

# 添加剂Siloguard 对全株玉米青贮饲料品质及有氧稳定性的影响\*

郭艳萍<sup>1</sup>, 邓波<sup>1</sup>, 娜日苏<sup>2</sup>, 玉柱<sup>1\*\*</sup>, 顾雪莹<sup>1</sup>, 朝克图<sup>3</sup>

1. 中国农业大学草地研究所, 北京 100193; 2. 内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010019; 3. 呼伦贝尔市草原科学研究所, 呼伦贝尔 021008

**摘要:** 以全株玉米为原料, 分别添加 0.05%、0.10% Siloguard, 研究其对全株玉米青贮饲料品质的影响, 并对有氧暴露 0, 1, 3, 5, 7 d 的全株玉米青贮饲料的有氧稳定性进行分析与测定。结果表明: 与对照相比, 添加 Siloguard 对青贮饲料 pH 无显著影响, 显著降低中性洗涤纤维和氨态氮含量 ( $P < 0.05$ ); 与添加 0.05% Siloguard 相比, 添加 0.1% Siloguard 显著提高青贮饲料的粗蛋白含量 ( $P < 0.05$ )。全株玉米青贮饲料有氧暴露 7 d 时青贮饲料 pH 值升高, 乳酸、乙酸和丙酸含量下降。

**关键词:** 玉米青贮饲料; Siloguard; 青贮品质; 有氧稳定性

中图分类号: S816.53 文献标识码: A 文章编号: 1000-5684(2011)

DOI: CNKI:22-1100/S.20110516.1639.006

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/22.1100.s.20110516.1639.006.html>

## Effects of Siloguard Additives on Quality and Aerobic Stability of Corn Silage

GUO Yan-ping<sup>1</sup>, DENG Bo<sup>1</sup>, NA Ri-su<sup>2</sup>, YU Zhu<sup>1</sup>, GU Xue-ying<sup>1</sup>, CHAO Ke-tu<sup>3</sup>

1. Institute of Grassland Science, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. College of Ecological Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China; 3. Hulunbuir Institute of Grassland Science, Hulunbuir 021008, China

**Abstract:** Whole-crop corn was ensiled with adding 0.05% and 0.10% Siloguard (a commercial additive contains sodium sulfate, potassium sulfate, diastatic malt, glucose and propylene glycol) respectively to examine the influence of the additive on quality of the corn silage. In addition, this experiment was carried out to evaluate the aerobic stability of the corn silages which were exposed to air and sampled on 0, 1, 3, 5, 7 day of exposure. The results showed that Siloguard had no significant effect on pH value and significantly decreased the NDF content ( $P < 0.05$ ); and 0.1% Siloguard significantly increased the CP content ( $P < 0.05$ ) in the ensiled forage compared to that in the 0.05% Siloguard treated silage. After 7 days of exposure to air, the pH value rose up, while the lactic acid, acetic acid and propionic acid decreased.

**Key words:** corn silage; siloguard; silage quality; aerobic stability

全株玉米 [*Zea mays* L.] 与无穗玉米相比, 碳水化合物含量较高, 营养价值高、适口性好, 欧美许多国家已将全株玉米青贮饲料作为奶牛的强化饲料, 而我国有些地区仍采用黄贮玉米秸秆做饲料, 这不利于奶业的优质化生产。为促进养殖业的发展, 将全株玉米作为青贮原料广泛应用于畜牧生产是未来努力的方向<sup>[1-2]</sup>。

青贮饲料生产和管理过程中, 青贮原料装填时间过长或紧实度不够以及青贮取用不当等因素都会增加青贮饲料与空气的接触, 从而导致青贮的二次发酵或有氧稳定性的降低, 二次发酵不但增加了青贮料营养物质的损失, 还会产生腐败气味降低青贮料的适口性<sup>[3-4]</sup>。Ashbell等<sup>[5]</sup>指出, 暴露于空气中的青贮料在温热环境中更易遭到破坏。有氧环境中青贮料的稳定

\* 基金项目: 948 项目“国家牧草产业技术体系”(2010-C15), 国家科技支撑计划项目(2006BAD16B08), 北京市共建项目专项

作者简介: 郭艳萍, 女, 硕士研究生, 研究方向: 饲草加工贮藏与利用。

收稿日期: 2010-10-24

网络出版时间: 2011-5-16 16:39

\*\* 通讯作者

性是决定其营养价值及适口性的关键因素。生物制剂和化学添加剂是青贮当中常用的添加剂。添加剂的使用不仅可以提高青贮饲料的品质，抑制真菌等有害微生物的繁殖，还能提高青贮饲料的有氧稳定性<sup>[6]</sup>。

Siloguard 作为青贮添加剂，国外已应用于生产实践当中，而国内使用较少。本研究选用 Siloguard 作为添加剂，研究将其应用于全株玉米青贮饲料中的可行性和添加效果。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

青贮原料：于乳熟后期收获的全株玉米，取自内蒙古自治区赤峰市农牧科学研究院试验地。

Siloguard [SG]：主要成分为硫酸钠、亚硫酸钠、硫酸钾、糖化麦芽、葡萄糖和丙二醇等，由国际食品贮藏公司生产 (JZSF)，推荐添加量为 0.05%，本试验的添加量为 0.05%和 0.10%。

### 1.2 试验设计和青贮制作

试验采用完全随机设计，共设置 3 个处理组，即对照 (ck)、0.05% siloguard (SG I) 和 0.10% siloguard (SG II) 3 个处理，每个处理重复 3 次。将全株玉米切短约 2 cm，按比例用蒸馏水溶解每个处理所需的添加剂后，喷洒于原料中，混合均匀后装入聚乙烯袋内，用真空包装机抽真空并封口；对照组添加等量蒸馏水。所有处理于室温贮藏 60 d 后开封取样分析。

### 1.3 样品采集与测定指标

开封后将青贮袋置于 40 °C 恒温培养箱中，分别于 0, 1, 3, 5, 7 d 准确称取青贮样品 20 g，加入 180 mL 蒸馏水，用榨汁机搅碎 1 min，先后用 4 层纱布和定性滤纸过滤，滤除草渣得到浸出液，用 pH 测定仪测定青贮料浸出液的 pH 值；另取一部分滤液经 0.45 μm 滤膜过滤后于 -20 °C 冷冻保存，用于有机酸<sup>[7]</sup>和氨

态氮<sup>[8]</sup>测定。

将有氧暴露 0, 1, 3, 5, 7 d 剩余的青贮样品置于信封中于 65 °C 烘箱中 48 h，测定干物质 (DM)；将烘干的样品粉碎过 1 mm 筛后，测定粗蛋白 (CP)、中性洗涤纤维 (NDF) 和酸性洗涤纤维 (ADF)<sup>[9]</sup> 等。

青贮原料样品的干物质、粗蛋白、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的测定方法与青贮饲料的测定方法一致，可溶性碳水化合物 (WSC) 含量的测定采用蒽酮-硫酸比色法<sup>[10]</sup>，缓冲能值 (BC) 的测定采用滴定法<sup>[11]</sup>。

### 1.4 弗氏评价

参照 Flieg 方法<sup>[12]</sup>。

### 1.5 数据处理与分析

利用 Excel 软件处理基础数据并制作图表，使用统计分析软件 SAS V8.0 对数据进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 全株玉米原料特点

全株玉米原料干物质、可溶性碳水化合物、粗蛋白、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的含量分别为 22.15%、16.53%、7.53%、49.32%、30.12%，缓冲能值 218 mE/kg。可溶性碳水化合物含量较高，而缓冲能值较低。

### 2.2 玉米青贮饲料的青贮品质

贮藏 60 d 时，SG I 组和 SG II 组与 ck 组相比，乙酸、丙酸和酸性洗涤纤维含量均降低。SG I 组中，pH 值降低不显著 ( $P > 0.05$ )，乳酸含量显著提高 ( $P < 0.05$ )，中性洗涤纤维含量显著降低 ( $P < 0.05$ )；SG II 组与 ck 组相比，氨态氮显著降低 ( $P < 0.05$ )，粗蛋白含量显著提高 ( $P < 0.05$ ) (表 1, 表 2)，中性洗涤纤维含量降低不显著 ( $P > 0.05$ )。所有处理组丁酸测定值均为零。

表 1 玉米青贮饲料的发酵品质  
Table 1. Fermentation quality of corn silages

处理 Treatment	pH	氨态氮/% NH <sub>3</sub> -N	乳酸/% LA	乙酸/% AA	丙酸/% PA
ck	3.73 <sup>ab</sup>	3.91 <sup>a</sup>	10.72 <sup>b</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.17 <sup>a</sup>
SG I	3.69 <sup>b</sup>	3.04 <sup>b</sup>	12.62 <sup>a</sup>	0.76 <sup>b</sup>	0.12 <sup>a</sup>
SG II	3.77 <sup>a</sup>	2.89 <sup>b</sup>	10.32 <sup>b</sup>	0.83 <sup>ab</sup>	0.00 <sup>b</sup>
标准误 SE	0.08	1.03	0.01	0.08	0.01

注：同列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )，下表同

Note: Different small letters of the same column indicate significant difference. The same below

表 2 玉米青贮饲料的营养成分  
Table 2. Nutritive composition of corn silages

处理 Treatment	干物质/% DM	粗蛋白/% CP	中性洗涤纤维/% NDF	酸性洗涤纤维/% ADF
ck	20.87 <sup>a</sup>	7.34 <sup>b</sup>	51.30 <sup>a</sup>	31.33 <sup>a</sup>
SG I	19.44 <sup>ab</sup>	7.61 <sup>ab</sup>	45.31 <sup>b</sup>	27.07 <sup>b</sup>

SG II	18.46 <sup>b</sup>	8.33 <sup>a</sup>	46.94 <sup>ab</sup>	27.74 <sup>b</sup>
标准误 SE	0.42	0.01	1.23	1.39

## 2.3 玉米青贮料的有氧稳定性

2.3.1 pH 值 由图 1 可见，有氧暴露 0, 1, 3, 5, 7 d 后，所有处理组 pH 值上升趋势明显，SG I 组的 pH 值总体低于其他 2 组。

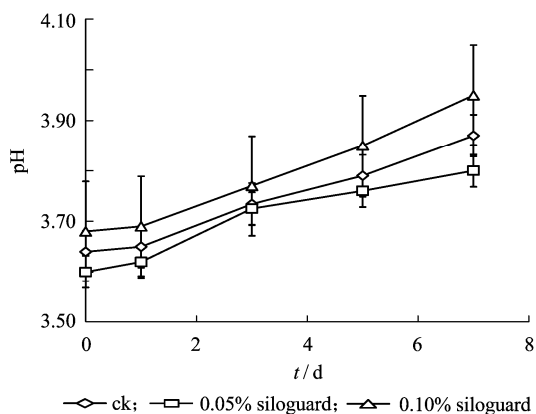


图 1 玉米青贮 pH 值的变化趋势

Fig. 1. The variation tendency on the pH value of corn silages

2.3.2 乳酸含量 随着有氧暴露时间的增加，玉米青贮料的乳酸含量整体呈下降趋势，所有处理组有氧暴露 0, 1, 3 d 时乳酸含量迅速降低，之后下降趋势较缓。整个青贮过程中，SG I 组的乳酸含量最高，ck 组乳酸含量次之，SG II 组最低（图 2）。

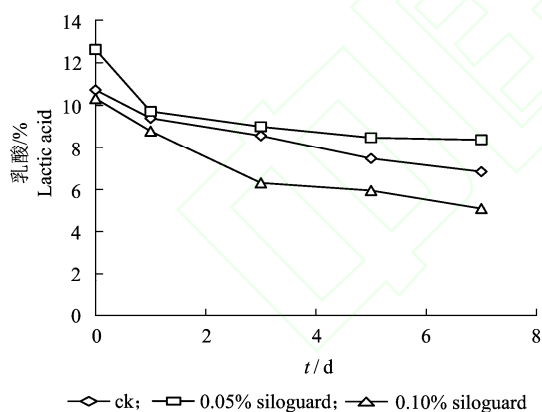


图 2 玉米青贮乳酸含量的变化趋势

Fig. 2. The variation tendency on the lactic acid of corn silages

2.3.3 乙酸含量 所有处理组的乙酸呈下降趋势。有氧暴露 0 d 时，SG I 组的乙酸含量低于对照组和 SG II 组，随着有氧暴露时间的增加，SG II 组的乙酸含量逐渐低于对照组和 SG I 组（图 3）。

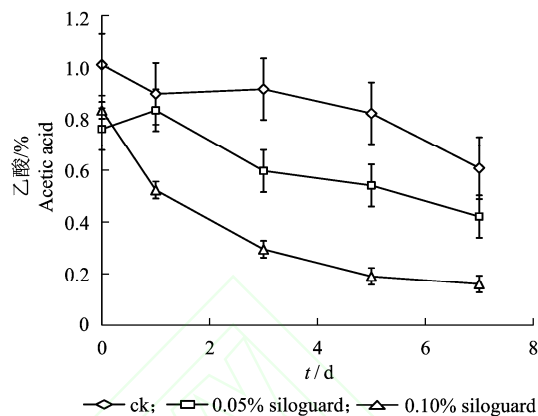


图 3 玉米青贮乙酸含量的变化趋势

Fig. 3. The variation tendency on the acetic acid of corn silages

2.3.4 丙酸含量 整个有氧暴露过程中，所有处理组丙酸含量均呈下降趋势，ck 组丙酸含量最高，SG II 组丙酸检测值为零。有氧暴露 1 d 后，3 个处理组丙酸的检测值均为零（图 4）。

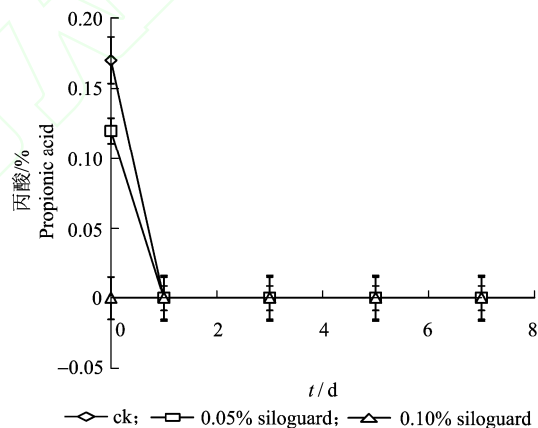


图 4 玉米青贮丙酸含量的变化趋势

Fig. 4. The variation tendency on the propionic acid of corn silages

## 2.4 玉米青贮饲料的弗氏评价

所有处理组的弗氏评分均为 100 分，属于优等饲料（见表 3）。

表 3 玉米青贮饲料的弗氏评价  
Table 3. The Fleg evaluate of corn silages

处理 Treatment	乳酸得分 Score of LA	乙酸得分 Score of AA	丁酸得分 Score of BA	总分 Total	等级 Scale
ck	30	20	50	100	优
SG I	30	20	50	100	优
SG II	30	20	50	100	优

### 3 讨论

#### 3.1 添加 Siloguard 对玉米青贮发酵品质的影响

全株玉米原料可溶性碳水化合物含量高,可以为乳酸菌的快速增殖提供充足的发酵底物,缓冲能值较低,低缓冲能可以促进pH值快速下降<sup>[13]</sup>。青贮后ck组pH值为3.73,乳酸含量远远高于其他有机酸,属于乳酸型发酵,氨态氮在总氮中的比例仅为3.07%,CP含量为7.34%,表明直接青贮可得到品质优良的青贮饲料。所有处理的pH值均<4.0,青贮后丁酸检测值均为0。乳酸在总酸中的比例均较高,这可能由于本试验所用全株玉米于乳熟期收获,并且收割后立即青贮,青贮原料中可溶性碳水化合物的含量较高,可以为乳酸菌繁殖提供足够的底物,产生大量的乳酸,从而快速降低pH值。

Siloguard 属于无机盐添加剂,主要成分为硫酸钠和亚硫酸钠等,亚硫酸钠具有较强的降低青贮容器内氧气的的能力,可以使青贮容器内快速进入厌氧环境,促进厌氧性乳酸菌的快速繁殖,从而产生大量乳酸。添加0.05% Siloguard 降低了青贮饲料的pH值,但差异不显著,显著提高了玉米青贮饲料的乳酸含量。添加0.1% Siloguard 降低氨态氮的产生量,这可能由于添加Siloguard后缩短了植物呼吸期和需氧微生物繁殖期,减少了营养物质的损耗,从而保留了大量供动物消化的营养物质。使用Siloguard添加剂降低了NDF和ADF含量,王莹等<sup>[14]</sup>对扁蓿豆做过类似试验,结论不完全一致,但与玉柱等<sup>[15]</sup>对尖叶胡枝子的研究结果一致。

本试验所有处理均未检测到丁酸,说明玉米青贮发酵品质较好,可能由于原料本身的性能较好,也可能由于添加 Siloguard 抑制了不良微生物的繁殖。

#### 3.2 添加 Siloguard 对玉米青贮有氧稳定性的影响

本试验各处理组的乳酸、乙酸和丙酸含量随着青贮饲料在空气中暴露时间的延长均有不同程度的下降,pH值有所升高,这是由于青贮料暴露于空气时厌氧环境变成好氧环境,此时,厌氧微生物数量逐渐下降(如乳酸菌),处于休眠的好氧菌(如酵母菌、霉菌)开始繁殖,从而导致青贮饲料不稳定,表现为pH值上升。试验结果表明,添加0.05% Siloguard 后减小pH值上升的幅度,可能因为Siloguard 抑制不良微生物的繁殖,对青贮饲料的二次发酵起到延迟作用,从而提高青贮饲料的有氧稳定性,但Kleinschmit等对玉米的研究<sup>[16]</sup>指出,Siloguard对玉米青贮发酵品质及有氧稳定性无显著影响,而本试验青贮饲料有氧暴露7 d时,青贮饲料的pH值仍<4.0,说明全株玉米青贮饲料的有氧稳定性较好。

Johnson等<sup>[17]</sup>研究表明,全株青贮玉米的稳定性

与其残留的乳酸存在着负相关性。可能因为产生的乳酸给乳酸同化型酵母菌等好气微生物提供了其生长繁殖所需底物,酵母菌的迅速繁殖是破坏青贮稳定性的主要原因之一<sup>[18]</sup>。本研究中未对酵母菌等有害微生物的活动进行动态研究,没有体现出这种负相关性。

添加 Siloguard 可以提高全株玉米青贮饲料的乳酸、粗蛋白含量,降低pH值、氨态氮含量,改善全株玉米青贮饲料质量,还可以延迟玉米青贮饲料的二次发酵,有效提高其有氧稳定性。随着我国奶产业的快速发展,如何减少青贮饲料有氧暴露时酵母菌和霉菌的增殖,提高青贮饲料的有氧稳定性,特别是通过添加各种微生物或化学制剂,来改善青贮饲料在贮藏和取饲过程的有氧稳定性,还需要展开深入研究。本研究对青贮饲料有机酸进行了动态研究,青贮饲料有氧暴露过程中养分及微生物的动态变化情况尚需进一步探讨。

#### 参考文献:

- [1] 郭荣钗. 发展全株玉米青贮技术提高饲草质量[J]. 河北农机, 2009(1):19.
- [2] 吕文龙,刁其玉,闫贵龙. 不同添加剂对不带穗玉米秸秆青贮发酵品质的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2010, 37(3):22-26.
- [3] Woolford M K. The detrimental effects of air on silage[J]. Journal of Applied Bacteriology, 1990, 68: 101-116.
- [4] Henderson N. Silage additives[J]. Animal Feed Science and Technology, 1993, 45: 35-56.
- [5] Ashbell G, Weinberg Z G, Hen Y, et al. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and com silages[J]., 2002, 28:261-263.
- [6] Schmidt R J, Kung Jr L. The effects of *Lactobacillus buchneri* with or without a homolactic bacterium on the fermentation and aerobic stability of corn silages made at different locations. Journal of Dairy Science, 2010, 93(4):1616-1624.
- [7] 许庆方,玉柱,韩建国,等. 高效液相色谱法测定紫花苜蓿青贮中的有机酸[J]. 草原与草坪,2007(2):63-67.
- [8] Broderica G A, Kang J H. Automated simultaneous determination of ammonia and amino acids in ruminal fluid and in vitro media[J]. Journal of Dairy Science, 1980, 33:64-75.
- [9] 杨胜. 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,1999.
- [10] Owens V N, Albrecht K A, Muck R E, et al. Protein degradation and fermentation characteristics of red clover and alfalfa silage harvested with varying levels of total nonstructural carbohydrates[J]. Crop Science, 1999, 39(6): 1873-1880.
- [11] Playne M J, McDonald P. The buffering constituents of herbage and of silage[J]. J Sci Food Agric, 1966, 17 (6): 264-268.
- [12] Flieg. On the question of the evaluation of silage[J]. Landwirsch Forschunf, 1952(3):169-171.
- [13] Buxton D R, Kiely P O. Preharvest plant factors affecting ensiling [J]. *Journal of Jilin Agricultural University* 2011 , May

Agronomy, 2003, 42:199-250.

- [14] 王莹,玉柱,于艳东.添加剂对扁蓿豆青贮饲料影响的研究[J].草业科学,2010, 27(02):129-133.
- [15] 玉柱,魏馨,韩建国,等.Siloguard 添加剂在尖叶胡枝子青贮饲料中的应用[J].饲料博览, 2009(3):1-3.
- [16] Kleinschmit D H , Schmidt R J, Kung Jr L. The Effects of Various Antifungal Additives on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn Silage[J]. Journal of Dairy Science, 2005, 88(6):2130-2139.
- [17] Johnson L M,Harrison J H,Davidson D,et al. Comsilage management:effect of maturity,inoculation,and mechanical processing on pack density and aerobic stability[J]. J Dairy Sci, 2001, 85:434-444.
- [18] 郭旭生,周禾,玉柱.不同添加剂对青贮饲料有氧稳定性的影响[J].中国奶牛, 2006(9):18-20.

