

甜高粱、玉米及甜高粱与玉米和 麦秆混合青贮品质研究

李春喜¹ 冯海生¹ 王玉萍² 李永仁³ 刘选德⁴

1. 中国科学院西北高原生物研究所中国科学院高原生物适应与进化重点实验室, 西宁 810001
2. 青海民和海顺牧业科技有限公司, 民和 810800
3. 青海春源畜牧有限公司, 湟中 811603
4. 青海省民和回族土族自治县农业技术推广中心, 民和 810800

摘要 为探索青海高原甜高粱和玉米青贮品质, 开展甜高粱、玉米和甜高粱与玉米和麦秆混合青贮品质感官评定与等级划分, 原料与青贮营养成分分析, 青贮甜高粱和青贮玉米饲喂奶牛日粮养分分析的比较研究。结果表明: 各饲料处理青贮后感官评定得分与等级划分均为良好。不同海拔甜高粱和玉米生育期不同, 养分含量也不同; 青贮后养分含量变化差异显著 ($P < 0.05$), 低海拔(1 850 m)甜高粱青贮后钙含量显著增加, 玉米青贮后粗蛋白、粗脂肪和无氮浸出物显著增加, 甜高粱 70% + 玉米 30% 混合青贮后粗蛋白、粗脂肪和钙含量显著增加 ($P < 0.05$); 高海拔(2 300 m)甜高粱青贮后无氮浸出物显著增加, 玉米青贮后粗蛋白、粗脂肪和钙显著增加, 甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合青贮后无氮浸出物和钙显著增加 ($P < 0.05$); 不同海拔间表现相同的为青贮后灰分、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和 pH 显著降低 ($P < 0.05$)。青贮甜高粱日粮比青贮玉米日粮中灰分低 15.22%, 糖含量高 80.29%。综合评价, 甜高粱是优质饲料作物。

关键词 甜高粱; 玉米; 混合; 青贮品质

中图分类号: S 816.5⁺3

文献标志码: A

文章编号: 1002-2813(2015)12-0001-05

DOI 编号: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2015.12.001

随着世界农业的发展, 大力开发饲草饲料对农业结构调整、生态农业及可持续发展农业必将起到巨大的作用(李建平²⁰⁰⁷)。青贮技术已成为一项农业生产中的常规技术, 青贮技术的核心是为提高青贮品质(刘春龙²⁰⁰⁶)。青贮作为能够有效提高饲草利用率的加工方式, 已在玉米、苜蓿、燕麦和甜高粱中广泛地应用。在甜高粱的诸多用途中, 作为饲料利用具有明显的优势, 即可做牧草放牧, 又可刈割做青饲、青贮和干草, 在当前生产中使用的青饲玉米、大麦、苜蓿和燕麦中, 甜高粱独占鳌头(石龙阁²⁰⁰⁷)。近年来在美国, 甜高粱常

常被作为青贮玉米的替代品进行研究(Keterings^等, 2005)。宋金昌^等(2009)用甜高粱组合饲料饲喂奶牛比玉米组合每头多产奶 2.49~2.64 kg/d; 梁辛^等(2011)用青贮甜高粱饲喂青年奶水牛比饲喂青贮玉米和新鲜象草分别增质量 29.5% 和 9.5%; 渠晖^等(2011)认为甜高粱青贮发酵和饲用品质上, 干物质产量、粗蛋白质和可消化干物质产量比玉米优势明显, 用作青贮作物栽培有较大的利用潜力。青海省是我国重要的畜牧业生产基地, 全国五大牧区之一, 每年长达 5 个多月的冬春季枯草期, 天然草场草资源匮乏, 牲畜需要大量饲草料补充。近年来青海农区畜牧业发展很快, 存栏几百头(只)至上千头(只)的奶牛和育肥羊的养殖企业, 均以玉米为青贮饲料, 甜高粱作为优质饲草料正在推广应用(李春喜^等 2013)。目前还没有甜高粱和玉米青贮品质的研究报道。因此在青海不同海拔生态区开展了甜高

收稿日期: 2014-11-11

基金项目: 青海省科技厅项目(2012-N-504); 青海省作物分子育种实验室资助

第一作者: 李春喜, E-mail: cxli@nwipb.cas.cn

梁和玉米青贮,甜高粱与玉米或麦秆混合青贮等品质比较,饲喂奶牛青贮甜高粱日粮与青贮玉米日粮养分含量比较的研究,为推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

低海拔试验在青海省民和县马场垣乡团结村的民和海顺牧业科技有限公司进行(民和点)。海拔1 850 m,年均气温7.9℃,年均降水量360.7 mm,无霜期190~200 d,日平均气温稳定通过 ≥ 0 ℃初日3月1日,终日10月20日,期间年 ≥ 0 ℃积温3 432.4℃, ≥ 10 ℃积温2 752.7℃。甜高粱和玉米均为成熟期收获。

高海拔试验在青海省湟中县田家寨镇李家台村的青海春源畜牧有限公司(湟中点)进行。海拔2 300 m,年均气温5.4℃,年均降水量410.0 mm,无霜期150 d,期间年 ≥ 0 ℃积温2 717.4℃, ≥ 5 ℃积温2 151℃。甜高粱为孕穗到抽穗期收获,玉米为籽粒乳熟期收获,麦秆为当年小麦收获脱粒后的茎秆。

1.2 试验材料

甜高粱为“吉甜5号”和“九甜杂三”品种的混合粉碎料,玉米为企业收购当地种植的“金穗3号”品种的粉碎料。青贮袋用河北省雄县双龙塑料有效公司生产的专用聚乙烯青贮袋。青贮剂为台湾亚芯生物科技有限公司生产的亚芯秸秆(牧草)青贮剂,按100 g青贮剂+清水20 kg喷5 t草料配制。

1.3 试验设计

1.3.1 民和点

试验设计: A_1 为甜高粱原料(青贮前), A_2 为甜高粱青贮后, B_2 为玉米原料(青贮前), B_1 为玉米青贮后, C_1 为甜高粱70%+玉米30%混合原料(青贮前), C_2 为甜高粱70%+玉米30%混合青贮后,共6种处理。2012年10月11日进行。

1.3.2 湟中点

试验设计: A_3 为甜高粱原料(青贮前), A_4 为甜高粱青贮后, B_3 为玉米原料(青贮前), B_4 为玉米青贮后, C_3 为甜高粱70%+麦秆30%混合原料(青贮前), C_4 为甜高粱70%+麦秆30%混合青贮后,共6种处理。2012年10月5日进行。

各处理均使用机械铡切至2~3 cm粉碎料,喷青贮剂,人工翻动、拌匀和装袋,每袋约青贮饲料

15 kg,真空包装,各装3袋,以袋为重复,重复3次,每袋编号,整齐堆放在有棚顶的地方,并用塑料棚膜覆盖。

1.4 青贮品质感官评定与等级

民和点于2013年2月25日(青贮135 d)及湟中点于2013年3月10日(青贮155 d),拆袋检查青贮效果,采用青贮饲料质量评定标准的方法,从气味、色泽和质地进行品质感官评定和打分;取样装入密封袋中,带回实验室,用酸度计测pH;在电子称上称样品质量,置于65℃烘箱烘至恒质量,称干质量,计算出含水量,进行品质感官评定与划分等级。

1.5 品质分析项目

各处理于装袋时和拆袋时,每袋每次取样1 kg,用作品质分析样品。样品材料在实验室阴干30~35 d后进行品质分析。测定水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、无氮浸出物、钙、磷和糖的含量。

1.6 饲喂奶牛日粮品质分析

在湟中点对饲喂奶牛的青贮甜高粱混合日粮和青贮玉米混合日粮进行品质比较分析。分别取样1 kg,重复3次。样品置实验室阴干30~35 d后进行品质分析。青贮甜高粱和青贮玉米混合日粮,除甜高粱和玉米不同外,其他配料为首蓿、麦草、颗粒甜菜、棉籽及精料等,均按相同比例配制。

1.7 数据处理

试验数据均用SPSS 16.0软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 青贮品质的感官评定得分与等级

从表1可见:低海拔民和点甜高粱和玉米均为成熟期收获,在水分、气味、色泽和质地得分很接近,但在pH上分值差异较大,青贮玉米得分高,青贮甜高粱与甜高粱70%+玉米30%混合青贮各项得分基本相同,3种青贮饲料总得分基本相同。高海拔湟中点甜高粱在抽穗期收获,玉米在乳熟期收获,故青贮甜高粱在水分、气味、色泽和pH上得分低于青贮玉米和甜高粱70%+麦秆30%混合青贮,质地得分基本相同,3种青贮饲料中青贮玉米得分明显高于青贮甜高粱和甜高粱70%+麦秆30%混合青贮。2点各处理得分与等级划分都在良好范围内。

表1 评定得分与等级

地点	处理	评定项目					总分	等级
		水分	气味	色泽	质地	pH		
民和	A ₂	16.6	21.5	17.8	8.6	4.6	69.1	良好
	B ₂	16.2	21.6	16.6	8.4	7.3	70.1	良好
	C ₂	16.4	21.6	17.3	8.5	4.8	68.6	良好
湟中	A ₄	13.7	18.7	16.7	8.4	4.2	61.7	良好
	B ₄	16.2	20.3	18.2	8.6	7.6	70.9	良好
	C ₄	15.2	19.4	17.3	8.4	4.4	64.7	良好

2.2 青贮品质

2.2.1 低海拔民和点青贮品质

民和点样品水分 6.08% ~ 7.72%，各处理原料和青贮后养分含量结果见表 2。

不同饲料间灰分含量差异极显著 ($P < 0.01$)，甜高粱 70% + 玉米 30% 混合处理灰分含量最高，其次为玉米处理，最低为甜高粱处理，降低 0.13 ~ 2.54 百分点；同一饲料间玉米青贮后灰分含量显著降低 2.42 百分点 ($P < 0.05$)，其他 2 种饲料青贮前后差异不显著 ($P > 0.05$)。

不同饲料间粗蛋白含量差异极显著 ($P < 0.01$)，玉米含量最高，其次为甜高粱 70% + 玉米 30% 混合，最低为甜高粱；3 种饲料青贮后粗蛋白均表现为增加，甜高粱增加 0.14 百分点 ($P > 0.05$)，玉米增加 1.36 百分点 ($P < 0.05$)，玉米甜高粱 70% + 玉米 30% 混合处理增加 0.99 百分点 ($P < 0.05$)。

不同饲料间粗脂肪含量差异极显著 ($P < 0.01$)。3 种饲料青贮后粗脂肪含量表现为增加，玉米和甜高粱 70% + 玉米 30% 混合粗脂肪含量极显著增加 ($P < 0.01$)，分别增加 1.71 和 0.47 百分点，甜高粱增加 0.05 百分点 ($P > 0.05$)。

不同饲料间中性洗涤纤维含量差异极显著 ($P < 0.01$)，玉米含量最高，其次为甜高粱 70% + 玉米 30% 混合，最低为甜高粱；3 种饲料青贮后中性洗涤纤维含量表现为降低，甜高粱降低 2.25 百分点

($P > 0.05$)，玉米降低 3.51 百分点 ($P < 0.05$)，甜高粱 70% + 玉米 30% 混合降低 1.48 百分点 ($P > 0.05$)。

不同饲料间酸性洗涤纤维含量差异极显著 ($P < 0.01$)。3 种饲料青贮后酸性洗涤纤维含量表现为降低，差异显著 ($P < 0.05$)，甜高粱降低 1.9 百分点，玉米降低 1.66 百分点，甜高粱 70% + 玉米 30% 混合降低 2.70 百分点。

不同饲料间无氮浸出物含量差异极显著 ($P < 0.01$)，甜高粱含量最高，其次为甜高粱 70% + 玉米 30% 混合，玉米含量最低；3 种饲料青贮后无氮浸出物含量表现不同，甜高粱增加 0.51 百分点 ($P > 0.05$)，玉米增加 9.12 百分点 ($P < 0.01$)，甜高粱 70% + 玉米 30% 混合降低 0.82 百分点 ($P > 0.05$)。

不同饲料间钙含量差异极显著 ($P < 0.01$)，玉米最高，其次为甜高粱 70% + 玉米 30% 混合，最低为甜高粱；3 种饲料青贮后钙含量表现不同，差异显著 ($P < 0.05$)，甜高粱增加 0.06 百分点，甜高粱 70% + 玉米 30% 混合增加 0.21 百分点，玉米降低 0.33 百分点。

处理间磷含量差异不显著 ($P > 0.05$)。甜高粱表现为降低，玉米和甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合表现为增加。

不同饲料间糖含量差异极显著 ($P < 0.01$)，甜高粱最高，其次为甜高粱 70% + 玉米 30% 混合，玉米最低；3 种饲料青贮后糖含量表现不同，甜高粱降低 0.79 百分点 ($P > 0.05$)，玉米增加 0.36 百分点 ($P > 0.05$)，甜高粱 70% + 玉米 30% 混合降低 1.30 百分点 ($P < 0.05$)。

处理间 pH 差异显著 ($P < 0.05$)，均表现为青贮后降低，甜高粱降低 0.22，玉米降低 0.18，甜高粱 70% + 玉米 30% 混合降低 0.15。

表2 低海拔(1850 m)不同饲料青贮前与青贮后营养成分

处理	灰分	粗蛋白	粗脂肪	中性洗涤纤维	酸性洗涤纤维	无氮浸出物	钙	磷	糖	pH
A ₁	5.24 ± 0.25 ^b	5.43 ± 1.31 ^{bc}	1.13 ± 0.14 ^c	62.47 ± 1.23 ^c	40.63 ± 1.37 ^b	53.89 ± 2.49 ^a	0.25 ± 0.06 ^b	0.13 ± 0.02	18.30 ± 0.09 ^a	4.58 ± 0.52 ^a
A ₂	5.25 ± 0.17 ^b	5.57 ± 0.12 ^{bc}	1.18 ± 0.06 ^c	60.22 ± 0.95 ^c	38.73 ± 0.72 ^c	54.40 ± 0.24 ^a	0.31 ± 0.01 ^c	0.11 ± 0.01	17.51 ± 0.70 ^a	4.36 ± 0.82 ^b
B ₁	7.79 ± 0.90 ^a	5.96 ± 0.26 ^{bc}	0.44 ± 0.04 ^c	66.63 ± 0.67 ^a	42.18 ± 0.69 ^a	40.63 ± 3.16 ^d	0.59 ± 0.06 ^a	0.08 ± 0.04	4.88 ± 0.38 ^d	4.46 ± 1.34 ^{ab}
B ₂	5.37 ± 0.95 ^b	7.32 ± 0.07 ^a	2.15 ± 0.06 ^a	63.12 ± 1.09 ^b	40.52 ± 1.05 ^b	49.75 ± 0.15 ^b	0.26 ± 0.01 ^b	0.11 ± 0.01	5.24 ± 1.02 ^d	4.28 ± 0.71 ^c
C ₁	7.22 ± 0.49 ^a	5.21 ± 0.29 ^c	0.89 ± 0.01 ^d	64.31 ± 0.64 ^b	40.21 ± 1.82 ^b	46.91 ± 1.02 ^{bc}	0.26 ± 0.09 ^c	0.10 ± 0.01	12.75 ± 0.45 ^b	4.52 ± 1.08 ^a
C ₂	7.21 ± 0.26 ^a	6.20 ± 0.24 ^b	1.36 ± 0.09 ^b	62.83 ± 0.62 ^b	37.51 ± 0.64 ^c	46.09 ± 0.99 ^{bc}	0.47 ± 0.01 ^b	0.11 ± 0.01	11.45 ± 0.77 ^c	4.37 ± 1.54 ^b
F	10.37 ^{**}	6.09 ^{**}	176.30 ^{**}	43.22 ^{**}	36.58 ^{**}	30.31 ^{**}	24.60 ^{**}	2.19	237.90 ^{**}	3.74 [*]

注：同列数据肩标相间小写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)，肩标相邻小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)，肩标相同小写字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)；F 检验肩标* 表示差异显著 ($P < 0.05$)，肩标** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)，无肩标表示差异不显著 ($P > 0.05$)。

表3 高海拔(2 300 m)不同饲料青贮前与青贮后营养含量

处理	灰分	粗蛋白	粗脂肪	中性洗涤纤维	酸性洗涤纤维	无氮浸出物	钙	磷	糖	pH
A ₃	5.42 ± 1.52 ^{abc}	6.63 ± 1.14 ^{bc}	0.98 ± 0.11 ^{bc}	63.73 ± 0.49 ^{bc}	36.95 ± 1.63 ^b	48.32 ± 1.09 ^b	0.30 ± 0.04	0.14 ± 0.02 ^b	18.81 ± 1.46 ^a	4.37 ± 0.96
A ₄	3.90 ± 0.21 ^c	5.49 ± 1.02 ^{bc}	0.79 ± 0.17 ^c	60.62 ± 0.28 ^d	34.84 ± 0.87 ^a	55.71 ± 2.56 ^a	0.28 ± 0.05	0.11 ± 0.01 ^a	19.63 ± 3.15 ^a	4.32 ± 0.73
B ₃	7.09 ± 0.47 ^a	6.50 ± 0.41 ^{bcd}	0.42 ± 0.01 ^d	64.56 ± 1.51 ^b	37.46 ± 0.91 ^b	48.40 ± 2.12 ^b	0.24 ± 0.04	0.25 ± 0.03 ^a	8.06 ± 0.24 ^d	4.33 ± 0.68
B ₄	6.06 ± 0.05 ^{ab}	7.43 ± 0.05 ^a	1.94 ± 0.29 ^a	62.16 ± 1.43 ^{bc}	36.37 ± 0.76 ^b	47.78 ± 2.25 ^b	0.36 ± 0.09	0.14 ± 0.02 ^b	8.37 ± 2.29 ^{cd}	4.15 ± 1.37
C ₃	5.36 ± 0.25 ^{abc}	6.28 ± 0.59 ^{cd}	0.96 ± 0.12 ^{bc}	66.92 ± 1.65 ^a	41.67 ± 0.96 ^a	42.63 ± 3.12 ^{cd}	0.32 ± 0.02	0.13 ± 0.01 ^b	13.52 ± 1.37 ^b	4.34 ± 0.56
C ₄	4.59 ± 0.28 ^{bc}	5.11 ± 0.09 ^e	0.97 ± 0.05 ^{bc}	64.58 ± 1.83 ^b	40.25 ± 1.18 ^a	46.25 ± 3.49 ^{bc}	0.39 ± 0.06	0.14 ± 0.01 ^b	14.61 ± 0.65 ^b	4.23 ± 0.66
F	3.68 [*]	18.44 ^{**}	41.08 ^{**}	67.48 ^{**}	16.03 ^{**}	12.27 ^{**}	2.54	16.21 ^{**}	19.15 ^{**}	2.47

注同表2。

2.2.2 高海拔湟中点青贮品质

湟中点样品水分 7.04% ~ 8.59%。各处理原料和青贮后养分量结果见表3。

不同饲料间灰分含量差异显著 ($P < 0.05$)，玉米最高，其次为甜高粱 70% + 麦秆 30%，最低为甜高粱；3 种饲料青贮后灰分含量均表现为降低，差异不显著 ($P > 0.05$)，甜高粱降低 1.52 百分点，玉米降低 1.03 百分点，甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合降低 0.77 百分点。

不同饲料间粗蛋白含量差异极显著 ($P < 0.01$)，玉米最高，其次为甜高粱，甜高粱 70% + 玉米 30% 混合最低；3 种饲料青贮后粗蛋白含量表现不同，甜高粱降低 1.14 百分点 ($P < 0.05$)，甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合降低 1.17 百分点 ($P < 0.05$)，而玉米增加 0.93 百分点 ($P < 0.05$)。

不同饲料间粗脂肪含量差异极显著 ($P < 0.01$)。3 种饲料青贮后粗脂肪含量表现不同，甜高粱降低 0.19 百分点 ($P > 0.05$)，玉米增加 1.52 百分点 ($P < 0.01$)，甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合差异不显著 ($P > 0.05$)。

不同饲料间中性洗涤纤维含量差异极显著 ($P < 0.01$)。3 种饲料青贮后中性洗涤纤维含量均表现为降低，甜高粱降低 3.11 百分点 ($P < 0.05$)，玉米降低 2.40 百分点 ($P > 0.05$)，甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合降低 2.34 百分点 ($P < 0.05$)。

不同饲料间酸性洗涤纤维含量差异极显著 ($P < 0.01$)，甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合最高，其次为玉米，最低为甜高粱。3 种饲料青贮后酸性洗涤纤维含量均表现为降低，甜高粱降低 2.11 百分点 ($P < 0.05$)，玉米降低 1.09 百分点 ($P > 0.05$)，甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合降低 1.42 百分点 ($P > 0.05$)。

不同饲料间无氮浸出物含量差异极显著 ($P < 0.01$)，甜高粱最高，其次为玉米，最低为甜高粱

70% + 麦秆 30% 混合。3 种饲料青贮后无氮浸出物含量表现不同，甜高粱增加 7.39 百分点 ($P < 0.05$)，玉米降低 0.62 百分点 ($P > 0.05$)，甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合增加 3.62 百分点 ($P < 0.05$)。

处理间钙含量差异不显著 ($P > 0.05$)。甜高粱表现为降低，玉米和甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合表现为增加。

处理间磷含量差异极显著 ($P < 0.01$)。3 种饲料青贮后磷含量表现不同，甜高粱降低 0.03 百分点 ($P < 0.05$)，玉米降低 0.11 百分点 ($P < 0.05$)，甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合增加 0.01 百分点 ($P > 0.05$)。

不同饲料间糖含量差异极显著 ($P < 0.01$)，甜高粱最高，其次为甜高粱 70% + 麦秆 30% 混合，最低为玉米。3 种饲料青贮后糖含量表现为增加，差异不显著 ($P > 0.05$)。

处理间 pH 差异不显著 ($P > 0.05$)，3 种饲料青贮后 pH 表现为降低，差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.3 饲喂奶牛混合日粮品质

从表4可见：青贮甜高粱混合日粮比青贮玉米混合日粮灰分含量低 15.22%，糖高 80.29%，经 F 检验差异极显著 ($P < 0.01$)，其他养分差异不显著 ($P > 0.05$)。

表4 饲喂奶牛混合日粮养分含量

项目	青贮甜高粱混合日粮	青贮玉米混合日粮	F
灰分	5.96 ± 0.13 ^b	7.03 ± 0.03 ^a	141.65 ^{**}
粗蛋白	12.97 ± 0.22	13.19 ± 0.81	0.14
粗脂肪	2.46 ± 0.38	3.16 ± 0.03	11.99
粗纤维	23.24 ± 2.34	26.29 ± 1.36	2.04
无氮浸出物	48.65 ± 1.79	44.19 ± 0.62	10.29
钙	0.86 ± 0.09	0.92 ± 0.05	0.28
磷	0.28 ± 0.02	0.28 ± 0.01	0.38
糖	13.45 ± 0.56 ^a	7.46 ± 0.21 ^b	216.19 ^{**}

注同表2。

3 讨论与结论

在青海不同海拔生态区气候条件差异很大，高

梁和玉米收获期和生育期也不同。不同生育期植株养分含量不同。民和点海拔低(1 850 m),甜高粱和玉米是成熟期收获,生长期长;湟中点海拔高(2 300 m),甜高粱在孕穗到抽穗期收获,玉米在籽粒乳熟期收获,因而2点植株养分含量不同。不同海拔生态区的气候条件是影响甜高粱生长、植株养分含量及青贮品质差异较大的主要因素。

甜高粱、玉米及甜高粱与玉米混合或与麦秆混合青贮,均表现正常,得分与等级划分都在良好范围内。但不同海拔间有差异,低海拔民和点甜高粱青贮得分明显高于高海拔的湟中点,甜高粱+玉米混合青贮得分明显高于高海拔甜高粱+麦秆混合青贮得分,因为高海拔甜高粱在孕穗到抽穗期收获,青贮时植株水分含量高,得分低,气味和色泽得分也低。玉米在乳熟期(高海拔)和成熟期(低海拔)收获,生育期较接近,因而玉米青贮得分相同。

不同海拔生态区青贮后养分含量变化表现不同。低海拔甜高粱青贮后钙含量显著增加($P < 0.05$),酸性洗涤纤维和pH显著降低($P < 0.05$),其他养分差异不显著($P > 0.05$),这与宋金昌等(2009)结果相同;玉米青贮后粗蛋白、粗脂肪和无氮浸出物显著增加($P < 0.05$),灰分、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、钙和pH显著降低($P < 0.05$),其他差异不显著($P > 0.05$);甜高粱70%+玉米30%混合青贮后粗蛋白、粗脂肪和钙含量显著增加($P < 0.05$),中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、糖和pH显著降低($P < 0.05$),其他差异不显著($P > 0.05$)。高海拔甜高粱青贮后无氮浸出物显著增加($P < 0.05$),灰分、粗蛋白、粗脂肪、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维显著降低($P < 0.05$),其他差异不显著($P > 0.05$);玉米青贮后粗蛋白、粗脂肪和钙显著增加($P < 0.05$),灰分、中性洗涤纤维和磷显著增加($P < 0.05$),其他差异不显著($P > 0.05$);甜高粱70%+麦秆30%混合青贮后无氮浸出物和钙显著增加($P < 0.05$),粗蛋白和中性洗涤纤维显著降低($P < 0.05$),其他差异不显著($P > 0.05$);pH差异不显著,但表现为降低趋势。据渠晖等(2011)报道,甜高粱青贮后蛋白质含量都出现不同程度的下降。研究表明在低海拔各处理表现出青贮后蛋白质增加趋势,而在高海拔甜高粱和甜高粱70%+麦秆30%青贮后蛋白质表现出降低趋势,玉米青贮后均表现为增加。

不同作物间养分含量不同,甜高粱无氮浸出物含量显著高于其他饲料($P < 0.05$),灰分、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维显著低于其他饲料处理($P < 0.05$)。青贮饲料中灰分含量越高则青贮饲料的有机质含量越低,青贮饲料品质越差。研究表明青贮甜高粱灰分含量显著低于其他饲料($P < 0.05$)。用青贮甜高粱配制饲喂奶牛的日粮均比青贮玉米配制的日粮灰分含量低15.22%,糖高80.29%。甜高粱本身糖含量极显著高于其他青贮作物($P < 0.01$),可以为乳酸菌的活动提供充足的底物,迅速降低pH,抑制其他杂菌的活动,从而保证甜高粱在青贮发酵过程中蛋白质不会损失太多,获得较好的发酵品质(渠晖等,2011)。纤维素含量对奶牛产奶量和牛奶成分影响较大,牧草纤维含量越高,营养价值越低,中性洗涤纤维增加,采食量则随之减少,酸性洗涤纤维高,则消化率降低。甜高粱的中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量均比玉米和甜高粱与玉米或与麦秆混合都低。甜高粱青贮后质地细软和适口性好,奶牛食用后利用率高,营养成分相当于或好于饲用玉米,与青贮玉米相比可在青贮产量增加的基础上增加产奶量,具有较高的经济效益。宋金昌等(2009)也得出相同结论。试验用青贮甜高粱饲喂奶牛,能增加产奶量,证明了这一结论(李春喜等,2014)。

综合评价,甜高粱营养丰富、易消化及适口性好,牲畜爱吃,尤其是糖含量高,是其他饲草作物无法相比的,饲喂奶牛可增加产奶量,饲喂羊增加体质量,用于青贮饲料优于玉米,是优质饲料作物,应大力推广种植。

参考文献

- [1]李建平,郭孝.国内外饲用高粱生产、科研状况及应用前景[J].饲料研究,2007(10):68-70.
- [2]黄伟,韩亚平,王桂瑛,等.水葫芦渣与玉米粉混合青贮料饲喂山羊的试验研究[J].饲料研究,2013(7):10-13.
- [3]梁辛,邹彩霞,韦升菊,等.饲用甜高粱饲喂青年奶牛增质量的试验[J].饲料研究,2011(11):61-62.
- [4]刘春龙,李忠秋,孙海霞,等.影响青贮饲料品质的因素[J].中国牛业科学,2006,32(5):63-66.

(下转第10页)

- cation and characterization of an organic solvent – tolerant lipase from *Pseudomonas aeruginosa* CS – 2 [J]. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2010, 162(3): 733 – 743.
- [29] Eirini K, Christos P P, Regini M P, et al. Lipase activity in *Thermus thermophilus* HB8: purification and characterization of the extracellular enzyme [J]. Biotechnology and Bioprocess Engineering, 2012, 17(3): 512 – 525.
- [30] Mohd Shukuri Mohamad Ali, Chong Chai Yun, Adam Leow Thean Chor, et al. Purification and characterization of an F16L mutant of a thermostable lipase [J]. The Protein Journal, 2012, 31(3): 229 – 237.
- [31] Quanfu Wang, Yanhua Hou, Yu Ding, et al. Purification and biochemical characterization of a cold – active lipase from Antarctic sea ice bacteria *Pseudoalteromonas* sp. NJ70 [J]. Molecular Biology Reports, 2012, 39(9): 9233 – 9238.
- [32] Mahesh Kumar Bharti, Dharmendra Khokhar, Atindra Kumar Pandey, et al. Purification and characterization of lipase from *Aspergillus japonicus*: a potent enzyme for biodiesel production [J]. National Academy Science Letters, 2013, 36(2): 151 – 156.
- [33] Limpon Bora. Purification and characterization of highly alkaline lipase from *Bacillus licheniformis* MTCC 2465: and study of its detergent compatibility and applicability [J]. Journal of Surfactants and Detergents, 2014, 17(5): 889 – 898.
- [34] 吴厚军, 喻晓蔚, 沙冲, 等. D190V 点突变提高华根霉 *Rhizopus chinensis* CCTCC M201021 脂肪酶的最适温度和热稳定性 [J]. 微生物学通报, 2013, 40(11): 1955 – 1961.
- [35] 王建荣, 刘丹妮, 李鹏, 等. 雪白根霉脂肪酶基因在毕赤酵母中的高效表达及其酶学性质研究 [J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(2): 83 – 88.
- [36] 苏二正, 吴向萍, 高蓓, 等. 短小芽孢杆菌脂肪酶基因的克隆、表达及酶学性质研究 [J]. 生物技术通报, 2014(4): 132 – 138.
- [37] Fang Zhonggang, Xu Li, Pan Dujie, et al. Enhanced production of *Thermomyces lanuginosus* lipase in *Pichia pastoris* via genetic and fermentation strategies [J]. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 2014, 41(10): 1541 – 1551.
- [38] 韩双艳, 赵小兰, 林小琼, 等. 抗辐射不动杆菌碱性脂肪酶基因在毕赤酵母中的表达 [J]. 现代食品科技, 2013, 29(7): 1477 – 1481.
- 通信地址: 黑龙江省齐齐哈尔市文化大街齐齐哈尔大学食品与生物工程学院 161006
-
- (上接第 5 页)
- [5] 崔卫东, 董朝霞, 张建国, 等. 不同收割时间对甜玉米的营养价值和青贮发酵品质的影响 [J]. 草业学报, 2011, 20(6): 208 – 213.
- [6] 王莹, 玉柱. 不同添加剂对紫花苜蓿青贮发酵品质的影响 [J]. 中国草地学报, 2010, 32(5): 80 – 84.
- [7] 杨云贵, 程天亮, 杨雪娇, 等. 3 个燕麦品种不同收获期对青贮饲草营养价值的影响 [J]. 草地学报, 2013, 21(4): 683 – 688.
- [8] 渠晖, 沈益新. 甜高粱用作青贮作物的潜力评价 [J]. 草地学报, 2011, 19(5): 808 – 812.
- [9] 石龙阁. 我国甜高粱产业发展前景分析 [J]. 杂粮作物, 2007, 27(3): 242 – 243.
- [10] Keterings Q M, Godwin G, Chemey J. Potassium management for brown milrb sorghum Sudangrass as replacement for corn silage in the north – eastern USA [J]. Agronomy & Crop Science, 2005(191): 41 – 46.
- [11] 宋金昌, 范莉, 牛一兵, 等. 不同甜高粱品种生产与奶牛饲喂特性比较 [J]. 草业科学, 2009, 26(4): 74 – 78.
- [12] 李春喜, 冯海生, 赵延贵, 等. 甜高粱栽培技术研究 [J]. 草地学报, 2013, 21(1): 114 – 122.
- [13] 李春喜, 冯海生. 甜高粱在青海高原不同海拔生态区的适应性研究 [J]. 草业学报, 2013, 22(3): 51 – 59.
- [14] 青贮饲料质量评定标准(试行) [J]. 中国饲料, 1996(21): 5 – 7.
- [15] 李春喜, 冯海生, 李永仁, 等. 青贮甜高粱与青贮玉米饲喂奶牛、羊及奶品质的比较研究 [J]. 青海农林科技, 2014(2): 8 – 11.
- 通信地址: 青海省西宁市新宁路 23 号 810001