



新农村建设实用技术丛书

青贮饲料巧制作

科学技术部中国农村技术开发中心

组织编写



中国农业科学技术出版社



新农村建设实用技术丛书

青贮饲料巧制作

科学技术部中国农村技术开发中心
组织编写



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

青贮饲料巧制作/蒋永清等编著. —北京: 中国农业
科学技术出版社, 2006
(新农村建设实用技术丛书)
ISBN 7-80233-008-4

I. 青… II. 蒋… III. 青贮饲料—饲料加工
IV. S816.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 089057 号

责任编辑 徐平丽
责任校对 贾晓红 康苗苗
整体设计 孙宝林 马 钢

出版发行 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 68919704 (发行部) (010) 62189014 (编辑室)
(010) 68919703 (读者服务部)
传 真 (010) 68975144
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京科信印刷厂
开 本 850 mm × 1168 mm 1/32
印 张 3 插页 1
字 数 67 千字
版 次 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷
印 数 1 ~ 5 000 册
定 价 8.00 元

序

丹心终不改，白发为谁生。科技工作者历来具有忧国忧民的情愫。党的十六届五中全会提出建设社会主义新农村的重大历史任务，广大科技工作者更加感到前程似锦、责任重大，纷纷以实际行动担当起这项使命。中国农村技术开发中心和中国农业科学技术出版社经过努力，在很短的时间里就筹划编撰了《社会主义新农村建设系列科技丛书》，这是落实胡锦涛总书记提出的“尊重农民意愿，维护农民利益，增进农民福祉”指示精神又一重要体现，是建设新农村开局之年的一份厚礼。贺为序。

新农村建设重大历史任务的提出，指明了当前和今后一个时期“三农”工作的方向。全国科学技术大会的召开和《国家中长期科学技术发展规划纲要》的发布实施，树立了我国科技发展史上新的里程碑。党中央国务院做出的重大战略决策和部署，既对农村科技工作提出了新要求，又给农村科技事业提供了空前发展的新机遇。科技部积极响应中央号召，把科技促进社会主义新农村建设作为农村科技工作的中心任务，从高新技术研究、关键技术攻关、技术集成配套、科技成果转化和综合科技示范等方面进行了全面部署，并启动实施了新农村建设科技促进行动。编辑出版《新农村建设系列科技丛书》正是落实农村科技工作部署，把先进、实用技术推广到农村，为新农村建设提供有力科技支撑的一项重要举措。

这套丛书从三个层次多侧面、多角度、全方位为新农村建设

提供科技支撑。一是以广大农民为读者群，从现代农业、农村社区、城镇化等方面入手，着眼于能够满足当前新农村建设中发展生产、乡村建设、生态环境、医疗卫生实际需求，编辑出版《新农村建设实用技术丛书》；二是以县、乡村干部和企业为读者群，着眼于新农村建设中迫切需要解决的重大问题，在新农村社区规划、农村住宅设计及新材料和节材节能技术、能源和资源高效利用、节水和给排水、农村生态修复、农产品加工保鲜、种养殖等方面，集成配套现有技术，编辑出版《新农村建设集成技术丛书》；三是以从事农村科技学习、研究、管理的学生、学者和管理干部等为读者群，着眼于农村科技的前沿领域，深入浅出地介绍相关科技领域的国内外研究现状和发展前景，编辑出版《新农村建设重大科技前沿丛书》。

该套丛书通俗易懂、图文并茂、深入浅出，凝结了一批权威专家、科技骨干和具有丰富实践经验的专业技术人员的心血和智慧，体现了科技界倾注“三农”，依靠科技推动新农村建设的信心和决心，必将为新农村建设做出新的贡献。

科学技术是第一生产力。《新农村建设系列科技丛书》的出版发行是顺应历史潮流，惠泽广大农民，落实新农村建设部署的重要措施之一。今后我们将进一步研究探索科技推进新农村建设的途径和措施，为广大科技人员投身于新农村建设提供更为广阔的空间和平台。“天下顺治在民富，天下和静在民乐，天下兴行在民趋于正。”让我们肩负起历史的使命，落实科学发展观，以科技创新和机制创新为动力，与时俱进、开拓进取，为社会主义新农村建设提供强大的支撑和不竭的动力。

中华人民共和国科学技术部副部长

刘燕华

2006年7月10日于北京

目 录

一、饲料青贮的特点及意义	(1)
(一) 青贮基本保存了原料的营养特性, 营养损失少	(1)
(二) 青贮饲料可长期保存	(2)
(三) 青贮饲料单位容积贮量大	(2)
(四) 调制青贮饲料受天气影响较小	(2)
(五) 青贮可以扩大家畜饲料来源	(3)
(六) 青贮是简单经济的保存饲草方法	(3)
(七) 青贮可以防止病虫害及杂草	(3)
二、青贮的种类	(4)
(一) 按青贮方法分类	(4)
(二) 按原料组成分类	(5)
(三) 按青贮原料形状分类	(5)
(四) 按青贮容器分类	(6)
三、青贮的原理	(7)
(一) 一般青贮的原理	(7)
(二) 特种青贮原理	(15)
四、青贮的设施	(23)
(一) 青贮容器建筑的要求	(23)
(二) 几种常用的青贮容器类型	(24)
(三) 青贮机械	(28)
五、青贮原料的生产	(33)
(一) 青贮原料生产计划的制订	(33)

(二) 适合青贮的饲料作物·····	(34)
六、青贮制作程序 ·····	(37)
(一) 一般青贮制作程序·····	(37)
(二) 特种青贮注意事项·····	(41)
(三) 无固定容器青贮的制作方法·····	(43)
(四) 常用青贮原料的青贮技术规范·····	(46)
七、青贮饲料品质的鉴定 ·····	(49)
(一) 青贮饲料样品的采取·····	(50)
(二) 感官鉴定·····	(51)
(三) 实验室评定·····	(52)
八、提高青贮饲料品质的关键技术 ·····	(54)
(一) 青贮失败的原因·····	(54)
(二) 制作优质青贮饲料的关键·····	(55)
九、青贮饲料的饲用与管理 ·····	(58)
(一) 青贮饲料的营养价值·····	(58)
(二) 青贮饲料的管理·····	(59)
(三) 青贮饲料的饲用·····	(61)
十、秸秆微贮技术 ·····	(63)
(一) 秸秆微贮的原理与作用·····	(64)
(二) 秸秆微贮的制作方法·····	(65)
(三) 微贮秸秆的质量鉴定与使用·····	(67)
附录 青贮饲料调制规程与质量评定标准 ·····	(69)
主要参考文献 ·····	(83)

一、饲料青贮的特点及意义

与其他青绿饲料加工调制方法相比，饲料青贮具有以下特点和意义。

(一) 青贮基本保存了原料的营养特性，营养损失少

青贮基本保存或改善了原料的营养特性，制作良好的青贮饲料柔嫩多汁，适口性好，消化率高。青贮过程中产生大量芳香族化合物和乳酸等有机酸，使青贮饲料味道酸甜鲜香，其适口性优于原料，家畜喜食。如马铃薯、菊芋、向日葵茎叶、蒿属、芸薹属植物等，制成干草后，具有特殊气味，或质地粗硬，家畜一般不愿采食，但经青贮发酵后，可以成为家畜喜食的优质青绿多汁饲料。由于有酸性物质存在，喂量合适时，能够促进家畜的消化腺的分泌，对于提高饲料的消化和吸收有良好作用。用同类青草制成的青贮料和干草，青贮料的消化率有所提高，见表 1。

表 1 青贮料与干草消化率比较 (%)

	干物质	粗蛋白质	脂肪	无氮浸出物	粗纤维
干草	65	62	53	71	65
青贮料	69	63	68	75	72

饲料青贮，制作过程的机械损失小，贮藏过程中的氧化分解作用微弱，营养损失是青绿饲料加工制作方法中最少的，一般为 3% ~ 10%，尤其有利于维生素和蛋白质的保存，而自然晒制干草的营养损失达 30%。新鲜甘薯藤，每公斤干物质中含有 158.2

毫克胡萝卜素，青贮后 8 个月，仍可保留 94.7 毫克，而自然晒制的干藤中，每公斤干物质只含 2.5 毫克，损失达 98% 以上。

（二）青贮饲料可长期保存

制作良好的青贮饲料，如管理得当，可贮藏多年，最久者可达 20~30 年。因此，调制青贮料，可以平衡优质饲草料淡旺季和丰歉年的余缺，保证家畜一年四季都能吃到优良的青绿多汁料，均匀生长和生产。北方冬春季节长，气候寒冷，生长期短，青绿饲料生产受限，制成的青贮料可作为青绿多汁饲料常年饲喂各种家畜，北方地区制作青贮料意义更大。

（三）青贮饲料单位容积贮量大

青贮饲料贮藏空间比干草小，1 立方米青贮饲料重量为 450~700 公斤，其中含干物质 150 公斤，而同样容量的干草仅为 70 公斤，约含干物质 60 公斤。1 吨青贮苜蓿占体积 1.25 立方米，而同样重量的苜蓿干草，则占体积 13.3~13.5 立方米。

（四）调制青贮饲料受天气影响较小

在阴雨季节或天气不好时，晒制干草困难，对制作青贮料则影响较少。只要按青贮条件要求严格掌握，仍可制成优良青贮料。

在贮藏过程中，青贮饲料不受风吹、雨淋、日晒等影响，亦不会发生火灾等事故。

（五）青贮可以扩大家畜饲料来源

一些青绿饲料、农副产品，因其特有的气味或质地粗硬等而适口性不良，家畜不喜欢采食或利用率很低，经过青贮后，可以消除气味，软化质地，改善适口性，成为家畜喜食的优质饲料，扩大了饲料来源。

（六）青贮是简单经济的保存饲草方法

饲草青贮所需的设施、机械相对简单，投资较省，花费的劳力、能源等也要比其他加工贮存方法少，是简单经济的保存饲草方法。调制青贮饲料所需的主要设施是青贮窖或青贮壕、青贮塔、塑料袋等，除青贮塔外，大都造价不高，有的直接在地上覆盖塑料薄膜青贮，成本更省；青贮所需的机械设备主要是切割机，结构简单，售价不高；饲草青贮时，原料收割后，只在饲草切短、青贮作业及有时因调节水分需要的短暂晾晒需要一些劳力和能源，而干草的调制则相对需要更多的劳力和能量用于减少饲草的水分。同时，青贮过程比干草调制易于进行机械操作，减轻劳动强度。

（七）青贮可以防止病虫害及杂草

青绿饲料经青贮发酵后，青贮容器内无氧和酸性的环境可使其中所含的病菌虫卵和杂草种子失去活力，减少对家畜和农田种植业的危害。如玉米螟幼虫，多半潜伏在玉米秸内越冬，到第二年便孵化成玉米螟继续繁殖为害。经过青贮的玉米秸，玉米钻心虫全部失去生活能力，青贮处理是防治玉米钻心虫的有效措施之一。

二、青贮的种类

青贮技术发展的历史悠久，青贮原料来源广泛、特性不一，青贮技术不断改进、创新，形成了众多的青贮类型。青贮类型因分类依据不同而有多种分法，以下主要按青贮方法、原料组成、原料是否切短、青贮容器等对各种青贮进行分类，其中有些类型是由于不同的分类方法形成的，相互间其实是一致的。

（一）按青贮方法分类

1. 一般青贮

这是最常用的一种青贮方法，就是在密闭缺氧条件下，利用青贮原料自身所附着的微生物（主要是乳酸菌）的发酵作用，最后达到抑制所有微生物，长期贮存饲料的目的。

2. 特殊青贮

（1）低水分青贮 又叫半干青贮，是将青绿饲料收割后，待其含水量降至 40% ~ 50% 时，再在缺氧密闭的环境下保存的方法。其主要的保存原理是利用低水分环境，使有害微生物处于生理干燥状态，避免青贮原料的腐败变质。

（2）添加剂青贮 在青贮时，由于原料的特性或饲养的需要等原因，添加一些物质以更有利于青贮料的保存，或改善、提高青贮料的品质的一种青贮技术。目前使用的青贮添加剂种类达 200 余种，国外 65% 的青贮饲料使用添加剂。

（3）水泡青贮 又叫清水发酵饲料或酸贮饲料，是一种短期保存青绿饲料的简易方法。用干净的水浸没青贮原料，充分压实造成缺氧环境，以达到保存青贮原料的目的。这种饲料略带酸和

酒味，质地较软，适口性好，猪爱吃。但是，因可溶性养分容易溶于水而流失，养分损失大，目前基本上不用这种青贮。

(二) 按原料组成分类

1. 单一青贮

对于那些符合青贮基本条件的原料，不添加任何其他物质进行单独青贮的一种方法。禾本科或其他含糖量高的青绿饲料常采用此法。

2. 混合青贮

由于青贮原料不符合青贮的基本条件，通过添加其他原料使青贮原料的总体条件符合青贮的基本要求后再进行青贮，这种青贮称为混合青贮。采用混播收获的青绿饲料，如紫云英和黑麦草混播，所进行的青贮也是混合青贮技术。通过混合青贮所得的青贮料，饲用价值有了很大的提高。生产上常用的混合青贮主要有两种：一是含水量较高（70%以上）的青贮原料，与秸秆、饼粕类等含水量低的原料混合青贮，使原料的含水量符合青贮要求，并可以防止青贮时汁液的外流而造成的营养损失；二是含糖量低的豆科牧草与禾本科牧草混合青贮，提高青贮原料的总体含糖量，满足青贮要求。

3. 配合青贮

根据所饲喂家畜的营养需要和青贮的基本条件，将多种青贮原料按比例进行科学搭配后进行青贮的一种方法。

(三) 按青贮原料形状分类

1. 切短青贮

青贮时将青贮原料切成2~5厘米左右的短节，以利于青贮时青贮料被充分压紧，形成密闭、高度缺氧的环境，有利于青贮

的成功和提高青贮料的品质。目前在所有青贮方法中，青贮原料一般都被切短后再实施青贮。

2. 全株青贮

将收割后的青贮原料不切短，直接进行青贮的方法。此方法多在劳力紧张、青贮机械不足和收割季节短暂等情况下采用。这种青贮法不利于青贮原料的充分压实，会影响青贮料的品质，要注意充分压实，必要时可配合使用添加剂，以保证青贮饲料的质量。目前主要用于草捆青贮。

（四）按青贮容器分类

1. 有固定容器青贮

固定容器青贮是指利用青贮窖、青贮壕、青贮塔等建筑物进行青贮。这类青贮的特点是：青贮量大、质量优、青贮容易成功，适合于大型养殖场。但投资大、占地多、难移动。目前，大量的青贮基本都是这种类型。

2. 无固定容器青贮

每次青贮时，无需固定青贮容器，这类青贮主要包括塑料袋青贮、堆式青贮、拉伸膜裹包青贮等，其特点是：投资小、不占地，取用、贮存、移动方便。随着青贮技术的改进提高，这类青贮方式逐渐在推广。

三、青贮的原理

饲料青贮是一个复杂的微生物活动和生物化学变化过程。不同的青贮方法，其涉及的微生物活动和生物化学变化存在差异，下面分一般青贮和特种青贮两种类型阐述其原理。

(一) 一般青贮的原理

一般青贮，实质就是指在缺氧的条件下，通过天然附着在新鲜饲草上的微生物（主要是乳酸菌）的厌氧发酵，将青贮原料中的糖类等碳水化合物转变成乳酸等有机酸，使它积累到足以使青贮物中的 pH 值下降到 3.8~4.2，从而抑制所有微生物的生长繁殖，达到长期保存青绿饲料营养价值的目的。乳酸是青贮饲料能长期保存的本质所在，乳酸被称为青贮饲料的保存剂。

1. 青贮时各种微生物的作用

刚收割下来的新鲜饲草，带有各种细菌、霉菌、酵母等微生物，其中以腐败菌最多，而乳酸菌很少（表 2）。如不及时对新鲜饲草加以处理，腐败菌会迅速繁殖增加，使鲜草腐败变质，失去饲用价值。

表 2 每克新鲜青饲料上微生物的数量

	腐败细菌 ($\times 10^6$)	乳酸菌 ($\times 10^3$)	酵母 ($\times 10^3$)	酪酸菌 ($\times 10^3$)
草地青草	12.0	8.0	5.0	1.0
野豌豆燕麦混播	11.9	1 173.0	189.0	6.0
三叶草	8.0	10.0	5.0	1.0
甜菜茎叶	30.0	10.0	10.0	1.0
玉米	42.0	170.0	500.0	1.0

为了制成优质青贮饲料，必须了解各种微生物的活动规律和对环境的要求，以便采取措施，抑制各种不利于青贮的微生物活动，促进有益乳酸菌的正常繁殖活动，加速乳酸的形成和积累。

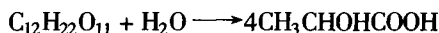
青贮就是通过改变微生物赖以生存的环境，使对青贮有益的微生物得以生长、繁殖，有害微生物的生长、繁殖得以抑制，以致死亡，在尽量减少青贮料营养损失的前提下达到长期保存饲草的目的。

(1) 乳酸菌 乳酸菌是促使青饲料发酵的主要有益微生物，属于革兰氏阳性、厌氧的无芽孢微生物，能使糖分发酵产生乳酸。乳酸菌种类多、分布广、形态不一。根据乳酸菌发酵过程中的产物不同，乳酸菌可分为同质和异质发酵乳酸菌。同质发酵的乳酸菌发酵后只产生乳酸；异质发酵的乳酸菌发酵后，除产生乳酸外，还会产生大量的乙酸、醋酸、甘油和二氧化碳等物质。同质发酵的效率优于异质发酵。在青贮中发挥主要作用的是乳酸链球菌和德氏乳酸杆菌，它们均是同质发酵的乳酸菌。根据乳酸菌对温度的耐受性，又可分为好热性和好冷性乳酸菌两种。青贮过程中，好热性乳酸菌发酵，可使温度上升至 $52 \sim 54^{\circ}\text{C}$ ，如超过这个温度，则意味着还有其他微生物参与发酵。如果青贮原料水分过低，压得不紧，好气性微生物大量参与发酵活动，温度可达 $55 \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，最高可达 70°C ，造成养分损失。青贮时应该避免这种情况。好冷性乳酸菌在 $25 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下繁殖最快，是正常青贮的主要微生物。

乳酸链球菌属于兼性厌氧菌，在有氧无氧条件下均能生长繁殖，但耐酸能力较低，青贮料中含酸量达 $0.5\% \sim 0.8\%$ 时即停止活动。乳酸杆菌是厌氧菌，在无氧的条件下，生长繁殖最旺盛，耐酸力强，形成酸量可达 3% 。

各类乳酸菌在含有适量水分和碳水化合物及缺氧环境条件下，可使单糖和双糖发酵成大量乳酸，其反应式如下：





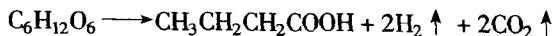
在上述反应中，每个分子六碳糖含热量 677 千卡（1 千卡 = 4.184×10^3 焦 [耳]），生成乳酸仍含热量 657 千卡，仅减少 20 千卡，热量损失不到 3%。

五碳糖在乳酸菌的作用下，除了产生乳酸外，还生成醋酸、丙酸和琥珀酸等其他酸类，一般反应式如下：



乳酸的大量生成，一方面为乳酸菌本身生长繁殖创造了有利条件，另一方面又促成不耐酸的其他微生物如腐败菌、酪酸菌等的死亡。随着乳酸的积累，使青贮料的酸度不断增强。当乳酸的含量达到青贮料重的 1% ~ 2%，pH 值下降到 4.2 以下时，乳酸菌自身的活动也受到抑制而停止。

(2) 酪酸菌 酪酸菌又名丁酸菌，是一种厌氧、不耐酸的细菌，主要有丁酸梭菌、蚀果胶梭菌、巴氏固氮梭菌等。酪酸菌能够分解葡萄糖和乳酸产生酪酸（丁酸）、氢气和二氧化碳，其反应式如下：



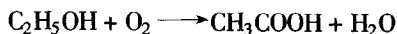
酪酸是具有难闻气味的挥发性有机酸，青贮料中含有万分之几时，就会影响青贮料的品质。丁酸菌还能利用各种有机含氮物，分解青贮料中的蛋白质产生胺类和氨，使营养成分受损，降低青贮料品质，严重地影响家畜健康，引起下痢等疾患。青贮原料幼嫩、碳水化合物含量不足、含水量过高、填压过紧，都会促进酪酸菌的生长和大量繁殖。

(3) 腐败菌 凡能强烈分解蛋白质的细菌统称为腐败菌。此类细菌很多，有嗜高温的，也有嗜中温或低温的；有好氧的（如桔草杆菌、马铃薯杆菌等），也有厌氧的（如腐败梭菌等）和兼性厌氧的（如普通变形杆菌等）。它们能使蛋白质、脂肪、碳水

化合物等营养物质分解，产生氨、二氧化碳、甲烷、硫化氢和氢气等，使大量养分损失，青贮料变坏，甚至失去饲用价值。

虽然腐败菌在青贮原料中数量占主要地位，但它们不耐酸。在正常青贮条件下，随着乳酸的逐渐形成和积累、pH值的下降、氧气的耗尽，腐败菌的活动迅速被抑制，以致死亡。

(4) 醋酸菌 醋酸菌为好氧菌。在青贮初期，青贮料间仍有大量氧气存在，醋酸菌可大量繁殖。单糖经酵母和乳酸发酵可产生乙醇，这些乙醇再经醋酸菌发酵产生醋酸和水，其反应式如下：



一般认为醋酸菌适宜生长的 pH 值约为 7.0，因此发酵初期是利于其生长的。在青贮期间，随着乳酸菌的迅速增殖，其活动很快停止。

(5) 肠道杆菌 肠道杆菌是一类兼性厌氧微生物，以大肠杆菌和产气杆菌为主，在青贮的发酵过程中进行异型乳酸发酵。它们可分解原料中碳水化合物，降解蛋白质，使青贮料的营养损失，适口性降低。在缺氧、酸性环境下，肠道杆菌的活动会很快得到抑制。

(6) 其他微生物 在青贮料中，除上述主要微生物外，还有霉菌、放线菌和酵母等对饲草青贮有影响的微生物，这些都是好氧性微生物。在青贮原料未切短、压得不紧、封得不严等情况下，青贮容器内含有较多的氧气，这些好氧性微生物就大量生长、繁殖，分解青贮料中的有机物质，产生氨气、黏滑物质，使青贮料发热、霉变，造成营养物质损失。

2. 青贮发酵过程中微生物的演替

上述各类微生物，在青贮发酵过程中，因受环境因素、营养条件及青贮技术的影响发生演替变化。按照青贮过程中微生物的