



中国农村文库
ZHONGGUO NONGCUN WENKU

有文化 懂技术 会经营

牧草加工实用技术

张 玉 白史且 张建波 编著

- 中宣部“万村书库”工程首选图书
- 中国文化扶贫委员会推荐图书
- 新农村建设“农家书屋”采购图书



四川出版集团



天地出版社

牧草加工实用技术

张 玉 白史且 张建波 编

四川出版集团

 天地出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

牧草加工实用技术/张玉, 白史且, 张建波编著. —成都: 天地出版社, 2008. 11

ISBN 978 - 7 - 80726 - 745 - 4

I. 牧… II. ①张…②白…③张… III. 牧草—饲料加工 IV. S54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 029655 号

MUCAO JIAGONG SHIYONG JISHU

牧草加工实用技术

编 著 张 玉 白史且 张建波
责任编辑 刘峻山 叶 健
封面设计 毕 生 武 韵等
内文设计 华彩文化
责任印制 田东洋

出版发行□ 四川出版集团·天地出版社
(成都市三洞桥路 12 号 邮政编码 610031)
网 址□ <http://www.tiandiph.com>
博 客□ <http://blog.sina.com.cn/tiandiph>
电子邮箱□ tiandicbs@vip.163.com
印 刷□ 四川省地质矿局测绘队印刷厂
版 次□ 2008 年 11 月第一版
印 次□ 2008 年 11 月第一次印刷
规 格□ 850mm × 1168mm 1/32
印 张□ 6
字 数□ 130 千
定 价□ 10.50 元
书 号□ ISBN 978 - 7 - 80726 - 745 - 4

■版权所有, 违者必究, 举报有奖!

举报电话: (028) 87734601 (市场部) 87735269 (营销部) 87734639 (总编室)

出版
子农村读物
为广大农民服务

李瑞琰

五十年青

新版序言

徐惟诚

1990年，在李瑞环同志支持下，我们开始编辑出版这一套《中国农村文库》。

接着，又以这一套《农村文库》为基础，发起了“万村书库”工程，目标是在一万个村级组织中各建立一个小型图书室。

中国的农民还很穷，很难做到每家每户都备齐自己应该读、想读的书。农村又很分散，农民也很难到县图书馆、乡文化站去借书。图书室只能建在村里。但村图书室只能是小型的、微型的，要求藏书多，也不现实。

“万村书库”工程一启动，就受到了广泛的欢迎，也成为社会各界和海内外人士资助中国农村文化的一个有效载体。经过十年的时间，已经在八万多个村子中建立了图书室。许多地方还组织了自己的类似工程：万村书架、千乡书库等等，也都

很有成效。

事实证明：中国农民要摆脱贫困，走向富裕，不能没有先进文化的支持。如今，历史进入了全面建设小康社会的新时期，中国农民在知识文化方面又有了许多新的需求。农业产业结构的调整，种植业和养殖业的许多新品种，农业新技术的采用，无公害农业的推广，面向市场营销的信息、经营、结算等新的营销手段和市场规则，农业劳动力的转移，加入 WTO 以后的有关国际规则等等，都是农民需要了解的新内容。农村民主建设的发展，农民精神文化的新需求，电脑网络手段的运用，也要求有新的读物。因此，我们又组织编写了《农村文库》的第四批和第五批。

《农村文库》开始编写的时候，我们就定了三条原则：这套书要让农民“买得起”、“看得懂”、“用得上”。做到这三条并不容易，但必须努力做到。在新的一批读物出版的时候，我们重申这三条要求。因为这是真正为农民服务的体现。

中国的农村在不断地进步。城乡差别又将长期存在。这就要求专门为农民组织的出版物也将长期存在，其内容则需要不断地更新发展。

希望《农村文库》继续受到农民的欢迎，也希望有更多的有志者来为中国农民提供更多更好的出版物。

前 言

草业生产是集牧草生产、加工、销售、转化乃至畜产品营销为一体的系统工程。草产品加工是将原料草转变为有利于饲喂、贮藏、运输的成品的过程，或是将初级草产品转变为精制草产品的过程。由于在各种牧草资源中，或多或少存在某些缺点，影响了牧草的利用价值，如果在饲喂、销售前对牧草进行加工调制，以改变原来的体积和理化性质，就能节省贮存空间，方便处理和运输。牧草经过加工可增加适口性，减少浪费，保存或提高牧草的营养价值，并能增加附加值。

随着我国西部大开发、农业结构调整、退耕（牧）还草、天然草地保护等政策的实施，大力种草的局面已形成，牧草资源十分丰富，牧草产量十分庞大，种植的牧草除用作青刈鲜饲外，如何科学加工、合理贮藏和有效转化，成为大家关注的焦点。为此，我们特组织编写了《牧草加工实用技术》一书，旨在促进我国牧草资源的合理、安全利用，推动我国畜牧业生产健康快速发展。



本书汇集了当前饲草加工调制与利用的先进生产经验和最新科研成果,介绍了牧草加工调制的青贮技术、干草调制技术、草粉加工技术、草制品成型加工技术、叶蛋白生产与利用技术和饲草去毒加工技术等。本书内容丰富、理论与实践结合、通俗易懂、技术先进实用,便于学习和操作;可供广大牧草种植者、养殖者、草业技术人员使用,也可作为农业院校师生参考用书。由于成书时间较紧,水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2007. 11

目 录

第一章 青贮饲料的调制	(1)
第一节 青贮特点及原理	(1)
第二节 青贮设备	(14)
第三节 青贮饲料的调制	(22)
第四节 青贮饲料品质鉴定	(47)
第五节 青贮饲料饲用与管理	(53)
第二章 干草调制	(57)
第一节 概 述	(57)
第二节 青干草的原料及收割	(61)
第三节 牧草的干燥	(67)
第四节 青干草的贮藏	(81)
第五节 青干草品质鉴定及利用	(88)
第三章 草粉加工	(96)
第一节 概 述	(96)
第二节 草粉加工技术	(100)
第三节 草粉品质评定和贮藏利用	(104)



第四章 草制品成型加工技术	(112)
第一节 概 述	(112)
第二节 颗粒饲料加工技术	(115)
第三节 干草块(草饼)加工	(123)
第四节 成型饲草饲料的贮藏和利用	(126)
第五章 叶蛋白生产与利用	(130)
第一节 概 述	(130)
第二节 叶蛋白的提取	(137)
第三节 叶蛋白的贮存及利用	(149)
第六章 饲草的去毒加工	(157)
第一节 概 述	(157)
第二节 饲草中有毒有害成分的去毒加工	(158)
参考文献	(181)

第一章 青贮饲料的调制

第一节 青贮特点及原理

青贮是贮存饲草的一种方式，是将饲草刈割后在无氧条件下，在青贮容器中，利用微生物尤其是乳酸菌发酵作用，长期保持青绿饲草的营养特性、扩大饲料来源的一种简单、可靠而经济的方法，是保证家畜常年均衡供应青绿饲草的有效措施。经过青贮后的饲料叫做青贮料，它是一种柔软多汁、耐贮藏、具有酸香味、适口性好、可供全年供给的饲料。青贮是解决我国高温高湿地区难以调制理想干草的理想途径。

据记载，早在元代和清代就有苜蓿和马齿苋等饲草青贮发酵的记载。我国关于青贮饲料的最早报道是1944年的《玉米窖藏青贮饲料调制试验》。20世纪50年代初，我国对青贮饲料的研究、利用和推广做了大量的工作，但发展较缓慢。直到20世纪70年代后期，才得以较快发展。目前青贮饲料已在世界各国畜牧业生产中普遍推广应用，尤其在发达国家。青贮技术得到不断的改进，已从传统的单一秸秆青贮发展到添加剂青贮、豆科禾本科原料的混贮、草捆青



贮、拉伸膜裹包青贮、半干青贮、真空青贮等多种形式，青贮工艺亦不断改进。据估算，我国每年可供青贮技术利用的农作物及副产品在 10 亿吨以上，青贮饲料每年都在增加，使青贮技术和青贮饲料业得以空前发展，在养猪业、养牛业和养羊业中得到广泛利用。青贮饲料是发展畜牧业的物质基础，了解和掌握青贮技术将促进畜牧业发展。

一、青贮的特点

青贮具有能长期保存青绿饲料的营养特性，青贮后的饲料还具有气味芳香、适口性好、采食率高等特点。因此，青贮饲料备受人们的青睐。

(一) 扩大饲料来源

有些家畜不喜欢采食的或新鲜时不能采食的一些无毒青绿植物，经过青贮发酵后，就变成了家畜喜食的饲料。块根、块茎和糟渣等也都可用来青贮。青贮可以充分利用当地丰富的饲草资源，减少资源的浪费，大大节约了精料。

(二) 可调剂饲料供应的不平衡

青贮饲料的制作不受气候和季节限制，青贮饲料不仅可常年利用，保存条件好的还可以贮存利用多年甚至更长时间。因此，青贮可以缓解青饲、放牧和饲草生长季节的矛盾，做到常年供应，均衡供应，满足冬春季青绿饲料的需要，使家畜终年保持高水平的营养状态和生产水平，有利于提高家畜的生产能力，保证家畜的健康生长。

(三) 有效保存牧草的营养特性

适时收获的牧草富含各种营养成分，将其在密封厌氧条件下保存，机械损失小，乳酸菌发酵过程中，氧化分解弱，养分损失少，其总营养损失一般不超过 15%（表 1-1-1），并保持青草中 85% 以上的营养物质。与干草相比叶片损失较少，胡萝卜素、维生素和粗蛋白损失也少。

表 1-1-1 不同贮存法的养分损失 (%)

贮存法	田间损失	贮藏损失	饲喂损失	总损失
干草(有雨)	36	4	12	52
干草(无雨)	22	3	2	27
普通青贮	2	10	3	15
半干青贮	11	3	1	15
真空青贮	2	3	1	6

(四) 适口性好，消化率高

青贮饲料保持了牧草的鲜嫩、青绿和绝大部分营养。经乳酸菌发酵后产生大量芳香族化合物，使青贮饲料具有芳香的酸味，并柔软多汁、适口性好、能刺激家畜食欲和消化液的分泌，增加胃肠道的蠕动。有些植物风干后有异味，或饲料质地粗硬，家畜不愿意采食，经青贮后适口性有所改善，增加了采食量。青贮饲料中可消化粗蛋白（DCP）、可消化总养分（TDN）、消化能（DE）的含量也比同类草的干草高（表 1-1-2）；家畜采食后消化率有所提高，对牲畜的生长发育有良好的促进作用。



表 1-1-2 干草和青贮饲料消化率及营养价值比较

饲料种类	消化率		营养价值 (干物质)		
	能量 (%)	粗蛋白质 (%)	可消化粗蛋白 (%)	可消化总养分 (%)	消化能 (兆焦/千克)
自然干草	58.2	66.0	10.1	57.3	10.71
人工干草	57.9	65.4	10.1	59.4	10.63
干草饼	53.1	58.6	9.1	53.3	9.75
青贮饲料	59.0	69.3	11.3	60.5	11.59

青贮虽然具有以上优点,但青贮也具有不足的地方,如青贮成本较高、需特殊的青贮设施;无机械化操作时劳动量大,不宜长途运输,运输费用高,难成为商品进入市场交易,大多是牧场和养殖农户自贮自用。

二、青贮类型

过去,青贮类型只限于借助乳酸菌对富含可溶性糖的原料进行的一般性发酵青贮(常规青贮),随着青贮技术的发展,为了达到更好的青贮效果,人们开始采用先进的设备和选用有助于发酵的各种添加剂来青贮,这就有效地提高了青贮质量。

(一) 根据原料含水量分类

1. 半干青贮

半干青贮也叫低水分青贮。它是青贮发酵的主要类型之一,主要用于豆科牧草。这种方法已在美洲、欧洲广泛应用。我国北方也采用这种方法青贮。牧草收割后,使其含水量降到

40%~55%，抑制不良微生物的繁殖和丁酸发酵，能使牧草完好地保存下来。但半干青贮饲料发酵程度低，乳酸含量低，而pH值较高，饲料的保存主要依赖于较高的渗透压。

2. 凋萎青贮

在天气好，便于干燥条件下，将牧草晾至含水量在60%~70%后，再进行青贮。虽然在晾晒时，损失了一定的营养物质，但能很好地发酵。

3. 高水分青贮

高水分青贮也叫一般青贮、常规青贮，是目前普遍采用的一种青贮方法。其具体做法如下：原料收割后，在含水量70%以上时，立即在缺氧条件下贮存，进行乳酸菌发酵而制作成青贮饲料。这种青贮方法减少了气候影响和田间损失，操作简单、有效。但由于渗漏，会造成营养物质的大量流失，运输成本高，为避免这些不利因素，可以在青贮时添加一些有效添加剂。

4. 水泡青贮

水泡青贮又叫清水发酵、酸贮饲料，是短期保存青饲料的一种简易方法。其做法是：用清水淹没原料，充分压实造成缺氧。这种饲料略带酸味和酒味，质地较软，适口性好，猪喜食。但养分损失大，因为可溶性养分易溶于水而流失。

（四）根据青贮牧草的形状分类

（二）根据青贮牧草的形状分类

1. 切短青贮

根据家畜不同需求，将青饲料切成不同长度后进行青贮，这种做法便于充分压实所贮牧草，造成厌氧环境。



2. 长株青贮 在劳力紧张和收割季节短暂的情况下，将植物原料不切短就贮存于青贮容器中。为保证青贮饲料的质量，应将牧草充分压实，还可配合使用添加剂。

(三) 根据原料组成和营养特性分类

1. 单一青贮

单独青贮一种禾本科牧草或其他含糖量高的植物原料。

2. 混合青贮

当一种原料不能满足青贮或家畜要求时，将多种原料任意混合青贮，彼此可取长补短，既能保证青贮成功又能保证青贮质量。如：豆科牧草与禾本科牧草混合青贮更易成功。含水量高的甜菜、菊苣叶、块根、块茎类可与含水量低的秸秆、糠混合青贮，效果更好。

3. 配合青贮

在满足青贮基本要求的前提下，按照家畜对各种物质需要，将多种原料进行科学合理搭配后，进行青贮。这种青贮针对性更强，营养价值更高。

(四) 根据所使用的发酵菌种分类

根据青贮调制过程中所起主导作用的微生物种类及发酵特性，可把有关青贮发酵分为乳酸型、乙酸型、梭菌发酵型、酵母发酵型、变质型等五种类型的青贮。

三、青贮的基本原理和过程

青贮是一个复杂的微生物活动过程和一系列生理生化变化的过程。有益微生物是青贮中的重要因素。饲料青贮中，参与活动和作用的微生物种类很多，但青贮的成败主要取决于乳酸发酵和活动程度。

(一) 牧草青贮中的微生物作用

刚刈割的牧草及青绿饲料作物，在自然条件下有各种微生物（表1-1-3），其中有些微生物对调制青贮料有益，如乳酸菌类，最主要的是乳酸链球菌和乳酸杆菌；乳酸链球菌能在有氧或无氧条件下生长繁殖，但耐酸能力较低。一般正常青贮乳酸含量为1.0%~1.5%，而青贮初期，当乳酸含量达到0.5%~0.8%时，乳酸链球菌就停止活动。乳酸杆菌在厌氧条件下，生长繁殖最旺盛，耐酸能力强。乳酸菌适宜的外界条件：最适温度一般为20℃~30℃；需要一定的含糖量；原料中含水量在60%~75%。乳酸菌是微需氧性的微生物，应该创造厌氧条件。乳酸菌最适生长的酸度为pH6.0，最低为pH4.0。

青贮原料上附着的另一些微生物对青贮调制不仅没有益处，反而影响青贮饲料的品质，这类微生物主要有丁酸菌、腐败细菌、醋酸菌、霉菌等。

丁酸菌是一类严格的厌氧不耐酸的细菌，在无氧条件下生长，进行丁酸发酵，分解单糖、双糖、乳酸、淀粉、果胶、纤维素和有机酸等，产生丁酸、二氧化碳和氢气，使饲料发臭，