

## 高海拔地区全株玉米青贮效果研究

罗仕美<sup>1</sup> 宋丰萍<sup>4</sup> 谭占坤<sup>1,2,3\*</sup> 蒙祖庆<sup>3,4</sup> 商振达<sup>1,2</sup> 刘锁珠<sup>1,2</sup> 扎西平措

(1.西藏农牧学院 动物科学学院; 2.西藏高原饲料加工工程研究中心; 3.西藏农牧学院 高原生态研究所; 4.西藏农牧学院 植物科学学院, 西藏林芝 860000)

**摘要** 本试验旨在研究高海拔地区全株玉米青贮效果的具体情况。采用西藏农牧学院培育玉米品种, 种植在海拔 2 990 m 的西藏农牧学院教学实习牧场内。在乳熟末期至蜡熟初期全株刈割, 铡短至 2 cm 左右, 塑料薄膜密封包裹, 自然条件下青贮发酵。60 d 后采样, 进行感官鉴定, 测定 pH 值、乳酸与氨态氮含量; 制备为分析样品, 测定全株玉米发酵前后的营养物质含量。结果表明, 高海拔地区全株玉米青贮后, 感官品质优良、pH 值为 4.08、乳酸含量 4.38%、氨态氮与总氮比例为 40.32 g/kg。全株玉米青贮后与青贮前比, 鲜样中初水分与总水分含量均显著升高 ( $P<0.05$ ); 粗纤维、中性洗涤纤维与酸性洗涤纤维在鲜样中无明显变化 ( $P>0.05$ ), 但在半干与绝干基础上显著升高 ( $P<0.05$ ); 无氮浸出物在鲜样中极显著降低 ( $P<0.01$ ), 但在半干与绝干基础上无显著差异 ( $P>0.05$ ); 粗脂肪与粗蛋白质含量在三种基础上均显著降低 ( $P<0.05$ )。结果说明, 在高海拔地区, 全株玉米在自然条件下青贮 60 d 后感官品质良好, 营养物质含量丰富, 可以作为动物越冬饲草料的有力补充。

**关键词** 高海拔; 全株玉米; 青贮效果

中图分类号: S548 文献标识码: A 文章编号: 2096-4781 (2019) 05-0539-05

DOI: 10.19707/j.cnki.jpa.2019.05.012

## Study on Silage Effect of Whole Maize Plant in High Altitude Area

LUO Shimei<sup>1</sup>, SONG Fengping<sup>4</sup>, TAN Zhankun<sup>1,2,3\*</sup>, MENG Zuqing<sup>3,4</sup>, SHANG Zhenda<sup>1,2</sup>,  
LIU Shuozhu<sup>1,2</sup>, Zhaxi pingcuo<sup>1</sup>

(1. Animal Science College, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University; 2. Tibetan plateau feed processing engineering research center; 3. Res. Institute of Tibet Plateau Ecology, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University; 4. Plant Science College, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University, Nyingchi Tibet, 860000 China)

**Abstract:** The purpose of this study was to determine the silage effect of the whole maize plant. The maize that was planted in the teaching and practice pasture was cultivated by Tibet agriculture and animal husbandry university at an attitude of 2 990 m. The whole plants were cut at the end of milk ripening to the beginning of wax ripening period. Whole maize plants were cut short for about 2 cm, and then sealed packaged by plastic film and fermented at natural conditions. The samples were collected after 60 days of fermented, and sensory quality, pH value, lactic acid and ammonia nitrogen content of silage were detected. The nutrient changes of whole maize plants before and after silage were measured by analytical sample. The results showed that sensory quality of the silage was excellent. The pH value was 4.08. The lactic acid content was 4.38%. The ratio of ammonia nitrogen to total nitrogen was 40.32

收稿日期: 2019-05-21

简介作者: 罗仕美 (1997-), 女, 彝族, 云南昌宁人, 在读本科生, 主要从事高原动物营养与饲料科学研究。

通讯作者: 谭占坤 (1986-), 男, 汉族, 四川武胜人, 讲师, 博士。研究方向: 主要从事高原动物营养与饲料科学教学与科研。

基金项目: 西藏自治区自然科学基金项目 (XZ2017ZR-30); 西藏高原饲料加工工程中心项目。

g/kg. Primary and total moisture increased significantly after silage ( $P<0.05$ ). Crude fiber, neutral detergent fiber and acid detergent fiber did not change ( $P>0.05$ ) in the fresh basis after silage, but increased significantly in the half-dry and dry basis ( $P<0.05$ ). Nitrogen free extract was reduced extremely significantly ( $P<0.01$ ) in the fresh basis after silage, but had no significant difference in the half-dry and dry basis ( $P>0.05$ ). The content of crude fat and protein decreased significantly in the three basis ( $P>0.05$ ). The result indicated that in high altitude areas, the whole maize plants had good sensory quality and rich nutrient content after silage for 60 days under natural conditions, which can be used as a powerful supplement for overwintering forage of animals.

**Key words:** high altitude, whole maize plants, silage effect

农牧业是西藏的传统行业，在经济中发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。西藏传统的畜牧养殖是以放牧为主，但放牧养殖受到多种因素的限制，比如对自然生态环境造成的压力、越冬牧场饲草料的缺乏等<sup>[2]</sup>。随着国家对生态环境的重视，以及对畜牧业可持续发展大要求，适度规模的圈养舍饲是必需的。舍饲养殖动物，特别是食草动物需要供给大量的青绿饲料及粗饲料，在西藏条件合适的地区开展饲用作物的种植及开发利用就显得很有必要。

全株玉米青贮是一种优质的饲料，经遗传选育后的品种能够较好地适应西藏高原环境。本试验，在海拔 2 990 m 的林芝市西藏农牧学院教学实习牧场内开展了青贮玉米的种植，全株玉米青贮饲料的生产，鉴定青贮后的饲料品质，测定营养物质的含量，为全株玉米青贮在高海拔地区的种植及利用提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

青贮玉米为西藏农牧学院杂交选育品种，适应高原特殊环境，种植在西藏农牧学院教学实习牧场内，海拔 2 990 m。

4 月播种，播种前翻地 2 次，施用尿素与复合肥作为底肥；采用穴播，每垄地宽为 60 cm、间隔 40 cm、播种 2 排、每窝间隔 20 cm，每窝放玉米种

子 3~4 粒，每 2 排玉米中间浅埋 1 排少量尿素与复合肥。间苗与补苗，保证每窝玉米植株 2~3 株；定期施肥与除杂草。10 月中旬，乳熟末期至蜡熟初期刈割，留茬 20~25 cm，1 hm<sup>2</sup> 产 72.30 t。

采用山东华盛侧挂式割草机 (TC438) 收割全株玉米，统一堆放；将收割好后的全株玉米用广州民顺 10 t 铡草粉碎机 (9Z-10A) 粉碎为约 2 cm 长度并混合均匀，采用几何法采集玉米样品 3 份，每份样品 2.0 kg，-20℃ 保存待测；使用杨凌凯益特全自动青贮打捆包膜一体机 (YK5252A) 将粉碎混合好的玉米裹包为约 75 kg 重的青贮包，置于阴凉处自然发酵。

自然条件下青贮 2 月后，随机打开青贮裹包 3 袋，分别从表面、中间 5 个位置采集 2.0 kg 青贮玉米样品。

### 1.2 样品制备与指标测定

#### 1.2.1 分析样品制备

分别取约 500 g 青贮前与青贮后玉米样品平摊于白瓷盘中，放入 120℃ 恒温干燥箱中灭活 20 min，再放入 65℃ 恒温干燥箱中烘干至恒重，制成半干样品，测定样品初水分。

初水分计算公式为：[ (样品重量+瓷盘重量-恒重后样品与瓷盘总重) /样品重量] ×100%

将制得的玉米半干样品用天津泰斯特中草药粉碎机 (FW177) 粉碎，全部通过 40 目标筛，混合均匀制备称为分析样品，-20℃ 保存待测。

### 1.2.2 乳酸、pH 值及氨态氮测定

取全株玉米青贮后样品 200 g, 放入 800 mL 烧杯中, 加入双蒸水 400 mL, 玻璃棒搅拌均匀, 4℃ 条件下静置 24 h; 纱布过滤收集滤液, 测定滤液的 pH 值, 乳酸与氨态氮含量。

采用对羟基联苯法测定滤液中乳酸含量; 采用 METTLER TOLEDO Seven2Go pH 计测定滤液 pH

值; 采用苯酚一次氯酸钠比色法测定滤液中氨态氮含量。

### 1.2.3 营养物质测定

分别测定样品中水分、粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、中性洗涤纤维与酸性洗涤纤维, 测定方法见表 1, 计算样品中干物质、有机物与无氮浸出物含量。

表1 营养物质测定方法与主要仪器设备

Tab.1 Measurement methods of nutrient and main equipment

测定指标	检测方法	主要设备
水分	饲料中水分的测定, GB/T 6435-2014	鼓风干燥箱, 上海一恒 DHG-9055A
粗灰分	饲料中粗灰分的测定, GB/T 6438-2007	箱式电阻炉, 上海一恒 SX2-4-10N
粗脂肪	饲料中粗脂肪的测定, GB/T 6433-2006	自动脂肪仪, 意大利 VELP SER 148/6
粗蛋白质	饲料中粗蛋白的测定, GB/T 6432-1994	自动凯氏定氮仪, 青岛海能 K9840
粗纤维	饲料中粗纤维的测定, GB/T 6434-2006	纤维测定仪, 意大利 VELP FIWE 6
中性洗涤纤维	饲料中性洗涤纤维的测定, GB/T 20806-2006	纤维测定仪, 意大利 VELP FIWE 6
酸性洗涤纤维	饲料中酸性洗涤纤维的测定, NY/T 1459-2007	纤维测定仪, 意大利 VELP FIWE 6

### 1.3 数据统计分析

将青贮前与青贮后样品分析得到的数据采用 excel (2010) 进行初步整理, 再将整理好的数据采用 SPSS 21.0 统计软件进行独立样本 T 检验,  $P>0.05$  表示差异不显著,  $P<0.05$  表示差异显著,  $P<0.01$  表示差异极显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 青贮全株玉米感官鉴定

青贮玉米的感官鉴定结果见表 2, 可见, 全株玉米经粉碎、压实裹包、青贮后色泽黄绿、气味酸香、质地松软, 感官品质优良, 可作为优质的青贮饲料使用。

表2 青贮全株玉米感官鉴定

Tab.2 Sensory analysis of the whole maize plant silage

色泽	气味	质地
绿色、黄绿色	酸香味, 无刺鼻酸味及臭味	裹包紧实, 玉米叶片结构清晰, 手抓松散柔软, 略湿润, 不黏手, 易分离

### 2.2 全株玉米青贮品质情况

全株玉米青贮后品质见表 3。乳酸含量为 4.38%, pH 值 4.08, 氨态氮与总氮的比值为 40.32 g/kg。

表3 全株玉米青贮品质

Tab.3 Silage quality of the whole maize plant

乳酸 (%)	pH 值	氨态氮/总氮 (g/kg)
4.38±0.19	4.08±0.13	40.32±2.57

### 2.3 全株玉米青贮前后营养物质含量变化情况

全株玉米青贮前后营养物质含量变化见表 4。全株玉米经 60 d 青贮后鲜样中初水分与总水分含量均显著高于青贮前 ( $P<0.05$ ), 总水分含量差异达到极显著水平 ( $P<0.01$ ); 粗脂肪、粗蛋白质与无氮浸出物含量极显著降低 ( $P<0.01$ ); 粗灰分、粗纤维、中性洗涤纤维与酸性洗涤纤维含量青

贮前后差异不显著 ( $P>0.05$ )。

半干基础中,水分、粗灰分与无氮浸出物含量青贮前后无显著差异 ( $P>0.05$ );青贮后样品中粗脂肪与粗蛋白含量显著降低 ( $P<0.05$ ),而粗纤维、中性洗涤纤维与酸性洗涤纤维显著升高 ( $P<0.05$ )。

绝干基础中,青贮后样品粗灰分、中性洗涤纤

维与酸性洗涤纤维含量显著升高 ( $P<0.05$ ),粗纤维含量极显著升高 ( $P<0.01$ );有机物含量显著降低 ( $P<0.05$ ),粗脂肪与粗蛋白质含量极显著降低 ( $P<0.01$ );无氮浸出物含量降低 1.97%,但差异不显著 ( $P>0.05$ )。

表 4 全株玉米青贮前后营养物质含量变化情况 (%)

Tab.4 The nutrients change condition of whole maize plant before and after silage (%)

比较基础	指标	青贮前	青贮后	P 值
鲜样基础	初水分	77.29±1.05	80.27±0.64	0.014
	总水分	78.81±0.64	81.42±0.69	0.009
	粗灰分	0.98±0.14	1.11±0.06	0.234
	粗脂肪	0.56±0.04	0.21±0.01	0.000
	粗蛋白质	2.05±0.17	1.42±0.11	0.006
	粗纤维	6.21±0.46	6.22±0.12	0.969
	中性洗涤纤维	11.53±0.84	10.82±0.44	0.268
	酸性洗涤纤维	8.45±0.35	8.04±0.11	0.125
	无氮浸出物	11.39±0.46	9.62±0.46	0.009
半干基础	水分	6.68±0.98	5.88±0.50	0.276
	粗灰分	4.36±0.81	5.62±0.18	0.058
	粗脂肪	2.49±0.27	1.06±0.01	0.001
	粗蛋白质	9.02±0.56	7.19±0.32	0.008
	粗纤维	27.30±0.89	31.51±0.62	0.003
	中性洗涤纤维	50.71±1.34	54.83±1.04	0.014
	酸性洗涤纤维	37.20±0.68	40.76±1.51	0.020
	无氮浸出物	50.15±0.95	48.74±0.98	0.148
绝干基础	粗灰分	4.67±0.83	5.97±0.20	0.047
	粗脂肪	2.67±0.27	1.13±0.07	0.001
	粗蛋白质	9.66±0.57	7.63±0.30	0.005
	粗纤维	29.26±1.07	33.48±0.84	0.006
	中性洗涤纤维	54.35±1.91	58.26±1.24	0.041
	酸性洗涤纤维	39.86±0.43	43.31±1.83	0.034
	有机物	95.33±0.83	94.03±0.20	0.047
	无氮浸出物	46.80±0.99	45.88±1.15	0.350

### 3 讨论

青贮饲料是将新鲜青绿的饲料铡短后,在厌氧条件下经过以乳酸菌为主的微生物发酵后制备而成,pH值一般在4.2以下<sup>[3]</sup>。青贮效果的好坏受到多种因素的影响,比如青贮原料的种类、刈割时期、施肥状况、青贮水分、铡短长度、装填压实程度及

是否加入添加剂等<sup>[4-6]</sup>。不同品种的青贮玉米在产量与生产性能方面各不相同,王薇星等(2019)研究表明,新东单60在陕西关中地区种植效果较好<sup>[7]</sup>;柳茜等(2019)发现,先玉508、696、045三个品种种植性能好<sup>[8]</sup>。本试验玉米为西藏农牧学院培育品种,适应高原环境,生长情况良好,产量较高。姜富贵等(2019)研究表明,在山东地区,3/4乳

线期收获的玉米，营养价值高、发酵品质优<sup>[9]</sup>；张瑞霞等（2006）在呼和浩特地区研究发现，在乳熟中后期刈割的青贮玉米营养物质含量高<sup>[10]</sup>。本试验选择乳熟末期至蜡熟初期刈割玉米，单位面积产量较高，与前人的研究结果基本一致。优质的青贮饲料一般无丁酸味，有芳香果味和轻微酸味，茎叶结构保持良好，色泽绿色或黄绿色<sup>[11,12]</sup>。本试验全株玉米青贮后，色泽黄绿、气味酸香、质地松软，感官品质优良。

青贮过程中，由于微生物与植物酶系的作用，青贮内部发生一系列生化变化，引起营养物质的变化与损失，其中，易溶性碳水化合物几乎全部转化为有机酸，主要为乳酸，但纤维素等物质保持不变，青贮过程中营养物质的损失约 8%<sup>[13]</sup>。本试验中，全株玉米青贮后，粗脂肪损失 1.43%、粗蛋白损失 1.83%、无氮浸出物损失 1.41%，共计损失约 4.67%，符合青贮后营养物质的损耗规律；粗纤维、中性洗涤纤维与酸性洗涤纤维在半干与绝干基础中含量升高，是粗脂肪、粗蛋白与无氮浸出物含量的相应降低造成的。

## 4 结论

通过本试验研究证明，在高海拔地区，全株玉米在自然条件下青贮 60 d 后感官品质良好，营养物质含量丰富，可以作为动物越冬饲草料的有力补充。

## 参考文献：

- [1] 杨改河.论西藏“一江两河”地区种植业与畜牧业的关系[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),1995(04): 33-36.
- [2] 周芳,张敏,金书秦.基于 SWOT 分析的西藏农业绿色发展对策研究[J].经济研究参考,2018(33):52-59.
- [3] 王成章,王恬.饲料学(第二版)[M].北京:中国农业出版社,2011,114-132.
- [4] 包健,冯骁骋,贾玉山等.不同切割长度对天然牧草青贮饲料品质的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2019(07):91-94.
- [5] 刘颖慧,郭明,贾树利等.影响青贮玉米品质因素研究进展[J].作物杂志,2018(02):6-10.
- [6] 付建军.影响全株玉米青贮品质和产量的因素[J].甘肃畜牧兽医,2018,48(01):77+85.
- [7] 王薇星,杨培志,呼天明.关中地区不同品种青贮玉米生产特性与营养品质的研究[J].畜牧兽医杂志,2019,38(02):16-19.
- [8] 柳茜,孙启忠,徐丽君等.6 个青贮玉米品种的产量和品质比较[J].中国奶牛,2019(02):50-53.
- [9] 姜富贵,成海建,刘栋等.不同收获期对全株玉米青贮营养价值、发酵品质和瘤胃降解率的影响[J].动物营养学报:2019,31(07):1-9.
- [10] 张瑞霞,刘景辉,牛敏等.不同收获期青贮玉米品种营养成分的积累与分配[J].玉米科学,2006(06):108-112+116.
- [11] 和立文.全株玉米青贮品质评价及其对肉牛育肥性能和牛肉品质的影响[D].中国农业大学,2017.
- [12] 蔡敦江,周兴民,朱廉等.苜蓿添加剂青贮,半干青贮和与麦秸混贮的研究[J].草地学报,1997(02):123-127.
- [13] 娄玉杰,姚军虎.家畜饲养学[M].北京:中国农业出版社,2009,69-77.