

# 不同密度对天然牧草青贮料品质的影响

李海, 贾玉山, 格根图, 李长春, 邓振军

(内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

**摘要:** 为确定天然牧草青贮的最适宜密度, 以锡林郭勒盟典型草原牧草为青贮原料, 在青贮其他条件一致的情况下, 试验就青贮密度设计了4个处理(200, 250, 300, 400 kg/m<sup>3</sup>), 通过比较不同处理天然牧草青贮料之间的感官指标、常规营养成分及有机酸的组成成分含量, 综合评定每个处理天然牧草青贮料的品质。结果表明: 综合评定4种处理的感官指标以散草密度300 kg/m<sup>3</sup>的青贮效果相对较好; 从营养成分分析看, 密度300 kg/m<sup>3</sup>在青贮后粗蛋白、无氮浸出物和TDN含量在干物质中的含量相对较高, 保存较好; 从有机酸的角度综合评价, 得出密度为300 kg/m<sup>3</sup>时较有利于天然牧草的发酵。从感官品质、常规营养成分含量和有机酸组成综合评定, 天然牧草青贮的最佳密度应选在300 kg/m<sup>3</sup>左右。

**关键词:** 天然牧草; 密度; 青贮; 综合评定

中图分类号: S816.32 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)02-0143-04

## Influence of Different Compactions on the Quality of Native Grass Silage

LI Hai, JIA Yu-shan, GE Gen-tu, LI Chang-chun, DENG Zhen-jun

(College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

**Abstract:** The purposes were to determine the suitable density of native grass in silage. The effect of 4 different densities(200, 250, 300, 400 kg/m<sup>3</sup>) on the quality of native grass silage in typical steppe of Xilinguole was studied. Sensory indicators, contents of nutrients and organic acid were determined. The results indicated when native grass density was 300 kg/m<sup>3</sup>, the sensory indicators, contents of crude protein, nitrogen-free extract, the total digestible nutrition(TDN) and organic acid content were higher than other densities, and 300 kg/m<sup>3</sup> was beneficial to native grass fermentation. Therefore, the optimum density of native grass silage was 300 kg/m<sup>3</sup>.

**Key words:** Native grass; Density; Silage; Comprehensive evaluation

随着畜牧业的不断发展, 饲料的需求就成了影响其发展的主要问题。在牧区, 天然牧草几乎都被制成青干草保存, 在保存的过程中易发霉、变质, 营养成分损失很多, 而且占用空间大, 费用高。所以, 如何正确而有效地利用天然牧草, 变得尤为重要<sup>[1,2]</sup>。

锡林郭勒盟西乌珠穆沁旗有广阔的天然草地, 牧草较为丰富。但是该地区每年的降水大部分分布在7、8月份, 正是牧民们打草的季节, 导致大量牧草没能及时地贮存而损失, 而且有些天然牧草的品质不是很好, 适口性和消化率都很低。青贮饲料可以弥补青干草的不足, 能有效的保持牧草的营养成分, 改善饲草的适口性, 提高饲草的消化利用率, 延长饲

料的保存时间, 保障牲畜青饲料全年供应不受天气变化影响等<sup>[3,4]</sup>。

本研究通过比较天然牧草不同青贮密度对青贮料的感官指标、常规营养成分及有机酸组成成分含量的影响, 综合评定不同处理天然牧草青贮料的品质, 为确定天然牧草最适宜青贮密度提供理论依据, 进而指导生产实践。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

试验原料取自锡林浩特市西乌珠穆沁旗典型草原, 选择草种分布均匀的天然牧草草地为试验原料采集地。通过对原料采集地天然牧草的调查和鉴

收稿日期: 2007-10-10

基金项目: 国家“十一五”技术支撑项目资助(2006DAD16B08)

作者简介: 李海(1964-), 男, 内蒙古赤峰人, 在读博士, 主要从事牧草生产与加工研究工作。

通讯作者: 贾玉山(1962-), 男, 内蒙古赤峰人, 博士, 博导, 教授, 主要从事牧草生产与加工研究工作。

定,样地草种以大针茅(*Stipa grandis* P. Smim) 为建群种,其生物量占样地的 71%; 伴生种有:羊草(*Leymus chinensis* (Trin) Tzvel) 生物量占样地的 16%, 野葱(*Allium mongolicum* Regel) 生物量占样地的 6%, 糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa* (Trin. )Keng) 生物量占样地的 4%, 知母(*Rhizoma anemarrhena*) 生物量占样地的 1%, 还有生物量占样地 2% 的杂类草。

### 1.2 研究方法

1.2.1 青贮处理 将刈割后的牧草晾晒,使其水分含量保持 60%~65%,称取相同质量的牧草,装入塑料袋内,放入大小相同的圆形青贮窖内,通过控制压实的厚度来达到试验设计的密度,处理 1: 200 kg/m<sup>3</sup>、处理 2: 250 kg/m<sup>3</sup>、处理 3: 300 kg/m<sup>3</sup>、处理 4: 400 kg/m<sup>3</sup>,以刈割后新鲜的天然牧草为对照。青贮 35 d 后取样,以青贮原料为对照。

1.2.2 感官评定 主要评定指标有:颜色、气味、酸味、质地、贮成率、pH 值。

1.2.3 营养评定 青贮饲料营养评定的监测指标有很多,本研究采用的指标是粗蛋白质、粗纤维、干物质、粗脂肪、粗灰分。测定方法参照参考文献[5]的方法进行。

无氮浸出物(%)= 100%-(水分%+粗蛋白%+粗脂肪%+粗灰分%) 可消化的营养物质(TDN) 根据修奈达氏(SCHNEER) 计算得到,  $Y = C + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$ , 式中  $Y$  为各种成分的消化率及总消化养分; $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$  分别代表干物质中粗蛋白、粗纤维、无氮浸出物、粗脂肪的百分含量; $C$

为各个测定指标对应常数; $b_1$ 、 $b_2$ 、 $b_3$ 、 $b_4$  为求各个成分的消化率及 TDN 时,分别代表饲料中粗蛋白质、粗纤维、无氮浸出物、粗脂肪等在干物质中的含量。各常数和系数从饲料消化率与系数表中查得。

1.2.4 有机酸的测定 将青贮试样剪成 0.2~0.5 cm 长,称 20.00 g 于 200 mL 具塞三角瓶中,加入 100 mL 蒸馏水,摇匀,置于 4℃冰箱内浸提 24 h,并不时摇动。过滤,取滤液 10 mL 于 15 mL 离心管中,以 4 000 r/min 离心 15 min,取上清液 4 mL,加入 25% 偏磷酸与甲酸按 3:1 配制的混合液 1 mL,静置 40 min 后,取 1 mL 混合液加入 2.00 g 酸性吸附剂(三者的重量比为 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 50% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 硅藻土[ $V/m$ ]=30:1:20) 和 4 mL 巴豆酸溶液,摇匀,澄清后用惠普 5890 SERIES Gas chromatograph 气相色谱仪分析<sup>[6]</sup> (工作条件为柱温 150℃,汽化室温度 230℃,空气压力 0.35 kg/cm<sup>2</sup>,流量 140 mL/min; 氢气压力 1.2 kg/cm<sup>2</sup>,流量 14 mL/min, N<sub>2</sub>(载体) 流量 55 mL/min,进样量 1  $\mu$ L)。

### 1.3 数据统计

采用 Excel 软件进行数据汇总,用 SPSS 13.0 for Windows 软件进行单因素方差分析,比较处理间的差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同密度青贮天然牧草感官评定

青贮 35 d 后取样对天然牧草青贮料进行了感官评价,结果见表 1。

表 1 不同密度天然牧草青贮料感官指标

Tab.1 The sensory indicators of different densities natural grass silage

处理 Treatment	颜色 Colour	气味 Odor	质地结构 Texture and structure	pH	贮成率/% Storage rate
处理 1	浅绿色	酸味淡,有霉味	软,稍干	4.6	63.72
处理 2	浅绿色	酸味一般,稍有霉味	柔软,稍干	4.4	71.43
处理 3	绿	芳香酸味较浓,	柔软,	4.0	68.89
处理 4	褐绿色	淡芳香酸味,有霉味	软,干	4.5	45.65
CK	绿色	无草香味	柔软	7.0	

由表 1 可以看出,从感官评定的标准分析,前 3 个处理的颜色、气味、质地及 pH 值,随着青贮密度的增加,4 项指标都有所改善,处理 3 的颜色为绿色、芳香味较浓、质地柔软、pH 值适中,品质最好。处理 4 与其他 3 个处理相比,虽然其青贮密度较高,但其感官品质次于其他 3 个处理,其贮成率也较低。综合评定 4 种处理的感官指标,处理 3 的感官品质相对较好<sup>[7]</sup>。

### 2.2 不同密度天然牧草青贮料营养评定

青贮过程对天然牧草粗脂肪和粗灰分的影响较小,本试验对各个处理天然牧草青贮料干物质中粗

纤维、粗蛋白质、无氮浸出物和可消化营养物质(TDN) 4 个营养指标的含量进行比较,并与对照(青贮原料) 比较,分析各个处理的青贮效果<sup>[8]</sup>,见表 2。

由表 2 可以看出,4 个处理粗纤维在干物质中的含量均低于对照,总体上随青贮密度增加而降低,除处理 1 和处理 2 之间差异不显著外,各处理间均达显著或极显著水平( $p < 0.05$ )。4 个处理粗蛋白质在干物质中的含量均低于对照,均随处理密度的增加呈先降低后升高再降低的趋势,彼此之间差异较小,处理 3 粗蛋白含量的保存最好,占干物质总量的 4.70%,处理 1 与处理 2、处理 3 与处理 4 差异不

显著, 其他处理间差异显著( $p < 0.05$ )。4 个处理的无氮浸出物在干物质中的含量均低于对照, 随处理密度增加呈先升高后降低的趋势, 各处理间的增幅不等, 处理 3 的无氮浸出物含量最高, 占干物质总量的 24.62%, 处理间差异均显著或极显著( $p < 0.05$ )。4 个处理的 TDN 在干物质中的含量均低于对照, 随处理密度的增加呈先升高后降低的趋势, 各处理间

的增幅不等, 处理 3 的 TDN 含量相对较高, 占干物质总量的 40.58%, 处理间差异均显著或极显著( $p < 0.05$ )。

有机酸是青贮饲料中可溶性糖厌氧发酵的主要产物, 其含量和组成比例是确定青贮饲料发酵特性和评价青贮品质的重要指标, 是影响反刍家畜生产的重要成分<sup>[9]</sup>。

表 2 不同密度天然牧草青贮料常规营养成分含量(DM%)

Tab.2 The nutrition content of different densities natural grass silage							%
处理 Treatment	干物质 Dry matter	粗纤维 Crude fiber	粗蛋白质 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗灰分 Crude ash	无氮浸出物 Nitrogen free extract	TDN The total digestible nutrition
处理 1	49.20d	17.84 b	4.32 cd	5.32c	4.39a	19.35 e	35.67 e
处理 2	53.59c	17.89 b	4.19 d	4.97d	4.64a	22.94 d	38.56 d
处理 3	56.61b	15.82 d	4.70 b	5.23c	4.22a	24.62 b	40.58 b
处理 4	56.80b	16.85 c	4.67 bc	5.93a	4.24a	24.07 c	39.53 c
CK	70.70a	21.59 a	6.21 a	5.55b	4.84a	32.51 a	41.12 a

表 3 不同密度天然牧草青贮料有机酸含量

Tab.3 The organic acid content of different densities natural grass silage					mmol/g
处理 Treatment	乙酸 Vinegar acid	丙酸 Propionic acid	丁酸 Butyric acid	乳酸 Lactic acid	
处理 1	24.18b	37.92ac	9.37ab	43.78c	
处理 2	24.52b	44.03a	3.48b	45.18bc	
处理 3	36.20a	39.98a	0.00b	62.37a	
处理 4	39.93a	12.08bc	19.78a	47.35b	

由表 3 可看出, 乳酸的含量随着天然牧草密度的增加呈现先增加后减少的趋势, 在密度为 300 kg/m<sup>3</sup>时达到最大值 62.37 mmol/g, 处理 1 和处理 2 间、处理 2 与处理 4 间差异不显著, 其他处理间差异均显著( $p < 0.05$ ); 乙酸的含量随着天然牧草青贮密度的增加呈上升的趋势, 处理 1 与处理 2 间、处理 3 与处理 4 间无显著差异, 其他处理间均差异显著( $p < 0.05$ ); 丙酸的含量总体上随着密度的增加呈现下降的趋势, 处理 1 与其他 3 个处理间、处理 2 与处理 3 间无显著差异, 其他处理间均差异显著( $p < 0.05$ ); 丁酸的含量随着天然牧草青贮密度的增加先下降后上升, 在密度为 300 kg/m<sup>3</sup>时达到最小值 0, 在密度为 400 kg/m<sup>3</sup>达到最大值 19.78 mmol/g, 处理 1 与其他 3 个处理间、处理 2 和处理 3 无显著差异, 其他处理间均差异显著( $p < 0.05$ )。

3 讨论与结论

良好的青贮环境, 是乳酸菌生存和繁殖条件, 是青贮成功的关键。通过对不同密度天然牧草青贮料感官品质的评定, 处理 3 的颜色为绿色、芳香味较浓、质地柔软、pH 值适中, 储成率也较高, 品质相对较好<sup>[10-12]</sup>。原因是处理 3 的青贮密度较有利于乳酸菌的生存和繁殖, 随着乳酸菌的增加, pH 值降低, 乳酸菌占绝对优势, 在此过程中, 产生的乳酸和乙醇

较多, 芳香味较浓, 所以其感官品质相对较好。处理 4 感官品质不及处理 3, 原因是青贮密度太大, 乳酸菌活动的空间太小, 不利于乳酸的发酵, pH 值升高, 腐败菌开始活动, 导致霉变和腐烂的较多<sup>[13,14]</sup>。

4 个处理粗纤维、粗蛋白质、无氮浸出物和可消化营养物质(TDN) 在干物质中的含量均低于对照。粗纤维总体上随青贮密度增加而降低; 粗蛋白质随处理密度的增加呈先降低后升高再降低的趋势, 彼此之间相差较小, 处理 3 的粗蛋白含量的保存最好; 无氮浸出物随处理密度增加呈先升高后降低的趋势, 各处理间的增幅不等, 处理 3 的无氮浸出物含量最高, 处理间差异均显著; 可消化营养物质随处理密度的增加呈先升高后降低的趋势, 各处理间的增幅不等, 处理 3 的 TDN 含量相对较高, 处理间差异均显著( $p < 0.05$ )。原因是青贮过程中产生微生物将牧草的部分纤维素分解。在其他条件相同的情况下, 青贮密度越大, 乳酸菌发酵就越彻底, 纤维素的分解就越多<sup>[15]</sup>。粗蛋白质含量低于对照可能是由于青贮过程中产生了氨基酸发酵, 丁酸菌通过脱氨、脱羧、氧化还原作用将蛋白质分解, 随着青贮密度的增加, 乳酸菌大量繁殖, pH 值降低, 丁酸菌生长被抑制或停止<sup>[16]</sup>, 所以, 就减少了蛋白质损失。青贮过程中, 无氮浸出物一部分会被有害微生物分解, 一部分会随着渗出液流失, 导致其含量降低, 各个处理间

的差异主要是由于青贮密度的不同, 有害微生物数量的不同, 对无氮浸出物分解的程度不同导致的<sup>[17]</sup>。各处理的 TDN 含量均低于对照, 可能原因是青贮过程中, 各种微生物消耗了一部分或者植物本身酶系统的作用使青贮饲料发生一系列生物化学变化, 造成可消化营养物质的损失<sup>[18, 19]</sup>。各处理间 TDN 在干物质中含量的不同, 主要是随着青贮密度的增加, 乳酸菌数量增多, 乳酸菌可将一些不可消化的物质转化为可消化营养物质。

通过对不同密度天然牧草青贮料有机酸的分析, 乳酸的含量随着天然牧草密度的增加呈先增加后减少的趋势, 在密度为  $300 \text{ kg/m}^3$  时达到最大值; 乙酸的含量随着青贮密度的增加呈现上升的趋势; 丙酸的含量总体上随着密度的增加呈下降的趋势; 丁酸的含量随着青贮密度的增加先下降后上升, 在密度为  $300 \text{ kg/m}^3$  时没有丁酸产生, 在密度为  $400 \text{ kg/m}^3$  达到最大值。从有机酸的角度综合评价, 得出密度为  $300 \text{ kg/m}^3$  时较有利于天然牧草的发酵, 原因是植物细胞壁完全被破坏, 细胞内可溶性碳水化合物等营养物质完全流出, 使乳酸菌迅速利用并开始繁殖产生大量乳酸。这表明青贮时密度太低会导致大量腐败菌的繁殖, 密度太高乳酸菌的生存空间太小, 限制了乳酸菌的活动, 影响青贮过程中乳酸、乙酸和丙酸的产生<sup>[20]</sup>。

从感官品质、常规营养成分含量和有机酸组成综合评定, 天然牧草青贮的最佳密度应选在  $300 \text{ kg/m}^3$  左右。

# 参考文献:

- [1] 鲜秀梅, 马文涛. 高寒阴湿地区天然牧草青贮技术初探[J]. 当代畜牧, 2005(1): 34– 42.
- [2] 周德宝. 青贮饲料的研究[J]. 饲料研究, 2004(13): 32– 34.
- [3] 杨连双. 牧草青贮的优点及其调制[J]. 哲里木畜牧学院学报, 2000(2): 37– 45.
- [4] 蔡义民. 乳酸菌对青贮饲料发酵品质的改善效果[J]. 中国农业科学, 1995, 28(2): 73– 82.
- [5] 王加启, 于建国. 饲料分析与检验[M]. 北京: 中国计量

出版社, 2003: 486– 492.

- [6] Owen F G. Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage[J]. Journal of Dairy Science, 1967, 9: 15– 19.
- [7] 玉柱, 贾玉山. 牧草加工贮藏与利用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 8– 9.
- [8] 张秀芬. 饲草饲料加工与贮藏[M]. 北京: 中国农业出版社, 1991: 23– 28.
- [9] 张子仪. 中国饲料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 867– 871.
- [10] Succi G, Crovetto G M, Tamburini A, *et al.* Determination of net energy of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) silage and hay[J]. Zoot Nutr, Anim, 1992, 18: 271– 283.
- [11] Jouany J P. Methane production from ruminants: its contribution to greenhouse effect and how to control emission[C]// Piva G. Proc. 3rd Feed Production Conference. Piacenza, Italy, 1994: 269– 287.
- [12] Marten Van Houtert. Growth of Schizosac charomyces sp. HL on supernatant from anaerobically fermented pig waste[J]. Effects of VFA concentration and pH, 2005, 11(2): 218– 229.
- [13] Erowin Z S. Volatile fatty acids analyses of blood and rumen fluid by gas chromatograph[J]. Dairy Sci, 1961, 44: 64– 68.
- [14] Stigma, Spoelstra S F. Feeding value of enzyme– treated grass silages[J]. Annual Report Institute for Livestock Feeding and Nutrition Research, 1990: 24– 35.
- [15] 林秋萍, 李瑾, 冯书惠, 等. 有机酸和乳酸的测定方法研究[J]. 饲料工业, 2006(15): 47– 52.
- [16] 陈庆今, 刘焕彬, 胡勇有. 气相色谱测定厌氧消化液有机酸的快速法研究[J]. 中国沼气, 2003, 21(4): 3– 5.
- [17] 张剑云, 张玲. 微生物青贮添加剂与尿素对青贮玉米体外消化 VFA 的影响[J]. 饲料研究, 2005(7): 51– 54.
- [18] 何依群, 乐国伟, 施用晖, 等. 微生物接种剂和酶制剂对黑麦草青贮发酵品质的影响[J]. 无锡轻工大学学报, 2004(3): 1– 4.
- [19] 艾克拜尔, 王文兵, 买买提·吐尔逊. 优质青贮饲草料调制与品质鉴定及利用技术探讨[J]. 草食家畜, 2004, 9(3): 35– 41.
- [20] 曹致中. 草产品学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 82– 96.