

# 微贮技术在日喀则地区的应用

刘树军<sup>1</sup>, 何峰<sup>1</sup>, 万里强<sup>1</sup>, 李向林<sup>1</sup>, 余成群<sup>2</sup>, 巴贵<sup>3</sup>, 巴桑<sup>3</sup>

(1. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;  
3. 西藏日喀则地区草原工作站, 西藏 日喀则 857000)

**摘要:**在日喀则试验站, 利用秸秆发酵活干菌对燕麦(*Avena sativa*)、青稞(*Hordeum vulgare* var. *nudum*)秸秆和燕麦+紫花苜蓿(*Medicago sativa*)混合材料分别进行微贮试验, 测定3个原料微贮前后主要营养物质的变化。结果表明: 3个材料均可制作优质微贮料, 但燕麦+紫花苜蓿混贮优于燕麦单贮, 青稞秸秆微贮后粗蛋白含量提高了41.74%, 达到5.12%; 燕麦+紫花苜蓿混合微贮后粗蛋白含量提高了39.73%, 达到10.68%。微贮后3个材料的饲料总能(GE)和无氮浸出物(NFE)均有不同程度的下降, 其中青稞秸秆的下降幅度最大, 分别为2.46%和15.76%。微贮技术作为提高该地区草地畜牧业的科技含量和生产水平的措施之一, 并可以解决冬春饲草缺乏问题, 所以微贮在该地区推广应用具有广泛的必要性和适用性。

**关键词:**微贮; 紫花苜蓿; 燕麦; 秸秆

**中图分类号:** S816.6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-0629(2010)06-0129-05

\*1 微贮是利用秸秆发酵活干菌在厌氧条件下进行发酵, 将秸秆中的纤维素、半纤维素和部分木质素降解并转化为菌体蛋白的方法, 使原料变成带有酸、香、酒味的家畜喜食的粗饲料<sup>[1-2]</sup>。微贮技术的特点是提高消化率和营养价值, 成本低、效益高, 制作微贮饲料只需3 g/t 发酵活干菌<sup>[3]</sup>。在微贮过程中, 由于高效复合菌的作用, 纤维素类物质多被降解, 并转化为乳酸和挥发性脂肪酸, 适口性好, 采食量高, 加之所含的酶和其他生物活性物质的作用, 能提高牛、羊瘤胃微生物区系的纤维素酶和解酯酶的活性, 从而提高饲料的消化率和营养价值<sup>[4]</sup>。日喀则是西藏传统的农区, 种植业具有悠久的历史, 作物品种繁多, 常年播种面积7.5万hm<sup>2</sup>左右, 主要集中在雅鲁藏布江、年楚河、朋曲河沿岸的河谷地带, 秸秆等农副产品丰富, 每年各种作物秸秆产量超过50万t, 其中得以较好利用的不足20%<sup>[5]</sup>。微贮技术在内地已普遍推广, 而在西藏由于历史、地理等原因却很少应用, 农牧民对微贮的认识也不够, 需要进一步推广<sup>[6]</sup>。有研究表明<sup>[7]</sup>: 多数作物秸秆蕴含有与普通粮食基本相当的总能, 也含有许多对畜禽生长发育有益的营养物质。对农作物秸秆进行微贮, 让牲畜食用不仅可以有效利用秸秆资源, 使其过腹还田, 促进农业生产的良性循环, 与氨化相比不与农

业争化肥, 同时也避免秸秆霉烂等浪费<sup>[8]</sup>; 而且解决了由于高寒地区牧草产量低、饲草供应季节不平衡等问题<sup>[9]</sup>。对燕麦(*Avena sativa*)和紫花苜蓿(*Medicago sativa*)进行微贮, 不仅解决由于夏秋季高原天气变化莫测、降雨多<sup>[10]</sup>, 栽培草地不能适时刈割制作干草等问题, 还增加了刈割次数, 最大限度地保存了牧草的营养成分。

本研究旨在利用微贮技术提高现有饲草料的营养品质, 拓宽家畜的饲料来源, 改变农牧民利用秸秆的传统方式, 减少能源浪费和环境污染, 使日喀则地区畜牧业生产走向农牧结合、以农养牧之路, 大力兴建牲畜育肥基地和越冬基地, 接纳牧区牲畜异地育肥和越冬, 从而减少人畜争粮和家畜营养不良的现象。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地位于西藏西南部的日喀则地区, 是西藏自治区农牧业生产的主要基地之一。地理坐标为88°52' E, 29°16' N, 海拔3 822 m, 年平均气温6.3℃, 年平均日照时数

收稿日期: 2010-01-12  
基金项目: 优质草产品加工、储藏技术与示范(2007BAD80B04); 公益性行业科研专项(200903060)  
作者简介: 刘树军(1982-), 男, 内蒙古乌盟化德人, 在读硕士生, 主要从事草产品加工、储藏研究。  
E-mail: laojun123@yahoo.com.cn  
通信作者: 李向林 E-mail: lixl@iascaas.net.cn

3 248.2 h,年平均降水量 422.4 mm,降水集中在 5—9 月,6—8 月降水量占年降水量的 80%左右,雨季期间的 70%~90%的降水发生在夜间,无霜期 255 d<sup>[11-12]</sup>。

**1.2 试验设计** 试验于 2008 年 8 月 13 日—9 月 8 日进行,共设 3 个处理,分别为燕麦微贮、燕麦(70%)+紫花苜蓿(30%)微贮、青稞秸秆微贮,每个处理重复 3 次,对照为与只缺少复合菌的发酵液混合均匀的燕麦、燕麦(70%)+紫花苜蓿(30%)、青稞秸秆。燕麦为灌浆期,紫花苜蓿大部分叶片已经脱落,秸秆为青稞(*Hordeum vulgare* var. *nudum*)秸秆。

微贮工艺为:菌株激活(将复合菌倒入 200 mL 1%白糖溶液于 20~30 °C 下静置 2 h 成为激活液)—置备发酵液(将激活液加入配制的特定化学溶液)—将切为 5 cm 左右的微贮料草段与发酵液按 1:2 的质量比混合均匀使其含水量为 65%左右—将混合料置于 25 L 密闭塑料桶中压实发酵 21 d,桶内密度为 0.35 kg/L。

特定化学溶液配方:以处理 1 t 干秸秆所需化学成分为例,CaO 3 kg、NaCl 0.5 kg、Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 4 kg、饲用石粉 60 kg、尿素 2 kg、白糖 0.35 kg、FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 10 g、ZnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 8 g、MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 17 g、CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 5 g。菌株由北京蓝昆立行生物工程有限公司提供。

**1.3 指标测定** 每个处理在与发酵液混合后随机取样 500 g,发酵 21 d 后再从其中取样 500 g。所取样品均放入 65 °C 的烘箱烘干至恒质量,计算实际含水量,然后送至中国农业科学院北京畜牧兽医研究所动物营养学国家重点实验室进行化验分析,按实验室常规方法<sup>[13]</sup>测定样品的粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、粗灰分(Ash)、粗纤维(CF)、酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF)、无氮浸出物(NFE)的含量。

饲料总能(GE)(kJ/100 g) = 23.93×CP(%) + 39.75×EE(%) + 20.04×CF(%) + 16.88×NFE(%)<sup>[14]</sup>

**1.4 数据统计与分析** 利用微软的 Excel 软件进行图表制作,SPSS 统计软件进行方差分析和

多重比较。

## 2 结果与分析

**2.1 原料营养成分的比较** 由表 1 所示,豆科牧草紫花苜蓿的 CP 含量最高为 10.35%,禾本科牧草燕麦的 CP 为 6.48%,燕麦+紫花苜蓿混合处理的 CP 含量为 7.64%,青稞秸秆的 CP 含量最低仅为 3.61%。3 个原料中紫花苜蓿的 CF 含量最高(45.51%),燕麦的最低(33.42%)。燕麦的 EE 含量最高(2.29%),最低的是紫花苜蓿(1.32%)。Ash 和 NFE 最高的均是青稞秸秆,分别为 6.25%和 53.57%;最低均是紫花苜蓿,分别为 4.79%和 38.03。NDF 含量最高的是青稞秸秆(74.72%),最低的是燕麦(64.69%)。ADF 最高的是紫花苜蓿(49.32%),最低的是燕麦(39.25%)。紫花苜蓿 Ca 含量为 0.96%,明显高于燕麦(0.29%)和青稞秸秆(0.23%)。燕麦的 P 含量最高,为 0.25%。总体而言,豆科牧草紫花苜蓿的 CP 含量丰富,同时 CF 含量高,尤其是难于利用的 ADF 含量高于其他原料。相对而言,燕麦的 CF、NDF、ADF 等纤维类物质含量较少,NFE 含量较高。青稞秸秆的 CP 含量最少,而 NDF 和 NFE 含量最高,总体品质最差。

**2.2 微贮处理对营养成分的影响** 由表 2 所示,微贮后燕麦+紫花苜蓿处理的 CP 含量最高(10.68%),显著高于燕麦的(7.94%)和青稞秸秆的(5.12%)( $P < 0.05$ )。青稞秸秆的 CF 含量最高(38.56%),3 个处理间差异不显著( $P > 0.05$ )。燕麦和燕麦+紫花苜蓿处理的 EE 含量分别为 2.86%和 2.97%,显著高于青稞秸秆的(1.30%)。青稞秸秆的 Ash 含量最高(9.89%),显著高于燕麦的(7.89%)( $P < 0.05$ )。各处理间 NFE 的含量差异不显著( $P > 0.05$ )。青稞秸秆的 NDF 含量最高(74.42%),显著高于燕麦的(67.77%)和燕麦+紫花苜蓿的(63.24%)。ADF 含量最高也是青稞秸秆处理为 45.26%,显著高于燕麦+紫花苜蓿处理( $P < 0.05$ )。(由于发酵液中含有 Ca、P 等矿质元素,对各处理材料微贮后的 Ca、P 以及 Ash 含量产生了影响,因此本研究没有对 Ca、P 变化进行分析,对 Ash 含量变化仅进行了简单比较。

表1 不同微贮原料营养成分含量

%

处理	CP	CF	EE	Ash	NFE	NDF	ADF	Ca	P
紫花苜蓿	10.35	45.51	1.32	4.79	38.03	67.99	49.32	0.96	0.18
燕麦	6.48	33.42	2.29	5.31	52.50	64.69	39.25	0.29	0.25
燕麦+紫花苜蓿	7.64	37.05	2.00	5.15	48.16	65.68	42.27	0.49	0.23
青稞秸秆	3.61	35.12	1.45	6.25	53.57	74.72	39.94	0.23	0.13

注:以上数值为干物质基础上的百分含量。

表2 不同原料微贮处理后主要营养成分含量

%

处理	CP	CF	EE	Ash	NFE	NDF	ADF
燕麦	7.94±0.51b	36.55±0.79a	2.86±0.03a	7.89±0.52b	44.76±1.17a	67.77±2.94b	42.48±2.11ab
燕麦+紫花苜蓿	10.68±0.46a	35.65±2.48a	2.97±0.06a	8.01±0.16ab	42.70±3.04a	63.24±1.07b	40.39±1.22b
青稞秸秆	5.12±0.61c	38.56±1.41a	1.30±0.25b	9.89±0.82a	45.13±1.69a	74.42±0.61a	45.26±0.70a

注:以上数值为干物质基础上的百分含量;同列中不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),相同字母表示差异不显著( $P > 0.05$ )。

由图1可以看出,燕麦微贮处理后,CP、CF、EE、Ash、NDF和ADF的百分比含量均有不同程度的提高,依次提高了1.46%、3.13%、0.57%、2.58%、3.08%、3.23%,提高幅度依次为22.48%、9.37%、24.89%、48.59%、4.76%、8.23%;而NFE的含量百分比则降低了7.74%,降低幅度为14.74%。

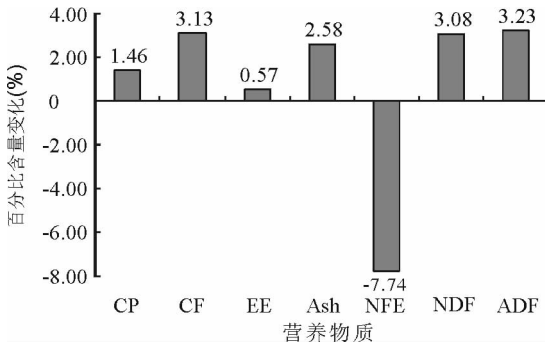


图1 燕麦干草微贮前后营养物质变化

由图2可以看出,燕麦+紫花苜蓿微贮处理后,CP、EE、Ash的百分比均有不同程度的提高,依次提高了3.03%、0.97%、2.86%,提高幅度依次为39.66%、48.50%、55.53%;而NFE的含量百分比则降低了5.46%,降低幅度最大,为11.34%,CF、NDF和ADF的含量百分比也均有不同程度的降低,依次降低了1.40%、2.44%、1.89%,降低幅度依次为3.78%、3.71%、4.47%。

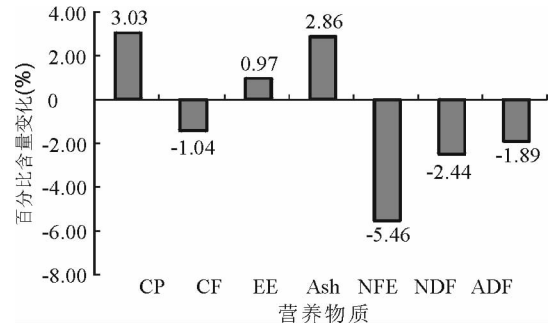


图2 燕麦+紫花苜蓿混合干草微贮前后营养物质变化

由图3可以看出,青稞秸秆微贮处理后,CP、CF、Ash、ADF的百分比均有不同程度的提高,依次提高了1.51%、3.44%、3.64%、7.41%,提高幅度依次为41.83%、9.79%、58.24%、18.55%;

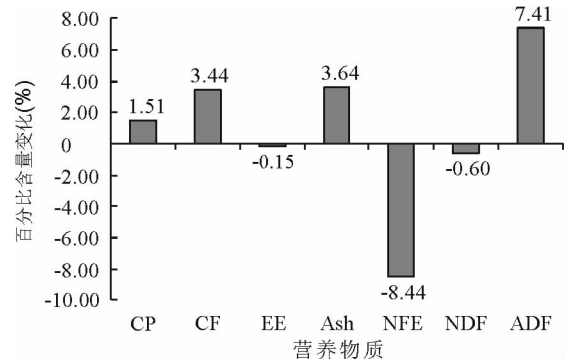


图3 青稞秸秆微贮前后营养物质变化

而 NFE 的含量百分比则降低了 8.44%，降低幅度最大，为 15.76%；EE 和 NDF 的百分比也均有不同程度的降低，依次降低了 0.15%、0.60%，降低幅度依次为 10.34%、0.80%。

通过纵向对比图 1、2、3 可知，微贮处理后 3 个处理的 NFE 含量百分比均降低，CP 含量百分比都增加，说明在发酵过程中活干菌主要消耗了 NFE，生成了菌体蛋白。

**2.3 微贮对原料饲料 GE 的影响** 微贮处理后燕麦、秸秆、燕麦+紫花苜蓿的饲料 GE 都有一定程度的降低，微贮前每 100 g 燕麦的 GE 为  $1.80 \times 10^3$  kJ，微贮后为  $1.79 \times 10^3$  kJ，饲料 GE 降低了 0.57%；微贮前每 100 g 燕麦+紫花苜蓿的 GE 为  $1.82 \times 10^3$  kJ，微贮后为  $1.81 \times 10^3$  kJ，饲料 GE 降低了 0.50%；微贮前每 100 g 青稞秸秆的 GE 为  $1.75 \times 10^3$  kJ，微贮后为  $1.71 \times 10^3$  kJ，饲料 GE 降低最多为 2.46%。

### 3 讨论

微贮的原理是在厌氧环境下，发酵活干菌将大量的纤维素类物质转化为糖类，糖类又经有机酸发酵菌转化为乳酸和挥发性脂肪酸，使 pH 值降为 4.5~5.0，抑制了丁酸菌、腐败菌等有害菌的繁殖<sup>[4]</sup>。由表 1 可知，不论是燕麦、紫花苜蓿和青稞秸秆都含有丰富的 CF，因此为发酵活干菌提供了繁殖的原料，发酵后饲草中的可发酵利用物质，如糖类被微生物利用了，与微贮前相比饲料 DM 有所损失，所以饲草中 CP、CF 等营养物质的百分比会相对增加，由图 1 看出燕麦经过微贮处理后只有 NFE 的百分比降低量在抵消了其相对增加量后降低了 7.74%。由图 1 和图 2 看出燕麦+紫花苜蓿混贮优于燕麦单贮，因为在发酵过程中活干菌也消耗了 ADF 和 NDF，这与微贮的原理相符合，燕麦+紫花苜蓿混贮的 ADF 和 NDF 含量百分比降低量在抵消了其相对增加量后分别降低了 2.44%、1.89%，而 NFE 的降低幅度最小(11.34%)，CP 的提高幅度为 39.66%，说明燕麦+紫花苜蓿混贮为活干菌发酵提供了较理想的环境，使复合菌中的各种微生物都发挥了作用。由图 3 看出青稞秸秆经过微贮处理后 EE、NFE、NDF 的百分比降低量在抵消了其相对增加

量后分别降低了 0.15%、8.44%、0.60%，青稞秸秆微贮处理后 NFE 的降低幅度是 3 个处理中最大的为 15.76%，又由表 1 可知微贮处理前，3 个原料中青稞秸秆的 NFE 含量百分比最高(53.57%)，所以青稞秸秆为活干菌的活动提供了充足的养料，这使青稞秸秆微贮中的活干菌最活跃，消耗的能量也最多，所以微贮后青稞秸秆饲料 GE 下降最多，为 2.46%，而燕麦微贮后饲料 GE 下降了 0.57%、燕麦+紫花苜蓿混贮后饲料 GE 下降了 0.5%，当然，青稞秸秆微贮后合成的菌体蛋白也最多，即青稞秸秆微贮后 CP 含量增加量最多为 41.74%，这也验证了上述活干菌活动主要消耗 NFE 的推测，同时活干菌主要消耗了大量的 NFE 使青稞秸秆微贮后 CF 的相对含量增加，但由于本试验没有测定微贮后饲料 DM 的损失量，故对于微贮后 CF 含量百分比增加的燕麦单贮，不能定量说明微贮过程中活干菌是否消耗了 CF，这还有待进一步研究。微贮处理后，3 个原料的主要营养成分中 CP 含量均有一定程度的增加，明显减少的是 NFE，因此可以断定增加的 CP 含量一定程度上来源于 NFE，这进一步说明活干菌活动主要消耗 NFE。3 个材料的 CP 含量增加均伴随着饲料 GE 的减少，这也说明活干菌在进行繁殖时同样耗费了原料的能量，只是通过发酵活干菌的活动改善了原料营养物质的组成，增加了营养价值高的 CP 含量，这样经过微贮后的饲草可以满足过冬家畜的营养需要，微贮技术在日喀则这种环境中应用后可以平衡饲草供应，促进当地畜牧业的发展。

### 4 结论

紫花苜蓿、燕麦和青稞秸秆经过微贮后一定程度上提高了 CP 含量，青稞秸秆微贮后 CP 含量增加量最多，为 41.74%，燕麦+紫花苜蓿混合微贮 CP 含量提高了 39.73%；微贮后 3 个材料的饲料 GE 均有不同程度的下降，其中秸秆处理的下降幅度最大，为 2.46%；微贮后 3 个处理的 NFE 含量百分比明显降低，CP 含量百分比明显增加，说明在发酵过程中活干菌主要消耗了 NFE，生成了菌体蛋白，改善了饲草的品质；燕麦+紫花苜蓿混贮优于燕麦单贮，因为燕麦+紫花苜蓿混贮后

ADF 和 NDF 含量的百分比降低最多,微贮后 CP 含量增加了 39.73%,几乎是燕麦单贮的 2 倍,说明在发酵过程中活干菌也消耗了 ADF 和 NDF,这与微贮的原理相符,此项技术在日喀则地区具有广泛的应用前景。

### 参考文献

- [1] 唐式校,李绍行,李东亚. 秸秆的微贮[J]. 草业与畜牧,2007(4):44-45.
- [2] 王晓春,王丽斌,袁淑芹. 秸秆饲料微贮试验报告[J]. 养殖技术顾问,2007(6):36-37.
- [3] 杨树筠,杨毅民. 秸秆微贮饲料的制作技术[J]. 内蒙古农业科技,2004(1):146-147.
- [4] 宋俭华,张纯江,苑德民,等. 秸秆黄贮(微贮)的技术原理及应用[J]. 养殖技术顾问,2008(5):42-43.
- [5] 日喀则地区基本概况[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/1453619.htm>,2009-11-2.
- [6] 黄黔. 我国的生态建设与生态现代化[J]. 草业学报,2008,17(2):1-8.

- [7] 农业部环境监测总站. 控制中国农业面源污染的政策建议[EB/OL]. <http://www.cae.org.cn/huanjingwang/mianyuan.wr.asp>,2009-11-2.
- [8] 次仁多吉. 秸秆微贮技术在西藏地区的应用效果[J]. 当代畜牧,1998,5:41.
- [9] 卓嘎,拉巴,罗布次仁,等. 西藏那曲县草地状况及其生物量的观测分析[J]. 草业科学,2009,26(2):11-17.
- [10] 张秀云,玉璧,邓振镛,等. 青藏高原东北边缘牧区气候变化及其对畜牧业的影响[J]. 草业科学,2007,24(6):66-73.
- [11] 张国平,石运强,顿珠次仁. 日喀则地区夏季夜雨发生的物理机制研究[J]. 西藏科技,2002(3):52-55.
- [12] 石运强. 对日喀则地区人工影响天气农业保护体系建设的思考[J]. 西藏科技,2000(2):59-61.
- [13] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:北京农业大学出版社,1993.
- [14] 冯仰廉. 反刍动物营养学[M]. 北京:科学出版社,2006.

### The application of micro-storage technique in the Shigatse region, Tibet

LIU Shu-jun<sup>1</sup>, HE Feng<sup>1</sup>, WAN Li-qiang<sup>1</sup>, LI Xiang-lin<sup>1</sup>,  
YU Cheng-qun<sup>2</sup>, BA Gui<sup>3</sup>, BA Sang<sup>3</sup>

(1. Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agriculture  
Sciences, Beijing 100193, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. Shigatse Grassland Station, Tibet Shigatse 857000, China)

**Abstract:** The experiment was carried out to investigate the effect of microbial silage bacterium on the nutritional components of three materials, including oat (*Avena sativa*), barley straw (*Hordeum vulgare* var. *nudum*) and mixture of oat and alfalfa (*Medicago sativa*) in the Shigatse experiment station. The results of this study showed that the three materials could produce high quality silage, and the microbial silage of the mixture of oat and alfalfa was better than that of oat. The crude protein of barley straw and mixture of oat and alfalfa increased by 41.74% and 39.73% and was 5.12% and 10.68%, respectively. The general energy (GE) and nitrogen-free extract (NFE) of three materials declined due to microbial silage bacterium treatment, in which GE and NFE of barley straw were the lowest and were 2.46% and 15.76%, respectively. This study suggested that the microbial technology solved the problem of forage lacking in spring and winter to improve animal production in the Shigatse regions as a useful scientific and technological.

**Key words:** microbial silage; alfalfa; oat; straw