

全国中等农业学校教材

饲料生产与加工

畜牧 畜牧兽医专业用

山东省临沂农业学校 主编



农业出版社

全国中等农业学校教材

饲料生产与加工

山东省临沂农业学校 主编

畜牧 畜牧兽医专业用

农业出版社

主编 杨宪武 (山东省临沂农业学校)
编者 方超取 (江苏省淮阴农业学校)
胡殿英 (吉林省农业机械化学校)
杨宪武 (山东省临沂农业学校)
主审 陈唯真 (山东省农业大学)
参审 张润身 (内蒙古巴盟农牧学校)
插图 周元军 李良英

前 言

本教材根据农业部〔1990〕农（教宣中）字第41号文件精神及全国中等农业学校畜牧兽医专业四年制教学计划制定的教学大纲编写，可供畜牧专业、畜牧兽医专业使用。

本书各章的编写分工是：第一章农学基础，第三章建立饲料基地，由江苏省淮阴农业学校方超驭编写；第五章饲料调制中的第四节及第六章配合饲料的加工，由吉林省农业机械化学学校胡殿英编写；绪论，第二章饲料栽培，第四章草地利用及第五章饲料调制中的第一、二、三节，由山东省临沂农业学校杨宪武编写。

本课有课堂实习八次，在书后附有实习指导。另编有教学实习大纲。

在编写过程中得到有关高等院校、科研、生产单位及兄弟学校的大力支持，并承蒙山东农业大学陈唯真教授及内蒙古巴盟农牧学校张润身高级讲师审稿，张润身高级讲师还参与统稿工作，在此特致谢意。

限于时间，资料及编者水平，不妥之处，敬请指正。

编 者

1991年12月

目 录

绪言	1
第一章 农学基础	5
第一节 植物的生活	5
一、植物的新陈代谢	5
二、植物的生长和发育	11
第二节 土壤和耕作	14
一、土壤和肥力的概念	14
二、土壤组成与肥力因素	15
三、土壤主要性状与肥力	20
四、土壤耕作与耕作制度	22
第三节 肥料与施肥	25
一、作物必需的营养元素	25
二、化学肥料	26
三、有机肥料	34
四、合理施肥	37
第四节 种子与播种	40
一、优良种子的品质要求	40
二、种子的处理	43
三、播种的一般要求	45
第五节 田间管理	48
一、病虫害防治	48
二、灌溉与排水	51
三、中耕除草	52
第二章 饲料栽培	54

第一节 牧草	54
一、豆科牧草	55
二、禾本科牧草	82
第二节 大田饲料作物	94
一、谷类饲料作物	94
二、豆类饲料作物	102
第三节 叶菜类饲料	106
一、聚合草	107
二、串叶松香草	109
三、叶用甜菜	110
四、繁穗苋	111
五、苦蕒菜	112
六、蕹菜	113
七、甘蓝	114
第四节 根茎瓜类饲料作物	115
一、甘薯	115
二、胡萝卜	116
三、南瓜	118
四、其他根茎瓜类饲料	118
五、根茎、瓜类饲料的贮存	119
第五节 水生饲料	120
一、植物学特征	122
二、生物学特性	122
三、放养	123
四、越冬	123
五、饲用	123
第六节 树叶类饲料	124
第三章 建立饲料基地	126
第一节 饲料基地的重要性	126
一、建立巩固饲料基地的意义	126
二、发展饲料基地生产的主要途径	127

第二节 复种轮作制与饲料生产	128
一、复种轮作制的概念	128
二、复种轮作的增产作用	128
三、各类饲料作物在轮作中的地位	129
四、复种轮作类型	131
五、轮作的设计	133
第三节 饲料生产计划制订	135
一、饲料需要计划	135
二、饲料供应计划	137
三、饲料种植计划	141
第四章 草地合理利用	149
第一节 草地合理利用的基本要求	149
一、确定适宜的载畜量	150
二、适宜的利用率	150
三、放牧时期	151
四、家畜采食高度	151
五、规划草地	152
第二节 放牧场的合理利用	152
一、放牧制度	152
二、季节放牧场	153
三、分区轮牧	154
第三节 草地改良	154
第五章 饲料调制	157
第一节 碱化与氨化	157
一、碱化饲料	157
二、氨化饲料	158
第二节 青贮	164
一、青贮原料	165
二、青贮设备	166
三、青贮方法	169
四、取喂	170

五、其他青贮饲料	171
第三节 发酵饲料	173
一、发酵饲料的制作原理	173
二、发酵饲料的制作方法	174
三、利用微生物分解纤维素	176
第四节 制作人工干草	178
一、人工干草的制作方法	178
二、人工制作干草粉的优点	179
三、制作干草的设备和性能	179
四、饲料热喷	180
第六章 配合饲料的工厂化生产	184
第一节 原料的清理与粉碎	184
一、原料的清理	184
二、饲料粉碎	188
第二节 配料与混合	192
一、配料	192
二、饲料混合	193
第三节 配合饲料的加工工艺	199
一、概述	199
二、预混合饲料加工工艺	200
三、先粉碎后配合加工工艺	202
第四节 颗粒饲料的制粒工艺	205
一、概述	205
二、颗粒饲料的特点	206
三、生产颗粒饲料的要求	206
四、颗粒饲料的压制工艺	207
五、压粒效率的评定	210
六、影响制粒的因素	212
第五节 配合饲料的质量管理	214
一、配合饲料的质量	214
二、配方设计的质量管理	214

三、加强生产过程中的质量管理	214
附录	217
实习一 饲用植物花、果实类型的观察	224
实习二 种子质量检验及牧草种子分级	225
实习三 化学除草剂在饲料田中的应用	229
实习四 饲用植物的特征识别和生育期观察记录	229
实习五 牧草标本区的田间管理	233
实习六 饲料地复种轮作的安排	233
实习七 碱化、氨化及发酵饲料的制作	234
实习八 饲料厂参观实习	237
主要参考书	239

绪 言

饲料是发展畜牧业的物质基础。发展饲料生产是解决饲料问题的根本途径。饲料生产通常是指植物性饲料生产，它属于第一性生产。饲料加工是指对饲料原料进行加工调制，包括配合饲料的工厂化生产。动物所需要的营养物质是通过饲料生产来得到满足的。要使饲料中的营养物质能得到保存和完善，以及提高其消化率和利用价值，则需要通过饲料加工调制来完成。饲料生产和饲料加工两者互相联系，相辅相成。

我国饲料生产与加工业有着悠久历史，在长期的生产实践中积累了丰富的经验。汉代从西域引进了苜蓿，又发明了发酵饲料生产技术。魏晋时期有了绿肥作物与粮食作物轮作制，明代推广了粮食作物与绿肥作物的间作套种。这些种植作物和利用饲料方面的宝贵经验都为当时的畜牧业发展起到了促进作用。

建国以来，我国的饲料生产与加工业发展很迅速，全国种草面积逐年扩大，并培育和引进了许多优良牧草品种；对粗饲料的利用进行了深入的研究。随着国民经济和畜牧业的发展，我国的饲料加工工业发展很快，产量和质量都在不断提高。

我国饲料资源丰富，生产潜力大，有可利用的草原面积约33.7亿亩，南方可利用的草山草坡6.7亿亩，农区约有2亿亩“四边”草地，可利用的滩涂草地357万亩。年产秸秆约4亿t，可利用树叶约3亿t。饲料生产仍需注意的是：饲料作

物在种植结构中的比例小，农区饲料地只占耕地面积的1.6%；饲料资源利用不充分，蛋白质饲料不足，有的还用饼粕肥田；草地产草量急需提高；饲料工业体系应进一步完善。我国地域广阔，气候多样，饲料品种丰富，我国的饲料生产与加工业是一个发展潜力很大的正在兴起的行业。

今后发展饲料生产与加工，可考虑以下几项措施：

（1）保证粮食和经济作物产量的不断提高：据统计饲料粮约占精料的63%，加上饼粕、糠麸、糟渣等，农业饲料超过总饲料量的90%。粮食和经济作物的产量直接影响着饲料，特别是精饲料的供给量。今后必须加速推广农业新技术，提高粮食单位面积产量。

（2）改革耕作制度，加强农牧结合：地球植被每年生产的蛋白质约1000亿t，而由粮食和油料作物提供的蛋白质不足3亿t。西方学者认为：今后人类蛋白质的来源很可能主要依靠富含蛋白质的牧草。我国生态学家和农业专家也提出了用20%的耕地种植饲料作物和优良牧草的意见。种植粮食作物、经济作物及饲料作物（包括牧草）的比例由8:1:1改为6:2:2。饲料生产是农业生产和畜牧业生产的纽带。种植豆科牧草保持水土、改良土壤、提高地力，促使农牧业共同发展，使二者达到有机的结合。

（3）开发草原草山，充分发挥草地的生产潜力：北方草原由于载畜量比50年代增加1倍，普遍存在着超载过牧的问题。在草地放牧牲畜必须以草定畜，确定合理的载畜量，加强草地建设，建立人工、半人工草地，种植牧草和饲用灌木等，提高草地的生产力。目前世界上许多国家把草地作为发展畜牧业的重要饲料资源，重点措施也是提高天然草地的产草量。

（4）加强饲料调制，充分利用秸秆 作物秸秆是非竞

竞争性饲料资源。当前秸秆多作为薪柴或被废弃。据试验，玉米秸秆通过青贮不仅能被利用还提高了牛的生产力；麦秸等经碱化、氨化或热喷，可显著提高秸秆的消化率。充分利用秸秆也能改变单纯由粮食转化为畜产品的路子，实现了农作物秸秆过腹还田又转化为农作物的良性循环。

（5）健全饲料工业体系，提高饲料报酬：饲料工业在发达国家中发展迅速，并列为重要的工业部门。饲料工业体系包括饲料资源工业，饲料加工工业、饲料机械制造工业，饲料添加剂工业等。饲料加工工业是直接生产饲料加工产品专业性很强的部门，是饲料工业的主体。1983年我国成立了全国性的饲料工业领导小组。1984年底，国务院办公厅正式转发了国家经委《1984—2000年全国饲料工业发展纲要（试行草案）》提出“今后十年要健全饲料工业体系，使饲料工业的发展进入一个新的振兴时期”。发展饲料工业不但能加快畜、禽的发展，而且还能促进粮食向肉、蛋、奶方面转化，改善人民食品结构，提高经济效益，增加农民收入。试验证明用配合饲料喂猪，每头可节约饲料50 kg以上，喂鸡可提高产蛋率20%，养奶牛可提高产奶量20—30%。1990年底全国已建成万吨饲料加工厂520座，配、混合饲料加工能力已达5000万t。发展饲料工业还要增加工业饲料的生产。所谓工业饲料，就是指用化学和微生物学的方法进行工厂化生产的商品饲料。主要有饲料添加剂的生产，尿素类饲料的生产及酵母等单细胞蛋白质的生产等。1990年我国已建成4个年产1000t的赖氨酸厂，年产1万t的蛋氨酸厂即将试产。国内外均注意加强饲料监督，我国已制定了配合饲料的国家标准。日本也有《饲料安全法》及控制饲料质量的《饲料公定规格》。

（6）调整畜禽结构，发展节粮型畜牧业：不同畜禽对饲料的转化效率不同，特别是对蛋白质的转化效率相差较

大，其转化效率奶牛为15—36%，蛋鸡为10—30%，肉猪为14—20%。为了多生产肉、蛋、奶等动物性蛋白质含量丰富的食品，应多养鸡和奶牛，并提高猪的出栏率。牛、羊、兔、鹅对草的利用能力高于猪、鸡，发展这些食草性畜禽可以大量地节约粮食。

(7) 积极开展饲料科技的研究：在开展饲料资源调查的基础上，进行人工种草、草田耕作技术的研究，饼类脱毒、秸秆氨化技术的研究，草粉、叶粉加工调制技术的研究，工业饲料生产技术的研 究，饲料机械定型的研究，饲料监测体系的研究等等。更要加强配合饲料的研究，提高配合饲料质量。

(8) 制定有利于发展饲料生产的政策：如调整畜产品价格，限制粮食出口数量，改革饲料管理体制，制定饲料法规等等。八五期间国家对饲料工业的各项优惠政策也不变。以上八项措施的实施，将使饲料生产有一个新的发展。

饲料生产与加工是畜牧兽医专业的专业基础课。学习本课程不仅要有动物营养需要的基础知识，还要研究植物生产，并学习工业生产技术。这是一门生产与实际紧密联系的综合性学科，是跨学科、跨行业的课程。开设本课程的任务是使学生了解饲料生产的意义，学习从事饲料生产所需要的农学基本理论和知识，学会主要牧草及饲料作物的栽培及饲用方法，了解建立饲料基地及经营草地的措施，掌握饲料调制的基本技能，初步学习配合饲料的工厂化生产，掌握配合饲料质量管理的方法。在学习中应理论联系实际，反复实践，真正掌握实践技能，并根据本地区的自然条件和畜牧业、农林业以及工业的生产情况，找出行之有效的发展饲料生产与加工业的途径，为学习《畜牧学》从事畜牧业生产奠定基础。

第一章 农学基础

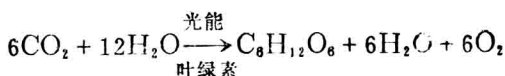
第一节 植物的生活

一、植物的新陈代谢

(一) 植物新陈代谢的基本概念 新陈代谢是植物生命现象的最基本特征，它是由同化作用和异化作用两个同时进行的過程组成的。植物从环境中吸收矿物质、水分、二氧化碳等简单无机物质，经过各种变化，合成自身所需要的糖、脂肪、蛋白质及其他有机物质，同时储存了能量，此过程称之为同化作用。相反，植物体内复杂的有机物质在各种酶的作用下，分解为比较简单的有机物质和无机物质，如氨基酸、二氧化碳和水等，并释放出植物生命活动所需要的能量，称之为异化作用。在这些过程中，既有物质代谢，也有能量代谢，植物的一生每时每刻都在进行着这种代谢。新陈代谢是植物的营养、生长发育及收获物形成的基础，为了提高饲料的产量，必须研究植物新陈代谢的基本规律，研究它与环境的关系，进而采取措施，加以调节。

(二) 植物新陈代谢的过程和产物 植物的同化作用也称光合作用，异化作用也称呼吸作用，它们是矛盾对立的统一，两者互相影响并互相制约。

1. 光合作用 光合作用简单地说就是叶绿素吸收太阳能，把水和二氧化碳合成葡萄糖，放出氧气，把光能转变成化学能的过程。其总反应式可概括为：



实际上，光合作用是一个极其复杂的过程，它包括三个步骤：①原初反应，②同化力的形成，③二氧化碳的同化。其中第一二步骤需要光照，一般笼统地称为光反应，第三步骤在光下和暗中都可以进行，为与光反应相区别，被称为暗反应。其实，自然界中光反应和暗反应都是在有光的情况下连续进行的。

原初反应：是指叶绿素分子被光激发而引起第一个光化学反应的过程。由于光的激发，叶绿素分子把产生的高能电子传给第二种物质，而后又从第三种物质中接受电子，使光能转变成电能，贮存在电子受体中。

同化力的形成：叶绿素分子被光激发后不断从水中获得电子，促使水发生光氧化而释放出氧气和氢离子，使辅酶Ⅱ（NADP）还原为还原型辅酶Ⅱ（NADPH₂）。同时，高能电子传递过程中释放的能量，推动腺苷二磷酸（ADP）磷酸化（加无机磷酸Pi），成为具有高能量的腺苷三磷酸（ATP）。经过一系列作用，光能转变成化学能贮存在腺苷三磷酸和还原型辅酶Ⅱ中，这两种物质具有高能量和强还原性，合称为同化力，为二氧化碳的同化提供了能量和〔H〕源。

二氧化碳的同化：简称碳同化，是利用光能产生的同化力把二氧化碳还原成碳水化合物的过程。在多种酶的催化下，叶绿体将吸收得来的二氧化碳与核酮糖二磷酸（简称C₅）结合，形成甘油酸磷酸（简称C₃），利用腺苷三磷酸释放的能量和还原型辅酶Ⅱ提供的氢使甘油酸磷酸还原，经过一系列复杂的变化，最后形成葡萄糖（C₆H₁₂O₆），见图1—1光合作用过程的图解。

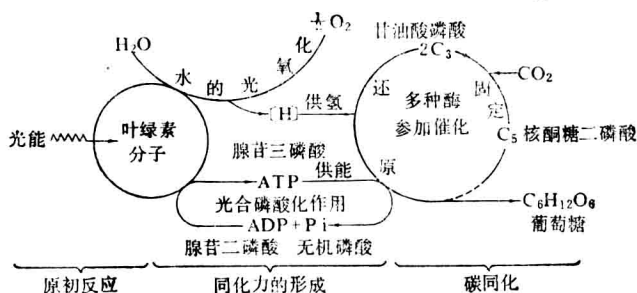
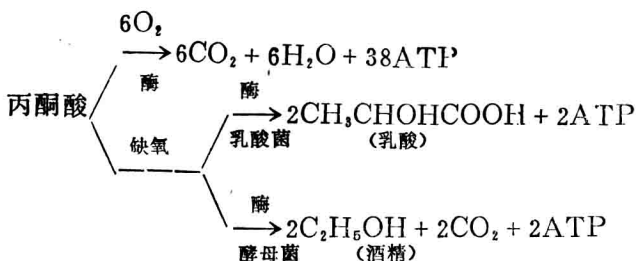
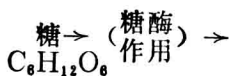


图 1—1 光合作用过程图解

光合作用中产生的葡萄糖，是植物细胞中的主要能源物质，它一部分用于细胞的呼吸作用，另一部分形成多糖储存起来。葡萄糖在植物体内还将进一步转化形成脂肪、氨基酸等其他有机物质。

单位面积上光合作用产物的多少取决于光合面积、光合能力与光合时间三个因素。植物在呼吸作用的过程中要消耗一部分光合产物，除去呼吸消耗的就是积累的物质。但积累的有机物质并不能全部被人类利用，还要看植物对光合产物的分配利用情况。因此，要获得较高的饲料作物产量，必须通过科学的农业技术措施改善植物的光合性能（指构成作物产量的五因素：光合面积、光合能力、光合时间、有机物消耗和经济系数），适当地增大光合面积，延长光合时间，降低光合产物的消耗，促进光合产物多向经济器官分配（如种植青刈饲料要促茎叶生长等），才能达到增产增收之目的。

2. 呼吸作用 植物的呼吸作用有两个基本类型：有氧呼吸和缺（厌）氧呼吸，后者又称发酵。其总反应式如下：



由上式可知，有氧呼吸和缺氧呼吸都是以丙酮酸为起点，由于氧气的有无，分解的结果不一样，前者分解彻底，产生的能量多；后者形成乳酸或酒精分解不彻底，释放的能量少。为了取得足够的能量，植物在缺氧情况下需消耗更多的葡萄糖，而且，当其产物酒精积累过多时能使细胞中毒。因此，生产实践中浸种的时间不能过长，催芽的谷堆要经常翻动和及时摊晾，田间积水一定要及时排除。并可利用乳酸菌的厌氧呼吸制作青贮料、酸牛奶和奶酪等。

呼吸作用中腺苷三磷酸（ATP）释放的能量，大部分作为植物生命活动（如发芽、生长、吸收、输导等）的动力，一小部分转变成热量放散出来。同时，通过呼吸作用，植物把碳水化合物、脂肪、蛋白质等的合成转化和分解的全过程相互联结成一个统一整体，从这个意义上看，呼吸作用又是各种物质代谢的中心。所以，为了获得高产，不仅植物的光合作用要强，而且要有适当的呼吸作用。

综上所述，光合作用和呼吸作用是相互依存的，如果没有光合作用制造有机物，呼吸作用就无法进行。反之，如果没有呼吸作用提供有机物分解时释放出的能量，光合作用也无法进行。