

不同添加剂对无芒雀麦青贮品质的影响

玉柱¹, 白春生², 孙启忠³, 薛艳林¹, 韩立英¹, 于艳冬⁴

(1. 中国农业大学草地研究所, 北京 100094; 2. 沈阳农业大学园艺学院, 沈阳 110161;
3. 中国农业科学院草原研究所, 呼和浩特 010010; 4. 南京农业大学动物科技学院, 南京 210095)

摘要:以无芒雀麦为原料,分别添加蔗糖(20 kg·t⁻¹)、甲酸(2 kg·t⁻¹和4 kg·t⁻¹)、青宝二号(0.002 5 kg·t⁻¹)、青宝二号+蔗糖(0.002 5 kg·t⁻¹+20 kg·t⁻¹)调制青贮。45 d后开启青贮料取样分析发酵品质、化学成分和有氧稳定性。结果表明,甲酸可改善青贮饲料的发酵品质,并提高青贮饲料的有氧稳定性;蔗糖可改善青贮饲料的发酵品质,但不能提高青贮饲料的有氧稳定性;添加青宝二号、青宝二号+蔗糖处理不仅能调制发酵品质优良的青贮饲料,而且有氧稳定性也较好;在所有处理组中青宝二号+蔗糖混和处理组的发酵品质最佳。

关键词:无芒雀麦;青贮;添加剂;发酵品质;化学成分;有氧稳定性

中图分类号:S816.S⁺3 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-0864(2008)04-0076-06

The Effect of Different Silage Additives on the Quality of Bromegrass Silage

YU Zhu¹, BAI Chun-sheng², SUN Qi-zhong³, XUE Yan-lin¹, HAN Li-ying¹, YU Yan-dong⁴

(1. Institute of Grassland Science, China Agricultural University, Beijing 100094; 2. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161; 3. Grassland Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Hohhot 010010; 4. College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Bromegrass (*Bromus inermis* Leyss.) were ensiled with different additives, sucrose (20 kg·t⁻¹), formic acid (2 kg·t⁻¹ and 4 kg·t⁻¹), FAST-SILE (0.002 5 kg·t⁻¹) and FAST-SILE + sucrose (0.002 5 kg·t⁻¹ + 20 kg·t⁻¹). All treatments were stored for 45 days, then sampling for the analysis of fermentation quality, chemical composition and aerobic stability of the bromegrass silage. The result indicated that formic acid can improve the silage fermentation quality and the aerobic stability; the sucrose can improve the silage fermentation quality, but can not improve aerobic stability. It can not only enhance the aerobic stability of silage, but also improve the silage fermentation quality by adding FAST-SILE and FAST-SILE + sucrose. And the treatment of FAST-SILE + sucrose had better effect on improving silage fermentation quality than other treatments.

Key words: bromegrass; silage; additives; fermentation quality; chemical compositions; aerobic stability

青贮是通过微生物发酵作用,将青绿原料中的可溶性碳水化合物转化成乳酸等有机酸,使原料的pH降低,从而有效抑制不良微生物的生长繁殖,获得能够长期保存、降低营养物质损失的贮存方法。青贮添加剂是为了抑制不良微生物繁殖,减少贮藏过程中营养物质损失和增加其饲喂价值,并能确保青贮饲料在预定范围内发酵而设计的物质^[1]。目前常用的青贮添加剂主要有乳酸菌接种剂、细胞壁分解酶、甲酸和糖类物质等。

其中乳酸菌接种剂、糖类物质和细胞壁分解酶为发酵促进剂,能加快乳酸发酵速度控制青贮的整个发酵过程;甲酸为发酵抑制剂,通过抑制全部或部分微生物活动来控制发酵过程^[2,3]。

无芒雀麦(*Bromus inermis*)为禾本科雀麦属多年生牧草,对不同气候与土壤的适应性强,再生能力和耐牧性也较强,适用于刈割和放牧利用。另外,无芒雀麦叶量大,适口性好,营养丰富,各种家畜均喜食,所以无芒雀麦是保持水土、改良草场

收稿日期:2007-12-18;修回日期:2008-05-22

基金项目:公益性行业科研专项“人工草地优质牧草生产技术与示范”(nyhyzx07-022),国家科技支撑计划项目“牧草丰产技术集成与产业化示范”(2006BAD16B08)和“奶牛优质饲草生产技术研究及开发”(2006BAD04-06-06)资助。

作者简介:玉柱,副教授,研究方向为饲草加工贮藏与利用。Tel:010-62733414; E-mail:yuzhu3@sohu.com。通讯作者:孙启忠,研究员,主要从事草地生产与管理研究。Tel:0471-4926909;E-mail:sunqz@126.com

和退耕还草的首选草种,其种植面积不断扩大。无芒雀麦可调制优质干草,但目前采用天然干燥方法调制干草过程中营养物质损失较大。为了减少营养物质的损失,提高其饲喂价值,可将无芒雀麦调制青贮饲料。有关无芒雀麦青贮的报道较少,本试验利用不同添加剂调制无芒雀麦青贮,并通过分析青贮饲料的发酵品质、营养物质和青贮饲料的有氧稳定性,探讨不同青贮添加剂对无芒雀麦青贮饲料品质的影响。

1 材料与方 法

1.1 青贮原料

青贮原料来源于内蒙古赤峰市红山军马场群落野生生长的无芒雀麦(*Bromus inermis* Leyss.)。

1.2 添加剂

青宝二号(Q):主要成分为乳酸菌,由北京塔金生物技术有限公司提供。

甲酸(A):工业用甲酸,纯度为40%。

蔗糖(S):分析纯,购自北京化学试剂公司。

1.3 试验设计

试验设对照组(CK)、甲酸1(A1)、甲酸2(A2)、蔗糖(S)、青宝二号(Q)、青宝二号+蔗糖(Q+S)6个处理,每个处理3个重复,各处理的添加量见表1。

表1 无芒雀麦青贮实验设计

Table 1 The experiment design of bromegrass silages.

处理 Treatments	添加量(kg·t ⁻¹) Amount of additives
CK	0
A1	2
A2	4
S	20
Q	0.002 5
Q+S	0.002 5+20

1.4 试验方法

1.4.1 青贮饲料调制 原料草刈回后直接切短至2 cm左右,采用2.5 L聚乙烯青贮罐,每罐装原料草1.2 kg,密度约为480 kg·m⁻³。在室温条件下贮藏45 d后开封,开封后0 d(开封当日)、3 d和7 d进行感官检查,取样测定相关指标。

1.4.2 青贮饲料品质分析 开启青贮罐后,从色

泽、气味、质地和霉变等方面进行感官评定^[4,5],随机取样测定相关指标。

pH测定:取青贮样品20 g,加入180 mL蒸馏水,搅拌均匀,用组织捣碎机搅碎1 min,先后用4层纱布和定性滤纸过滤,滤出草渣得到浸出液,再用pH计测定青贮料浸出液的pH。

水分测定:取青贮样品200 g,65℃烘干48 h测初水分。样品过1 mm筛,密封袋内贮存。

化学成分测定:粉碎样用FOSS公司全自动凯氏定氮仪测定粗蛋白质(CP)含量;采用范氏(Van Soest)方法测中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)含量;蒽酮比色测定法测可溶性碳水化合物(WSC)^[6];苯酚-次氯酸钠比色法测氨态氮(NH₄⁺-N)^[7];滴定法测缓冲能值^[7]。105℃烘干,测干重(DM)。

有机酸测定:使用SHIMADZE-10A型高效液相色谱分析乳酸、乙酸、丙酸和丁酸含量,使用Shodex Rspak KC-811 S-DVB gel Column 30×8 mm,色谱柱;SPD-M10AVP检测器,流动相采用3 mmol·L⁻¹高氯酸,流速为1 mL·min⁻¹,柱温50℃,检测波长210 nm;进样量5 μL。

对青贮饲料有氧稳定性的研究,通过温度变化(以环境温度为参照,测试原料能够不高于环境温度2℃所持续的时间),化学分析(包括pH、化学成分等)和微生物培养(霉菌、酵母菌、乙酸菌等)来评价。

1.5 数据分析

用SAS软件中的GLM程序对数据进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 无芒雀麦青贮饲料感官鉴定

从感官上来看,开封当天,各添加剂处理的青贮饲料颜色基本接近,都呈黄绿色,而对照组颜色略浅;嗅觉上添加剂处理都有强烈的酸香味,对照组为清淡的酸味;青贮饲料的茎叶结构都保存完好(见表2)。

2.3 无芒雀麦青贮饲料发酵品质

除甲酸处理组外,其他处理组pH均显著低于对照组($P < 0.05$),其中青宝二号+蔗糖处理和青宝二号处理的pH达到4.2以下;对于氨态

表 2 无芒雀麦青贮饲料感官鉴定结果

Table 2 The sense evaluation of bromegrass silages.

处理 (Treatments)	质地 (Texture)	颜色 (Color)	气味 (Odor)	发霉状况 (Moldy)
CK	好 Good	浅黄绿 Light yellow green	淡酸味 Light sour	顶层发霉 Top mould
A 1	好 Good	黄绿 Yellow green	酸香味 Acid flavor	没有发霉 NO mould
A 2	好 Good	黄绿 Yellow green	酸香味 Acid flavor	没有发霉 NO mould
S	好 Good	黄绿 Yellow green	酸香味 Acid flavor	没有发霉 NO mould
Q	好 Good	黄绿 Yellow green	酸香味 Acid flavor	没有发霉 NO mould
Q+S	好 Good	黄绿 Yellow green	酸香味 Acid flavor	没有发霉 NO mould

氮占总氮的比例,除青宝二号+蔗糖处理与对照组之间差异不显著外($P > 0.05$),其他处理组均显著低于对照组($P < 0.05$),且各处理间差异显著;青宝二号和青宝二号+蔗糖处理组的乳酸含量显著高于对照组($P < 0.05$),而蔗糖处理、青宝二号处理和青宝二号+蔗糖处理中,乳酸在总酸含量中的比例显著高于对照组($P < 0.05$);各处理组间的乙酸含量和乙酸占总酸量比例的差异均未达到显著水平($P > 0.05$);各处理组中丙酸含量均显著低于对照组($P < 0.05$),其中蔗糖、青宝二号和青宝二号+蔗糖处理中未产生丙酸,但各处理间丙酸占总酸量比例差异不显著($P > 0.05$);各处理间丁酸含量以及丁酸占总酸量中的比例差异不显著($P > 0.05$),只有对照组和蔗糖处理后产生丁酸;青宝二号处理和青宝二号+蔗糖处理青贮饲料中总酸含量显著高于其他处理组($P < 0.05$),且青宝二号处理和青宝二号+蔗糖处理之间存在显著差异($P < 0.05$)(见表3)。

2.3 无芒雀麦青贮饲料化学成分和缓冲能值

添加剂处理的青贮饲料中干物质的含量均显著高于对照组($P < 0.05$);各处理组间粗蛋白含量均无显著差异($P > 0.05$);青宝二号+蔗糖处

理青贮原料的中性洗涤纤维含量显著低于其他处理($P < 0.05$);各处理之间酸性洗涤纤维含量均低于对照组,但无显著差异($P > 0.05$);各处理间可溶性碳水化合物量均高于对照,且各处理组间存在显著差异($P < 0.05$),其中青宝二号+蔗糖处理的可溶性碳水化合物最高;甲酸和青宝二号处理的缓冲能显著低于对照、蔗糖和青宝二号+蔗糖3个处理($P < 0.05$)(见表4)。

2.4 无芒雀麦青贮饲料的 pH 和化学成分在有氧条件下的变化情况

不同处理青贮饲料与空气接触3d后,干物质含量都略有增加,但是仅青宝二号和蔗糖处理的干物质变化达到显著水平($P < 0.05$);不同处理下青贮饲料两次取样中粗蛋白、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量差异不显著($P > 0.05$);不同处理下青贮饲料的 pH 都有所升高,并且对照组、蔗糖处理和青宝二号+蔗糖处理两次取样之间差异达到显著水平($P < 0.05$);两次取样测定青贮饲料中可溶性碳水化合物含量均显著降低($P < 0.05$),除对照和青宝二号处理外,其他处理的减少量均在50%以上(见表5)。

表 3 无芒雀麦青贮饲料的发酵品质

Table 3 The fermentation quality of bromegrass silage.

处理 Treatments	pH	NH ₄ ⁺ 含量 (%)		有机酸含量 Organic acid (DM%)					占总酸量 Acid/Total acid (%)			
		NH ₄ ⁺ -N/ Total nitrogen (%)	乳酸 Lactic acid	乙酸 Acetic acid	丙酸 Propionic acid	丁酸 Butyric acid	总酸 Total acid	乳酸 Lactic acid	乙酸 Acetic acid	丙酸 Propionic acid	丁酸 Butyric acid	
CK	5.10 a	2.30 a	1.04 cd	0.98a	0.68 a	0.20a	2.91 c	36.33 ab	33.70a	0.23a	0.07a	
A 1	5.23 a	0.92 e	0.47 d	1.72a	0.23 b	0a	2.39 c	20.50 b	67.53a	0.13a	0a	
A 2	5.07 a	1.12 d	0.60 d	1.40a	0.22 b	0a	2.22 c	27.03 b	63.06a	0.10a	0a	
S	4.55 b	2.07 b	2.00 c	1.12a	0 b	0.16a	3.31 c	60.60 cd	33.37a	0a	0.07a	
Q	3.96 c	1.61 c	4.06 b	2.81a	0 b	0a	6.87 b	59.27 cd	40.73a	0a	0a	
Q+S	3.59 d	2.30 a	6.03 a	2.02a	0 b	0a	8.04 a	74.83 c	25.17a	0a	0a	

注:表中同列不同小写字母表示平均数差异显著($P < 0.05$)。

Note: Means with different small letters in each column differed significantly ($P < 0.05$).

表 4 青贮饲料营养成分含量和缓冲能值

Table 4 The nutritional content and buffering capacity of bromegrass silages.

处理 Treatments	DM(DM%)	CP(DM%)	NDF(DM%)	ADF(DM%)	WSC(DM%)	BC(mE/kg·DM)
CK	24.97 c	14.37a	59.40 a	32.43a	1.53 d	413.35 a
A1	28.30 a	14.57a	61.30 a	32.13a	3.36 b	355.00 b
A2	27.20 ab	15.03a	58.97 a	30.30a	3.83 a	353.35 b
S	27.77 ab	14.03a	59.73 a	30.63a	2.12 c	412.00 a
Q	26.70 b	15.07a	59.67 a	31.87a	1.72 d	340.35 b
Q+S	27.20 ab	13.90a	55.40 b	28.80a	3.94 a	421.40 a

注:表中同列不同小写字母表示平均数差异显著($P < 0.05$)。

Note: Means with different small letters in each column differed significantly($P < 0.05$).

表 5 无芒雀麦青贮饲料的 pH 和化学成分在有氧条件下的变化

Table 5 The changes of pH and chemical composition of the bromegrass silage at the aerobic condition.

处理 Treatments	天数 Days	pH	DM(%)	CP(DM%)	NDF(DM%)	ADF(DM%)
CK	0	5.10b	24.97a	14.37a	59.40a	32.43a
	3	5.85a	25.23a	15.50a	58.77a	32.30a
A1	0	5.23a	28.30a	14.57a	61.30a	32.13a
	3	5.71a	29.00a	15.03a	62.73a	32.10a
A2	0	5.07a	27.20a	15.03a	58.97a	30.30a
	3	5.57a	28.27a	14.80a	61.86a	29.37a
S	0	4.56b	27.75b	14.03a	59.73a	30.63a
	3	5.42a	29.07a	14.23a	57.63a	30.23a
Q	0	3.96a	26.70b	15.07a	59.67a	31.87a
	3	4.19a	28.40a	14.57a	61.13a	30.10a
Q+S	0	3.59b	27.20a	12.90a	55.40a	28.80a
	3	4.04a	30.47a	14.07a	54.43a	29.10a

注:同处理的同列不同小写字母表示平均数差异显著($P < 0.05$)。

Note: Means with different small letters in each column of the same treatment differed significantly($P < 0.05$).

2.5 无芒雀麦青贮饲料的有氧稳定性

在所有处理当中青宝二号处理组的有氧稳定性最好;其次为甲酸处理组和青宝二号+蔗糖处理组;而对照组和蔗糖处理组有氧稳定性最差(见表6)。

2.6 无芒雀麦青贮饲料的 Fieg 评分

根据弗氏青贮饲料评分法对6组不同处理无芒雀麦青贮饲料评分和分等(见表7)。青宝二号+蔗糖处理青贮饲料得分最高,为“优”等青贮饲料;青宝二号处理得分在61~80之间,为“良”等青贮饲料;甲酸和蔗糖处理得分在41~60之间,为“可”等青贮饲料;对照得分40以下,为“中”等青贮饲料,在本次试验中其青贮发酵品质为最差。

表 6 不同添加剂对青贮饲料有氧稳定性的影响

Table 6 The effect of different additives on the aerobic stability of the bromegrass silage.

处理 Treatments	加热时间(h) Time to heat(h)	好氧微生物(\log_{10}/g) Aerobic microorganisms(\log_{10}/g)		
		酵母 Yeast	霉菌 Mould	乙酸细菌 Acetic acid bacteria
CK	52c	3.3	<2.5	5.63
A1	87b	3.7	<2.5	5.33
A2	98b	3.5	<2.5	5.01
S	67c	4.3	<2.5	5.96
Q	123a	3.9	<2.5	5.71
Q+S	83b	3.2	<2.5	5.82

注:表中同列不同小写字母表示平均数差异显著($P < 0.05$)。

Note: Means of time to heat with different small letters differed significantly($P < 0.05$).

表 7 无芒雀麦青贮饲料 Flieg 评分

Table 7 The Flieg evaluation the bromegrass silage.

处理 Treatments	乳酸 Lactic acid	乙酸 Acetic acid	丁酸 Butyric acid	总分 Total grade	等级 Rank
CK	11	2	9	22	中 Medium
A 1	0	0	50	50	可 Can
A 2	2	0	50	52	可 Can
S	18	8	15	41	可 Can
Q	17	3	50	70	良 Good
Q+S	28	15	50	93	优 Excellent

3 讨论

3.1 无芒雀麦青贮原料

无芒雀麦原料的缓冲能值大约为 270 mE/kg · DM, 从原料的缓冲能水平来看, 虽然抵制青贮饲料 pH 降低的能力不高, 但无芒雀麦原料中可溶性碳水化合物含量只有 4.41%, 其值远低于优质牧草青贮所需的 8% 的水平, 所以青贮发酵时无法满足乳酸菌繁殖所需的底物, 所形成的乳酸含量低, 青贮料 pH 很难迅速降低到 4.2 以下, 从而不能彻底抑制不良微生物的繁殖, 所以鲜贮无芒雀麦无法得到高品质的青贮饲料^[8]。

3.2 甲酸对无芒雀麦青贮饲料的影响

甲酸是一种发酵抑制型青贮添加剂, 一直被认为是青贮饲料有效的添加剂, 在青贮过程中起到防腐剂的作用, 尤其适用于干物质含量和可溶性碳水化合物较低的牧草。本试验中, 甲酸处理青贮饲料的 pH 虽然随着甲酸添加量的增加而降低, 但 0.2% 甲酸处理青贮饲料的 pH 比对照高。另外, 甲酸处理青贮饲料中有乳酸含量低于对照, 且含有较高的乙酸和丙酸, 说明甲酸未能抑制所有微生物的繁殖。Woolford^[9] 研究认为添加甲酸的青贮饲料 pH 达到 4 以下时, 甲酸才能抑制所有微生物繁殖, 如果在 pH 5 以上时, 只能抑制部分微生物繁殖, 这与本试验结果一致。

甲酸可以促进无芒雀麦青贮饲料的细胞裂解, 使青贮浸出液的产生量增加, 并且浸出液中水分含量高达 92% 以上, 所以, 甲酸处理组干物质含量比对照高; 甲酸还可以促进青贮饲料中的多糖酶水解, 并抑制或部分抑制微生物活动, 故青贮

原料中 80% 以上的可溶性碳水化合物保留下来; 田瑞霞等^[10] 用甲酸处理苜蓿的试验结果表明, 添加甲酸能显著降低青贮料的氨态氮含量, 本试验中甲酸处理组的氨态氮含量为对照组的一半, 也少于其他处理。Crawshaw 等^[11] 认为甲酸能够很好抑制青贮饲料中微生物的活动, 进而提高青贮饲料的有氧稳定性; 甲酸处理的无芒雀麦青贮饲料中含有少量的丙酸(有氧腐败抑制剂), 也可提高青贮饲料的有氧稳定性, 所以, 与空气接触的第三天, pH 变化差异不显著 ($P > 0.05$)。以环境温度作为参照, 甲酸处理青贮料能够不高于环境温度 2℃ 所持续的时间大约为 80 h 以上。

在本次试验中甲酸处理青贮饲料的 Flieg 得分分别为 50 和 52, 虽然未达到优良等级评分, 但甲酸添加之后抑制了不良微生物的繁殖, 减少了有机酸和氨态氮的生成量, 降低了可溶性碳水化合物的降解, 改善了青贮饲料的发酵品质, 并提高了青贮饲料的有氧稳定性。

3.3 青宝 2 号和蔗糖对无芒雀麦青贮饲料的影响

按青贮添加剂所起的作用分类, 青宝二号(主要成分是乳酸菌和纤维素分解酶)和蔗糖均属于发酵促进剂, 添加青宝二号和蔗糖可增加青贮发酵初期的乳酸菌的数量或可溶性糖的含量, 增强乳酸菌活动, 产生大量乳酸, 快速降低 pH, 从而抑制有害微生物活动, 达到有效保存青贮饲料营养的目的。

对照组青贮饲料中乳酸和乙酸的含量相近, 总酸生成量也较少, pH 只达到 5.10, 在蔗糖处理的青贮饲料中总酸和乙酸的含量与对照和甲酸处理之间未达到显著性差异, pH 降到 4.55, 在添加较高浓度蔗糖的条件下, 未能达到预期目标, 即蔗糖处理后的青贮料 pH 仍为 4.2 以上, 说明无芒雀麦青贮原料中乳酸菌的数量不足, 并有可能存有异型发酵乳酸菌, Cai 等^[12] 也认为刈割后直接青贮的原料中含有少量的乳酸菌, 并且主要是异型发酵乳酸菌。

青宝二号的主要成分为乳酸菌, 添加青宝二号可弥补青贮原料中乳酸菌数量的不足, 并有效利用原料中的可溶性糖, 在短时间内迅速繁殖, 产生大量的乳酸, 快速降低了 pH, 有效抑制有害微生物的活动, 从而阻止丁酸的产生和蛋白质的降解。与对照组相比, 青宝二号处理的青贮饲料中

剩余的可溶性碳水化合物高 0.2%, pH 低 1.04, 说明青宝二号处理后, 其细胞壁分解酶和更强的酸性环境可降解纤维素, 为乳酸菌的繁殖提供充足的发酵底物。

由于上述原因, 青宝二号和蔗糖的混合添加使青贮饲料中乳酸、总酸的产生量明显增加, 其 pH 明显降低, 青宝二号和蔗糖混合处理后的青贮饲料中剩余的可溶性碳水化合物和青贮发酵过程中生成的乳酸远远高于青宝二号单独处理组, 当开启青贮与空气接触时, 更有利于真菌(霉菌)的活动, 加快二次发酵, 导致有氧稳定时间的缩短。

综上所述, 直接单独青贮无芒雀麦不能调制高品质的青贮饲料。甲酸可抑制不良微生物的繁殖, 减少氨态氮的产生量, 降低可溶性碳水化合物的降解, 提高青贮饲料有氧稳定性。单独添加蔗糖或青宝二号均能改善青贮饲料的发酵品质和有氧稳定性, 而二者的混合添加可大大提高青贮饲料的发酵品质和有氧稳定性。

参 考 文 献

- [1] Wilkinson J M. Silage [M]. Aberystwyth, UK: Chalcombe Publication, 2005, 77 - 85.
- [2] 孔建. 农业微生物技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005, 197 - 207.
- [3] Buxton D E. Silage science and technology [M]. USA: American Society of Agronomy-Crop Science Society of America-Soil Science Society of America, 2003, 305 - 361.
- [4] 刘建新, 杨振海, 叶均安, 等. 青贮饲料的合理调制与评定质量(续) [J]. 饲料工业, 1999, 20(4): 3 - 4.
- [5] 蔡敦江, 周兴发, 朱廉, 等. 苜蓿添加剂青贮半干青贮与麦秸混贮的研究 [J]. 草地学报, 1997, 5(2): 123 - 127.
- [6] 李合生. 植物生理生化试验原理与技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001, 194 - 201.
- [7] 许庆方. 影响苜蓿青贮品质的主要因素及苜蓿青贮在奶牛日粮中应用效果的研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 博士学位论文, 2005, 24 - 26.
- [8] 白元生. 饲料原料学 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 2000, 25 - 32.
- [9] Woolford M K. Microbiological screening of food preservatives: cold sterilants and specific antimicrobial agents as potential silage additives [J]. J. Sci. Food Agric., 1975, 26: 219 - 228.
- [10] 田瑞霞, 安渊, 梁金凤, 等. 添加剂对紫花苜蓿青贮品质的影响 [J]. 中国草地, 2005, 27(4): 10 - 14.
- [11] Crawshaw R, Thorne D M, Llewelyn R H. The effect of formic and propionic acid on the aerobic deterioration of grass silage in laboratory units [J]. J. Sci. Food Agric, 1981, 31: 685 - 694.
- [12] Cai Y, Kumai S. The proportion of lactate isomers in farm silage and the influence of inoculation with lactic acid bacteria on the proportion of L-lactate in silage [J]. Jpn. J. Zootech. Sci., 1994, 65: 788 - 795.

【新书推介】



《干旱区生态环境调控理论与管理研究》

塔西甫拉提·特依拜 著 科学出版社

出版日期: 2008.5

I S B N: 978-7-03-021751-6

定 价: 75.00 元

开 本: 16 开

页 数: 238 页

本书在系统论述干旱区生态环境演变及调控理论体系上, 分析了塔里木盆地南部地区生态环境时空变化特征、区域差异及其影响因子, 如绿洲与地学因子相关性分析、干旱区绿洲土地利用/覆盖变化及其生态环境效应、绿洲生态环境变化、气候环境变化及其人地关系等, 利用传统多学科方法和空间信息技术构建了塔里木盆地

南部地区生态环境信息系统以及辅助决策支持系统, 结合实例分析典型区生态环境调控模式, 为深入开展该领域研究奠定基础。

本书适用于自然地理、3S 技术应用、土壤、环境、生态、土地、农业、林业、水利、城乡规划建设等方面的有关科研与教学人员及政府部门决策与管理参考。