
| 实验二 饲料物理性状的检测 .....  | (135) |
| 实验三 饲料显微镜检测 .....    | (137) |
| 实验四 饲料水分的测定 .....    | (141) |
| 实验五 饲料粗蛋白的测定 .....   | (142) |
| 实验六 饲料粗脂肪含量的测定 ..... | (144) |

|                                                       |       |
|-------------------------------------------------------|-------|
| 实验七 饲料粗灰分的测定 .....                                    | (145) |
| 实验八 饲料钙的测定 (高锰酸钾法) .....                              | (146) |
| 实验九 总磷的测定 .....                                       | (148) |
| 实验十 饲料盐分的测定 .....                                     | (150) |
| 实验十一 饲料中粗纤维的测定 .....                                  | (151) |
| 实验十二 饲料中硫酸铜含量的测定 .....                                | (157) |
| 实验十三 饲料中硫酸亚铁含量的测定 .....                               | (158) |
| 实验十四 饲料中硫酸锌含量的测定 .....                                | (159) |
| 实验十五 硫酸锰含量的测定 .....                                   | (160) |
| 实验十六 测定饲料中铜、铁、锌、锰的含量 (原子吸收光谱法) .....                  | (161) |
| 实验十七 饲料中维生素 A、D <sub>3</sub> 、E 的测定 .....             | (164) |
| 实验十八 动物食品及饲料中盐酸克伦特罗的检测 (酶联免疫吸附法 (ELISA<br>试剂盒)) ..... | (165) |
| 实验十九 动物性食品中盐酸克伦特罗的测定 (酶联免疫吸附法 (快速检测<br>试剂卡)) .....    | (168) |
| 实验二十 饲料中喹乙醇的测定 (HPLC) .....                           | (169) |
| 实训二十一 饲料中三聚氰胺的测定 .....                                | (171) |
| 参考文献 .....                                            | (176) |

# 第一篇

## 饲/料/配/方

# 第一章

## 饲料分类

美国学者 L. E. Harris (1956) 的饲料分类原则和编码体系，迄今已为多数学者所认同，并逐步发展成为当今饲料分类编码体系的基本模式，被称为国际饲料分类法。我国 80 年代在张子仪研究员主持下，依据国际饲料分类原则与我国传统分类体系相结合，提出了我国的饲料分类法和编码系统。

### 第一节 国际饲料分类法

美国学者 L. E. Harris (1956) 根据饲料的营养特性，将饲料分为粗饲料、青绿饲料、青贮饲料、能量饲料、蛋白质补充料、矿物质饲料、维生素饲料、饲料添加剂等 8 大类，并对每类饲料冠以 6 位数的国际饲料编码 (International Feeds Number, IFN)，首位数代表饲料归属的类别，后 5 位数则按饲料的重要属性给定编码。编码分 3 节，表示为  $\Delta - \Delta\Delta - \Delta\Delta\Delta$ 。已为近 30 个国家采用或赞同，但多数国家仍采用国际饲料分类和本国生产实际相结合的分类方法。国际饲料分类法如表 1-1 所示。

表 1-1 国际饲料分类法的类别

| 类别 | 饲料类名  | IFN      | 自然含水量 (%) | 干物质中粗纤维 CF (%) | 干物质中粗蛋白 CP (%) | 饲料种类                        |
|----|-------|----------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 1  | 粗饲料   | 1-00-000 | <45       | $\geq 18$      |                | 干草类、秸秆                      |
| 2  | 青绿饲料  | 2-00-000 | $\geq 45$ |                |                | 青绿牧草、饲用作物、树叶类及非淀粉质的根茎、瓜果类   |
| 3  | 青贮饲料  | 3-00-000 | $\geq 45$ |                |                | 普通青贮、加添加剂青贮                 |
| 4  | 能量饲料  | 4-00-000 | <45       | <18            | <20            | 谷实类、加工副产物类、淀粉质的根茎、瓜果类、油脂和糖蜜 |
| 5  | 蛋白质饲料 | 5-00-000 | <45       | <18            | $\geq 20$      | 植物蛋白、动物蛋白、单细胞蛋白             |
| 6  | 矿物质饲料 | 6-00-000 |           |                |                | 常量矿物元素<br>微量矿物元素            |

续表

| 类别 | 饲料类名  | IFN      | 自然含水量 (%) | 干物质中粗纤维 CF (%) | 干物质中粗蛋白 CP (%) | 饲料种类       |
|----|-------|----------|-----------|----------------|----------------|------------|
| 7  | 维生素饲料 | 7-00-000 |           |                |                | 单一或复合维生素   |
| 8  | 饲料添加剂 | 8-00-000 |           |                |                | 主要是非营养性添加剂 |

一、粗饲料

粗饲料 (Forage Roughage) 是指饲料干物质中粗纤维含量大于或等于 18%，以风干物为饲喂形式的饲料，如干草类、农作物秸秆等。IFN 形式为 1-00-000。

二、青绿饲料

青绿饲料 (Pasture Range Plants and Fed As Green) 是指天然水分含量在 45% 以上的青绿牧草、饲用作物、树叶类及非淀粉质的根茎、瓜果类。IFN 形式为 2-00-000。

三、青贮饲料

青贮饲料 (Silage) 是指以天然新鲜青绿植物性饲料为原料，在厌氧条件下，经过以乳酸菌为主的微生物发酵后调制成的饲料，具有青绿多汁的特点，如玉米青贮。IFN 形式为 3-00-000。

四、能量饲料

饲料干物质中粗纤维含量小于 18%、同时粗蛋白质含量小于 20% 的饲料称为能量饲料 (Energy Feeds)，如谷实类、麸皮、淀粉质的根茎、瓜果类。IFN 形式为 4-00-000。

五、蛋白质饲料

饲料干物质中粗纤维含量小于 18%、而粗蛋白质含量大于或等于 20% 的饲料称为蛋白质饲料，如鱼粉、豆饼 (粕) 等。IFN 形式为 5-00-000。

六、矿物质饲料

矿物质饲料 (Minerals) 是指以可供饲用的天然矿物质、化工合成无机盐类和有机配位体与金属离子的螯合物。IFN 形式为 6-00-000。

七、维生素饲料

由工业合成或提取的单一种或复合维生素称为维生素饲料 (Vitamins)，但不包括富含维生素的天然青绿饲料在内。IFN 形式为 7-00-000。

八、饲料添加剂

为了利于营养物质的消化吸收，改善饲料品质，促进动物生长和繁殖，保障动物健康而掺入饲料中的少量或微量物质称为饲料添加剂 (Feeds Additive)，但不包括矿物质元素、维

生素、氨基酸等营养物质添加剂。IFN 形式为 8-00-000。

## 第二节 中国饲料分类法

张子仪研究员等(1987)建立了我国饲料数据库管理系统及饲料分类方法。首先根据国际饲料分类原则将饲料分成 8 大类,然后结合中国传统饲料分类习惯划分为 17 亚类,对每类饲料冠以相应的中国饲料编码(Chinese Feeds Number, CFN),共 7 位数,首位为 IFN,第 2、第 3 位为 CFN 亚类编号,第 4 至 7 位为顺序号。

### 一、青绿多汁类饲料

天然水分含量大于或等于 45% 的栽培牧草、草地牧草、叶菜类、鲜嫩的藤蔓、秸秧类和未完全成熟的谷物植株等。CFN 形式为 2-01-0000。

### 二、树叶类饲料

树叶类饲料有两种类型。①是刚采摘下来的树叶,饲用时的天然水分含量在 45% 以上,按国际饲料分类属青绿饲料(2-00-000)。CFN 形式为:2-02-0000。②另一种类型是风干后的树叶,如槐叶、松针叶等,按国际饲料分类属粗饲料,CFN 形式为 1-02-0000。

### 三、青贮饲料

青贮饲料有 3 种类型。①由新鲜的天然植物性饲料调制成的青贮饲料,一般含水量在 65%~75% 的常规青贮饲料。CFN 形式为 3-03-0000。②低水分青贮饲料,亦称半干青贮饲料,用天然水分含量为 45%~55% 的半干青绿植株调制成的青贮饲料。CFN 形式与常规青贮饲料相同,为 3-03-0000。③谷物湿贮。以新鲜高水分玉米籽实或麦类籽实为主要原料,不经干燥即贮于青贮设备内,经乳酸菌发酵,其水分含量在 28%~35%,湿贮后可防止霉变,保持营养质量。从谷物湿贮的营养成分的含量看,符合国际饲料分类中的能量饲料标准,但从调制方法分析又属青贮饲料,CFN 形式为 4-03-0000。

### 四、块根、块茎、瓜果类饲料

天然水分含量大于或等于 45% 的块根、块茎、瓜果类皆属于此类。如胡萝卜、落果、瓜果皮等。这类饲料脱水后的干物质中粗纤维和粗蛋白质含量都较低。新鲜状态的 CFN 形式为 2-04-0000,如鲜甘薯、胡萝卜等。干燥后则属能量饲料,其 CFN 形式为 4-04-0000,如甘薯干、木薯干等。

### 五、干草类饲料

干草类包括人工栽培或野生牧草的脱水或风干物,饲料的水分含量在 15% 以下。水分含量在 15%~25% 的干草压块亦属此类。有 3 种类型。①干物质中的粗纤维含量大于或等于 18% 者,属于粗饲料,CFN 形式为 1-05-0000。②干物质中粗纤维含量小于 18%,而粗蛋白质含量也小于 20% 者,属能量饲料,CFN 形式为 4-05-0000。如优质草粉。③干物质中的粗蛋白质含量大于或等于 20%,而粗纤维含量又低于 18% 者,按国际饲料分类原则

应属蛋白质饲料，CFN 形式为 5-05-0000。如一些优质苜蓿、紫云英的干草粉等。

## 六、农副产品类饲料

农副产品类常见的有 3 种类型。①干物质中粗纤维含量大于或等于 18% 者属于国际饲料分类中的粗饲料，CFN 形式为 1-06-0000；如藤、蔓、桔、秧、荚、壳等。②干物质中粗纤维含量小于 18% 而粗蛋白质含量也小于 20% 者，国际分类法中属能量饲料，CFN 形式为 4-06-0000。③干物质中粗纤维含量小于 18%，粗蛋白质含量大于或等于 20% 者，按国际饲料分类原则属于蛋白质饲料，CFN 形式为 5-06-0000。

## 七、谷实类饲料

干物质中粗纤维含量低于 18%，粗蛋白质含量低于 20% 者，按国际饲料分类法属能量饲料，如玉米、小麦等。CFN 形式为 4-07-0000。

## 八、糠麸类饲料

糠麸类饲料有两种类型。①干物质中粗纤维含量小于 18%，粗蛋白质含量小于 20% 的各种粮食加工副产品，如小麦麸、细米糠、玉米皮等。按国际饲料分类法多属能量饲料，CFN 形式为 4-08-0000。②粮食加工后的低档副产品，如统糠等，其干物质中的粗纤维含量多数大于 18%，按国际饲料分类法属于粗饲料，CFN 形式均为 1-08-0000。

## 九、豆类饲料

豆类饲料有两种类型。①豆类籽实干物质中粗蛋白质含量在 20% 以上，粗纤维含量在 18% 以下者，CFN 形式为 5-09-0000，如大豆、胡豆等均属于豆类饲料中的蛋白质饲料。②但也有个别的豆类籽实的干物质中粗蛋白质含量在 20% 以下的，如广东的鸡子豆和江苏的爬豆则不属于豆类中的蛋白质饲料，国际分类法中属于能量饲料，CFN 形式为 4-09-0000。

## 十、饼粕类饲料

饼粕类饲料有三种类型。①干物质中的粗纤维含量小于或等于 18% 的饼粕类，粗蛋白大于或等于 20%，国际分类法中属蛋白质饲料，CFN 形式为 5-10-0000。②干物质中粗纤维大于或等于 18%，按国际饲料分类法仍属于粗饲料，CFN 形式为 1-10-0000，如有些含壳量多的向日葵籽饼及棉籽饼等皆属此类。③干物质中粗蛋白质含量低于 20%，粗纤维低于 18%，国际分类法中属于能量饲料，CFN 形式为 4-08-0000，如米糠饼、玉米胚芽饼等。

## 十一、糟渣类饲料

糟渣类饲料有三种类型。①干物质中粗纤维含量大于或等于 18%，国际分类法中属粗饲料，CFN 形式为 1-11-0000。②干物质中粗蛋白质含量低于 20%，而粗纤维含量也低于 18% 者，则属于糟渣类中的能量饲料，CFN 形式为 4-11-0000，如优质粉渣、醋渣、甜菜渣等。③干物质中粗蛋白质含量大于或等于 20%、而粗纤维含量小于 18% 者，国际分类法

中属于蛋白质补充料；如啤酒糟、酒精糟、豆腐渣等，CFN 形式为 5-11-0000。

### 十二、草籽、树实类饲料

草籽树实类饲料有三种类型。①干物质中粗纤维含量在 18%，国际分类法中属粗饲料，如灰菜籽、带壳橡籽等，CFN 形式为 1-12-0000。②干物质中粗纤维含量在 18% 以下，而粗蛋白质含量小于 20% 者，国际分类法中属能量饲料，如稗草子、干沙枣等，CFN 形式为 4-12-0000。③干物质中粗纤维含量在 18% 以下而粗蛋白质含量大于或等于 20%，国际分类法中蛋白质饲料，CFN 形式为 5-12-0000。较少见。

### 十三、动物性饲料

动物性饲料有三种类型。①干物质中粗蛋白质含量大于或等于 20% 者，国际分类法中属蛋白质饲料，CFN 形式为 5-13-000；如鱼、虾、血粉、蚕蛹等。②干物质中粗蛋白质含量低于 20% 的动物性饲料，国际分类法中属能量饲料，如牛脂、猪油等，CFN 形式为 4-13-0000。③干物质中粗蛋白质含量低于 20%，而以补充钙、磷等矿物质为目的者，属动物性矿物质饲料，如骨粉、蛋壳粉、贝壳粉等，CFN 形式为 6-13-0000。

### 十四、矿物质饲料

矿物质饲料是指可供饲用的天然矿物质，如石灰石粉，化工合成的无机化合物，如硫酸铜、硫酸铁，以及金属离子与有机配位体的络合物，如蛋氨酸锌等，CFN 形式为 6-14-0000。此外，来源于单一动物性饲料的矿物质饲料也属此类，国际分类法中属矿物质饲料，如骨粉、贝壳粉等，CFN 形式为 6-13-0000。

### 十五、维生素饲料

维生素饲料是指由工业提纯或合成的饲用维生素制剂，如硫胺素、核黄素、烟酸、泛酸、胆碱、叶酸、维生素 A、维生素 D 等，但不包括富含维生素的天然青绿多汁饲料，CFN 形式为 7-15-0000。

### 十六、饲料添加剂

添加剂有两种类型。①为了补充营养物质，保证或改善饲料品质，防止饲料质量下降，促进生长繁殖、动物生产，保障动物的健康而掺入饲料中的少量或微量营养性及非营养性物质，如防腐剂、促生长剂、抗氧化剂、驱虫保健剂等，CFN 形式为 8-16-0000。②饲料中用于补充氨基酸为目的的工业合成赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸等也归入这一类，CFN 形式为 5-16-0000。

### 十七、油脂类饲料及其他

油脂类饲料是以补充能量和必需脂肪酸为目的，用动物、植物或其他有机物质为原料经压榨、浸提等工艺制成的饲料。按国际饲料分类原则属能量饲料。CFN 形式为 4-17-0000。

## 第二章

# 青绿饲料

### 第一节 青绿饲料的营养特点

青绿饲料主要指天然水分含量等于或高于 60% 的青绿多汁饲料。主要包括天然牧草、人工栽培牧草、青饲作物、叶菜类、非淀粉质根茎瓜类、水生植物及树叶类等。青绿饲料分布广，种类多，数量大，成本低，营养较全面，适口性好，消化率高，是动物，尤其是反刍动物的重要饲料来源。

#### 一、营养特点

##### 1. 水分含量高

陆生植物的水分含量为 60% ~ 90%，而水生植物可高达 90% ~ 95%。由于水分含量高，因而能值较低。优质青绿饲料干物质的能量营养价值仍可与某些能量饲料相媲美，如燕麦籽实干物质所含消化能为 12.55MJ/kg，而麦麸为 10.88MJ/kg。

##### 2. 蛋白质含量较高，品质较优

一般禾本科牧草和叶菜类饲料的粗蛋白质含量在 1.5% ~ 3.0% 之间，豆科牧草在 3.2% ~ 4.4% 之间。若按干物质计算，前者粗蛋白质含量达 13% ~ 15%，后者可高达 18% ~ 24%，氨基酸的平衡性较好，蛋白质的利用率较高。

##### 3. 矿物质含量因植物种类、土壤与施肥情况而异

一般微量元素含量丰富，钙磷比较适宜，特别是豆科牧草含钙较高，但由于植物性饲料中植酸的存在，磷的利用率较低。常量元素钾、镁含量丰富，但幼嫩的牧草含镁较低，大量采食后易引起急性的缺镁症“牧草痉挛”，但牧草中钠和氯一般含量不足，所以放牧家畜需要补给食盐和硫酸钠，补充的量以电解质平衡准确计算为宜。

##### 4. 维生素含量丰富

青绿饲料中维生素含量丰富，含丰富的胡萝卜素、B 族维生素及维生素 E 和维生素 C 能充分满足放牧家畜对维生素的需要。但缺乏维生素 D。

#### 二、合理使用

青绿饲料由于水分含量高，干物质基础中粗纤维含量高，有效能值较低。对于单胃动物，由于对粗纤维的消化能力较差，因此对青绿饲料中干物质的消化能力差，且水分含量

高,使得青绿饲料在快速育肥的单胃动物上不宜使用。种用动物长得过肥不利于配种和产仔,能值要求不高,可适量补充青绿饲料,且青绿饲料中丰富的维生素和有利于种用性能的营养未知因子有利于种用性能的发挥。

青绿饲料是反刍动物良好的饲料源,反刍动物对青绿饲料的粗纤维消化能力较强,优质的青绿饲料其营养水平能满足中等生长要求的反刍动物的需要,但若要求快速的生长,如快速育肥和产奶动物,则需要适量补充精补料。

## 第二节 主要的青绿饲料

### 一、天然牧草

天然牧草是指生长在天然草地上可供动物采食的野生多年生草类,是放牧动物的主要青绿饲料来源。充分利用天然草地大兴畜牧业,发展草食家畜,有着更重要的意义。天然牧草种类繁多,主要有禾本科、豆科、菊科和莎草科四大类型。对畜牧业经济价值大的是禾本科和豆科牧草,豆科牧草的营养价值比禾本科的高。

我国主要有禾本科牧草:芦苇、羊胡子草、黑麦草等;豆科牧草:苜蓿等;菊科牧草:野艾、苦蒿等;莎草科牧草:莎草等。在干物质中豆科牧草粗蛋白质 15% ~ 22%;莎草科为 13% ~ 20%,菊科与禾本科多在 10% ~ 15% 之间,青绿饲料干物质中一般粗纤维均超过了 18%,因此青干草一般属粗饲料。维生素含量较丰富;钙 (Ca)、磷 (P) 也较平衡,是家畜比较良好的钙 (Ca)、磷 (P) 来源 (相对谷类籽实而言)。天然牧草中,豆科牧草营养价值最高,其适口性好,蛋白质含量高,禾本科适口性好,但粗纤维含量高;菊科 (除绵羊以外) 动物不喜爱吃,莎草科味淡,质地坚硬,饲用价值不如禾本科、豆科及其他杂草,嫩者含硝酸盐多。

### 二、栽培牧草

栽培牧草是指人工播种栽培的各种牧草,其种类多、产量高、营养好,是解决青绿饲料常年供应的重要途径。

#### (一) 豆科牧草

主要有苜蓿、三叶草、紫云英、苕子等。此类饲料营养价值高,适口性好,粗蛋白含量高,以干物质计算消化能 (DE) 中等,猪在 2.7Mcal/kg;牛在 2.8Mcal/kg 左右。粗蛋白含量高,一般在 20% 左右。钙 (Ca) 含量也高,在 1.5% 左右。

##### 1. 紫花苜蓿

也叫紫苜蓿、苜蓿。具有适口性好,产量高,营养成分丰富等特点,被誉为“牧草之王”。其营养价值很高,在初花期刈割的干物质中粗蛋白质为 20% ~ 22%,产奶净能为 5.4 ~ 6.3MJ/kg,钙为 3.0%,氨基酸的平衡性较好,赖氨酸水平较高,达 1.05% ~ 1.38%,富含色素,可加深蛋黄的颜色。粗蛋白为 20% ~ 22%。紫花苜蓿茎叶中含有皂角素,有抑制酶的作用,牛羊大量采食鲜嫩苜蓿后,可在瘤胃内形成大量泡沫样物质,引起膨胀病,使产奶量下降甚至死亡,故饲喂鲜草时应控制喂量,放牧地最好采取豆科和禾本科草混播,或豆科与禾本科牧草按 1:1 混合饲喂。