

# 不同微贮处理对西藏地区小麦秸秆饲用品质的影响

吴 丹<sup>1,2</sup>, 益西多吉<sup>3</sup>, 平措云旦<sup>3</sup>, 扎 琼<sup>3</sup>, 王洪壮<sup>1,2\*</sup>

(1. 省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室, 西藏 拉萨 850009; 2. 西藏自治区农牧科学院畜牧兽医研究所, 西藏 拉萨 850009; 3. 西藏自治区科学技术厅, 西藏 拉萨 850000)

**摘 要:**本研究选取3种秸秆发酵剂,探究不同微贮处理对西藏主要农作物小麦秸秆的饲用品质影响。共分为4组,分别为对照组、添加 effective microorganisms (EM) 菌种组、添加秸秆发酵剂组、添加益加益秸秆发酵剂组。小麦秸秆添加3种菌剂发酵后感官评分均提高;小麦秸秆添加秸秆发酵剂和益加益秸秆发酵剂发酵后,与对照组相比均显著降低了NDF和ADF含量( $p<0.05$ ),EE含量均显著提高( $p<0.05$ )。秸秆发酵剂组pH值显著低于对照组和EM菌种组( $p<0.05$ ),小麦秸秆添加菌剂发酵后,乳酸、乙酸和丙酸含量均显著高于对照组( $p<0.05$ )。在本试验条件下,添加秸秆发酵剂和益加益秸秆发酵剂与对照组比,降低了小麦秸秆pH值、NDF和ADF,提高了乳酸、乙酸、丙酸和EE含量,小麦秸秆的发酵品质和饲用价值均得到显著改善。添加EM菌种组与对照组相比,pH值偏高,发酵后小麦秸秆的营养成分未得到显著改善,但发酵后显著提高了乳酸、乙酸和丙酸的含量。

**关键词:**微贮; 秸秆发酵剂; 发酵品质

中图分类号:S512.1

文献标志码:A

## Impact of Various Micro-storage Treatments on the Forage Quality of Wheat Straw in Tibet

WU dan<sup>1,2</sup>, Yixiduoji<sup>3</sup>, Pingcuoyundan<sup>3</sup>, Zaqiong<sup>3</sup>, WANG Hongzhuang<sup>1,2\*</sup>

(1.State Key Laboratory of Barley and Yak Germplasm Resources and Genetic Improvement, Tibet Lhasa, 850009, China; 2.Institute of Animal and Veterinary, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850009, China; 3.Department of Science and Technology of Tibet Autonomous Region, Tibet Lhasa 850009, China)

**Abstract:** In this study, three straw fermenters were selected to investigate the effect of different micro-storage treatments on the forage quality of major crop wheat straw in Tibet. There were four groups: the control group, the group with adding effective microorganisms (EM) strains, the group with adding straw fermenters, and the group with adding Yijiyi straw fermenters. The sensory scores of wheat straw was improved after fermentation with all three bacterial agents. Compared to the control group, the NDF and ADF contents were significantly reduced ( $p<0.05$ ) and the EE content was significantly increased ( $p<0.05$ ) in both wheat straw fermented with straw fermentative agent and Yikayi straw fermentative agent. The pH of the straw fermenters group was significantly lower than the control group and EM strain group ( $p<0.05$ ), and the lactic acid, acetic acid, and propionic acid contents of wheat straw were significantly higher than the control group after fermentation with the addition of bacterial agents ( $p<0.05$ ). Under the experiment conditions, adding straw fermenters and Yikayi straw fermenters lowered the pH, NDF, and ADF of wheat straw, increased the content of lactic acid, acetic acid, propionic acid, and EE, significantly improved fermentation quality and feeding value of wheat straw, compared with the control group. The group with adding the EM strain had a high pH compared with the control group, and the nutrient content of wheat straw was not significantly improved after fermentation, but the content of lactic acid, acetic acid, and propionic acid was significantly increased after fermentation.

**Key Words:** micro-storage; straw starter; fermentation quality

收稿日期: 2023-01-08

基金项目: 西藏农作物秸秆综合利用技术集成与示范 (XZ201901NB07)。

作者简介: 吴丹(1995-), 女, 研究实习员, 硕士研究生, 从事动物微生物研究, E-mail: 645331786@qq.com; \*为通讯作者: 王洪壮(1992-), 男, 研究实习员, 硕士研究生, 从事动物营养与饲料科学研究, E-mail: wanghongzhuang66@163.com。

近年来土地资源紧张和人畜争粮等问题日趋严重,加之饲料资源短缺,严重制约着我国畜牧业的发展,然而我国农作物秸秆资源和产量丰富,在饲料生产中,是极具有开发利用前景的饲料资源<sup>[1]</sup>。合理地开发利用农作物秸秆,提高秸秆的饲用品质,是缓解我国饲料资源不足及促进现代畜牧业良性发展的重要措施,也是实现我国农业可持续

绿色发展的重要途径<sup>[2]</sup>。微贮法是秸秆饲料高效利用的主要处理方法之一,该方法主要是添加一种或多种有益微生物菌剂促进秸秆发酵,提高适口性、利用率和营养价值<sup>[3]</sup>。研究表明,秸秆经过微贮后,营养物质含量增加,饲用品质显著提高<sup>[4,5]</sup>。

西藏地区饲草资源匮乏,严重制约当地畜牧业的发展<sup>[6]</sup>。微贮处理小麦秸秆可以提高小麦秸秆的饲用价值,为草食家畜提供较为优质的饲草资源<sup>[7]</sup>。不同的微生物菌剂对不同秸秆发酵和处理的效果不同,经过加工处理后的饲料营养成分也会有所差异<sup>[8-10]</sup>。为了寻找适合西藏地区小麦秸秆微贮的微生物菌剂,提高小麦秸秆饲料的利用率,本研究选取市场上常见的3种微贮菌剂:EM菌种、秸秆发酵剂和益加益秸秆发酵剂,通过微贮技术评价3种微贮菌对西藏地区小麦秸秆的微贮效果。本研究旨在为西藏地区实际生产实践中选择合适的微生物秸秆发酵剂微贮小麦秸秆提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料与添加剂

#### 1.1.1 原料

小麦秸秆为成熟期收获(取自西藏自治区拉萨市达孜县塔杰乡),将小麦秸秆切碎,长度为2~3 cm。

#### 1.1.2 添加剂

EM菌种:主要成分是植物乳酸菌、酿酒酵母菌、枯草芽孢杆菌、粪肠球菌等,秸秆发酵剂:主要成分是芽孢杆菌、乳酸菌、酵母菌、双歧杆菌等,益加益秸秆发酵剂:主要成分是乳酸菌、酵母菌、芽孢杆菌等,均由郑州农盛乐生物科技有限公司提供。EM菌种,活菌数500亿/g;秸秆发酵剂,200亿/g;益加益秸秆发酵剂,活菌数200亿/g。

### 1.2 秸秆处理方法

#### 1.2.1 试验处理

本试验在秸秆收获后立即进行,共选取3种发酵菌剂,在小麦秸秆中分别添加EM菌种、秸秆发酵剂和益加益秸秆发酵剂进行微贮发酵,对照组不添加菌种。

#### 1.2.2 微贮调制

EM菌种:取0.1%的菌剂加入适量水制成菌液,均匀喷洒于铡碎的小麦秸秆上,拌匀,均匀装入3个发酵袋中,压实并密封。室温条件下发酵6 d。

秸秆发酵剂:发酵剂、糖、水按1:5:100的比例

混合激活发酵菌液,取0.25%的激活菌液均匀喷洒于铡碎的小麦秸秆上,拌匀,分别均匀装入3个发酵袋中,压实并密封。室温下发酵6 d。

益加益秸秆发酵剂:发酵剂、糖、水按1:5:50的比例混合激活发酵菌液,取0.25%的激活菌液均匀喷洒于铡碎的小麦秸秆中,拌匀,分别均匀装入3个发酵袋中,压实并密封。室温下发酵6 d。

### 1.3 样品测定

1)感官评价:微贮感官评价方法采用德国农业协会(DLG)<sup>[11]</sup>。

2)营养成分测定:干物质(DM),粗蛋白(CP),中性洗涤纤维(NDF),酸性洗涤纤维(ADF),粗灰分(Ash),粗脂肪(EE)均参照张丽英<sup>[12]</sup>主编的《饲料分析及饲料质量检测技术》中的测定方法进行检测。

3)pH值及挥发酸检测:称取10 g微贮样品于250 mL的三角瓶中,加入90 mL蒸馏水,置于4℃冰箱24 h,12 h摇晃一次。过滤,取5 mL浸出液,用pH计(REX PHS-3C,上海仪器设备厂)立即测定滤液pH值。取1.5 mL浸出液上清液加入0.15 mL 25%偏磷酸,-20℃保存,采用高效气相色谱仪(日本岛津GC-14B)测定VFA含量<sup>[13]</sup>。

### 1.4 统计分析

采用SAS 9.0软件进行单因素方差分析,并采用Duncan法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对微贮小麦秸秆感官评定影响

对微贮发酵后的小麦秸秆进行感官评定,结果如表1所示,小麦秸秆添加3种菌剂后感官评分均有所提高,添加菌剂后的微贮效果优于不添加菌剂的发酵效果。

表1 不同菌剂处理对微贮小麦秸秆感官评定的影响

项目	对照组	EM菌种	秸秆发酵剂	益加益秸秆发酵剂
小麦秸秆	14.72	16.78	17.17	16.83

### 2.2 不同处理对微贮小麦秸秆营养成分的影响

不同菌剂处理对微贮秸秆营养成分的影响如表2所示。与对照组相比,小麦秸秆添加秸秆发酵剂组和益加益秸秆发酵剂组显著降低了NDF和ADF含量( $p<0.05$ ),小麦秸秆添加菌剂组粗脂肪含量显著高于对照组( $p<0.05$ ),小麦秸秆添加EM菌种组与对照组和秸秆发酵剂组相比显著提高了粗

灰分的含量( $p<0.05$ ),秸秆发酵剂组和益加益秸秆发酵剂组与对照组相比粗灰分含量差异无统计学意义( $p>0.05$ )。

表2 不同菌剂处理对小麦微贮秸秆营养成分的影响 %

项目	对照组	EM菌种	秸秆发酵剂	益加益秸秆发酵剂	SEM	P值
水分	37.01	36.29	36.98	37.61	0.867	0.8 816
干物质	62.99	63.71	63.02	62.39	0.867	0.8 816
中性洗涤纤维	75.33a	75.13a	70.32b	70.73b	0.525	0.0 013
酸性洗涤纤维	44.32a	44.12a	39.31b	39.72b	0.525	0.0 012
粗蛋白	3.08	3.20	2.99	3.11	0.033	0.1 660
粗灰分	6.21bc	6.46a	6.08c	6.31ab	0.041	0.0 054
粗脂肪	2.14b	2.27a	2.29a	2.31a	0.015	0.0 013

注:同行数据后字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

2.3 不同菌剂处理对小麦微贮秸秆发酵品质的影响

不同菌剂处理对微贮秸秆发酵品质的影响如表3所示。秸秆发酵剂组pH值显著低于对照组和EM菌种组( $p<0.05$ ),与益加益秸秆发酵剂组相比差异不显著( $p>0.05$ );小麦秸秆添加菌剂组的乳酸、乙酸和丙酸含量均显著高于对照组( $p<0.05$ )。

表3 不同菌剂处理对小麦微贮秸秆发酵品质的影响 g/kg

项目	对照组	EM菌种	秸秆发酵剂	益加益秸秆发酵剂	SEM	p值
pH值	4.29a	4.33a	4.13b	4.26ab	0.032	0.1 230
乳酸	0.518b	0.676a	0.668a	0.724a	0.016	0.0 012
乙酸	0.386b	0.454a	0.480a	0.482a	0.009	0.0 013
丙酸	0.516b	0.584a	0.610a	0.612a	0.009	0.0 011

注:同行数据后字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

3 讨论

3.1 不同处理对微贮小麦秸秆感官评定的影响

在不添加发酵剂的情况下,秸秆因发酵速度缓慢、不良发酵而造成发酵品质下降<sup>[14]</sup>。感官评定综合评分显示,小麦秸秆在添加发酵菌剂发酵后的综合评分为优。水溶性碳水化合物在乳酸菌的发酵下能够产生乳酸,在饲料发酵前期添加生物菌剂能增强乳酸菌发酵,迅速酸化饲料,同时增加有益微

生物,不仅能抑制梭菌属等有害细菌的增殖,还能阻止其他不良微生物的生长,进而改善饲料的品质,提高饲料利用率<sup>[15]</sup>。

3.2 不同处理对微贮小麦秸秆营养成分的影响

发酵饲料常规营养成分含量是评判饲料发酵效果的重要指标。微生物发酵能够增加秸秆粗蛋白含量,降低秸秆的ADF,NDF含量,提高秸秆饲用价值<sup>[16-18]</sup>。胡蓉等<sup>[19]</sup>和薛艳林等<sup>[20]</sup>研究发现,小麦秸秆经过微贮后,添加菌剂组CP含量高于对照组,NDF和ADF含量低于对照组,表明菌剂发酵处理秸秆可以显著改善小麦秸秆的饲用价值,与本试验研究结果基本一致。本研究发现,小麦秸秆添加秸秆发酵剂组和益加益秸秆发酵剂组NDF和ADF分别比对照组平均下降了4.98%。但小麦秸秆添加EM菌种发酵后,NDF和ADF与对照组相比差异不显著,说明EM菌种具有降解粗纤维的能力,但其降解能力有限,对改善饲料可消化性的作用有限,与蒋永清等<sup>[21]</sup>研究结果基本一致。此外,在本研究中小麦秸秆添加EM菌种组粗蛋白含量和粗脂肪含量分别比对照组平均提高了0.24%,但提高幅度较小,对提高小麦秸秆的营养价值作用较小。

3.3 不同菌剂处理对微贮小麦秸秆发酵品质的影响

pH值是评价饲料发酵质量的重要指标之一<sup>[22]</sup>,研究发现,秸秆在微生物的作用下可以产生各种酶类,这些酶类能够破坏秸秆中的纤维素和半纤维素结构,使其降解形成各种糖类物质,在乳酸菌的作用下转化为乳酸、乙酸和丙酸,使发酵饲料pH值快速下降至4.5~5.0<sup>[23]</sup>。pH值的降低可以抑制丁酸菌、腐败菌等有害菌的增殖,提高饲料发酵品质。白冰等<sup>[24]</sup>研究发现,玉米秸秆中添加乳酸菌、纤维分解菌和乳酸菌+纤维分解菌与对照组相比,显著降低了微贮秸秆的pH值,在本试验中在小麦秸秆中添加发酵剂也有类似的效果。添加秸秆发酵剂能促进小麦秸秆发酵产生有机酸,降低pH值,而添加EM菌种组和添加益加益秸秆发酵剂组pH值与对照组无显著差异,pH值均偏高,表明秸秆直接发酵、添加EM菌种微贮和添加益加益秸秆发酵剂不能有效抑制不良微生物的繁殖,不利于改善秸秆发酵品质。

VFA是反刍动物重要能量来源。乳酸含量是评价饲料发酵品质的重要指标之一,乳酸含量越高,饲料发酵品质越好<sup>[25]</sup>。乙酸在提高发酵饲料中的有氧稳定性和氧化变质中发挥着重要作用<sup>[26]</sup>,乳

酸与乙酸的比值可以反映能量利用情况<sup>[27]</sup>。白冰等<sup>[24]</sup>研究发现,添加乳酸菌微贮玉米秸秆,乙酸和乳酸含量显著高于对照组和其他处理,本试验中小麦秸秆添加菌剂发酵后乙酸和乳酸含量显著高于对照组,与其研究结果基本一致,说明添加菌种发酵剂可以显著提高小麦秸秆的发酵品质。有研究表明,丙酸可以抑制发酵饲料的腐败<sup>[28]</sup>。本试验中小麦秸秆中添加菌剂组丙酸含量显著高于对照组,表明添加菌剂组有助于丙酸的生成,可以抑制饲料腐败,提高发酵品质。

## 4 结论

在本试验条件下,小麦秸秆添加秸秆发酵剂和益加益秸秆发酵剂与直接发酵小麦秸秆相比,降低了发酵后小麦秸秆的pH值、NDF和ADF含量,提高了乳酸、乙酸、丙酸和EE的含量,微贮小麦秸秆的发酵品质和饲用价值均得到显著改善。小麦秸秆添加EM菌种发酵后,虽显著提高了乳酸、乙酸和丙酸的含量,但pH值偏高,小麦秸秆的营养成分未得到显著改善。添加秸秆发酵剂和益加益秸秆发酵剂微贮西藏地区小麦秸秆效果较好。

### 参考文献:

- [1] BAO J C, YU J H, FENG Z, et al. Situation of Distribution and Utilization of Crop Straw Resources in Seven Western Provinces, China[J]. The Journal of Applied Ecology, 2014, 25(1): 181-187.
- [2] 张雪莲. 农作物秸秆饲料在养殖中的运用分析[J]. 智慧农业导刊, 2022, 2(12): 63-64, 67.
- [3] 彭桂兰. 秸秆微贮饲料的制作方法[J]. 畜牧兽医科技信息, 2011(9): 129-130.
- [4] 马玉林, 陈旭, 肖鉴鑫, 等. 氨化和微贮对水稻秸秆营养成分和体外消化率的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2020, 56(11): 157-161.
- [5] 李玲玉. 微贮稻草和新鲜玉米秸秆对肉牛生产性能、微生物区系和差异代谢物影响的比较[D]. 南昌: 江西农业大学, 2019.
- [6] 徐雅梅, 苗彦军. 西藏那曲地区草地资源现状及其开发利用对策[J]. 中国草食动物, 2001, 21(5): 36-38.
- [7] 王婷, 王新峰, 沈思军, 等. 日粮中发酵小麦秸秆替代水平对绵羊生长性能及血清生化指标的影响[J]. 畜牧与兽医, 2017, 49(11): 30-35.
- [8] 魏炳栋, 邱玉朗, 陈群, 等. 发酵玉米秸秆对育肥羊生长性能、营养物质消化率及甲烷排放的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2016, 43(12): 3200-3205.
- [9] 孙文. 复合微生物菌剂处理玉米秸秆及对育成牛应用效果的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2010.
- [10] 曹蕾, 张永辉, 朱倩, 等. 微生物菌剂青贮饲料饲喂肉牛效果研究[J]. 甘肃畜牧兽医, 2017, 47(2): 110-111.
- [11] 刘建新, 杨振海, 叶均安, 等. 青贮饲料的合理调制与质量评定标准[J]. 饲料工业, 1999, 20(3): 4-7.
- [12] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2007.
- [13] VANZANT E S, COCHRAN R C. Performance and Forage Utilization by Beef Cattle Receiving Increasing Amounts of Alfalfa Hay as a Supplement to Low-Quality, Tallgrass-Prairie Forage2 [J]. Journal of Animal Science, 1994, 72(4): 1059-1067.
- [14] 顾拥建, 占今舜, 丁成龙, 等. 不同处理对发酵稻秸秆发酵品质的影响[J]. 中国饲料, 2017(12): 18-20, 23.
- [15] 韩雅慧. 不同乳酸菌对低温下黄贮玉米秸秆发酵品质及饲料特性的影响[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2016.
- [16] 马向程. 袋装秸秆微贮饲料制作技术研究[J]. 畜牧兽医杂志, 2020, 39(4): 66-67.
- [17] 杨桂珍. 袋装秸秆微贮饲料制作技术[J]. 畜禽业, 2016(6): 35-36.
- [18] 王晓萌. 纤维素降解菌剂发酵玉米秸秆过程中秸秆饲料主要品质指标的分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2018.
- [19] 胡蓉, 赵燕, 唐远亮, 等. 微贮对秸秆饲料主要营养成分的影响[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2008, 22(2): 25-27.
- [20] 薛艳林, 白春生, 玉柱, 等. 乳酸菌和纤维素酶制剂对小麦秸黄贮饲料品质的影响[J]. 中国饲料, 2007(15): 38-40.
- [21] 蒋永清, 周卫东, 黄兴, 等. 不同处理方法对秸秆营养价值影响: 中国畜牧兽医学会动物营养学分会第六届全国会员代表大会暨第八届学术研讨会论文集(下)[C]. 哈尔滨: 黑龙江人民出版社, 2000: 197-200.
- [22] 程银华, 雷雪芹, 徐廷生, 等. 玉米秸秆揉丝微贮与传统青贮饲料发酵过程中pH和微生物的变化[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(5): 17-21.
- [23] 张凡凡. 纤维素分解菌与乳酸菌协同作用提高玉米青贮品质研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2017.
- [24] 白冰, 赵晶, 朴春香, 等. 不同发酵处理对玉米秸秆黄贮品质的影响[J]. 延边大学农学学报, 2017, 39(4): 62-67.
- [25] 赵金鹏, 赵杰, 李君凤, 等. 不同添加剂对水稻秸秆青贮发酵品质和结构性碳水化合物组分的影响[J]. 南京农业大学学报, 2019, 42(1): 152-159.
- [26] 高海娟, 柴凤久, 刘泽东, 等. 不同添加剂对袋装苜蓿青贮品质的影响[J]. 中国饲料, 2017(13): 35-38.
- [27] 芦岩. 体外产气与尼龙袋法筛选棉秆与甜菜渣混贮最佳组合的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2020.
- [28] 任付平. 复合微生物菌剂在全株玉米青贮中的应用与研究[D]. 西安: 西北大学, 2007.