



科技兴农实用新技术丛



6.9
646

亮 编著

青贮技术

陕西科学技术出版社

科技兴农实用新技术丛书

青贮技术

金公亮 编著

陕西科学技术出版社

(陕)新登字第002号

科技兴农实用新技术丛书

青 贮 技 术

金公亮 编著

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

新华书店经销 陕西省乾兴印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 4.625印张 9.5万字

1996年4月第1版 1996年4月第1次印刷

印数:1—2,000

ISBN 7-5369-2332-5/S·253

定 价:4.90元

前 言

自十一届三中全会以来,陕西省牛羊饲养量逐年增加,尤以奶畜的增长更为迅速,加之“黄改奶”和“黄改肉”工作的开展,粗饲料生产、加工和利用,成为城乡农牧场和专业户所关注的首要问题之一。

陕西省玉米栽培量大,收棒后玉米秆所调制的青贮饲料,是奶畜的基础饲料之一。鉴于青贮饲料与青干草相比,具有独特的饲用价值,已列入“八五”计划和“十年规划”的推广项目。青贮饲料必将有新的发展前景。

随着青贮技术的精益求精,除在调制过程中添加含氮物质以满足牛羊部分氮需要外,接种乳酸菌、鲜杆菌及其酶制剂,使青贮饲料的质量,诸如适口性、消化性和可利用能量大为提高。

陕西省开展青贮工作,已有数十年历史,十分必要做一次深入的总结,熟悉影响青贮的原因,以期能在质量上有所提高,数量上有所改观。

本书可以作为广大基层农业工作者从事饲料科学推广和指导生产时应用,也可作为大专院校有关专业的师生在教学和科研中参考。

作者水平有限，在文字、内容诸方面难免有不妥和错误之处，敬希读者指正。

编著者

1994 年 5 月

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

目 录

一、青贮、青贮饲料和青贮技术概况	(1)
二、青贮原料	(5)
(一) 理想青贮原料的特点	(7)
(二) 禾本科青贮原料	(7)
(三) 豆科原料	(8)
(四) 十字花科原料	(10)
(五) 其它原料	(10)
(六) 影响原料可贮性的因素	(13)
三、青贮设备	(16)
(一) 生产用青贮设备	(17)
(二) 实验用青贮设备	(22)
四、乳酸型青贮	(26)
(一) 乳酸型青贮的基本原理	(26)
(二) 乳酸型青贮的原料组分变化	(28)
(三) 养分变化动态	(30)
(四) 植物的酶作用及控制	(31)
(五) 乳酸菌	(34)
(六) 乳酸型青贮饲料	(38)
(七) 氧因素	(43)
(八) 含水量	(49)
(九) 青贮饲料的养分损失	(56)

五、理想型青贮饲料调制	(62)
(一) 梭菌的特点、来源、增殖及其发酵产物	(62)
(二) 防止梭菌强烈发酵的措施	(64)
(三) 防止肠杆菌强烈活动	(67)
(四) 酵母菌	(68)
(五) 霉菌的预防	(70)
(六) 杆菌的预防	(71)
(七) 利斯特氏菌	(72)
(八) 严格控制酸度	(73)
(九) 快速装填	(73)
六、青贮添加剂	(75)
(一) 发酵促进剂	(76)
(二) 发酵抑制剂	(80)
(三) 好气变质抑制剂	(90)
(四) 营养添加剂	(93)
七、青贮饲料营养价值评述	(99)
(一) 乳酸型青贮饲料	(100)
(二) 其它各型青贮饲料营养价值	(123)
(三) 青贮饲料营养价值的评定指标	(136)

一、青贮、青贮饲料和青贮技术概况

青贮是将饲料作物，基本按原来的结构保存下来，并在相当长的时间内不致腐败变质。青贮饲料就是通过青贮而调制成的一种饲料，以保证动物，特别是反刍动物在缺青季节的饲草需求。按常规方法，通过自然发酵而保存鲜草，可使养分的损失较传统的干草调制要少得多。一般来说青贮饲料在青贮过程中有一定程度的损失，与原料相比，按干物质计算损失量为5~20%。这主要是由于在调制过程中植物细胞的有氧呼吸、汁液的渗出和霉变所致。各地的实践经验表明，在调制青贮饲料时，须遵循快割、快切、快装、快封的原则以减少植物细胞的有氧呼吸，这不仅关系到养分的损失，而且也有助于提高青贮饲料的品质。为了制成高质量的青贮饲料，除对原料有一定的要求外，要防止泥土的带入，并断绝一切污染源。青贮饲料一旦制成，养分可保持基本恒定，这是干草所不能比拟的。因为干草在堆放过程中，随时间的推移，养分的损失增多，品质逐渐下降，而青贮饲料在一定的酸性环境中，只要与空气隔绝，注意取用，养分的损失相当有限，故青贮饲料也叫草罐头。青贮饲料必须具有以下四个基本特点：一是嗅感良好，最好的青贮饲料有一股苹果样带酸芳香味，其次为略带香气的酸味，再次为酸酒味；二是色泽青绿，与饲料作物的原色近似，色泽略深，其次为绿黄色，再次为黄绿色，也有因原料色泽的不同而有不同的色泽；

三是酸度适当，佳良的青贮饲料的酸碱度，pH值一般在4.0~4.2之间，其次为4.2~4.8，再次为4.8~5.2。凡具有苹果样香味的青贮饲料pH值一般不高于4.2，稍带酒味的青贮料pH虽在4.0~4.2之间，但养分相对较低，适口性也较差；四是结构完整，不论感官鉴定或镜检，其结构基本与原料无区别，只有加入纤维消化酶或解纤维菌而调制成的青贮饲料，其纤维结构有一定的变化，这主要是半纤维素和纤维素与本质素有析离，手感稍觉柔软，镜检时有明显的底物暴露，而不是糊糊不清。

调制青贮饲料，特别是玉米青贮饲料正是秋收秋播时节，更要注意“四快”。这是青贮技术的关键措施，会直接影响青贮饲料的品质。

所谓青贮技术的定义，就是指通过人为的手段促进饲料在一定的容器中的加速发酵而贮存饲料的一种方法。早在公元前1500年埃及人就采用青贮的方法以保存绿色饲料，而大规模应用青贮技术保存饲料是在19世纪末，这与商品畜牧业的迅速发展紧密相关。当时开发饲料资源和合理利用饲料已为动物营养专家所关注，北欧和欧洲的一些奶牛场的历史记录证明，全年供应青贮饲料，奶产量可保持均衡。又如在冬春季喂青贮饲料时，奶产量波动极小，而在夏秋季奶产量因青绿饲料质量的变化往往波动较大。青贮技术成为生产力被大力推广应用约在本世纪初。30~50年代欧美各国已普遍应用青贮技术调制青贮饲料，并取得了显著的经济效益。青贮饲料与畜牧业，特别是奶牛业有着十分密切的关系，青贮技术在我国被有关人员所重视始于50年代初，当时东北、内蒙、西北各省的教学和科研机构已开始研究，但仅限于玉米青贮，

数量极微。60年代起，已具有一定的规模，数量逐年增加，并出现了尿素玉米青贮饲料以及一些其它的青贮饲料。西北农业大学于1943年进行青贮玉米试验以来，开展了带棒和去棒玉米青贮、豆科和禾本科混贮、油菜青贮、尿素青贮、其它含氮物混合青贮。60年代初在杨陵区32个村开展了去棒和添加尿素玉米青贮试验，取得了十分可喜的成绩。在青贮方法方面塑料袋青贮深受群众欢迎。目前青贮饲料在东北、内蒙、华北及西北各省市奶牛业和养羊业以及个体养殖业中已成为主要的粗饲料来源和基础饲料，但技术水平仍停留在60年代，改进不大，花样不多，虽数量增加显著，但质量平平。与此同时，据1985年统计，欧美畜牧业发达的国家，95%的玉米秆被用来调制青贮饲料，并以德国的利用程度最高。由于在贮存过程中添加解纤维菌和纤维消化酶，大大提高了青贮饲料的消化性，使消化率提高10~20个百分点。随着对青贮理论的进一步认识，近十年来，青贮饲料不仅在色泽、气味、适口性等方面有长足改进，而且营养价值也有明显提高。主要措施可归结为：加快青贮的各个环节，使养分的损失控制在最低限度，同时在装填过程中添加经筛选的乳酸菌以及纤维消化酶，为乳酸菌的发酵创造条件，前者是为了加速发酵，后者可提高消化率。例如对带棒玉米青贮饲料的统计平均消化率，奶牛为65%，绵羊为63%，分别提高到71%和69%，去棒玉米青贮的消化率由56%和54%，分别提高到66%和65%。这是一项了不起的技术成就。

青贮技术的改进是提高青贮饲料品质的关键。目前世界各畜牧业先进国家对青贮技术的研究已作为发展畜牧业的战略措施。这是由于奶牛业、肉牛业和养羊业对青贮饲料的需

求越来越大。因此，改造青贮技术，包括机械设备的创新，大大提高了青贮品质，取得了良好的经济效益。诸如：降低饲料含水量，使不宜青贮的豆科植物和其它饲用作物得以青贮，为防止青贮变质，培养了多种青贮乳酸菌，为提高青贮饲料的消化性培养和筛选出相当于瘤胃内分解纤维素的纤维消化菌。近几年来，各国在青贮微生物和酶制剂方面采用生物工程和基因工程等高科技手段。在机械设备的更新方面除饲料切割机外，采用了青贮草捆包卷机、甲酸或甲醛喷洒装置、自动青贮取用机。由于青贮饲料的优越性，欧美各国在集约化动物生产方面，提出了新饲料体系。其理论根据：一是放牧对饲草的利用低于青贮饲料；二是放牧动物的能量消耗比舍饲高20~50%；三是放牧难以按饲养标准进行定额饲养；四是应用青贮添加剂可以节省饲养成本，减少谷物和蛋白质的消耗。

近年来，由于各级领导的重视，农业部明确规定将青贮饲料列入农业十大科技推广项目。陕西省关中地区耕地面积1900万亩，是陕西粮、棉、油和商品肉、奶、蛋的主产区，气候适宜，土壤肥沃，水源充沛，饲料资源丰富，每年玉米播种面积平均为1000万亩，玉米总产量约200万吨，占全省总产量的70%，玉米秆产量约1000万吨，是良好的青贮原料。据近年来的不完全统计，青贮数量逐年有所增加，但玉米秆的利用率不及10%。因此有必要组织各级业务部门以及农业院校和科研单位，在总结以往经验的基础上，制定切实可行的措施，大力开展青贮饲料的生产和提高青贮品质的研究，在“八五”期间增加玉米秆青贮的比率，为陕西省畜牧业的发展提供大量优质青贮饲料做出贡献。

二、青贮原料

所谓青贮原料，指的是可以用来调制青贮饲料的植物茎叶以及块根、块茎和籽实等。在我国，常用的青贮原料以禾本科的玉米居多，其次是青绿杂草、马铃薯、红薯、红薯蔓、甜菜、甜菜叶、胡萝卜缨、高粱秆和油菜等。用作混合青贮的豆科作物有：苜蓿、沙打旺、草木樨、毛苕子、黑豆、黄豆以及紫云英等。这些豆科作物也可单独青贮，由于可溶性糖含量不足，事先均需做适当的处理，如进行田间凋萎，使水分下降至50%左右，即所谓半干青贮，但通常质量不够理想，故需采用低级脂肪酸处理，一般以甲酸应用较多。

根据我国的国情，豆科原料和玉米秆混合青贮最为可取。豆科原料占1/4或1/3较好，尤以1/4为最。在关中，玉米秆和黑豆秆以4:1混合青贮最为常见。西北农业大学于60~70年代的近20年中，不仅混合青贮的质量好，而且增加了蛋白质和氨基酸，改善了玉米青贮饲料中钙不足的缺点，适口性也较理想，用来喂饲反刍动物，特别是奶畜可收到良好的经济效益。

关中地区，多数奶牛场专门为奶畜种植玉米作为青贮原料，一般是在玉米的乳熟后期带棒青贮。用这一生长阶段的玉米作青贮原料，营养价值最高，其中蛋白质、氨基酸、矿物质、维生素尤为丰富，特别是可溶性糖的含量最高，葡萄糖、果糖含量约占总糖量的50%左右，此外还含有柠檬酸和

苹果酸。

据调查资料来看，关中一带去棒玉米秆青贮占玉米青贮90%以上。近10年来，去棒玉米秆的品质因施肥和灌溉及时，去棒后立即用作青贮原料时，叶片基本青绿，黄色的叶片较少，茎秆中糖分的含量，主要为双糖，也很丰富，是一种较理想的青贮原料，可惜这些宝贵饲料未被有效利用，任其变质。

去棒玉米秆加尿素已广为流行，关中一带尿素的添加量通常在0.5%左右，一般可大大改善去棒玉米秆的粗蛋白质不足，由于含糖量高，仍能为乳酸菌发酵所控制，pH值可维持在4.5~5.0之间。根据近20年来饲喂奶牛的试验和实际效果表明，对补充奶牛粗蛋白质营养，特别是以0.5%尿素玉米秆青贮饲料在瘤胃中降解时，非含氮物质所释放的能量，可以充分满足微生物将氮合成微生物蛋白质。即使有少量的氮被瘤胃壁吸收，通常在肝脏都能合成尿素，部分作为内源氮源供微生物再度利用。根据各畜牧场的经验，添加0.6%的尿素也是完全可取的，虽然在饲喂时适口性不及普通玉米秆青贮，但经一段过渡时期，一般约1~3天，即可达到通常的随意采食量。

按照反刍动物利用氮氮的理论，在饲喂反刍动物以尿素玉米青贮饲料时，在料中加入少量粉碎的玉米，作为微生物合成蛋白质的碳架，可以收到较好的效果。这是因为青贮饲料中粗纤维素的降解率较淀粉低，淀粉进入瘤胃后1~6小时，有50%可被降解。

在用玉米秆和黑豆秆、苜蓿混合青贮时，蛋白质的降解

率很高，在饲喂时也应适当添加少量的玉米粉。

(一) 理想青贮原料的特点

根据青贮原理，按常规而言，理想的青贮原料必须具有：一是富含碳水化合物。可被乳酸菌动用的底物首先是可溶性糖，亦即乳酸菌控制发酵的启动物质。二是具有较低的缓冲容量。例如尿素的添加量大，影响青贮饲料质量的原因是由于尿素在脲酶的作用下，在以分计时的速度下将尿素分解为氨。在尿素添加水平较高时，所产生的氨有利于杆菌、芽孢杆菌、梭菌的活动、生长和增殖，反过来又增加了氨的积蓄量。在青贮初期缓冲容量高时，不利于微生物对可溶性糖的利用，而有利于有害微生物对蛋白质的分解。因此，在青贮之初乳酸菌就难以主宰发酵过程。这是青贮失败的原因之一。三是鲜绿青贮原料的干物质含量不应低于200克/公斤，并且有适宜的物理结构和性状，便于压实，减少原料在青贮时的空气滞留。

在广开青贮原料的今天，很多饲用植物不完全具备上述三点要求，故在青贮时必须采用适当而有效的手段或措施，使难以青贮的原料成为可以青贮的原料，以期获得高质量的青贮饲料。这可借田间凋萎、适当切短，或使用添加剂等预处理和后处理青贮技术，以保证富含养分的青绿饲料。

(二) 禾本科青贮原料

我国主要的青贮原料首推玉米，其它禾本科原料，都是利用田边、地头所青刈的禾本科杂草（其中也夹带一些其它科属的植物）。玉米的数量大，除专门种植的青贮玉米外，大

量的玉米秆是农副产品，去棒玉米秆即使收获籽实后用作饲料的农作物秸秆，可作为反刍动物的青贮原料。关中玉米秸秆数量极大。据调查，晒干后作为牛羊的粗饲料，其中养分的损失十分严重，最后仅以粗纤维素的形式保存下来，不仅营养价值很低，难以消化，牛羊也不喜采食，多数作为燃料、肥料，甚至一烧了之。近年来去棒玉米秆的开发利用工作进展较为迅速，青贮数量逐年有所增加，但质量仍未改善。

青绿杂草用作青贮原料，营养价值较玉米秆高，适口性也好，切短后的青贮饲料具有香味，酸度适宜，富含蛋白质、矿物质和维生素，是值得推广的一种青贮原料。在关中地区，青绿禾本科杂草的数量与玉米秆比是微不足道的，但数量也十分可观。在60年代初，陕西省长安县大搞青绿杂草青贮时，贮量相当可观，在开启取用时，适口性好，黄牛十分喜食。但大多由于管理不当，浪费现象严重。关中地区的青绿杂草的主要植物成分未作详细研究，主要有猫尾草、鸡脚草、燕麦草以及羊茅属草等，种类繁多，不胜枚举。

关中地区禾本科杂草，在青绿时刈割，除调制青干草外，均未作适当利用，一岁一枯，任其自然，急待开发，如能与玉米秆混贮，可提高营养价值。

(三) 豆科原料

50年代末至60年代初，在关中的渭北旱原和陕北曾作过少量的草木樨半干青贮、苜蓿和玉米秆青贮，而大多是与禾本科杂草混合青贮。所得的唯一结论是，草木樨青贮料牛羊喜食，因为新鲜草木樨主要含有香豆素，大大降低了适口性，青贮后这种气味大为降低，适口性得到改善，又具有一

定的酸味，变不食为可食，确是一项值得开发的工作，但由于缺乏研究和总结，没有得到推广。

苜蓿青贮饲料在关中地区曾作过试验，多半是与带棒玉米混合青贮，不论在实验室或生产中都获得成功，但随着苜蓿种植量的减少，苜蓿与玉米的混贮已极为少见。黑豆和带棒玉米混合青贮、毛苕子与玉米混合青贮，效果都还不错，但近10年来，已十分少见。

近年来用沙打旺青贮获得成功，据报道效果还不错。沙打旺的种植量近有增多，是专贮的好原料。沙打旺为豆科黄芪属，耐旱，是风沙干旱地区很有推广前途的饲用植物，陕西省种植面积约300万亩。通常在第二年可刈割2~3茬，用作青贮应在现蕾期。沙打旺含蛋白质高，糖分很少，不符合青贮条件，因此可与禾本科原料混合青贮，适宜的比例为1:3，增加沙打旺的比例至3:7，也有良好效果。从青贮和营养角度考虑，与富含糖分的禾本科原料一起进行混合青贮，比单一沙打旺青贮要好得多。若单一青贮，刈割的沙打旺需经适当的凋萎处理。待水分降至65%左右，切成1.5~3.0厘米，装窖压实、密封，经40天后，即可取用，但青贮的质量不及混合青贮好。为此不如进行半干青贮，将刈割的沙打旺，经凋萎待水分含量降至40~50%时，切短、压实、密封，启用时，略带酸味，干物质含量高。

有人认为像草木樨中的香豆素、沙打旺中的脂肪族硝基化合物经青贮后，由于受青贮发酵的作用，可以部分被分解或转化，但这只是一种假定，未经研究，难以得出结论。开展这方面的工作也是很重要的，一是可以消除毒性，二是可以广开饲料资源。但多数人认为在青贮过程中难以消除硝基

化合物。而香豆素是可以被破坏的。

(四) 十字花科原料

国有牧场用开花的油菜作为青贮原料，在关中地区已有30多年的历史。盛花期的油菜，营养价值较玉米秆高，糖分少些，但完全可以保证乳酸发酵所需。油菜青贮饲料的适口性好，由于质地柔软、多汁，不仅用来饲喂牛羊，还可喂猪。青贮时为防止渗出液大量损失，通过添加草糠或其它的吸水物质。

甘蓝和白菜等的废叶，加吸水物质同样是一种良好的青贮原料。

(五) 其它原料

锦葵科的红薯蔓、红薯，茄科的马铃薯及其叶蔓均是青贮原料，关中各地都有青贮的习惯。尤其是红薯蔓是猪的好饲料，但在青贮时必须作适当的处理，如降低含水量或添加吸水物质，否则渗出液的损失严重。

表1中，盛花期的苜蓿和紫云英采用半干青贮技术外；其它均为普通青贮。根据陕西汉中地区的调查表明，用半干贮法制成的紫云英青贮料，适口性很好，奶牛喜食，由于质地比苜蓿柔软，随意采食量高于苜蓿青贮饲料，这可能是与盛花期苜蓿青贮料的粗纤维素含量高有关。

从饲料的瘤胃降解率来看，不同科的饲料的干物质（或有机物质）降解率是不同的。由此可知，干物质中的粗纤维素的降解也有难易之分。这方面的研究在陕西省刚起步，资料不足，难以提出合理的建议。由于青贮饲料是奶畜和肉牛