

网络出版时间:2014-07-30 16:13 DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.09.003
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.09.003.html>

燕麦品种及其与全株玉米质量比对青贮效果的影响

郭 婷,杨雪娇,张越利,王红俊,杨云贵
(西北农林科技大学 动物科技学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】研究燕麦品种及其与全株玉米(*Zea mays*)质量比对混合青贮料营养成分及品质的影响,以筛选出青贮效果较好的燕麦品种及燕麦与玉米的最佳混合青贮模式。【方法】以 3 个燕麦品种白燕 2 号、白燕 7 号和白燕 8 号为研究对象,每个品种分别按燕麦与玉米鲜质量比 0:1,3:7,5:5,7:3 和 1:0 混贮,共设置 15 个处理,常温贮存 90 d 后开封,测定青贮饲料的营养成分和 pH 值、氨态氮(NH₃-N)、挥发性脂肪酸(VAF)等指标。【结果】(1)白燕 8 号燕麦与玉米质量比为 7:3 的处理粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、粗灰分(CA)、无氮浸出物(NFE)含量较高,水分和粗纤维(CF)含量较低,因此青贮后的营养成分最佳。(2)白燕 8 号燕麦与玉米质量比为 3:7 的处理 pH 值较低(3.26),氨态氮/总氮值(NH₃-N/TN)和丙酸(PA)、丁酸(BA)含量也较低,青贮品质优异。(3)从品种来看,白燕 8 号的青贮品质优于白燕 2 号和白燕 7 号,养分含量也比白燕 2 号和白燕 7 号略好;从混合比例来看,燕麦与玉米质量比为 3:7 的处理粗纤维含量较低,粗蛋白和无氮浸出物含量较高,营养成分较好,同时该混合比例青贮料的 pH 值、氨态氮/总氮值和丙酸含量比燕麦与玉米质量比为 5:5、7:3 的处理低,是本试验的最优混合比例。【结论】在燕麦青贮中添加一定量的玉米进行混贮,可在一定程度上提高青贮料的营养价值和品质,其中,燕麦与玉米质量比为 3:7 的处理是本试验的最优混合比例。

【关键词】 燕麦品种;混合比例;青贮品质;营养成分
【中图分类号】 S816.5⁺3 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-9387(2014)09-0027-06

Effects of oat cultivars and their mass ratios to whole corn on mixed silage

GUO Ting, YANG Xue-jiao, ZHANG Yue-li, WANG Hong-jun, YANG Yun-gui
(College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 This study investigated the effects of oat (*Avena sativa*) cultivars and their mass ratios to whole corn (*Zea mays*) on nutritional components and quality of mixed silage, and the best oat cultivar and mixed silage model were decided. 【Method】 A total of 15 treatments, 3 oat cultivars (Baiyan 2, Baiyan 7 and Baiyan 8) and 5 treatments with ratios to whole corn of 0:1, 3:7, 5:5, 7:3 and 1:0 for each cultivar, were set. After 90 days storage, regular nutrients, pH value, ammonia nitrogen (NH₃-N), and VFA were analyzed. 【Result】 The best treatment for nutritive value was the mixed silage with Baiyan 8 and the ratio to maize of 7:3 with higher contents of CP, EE, CA and NEF and lower contents of water and CF. The best treatment for the silage quality was the mixed silage with Baiyan 8 and the ratio to maize of 3:7 with lower pH (3.26), NH₃-N/TN ratio, propionic acid content, and butyric acid content. Baiyan 8 performed better than Baiyan 2 and Baiyan 7 based on silage quality and nutritional components. The opti-

【收稿日期】 2013-06-13
【基金项目】 国家燕麦产业技术体系项目“燕麦加工利用”(CARS-08-D1);国家牧草产业技术体系项目“优质牧草产品标准化生产关键技术”(CARS-35-01A)
【作者简介】 郭 婷(1989—),女,陕西西安人,在读硕士,主要从事牧草营养价值评定研究。E-mail:gotg@qq.com
【通信作者】 杨云贵(1964—),男,甘肃平凉人,副教授,博士,主要从事草地生态及牧草营养价值评定研究。
E-mail:yungui999@163.com

mal ratio of fresh oat to maize was 3 : 7 because of the lower CF, pH, $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$ ratio and propionic acid and higher CP and NEF. 【Conclusion】 Adding corn to oat silage could improve the nutritional value and quality, and the best ratio of fresh oat and maize was 3 : 7.

Key words: oat cultivars; mixed ratios; silage quality; nutritional components

燕麦(*Avena sativa*)是禾本科燕麦属(*Avena*)植物,一般分为带稃型(皮燕麦)和裸粒型(裸燕麦)2种。我国种植的燕麦以裸燕麦为主^[1]。在我国北方地区,燕麦多用来调制青干草,用作青贮饲料的较少^[2],主要是因为燕麦含糖量低,青贮效果不佳。而玉米富含碳水化合物,青贮效果良好,是一种较理想的青贮作物^[3]。混合青贮是指将2种或2种以上的青贮原料按照一定比例混合进行青贮发酵。混合青贮可丰富青贮饲料的营养成分,提高其品质^[4]。

顾雪莹等^[5]研究表明,单贮燕麦的青贮品质要优于单贮白花草木樨和二者的混合青贮料,但单独青贮燕麦的粗蛋白含量显著低于单独青贮白花草木樨。甘家付^[6]将燕麦秸秆与苇状羊茅、多年生黑麦草以不同的比例混合青贮,结果显示,与燕麦单独青贮相比,混合青贮显著提高了乳酸含量,降低了pH值和氨态氮/总氮值($\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$),但混合青贮饲料的pH值和 $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$ 值仍较高,乳酸含量较低,损失的营养成分较多。刘昭明等^[7]将扁豆与玉米混合青贮,结果显示,与玉米混贮可以改善扁豆单独青贮的青贮品质。庄益芬等^[8]通过试验得出,在水葫芦中添加一定比例的玉米秸秆可以调制出优质的混合青贮饲料。

目前,对于燕麦与玉米按一定比例进行混合青贮的试验研究较少。本试验将3个不同品种的燕麦与玉米以不同的比例混合后进行青贮,对青贮料的营养成分和pH值、氨态氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、挥发性脂肪酸(VAF)等指标进行测定,以期筛选出燕麦与玉米最佳的混合青贮模式,为燕麦青贮饲料的发展提供一定的理论和技术指导,为丰富家畜饲草料来源提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于陕西杨凌西北农林科技大学牧草标本园(北纬 $34^{\circ}21'$ 、东经 $108^{\circ}10'$ 、海拔455 m)内,属暖温带半湿润易干旱气候,年平均降水量622 mm,年均日照时数2 150 h,年平均气温 $12\sim 14^{\circ}\text{C}$ 。

1.2 试验材料

3个供试燕麦品种白燕2号、白燕7号和白燕8

号由西北农林科技大学农学院提供,其中白燕7号为皮燕麦,白燕2号和白燕8号为裸燕麦。燕麦于2011-05播种,条播行距30 cm,播量 $15\text{ g}/\text{m}^2$,小区面积 $6\text{ m}\times 2\text{ m}$ 。

全株玉米(*Zea mays*)为饲用型甜玉米,由西北农林科技大学动物科技学院草业科学系提供,种植地点为西北农林科技大学牧草标本园区。

1.3 试验设计

试验采用2因素完全随机试验设计,2个因素为燕麦品种和燕麦与玉米质量比,燕麦品种因素有3个,分别为白燕2号、白燕7号和白燕8号;青贮质量比设5个水平, $m(\text{燕麦}):m(\text{玉米})$ 分别为0:1(玉米单贮),3:7(混贮),5:5(混贮),7:3(混贮),1:0(燕麦单贮),试验共有15个处理,每处理设3个重复。

1.4 试验方法

1.4.1 青贮饲料制作 将燕麦和玉米同时刈割,刈割时燕麦处于乳熟期,玉米处于蜡熟期。青贮方式为实验室塑料瓶青贮,塑料瓶直径10 cm,高15 cm,壁厚0.3 cm,容积为1 L。将燕麦和玉米切短至2~3 cm,按试验设计分别称质量,混合均匀,手工装填至塑料瓶内,并压实密封,放置于实验室阴凉避光处备用。常温条件下贮存90 d后,开封取样,测定相关指标。

1.4.2 测定指标与分析方法 用常规营养成分分析法^[9]测定水分、粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、粗纤维(CF)、粗灰分(CA)和无氮浸出物(NFE)含量。pH值用梅特勒-托利多DELTA 320 pH计测定,氨态氮($\text{NH}_3\text{-N}$)用苯酚-次氯酸钠比色法^[10]测定, $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$ 值用粗蛋白测定的全氮来计算。用DJ-型高效气相色谱仪测定乙酸(AA)、丙酸(PA)、丁酸(BA)含量,测定条件为进样口温度 220°C ,色谱柱温度 $60\sim 120^{\circ}\text{C}$,检测器温度 220°C ,气体流速 $35\text{ mL}/\text{s}$,氢气0.05 MPa;空气0.25 MPa,进样量 $2.0\text{ }\mu\text{L}$ 。

1.5 数据统计

用Microsoft Office Excel 2007软件对数据进行初步处理,用SPSS 18.0软件进行方差分析,采用Duncan's法进行多重比较,结果用“平均值±标准

误”表示。

2 结果与分析

2.1 燕麦品种及其与玉米混合质量比对青贮料营养成分含量的影响

由表1可以看出,玉米单独青贮的水分含量在80%以上;混贮时,燕麦的比例越大,青贮料含水量越少,燕麦单贮的青贮料水分含量可以下降至70%及以下。3个品种燕麦与玉米质量比为3:7的处理CP含量达到12%以上,显著高于燕麦单贮处理组($P<0.05$),在白燕7号和白燕8号中添加玉米的各混合青贮处理的CP含量均显著高于燕麦单贮($P<0.05$),说明添加玉米可以提高混合青贮料的CP含量,尤其是在燕麦和玉米质量比为3:7时最为明显。EE含量最高的为白燕8号单独青贮处理,达到了4.81%。3个品种燕麦单贮处理的CF含量

在本品种4个处理中最低,也显著低于玉米单贮处理($P<0.05$),其中白燕8号单贮处理的CF含量显著低于白燕2号和7号单贮处理($P<0.05$),白燕8号其他处理组中CF含量均显著低于其他2个品种的对应处理组($P<0.05$),说明燕麦单贮时的CF含量较低,而混合青贮处理不能提高青贮料的粗纤维降解率。CA含量在3个燕麦品种各处理中的变化趋势都是燕麦与玉米质量比为7:3处理 $>5:5$ 处理 $>3:7$ 处理,说明随着燕麦添加比例的增加,CA含量升高。CA含量较高,表明其中矿物质含量较高。NFE含量在 $m(\text{白燕8号}):m(\text{玉米})$ 为3:7时最高,显著高于玉米单贮时的NFE($P<0.05$);白燕2号与玉米混合青贮中, $m(\text{白燕2号}):m(\text{玉米})$ 为3:7处理的NFE含量显著高于5:5和7:3处理($P<0.05$)。

表1 燕麦品种及其与玉米混合质量比对青贮料营养成分含量(质量分数)的影响

Table 1 Influence of oat cultivars and their mass ratios to whole corn on nutritional components (mass fraction) of mixed silage

燕麦品种 Oat cultivar	$m(\text{燕麦}):m(\text{玉米})$ $m(\text{oat}):m(\text{maize})$	水分 Water	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Ether extract	粗纤维 Crude fiber	粗灰分 Crude ash	无氮浸出物 Nitrogen free extract
白燕2号 Baiyan 2	0:1	80.77±0.47 cd	16.64±0.06 a	2.75±0.15 e	29.04±0.08 c	7.47±0.07 de	44.11±0.16 g
	3:7	82.80±0.12 ab	12.79±0.12 b	3.43±0.08 bc	26.28±0.15 ef	6.98±0.06 e	50.52±0.30 cd
	5:5	79.77±0.52 d	11.29±0.03 gh	3.34±0.04 bcd	27.75±0.26 d	8.90±0.28 ab	48.72±0.50 e
	7:3	76.63±0.20 f	11.60±0.03 efg	3.68±0.19 b	29.60±0.24 c	9.08±0.33 ab	46.05±0.54 f
	1:0	70.50±0.62 h	11.52±0.14 fg	4.42±0.36 a	25.34±0.15 fg	9.46±0.23 a	49.27±0.26 de
白燕7号 Baiyan 7	0:1	80.77±0.47 cd	16.64±0.06 a	2.75±0.15 e	29.04±0.08 c	7.47±0.07 de	44.11±0.16 g
	3:7	83.80±0.20 a	12.15±0.14 cd	2.75±0.04 e	28.59±0.57 cd	7.66±0.29 d	48.85±0.38 e
	5:5	81.83±0.30 bc	11.44±0.14 g	3.23±0.11 bcde	30.56±0.08 b	8.44±0.13 bc	46.34±0.15 f
	7:3	78.23±0.34 e	11.83±0.16 def	2.97±0.11 cde	33.62±0.49 a	9.16±0.11 a	42.42±0.53 h
	1:0	64.66±0.44 i	10.55±0.06 i	2.90±0.08 de	26.61±0.20 e	7.88±0.22 cd	52.05±0.25 ab
白燕8号 Baiyan 8	0:1	80.77±0.47 cd	16.64±0.06 a	2.75±0.15 e	29.04±0.08 c	7.47±0.07 de	44.11±0.16 g
	3:7	80.53±0.58 cd	12.24±0.06 c	2.93±0.15 cde	24.28±0.52 h	7.82±0.20 cd	52.73±0.78 a
	5:5	74.90±0.67 g	11.91±0.18 cde	3.27±0.03 bcd	24.58±0.25 gh	7.86±0.15 cd	52.38±0.59 a
	7:3	71.60±0.40 h	12.20±0.13 c	4.42±0.21 a	22.90±0.51 i	9.51±0.22 a	50.98±0.66 bc
	1:0	63.33±0.43 j	11.07±0.07 h	4.81±0.09 a	22.69±0.20 i	8.94±0.20 ab	52.50±0.16 a

注:含水量以鲜质量计,其余指标以干质量计;同列数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)。下表同。
Note: Water content was calculated in fresh mass, and the rest indicators were calculated in dry weight. Different lowercase letters in each column indicate significant difference at the $P=0.05$ probability level. The same below.

2.2 燕麦品种及其与玉米混合质量比对青贮料营养成分影响的主效应

由表2可知,从品种上来看,3个燕麦品种的水分、CP、CA含量均没有显著差异($P>0.05$);EE含量为白燕2号和白燕8号显著高于白燕7号($P<0.05$);CF含量为白燕8号显著低于白燕2号和白燕7号($P<0.05$);NFE含量为白燕8号显著高于白燕2号和白燕7号($P<0.05$)。由此可看出,白燕8号在青贮后的营养成分比白燕2号和白燕7号

略好。

从混合比例上来看,水分含量以 $m(\text{燕麦}):m(\text{玉米})$ 为3:7和0:1(玉米单贮)的处理显著高于5:5、7:3和1:0的处理,说明随着玉米添加比例的增大,青贮料的水分含量会上升;CP含量从大到小依次为 $m(\text{燕麦}):m(\text{玉米})$ 为0:1 $>3:7>7:3>5:5>1:0$,说明随着玉米添加比例的增大,CP含量会明显增加;EE含量最高的为燕麦单贮处理,随着玉米添加比例的增加EE含量逐渐降低,玉

米单贮处理的 EE 含量最低,显著低于燕麦单贮 ($P<0.05$);CF 含量为燕麦单贮处理显著低于玉米单贮和燕麦与玉米质量比为 7 : 3、5 : 5 处理($P<$

0.05),说明添加玉米会增大青贮料的 CF 含量;CA 和 NFE 含量均为玉米单贮低于其他处理。

表 2 燕麦品种及其与玉米混合质量比对青贮料营养成分含量(质量分数)影响的主效应分析
Table 2 Main effect analysis on influence of oat cultivars and their mass ratios to whole corn on nutritional components (mass fraction) of mixed silage

项目 Item	因子 Factor	水分 Water	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Ether extract	粗纤维 Crude fiber	粗灰分 Crude ash	无氮浸出物 Nitrogen free extract
品种 Cultivar	白燕 2 号 Baiyan 2	77.43±1.38 a	11.80±0.18 a	3.72±0.16 a	27.24±0.49 b	8.60±0.31 a	48.64±0.52 b
	白燕 7 号 Baiyan 7	77.13±2.26 a	11.49±0.19 a	2.97±0.06 b	29.84±0.80 a	8.28±0.19 a	47.41±1.07 b
	白燕 8 号 Baiyan 8	72.59±1.89 a	11.86±0.15 a	3.85±0.24 a	23.61±0.30 c	8.53±0.23 a	52.15±0.33 a
<i>m</i> (燕麦) : <i>m</i> (玉米) : <i>m</i> (oat) : <i>m</i> (maize)	0 : 1	80.77±0.23 ab	16.64±0.03 a	2.75±0.08 c	29.04±0.04 a	7.47±0.03 c	44.11±0.08 c
	3 : 7	82.38±0.52 a	12.39±0.11 b	3.04±0.11 c	26.39±0.66 ab	7.49±0.16 c	50.70±0.62 a
	5 : 5	78.83±1.06 b	11.55±0.11 d	3.28±0.04 bc	27.63±0.87 a	8.40±0.18 b	49.15±0.91 a
	7 : 3	75.49±1.01 c	11.88±0.11 c	3.69±0.23 ab	28.70±1.58 a	9.25±0.14 a	46.48±1.27 b
	1 : 0	66.17±1.13 d	11.05±0.15 e	4.04±0.31 a	24.88±0.58 b	8.76±0.26 ab	51.27±0.52 a

2.3 燕麦品种及其与玉米混合质量比对青贮料青贮品质的影响

表 3 列出了燕麦与玉米混合青贮料各处理的 pH、NH₃-N/TN 值和 AA、PA、BA 含量(质量分数)的变化。由表 3 可以看出,3 个燕麦品种在 *m*(燕麦) : *m*(玉米)为 0 : 1(玉米单贮)、3 : 7 和 5 : 5 处理时 pH 值均在 4.2 以下;3 个燕麦品种与玉米质量比为 7 : 3 处理 pH 值均显著高于其他处理($P<$

0.05),说明燕麦和玉米质量比为 7 : 3 时青贮 pH 值较高,青贮不易成功。NH₃-N/TN 值在 3 个品种中均随着燕麦添加比例的增大而升高,但 3 个品种的燕麦单贮时 NH₃-N/TN 值均在 4%以下,显著低于其他处理($P<0.05$),说明燕麦在单独青贮时产生较少的 NH₃-N,而与玉米混合青贮并不能减低 NH₃-N 含量。玉米单贮时没有检测出 BA,AA、PA 含量也较低。

表 3 燕麦品种及其与玉米混合质量比对青贮料青贮品质的影响
Table 3 Influence of oat cultivars and their mass ratios to whole corn on quality of mixed silage

品种 Cultivar	<i>m</i> (燕麦) : <i>m</i> (玉米) <i>m</i> (oat) : <i>m</i> (maize)	pH	(氨态氮/总氮)/% NH ₃ -N/TN	乙酸/% Acetic acid	丙酸/% Propionic acid	丁酸/% Butyric acid
白燕 2 号 Baiyan 2	0 : 1	3.27±0.03 ef	5.91±0.20 i	0.38±0.02 c	0.18±0.01 cd	—
	3 : 7	3.17±0.03 fg	8.67±0.73 g	0.76±0.04 a	0.15±0.001 de	0.02±0.002 f
	5 : 5	3.93±0.04 c	14.62±0.11 c	0.56±0.03 b	0.17±0.007 cde	0.04±0.003 d
	7 : 3	4.71±0.11 a	18.39±0.21 a	0.30±0.01 c	0.24±0.02 b	0.06±0.002 b
	1 : 0	4.24±0.12 b	3.75±0.11 j	0.36±0.008 c	0.17±0.01 cde	0.05±0.001 c
白燕 7 号 Baiyan 7	0 : 1	3.27±0.03 ef	5.91±0.20 i	0.38±0.02 c	0.18±0.01 cd	—
	3 : 7	3.42±0.05 e	10.76±0.46 f	0.39±0.02 c	0.14±0.007 e	0.09±0.002 a
	5 : 5	3.64±0.08 d	11.73±0.38 e	0.49±0.10 b	0.19±0.003 c	0.08±0.001 a
	7 : 3	4.77±0.04 a	15.72±0.16 b	0.13±0.01 d	0.36±0.01 a	0.04±0.002 d
	1 : 0	4.17±0.05 b	1.95±0.15 k	0.16±0.02 d	0.26±0.002 b	0.05±0.001 c
白燕 8 号 Baiyan 8	0 : 1	3.27±0.03 ef	5.91±0.20 i	0.38±0.02 c	0.18±0.01 cd	—
	3 : 7	3.26±0.04 ef	5.60±0.05 i	0.71±0.01 a	0.09±0.01 f	0.02±0.002 f
	5 : 5	3.44±0.07 e	7.30±0.09 h	0.30±0.04 c	0.16±0.02 cde	—
	7 : 3	4.71±0.06 a	12.87±0.19 d	0.36±0.03 c	0.25±0.01 b	0.03±0.001 e
	1 : 0	3.89±0.03 c	2.47±0.17 k	0.14±0.01 d	0.04±0.002 g	0.03±0.002 e

注:—表示未检出。下表同。
Note:—means not detected. The same below.

2.4 燕麦品种及其与玉米混合质量比对青贮料青贮品质影响的主效应

表 4 结果表明,从品种上来看,pH 和 NH₃-N/TN 值在 3 个品种之间没有显著差异($P>0.05$);白

燕 8 号 PA 和 BA 含量在 3 个品种中最低,说明从青贮品质来看,白燕 8 号优于白燕 2 号和 7 号。

从混合比例来看,燕麦与玉米质量比为 3 : 7 处理和玉米单贮处理的 pH 值显著低于其他 3 个处理

($P<0.05$);燕麦与玉米质量比为 3 : 7 处理的 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 值显著低于 5 : 5 和 7 : 3 处理($P<0.05$),说明燕麦与玉米质量比为 3 : 7 处理的青贮品质较其他 2 个混合青贮处理优异。

表 4 燕麦品种及其与玉米混合质量比对青贮料青贮品质影响的主效应分析

Table 4 Main effect analysis on influence of oat cultivars and their mass ratios to whole corn on quality of mixed silage						
项目 Item	因子 Factor	pH	(氨态氮/总氮)/% $\text{NH}_3\text{-N/TN}$	乙酸/% Acetic acid	丙酸/% Propionic acid	丁酸/% Butyric acid
品种 Cultivar	白燕 2 号 Baiyan 2	4.01±0.17 a	11.36±1.70 a	0.50±0.06 a	0.19±0.01 ab	0.041±0.004 b
	白燕 7 号 Baiyan 7	4.00±0.16 a	10.04±1.52 a	0.29±0.05 b	0.24±0.02 a	0.064±0.006 a
	白燕 8 号 Baiyan 8	3.83±0.17 a	7.06±1.14 a	0.38±0.06 ab	0.14±0.02 b	0.019±0.004 c
	0 : 1	3.27±0.01 d	5.91±0.10 d	0.38±0.01 bc	0.18±0.006 b	—
$m(\text{燕麦}) :$	3 : 7	3.28±0.04 d	8.34±0.79 c	0.62±0.06 a	0.13±0.009 b	0.043±0.01 a
$m(\text{玉米})$	5 : 5	3.67±0.08 c	11.22±1.07 b	0.45±0.05 b	0.18±0.008 b	0.039±0.01 a
$m(\text{oat}) :$	7 : 3	4.73±0.04 a	15.66±0.80 a	0.26±0.04 cd	0.28±0.02 a	0.043±0.004 a
$m(\text{maize})$	1 : 0	4.09±0.07 b	2.72±0.28 e	0.22±0.04 d	0.16±0.03 b	0.039±0.004 a

3 讨 论

吴文林^[11]给豆科牧草添加玉米混合青贮后发现,混合青贮料各方面的指标均达到了优质青贮饲料的标准,而且饲喂奶牛后效果良好。孙小龙等^[12]研究发现,苜蓿与玉米秸秆混合青贮与单一青贮相比,可以提高发酵品质和营养价值。燕麦中蛋白质含量高,可溶性碳水化合物含量较少,缓冲能值高,属于不易青贮的牧草^[13],而玉米富含碳水化合物,较易青贮。本试验结果表明,燕麦与玉米混合青贮料的 CP 含量比燕麦单独青贮高,pH 值则比燕麦单独青贮处理低;与玉米单独青贮相比,混合青贮料的 EE、CA 和 NEF 含量增加,CF 含量降低,因此与单一青贮相比,燕麦与玉米混合青贮可在不同程度上提高青贮发酵品质和营养成分。

不同品种燕麦单独青贮 pH 值接近或超过 4,与玉米混合青贮后 pH 值显著降低,尤其是燕麦和玉米质量比为 3 : 7 的处理 pH 值都在 3.2 左右,显著低于二者质量比为 5 : 5 和 7 : 3 的处理及燕麦单贮处理($P<0.05$),该结果与庄益芬等^[8]在水葫芦中添加玉米显著降低了混合青贮料 pH 值的研究结果一致。顾雪莹等^[5]将白花草木樨与燕麦混贮后发现,混贮料的 CP 含量比燕麦单贮料上升 1~2 个百分点。本试验燕麦单贮的 CP 含量为 11.05%,而与玉米混贮后混贮料的 CP 含量显著提高($P<0.05$),与顾雪莹等^[5]的研究成果一致,但燕麦与玉米混贮料的 CP 含量低于燕麦、玉米单独青贮料的加权含量,这是因为在青贮过程中混合青贮料蛋白质分解生成 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的量大于单独青贮时蛋白质的分解量,从而损失了较多的蛋白质。

$\text{NH}_3\text{-N}$ 含量反映了青贮饲料中蛋白质和氨基酸分解的程度,其值越大说明蛋白质和氨基酸分解

越多,青贮饲料质量越差^[14]。庄益芬等^[15]发现,玉米秸秆青贮后的 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 值为 13% 左右;而热杰^[16]发现,燕麦青贮后的 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 值为 2% 左右。本试验燕麦单独青贮的 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 值在 2% 左右,与热杰^[16]的研究结果一致,显著低于混合青贮料和玉米单贮的 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 值,这与顾雪莹等^[5]和 Leto 等^[17]的研究结果也是一致的,说明青贮过程中,混合青贮料和玉米单贮的蛋白质分解量大于燕麦单独青贮。

目前对不同燕麦品种进行青贮比较的研究较少,本试验选取的白燕 2 号和白燕 8 号均为裸燕麦,白燕 7 号为皮燕麦。赵世锋等^[18]对多个品种的裸燕麦和皮燕麦的蛋白质、脂肪和纤维素含量等进行了测定,发现裸燕麦的蛋白质、脂肪含量较皮燕麦高,纤维含量显著低于皮燕麦品种。本试验发现,2 个裸燕麦白燕 2 号和白燕 8 号青贮料的 EE 含量显著高于皮燕麦白燕 7 号,CF 含量显著低于白燕 7 号,尤其是白燕 8 号与玉米质量比为 7 : 3 处理的 EE 含量达到 4.42%,显著高于其他混贮处理($P<0.05$);CF 含量为 22.90%,显著低于其他混贮处理($P<0.05$),这可能是因为原料中的营养成分存在差异造成的。

4 结 论

1)白燕 8 号与玉米质量比为 7 : 3 的处理组 CP、EE、CA、NEF 含量较高,CF 含量较低,青贮料的营养价值最佳。

2)白燕 8 号与玉米质量比为 3 : 7 的处理组 pH 值较低(3.26), $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 值和 PA、BA 含量也较低,青贮料品质优异。

3)从品种来看,白燕 8 号的 PA 和 BA 含量在 3 个品种中最低,EE 含量高于白燕 2 号和白燕 7 号,

CF 含量显著低于白燕 2 号和白燕 7 号($P<0.05$), 表明白燕 8 号青贮后品质和营养成分优于白燕 2 号和白燕 7 号。

4)从混合比例来看,燕麦与玉米质量比为 3 : 7 的处理 CF 含量较低, CP 和 NFE 含量较高,营养价值较好,同时该混合比例青贮料的 pH 值、 $\text{NH}_3\text{-N}$ /TN 值和 PA 含量比燕麦与玉米质量比为 5 : 5、7 : 3 处理低,说明燕麦与玉米按 3 : 7 的质量比混合青贮易成功。

[参考文献]

[1] 曲祥春,何中国,郝文媛,等.我国燕麦生产现状及发展对策[J].杂粮作物,2006,26(3):233-235.
Qu X C,He Z G,Hao W Y,et al. Productive status and developing countermeasure of oat in China [J]. Rain Fed Crops, 2006,26(3):233-235. (in Chinese)

[2] 李生荣.燕麦青贮饲草的制作技术[J].草业与畜牧,2008,29(5):55.
Li S R. Production technology of oat silage forage [J]. Prataculture & Animal Husbandry,2008,29(5):55. (in Chinese)

[3] 张效梅,乔治军,李 峰.我国青贮玉米的研究现状及市场前景[J].科技情报开发与经济,2004,14(6):76-77.
Zhang X M,Qiao Z J,Li F. Present study and market prospect of Chinese silo corn [J]. Sci-Tech Information Development & Economy,2004,14(6):76-77. (in Chinese)

[4] 王桂民.混合青贮技术[J].农村新技术,2010,28(20):48.
Wang G M. Technology of mixed silage [J]. New Rural Technology,2010,28(20):48. (in Chinese)

[5] 顾雪莹,玉 柱,郭艳萍,等.白花草木樨与燕麦混合青贮的研究[J].草业科学,2011,28(1):152-156.
Gu X Y,Yu Z,Guo Y P,et al. Mixed silage of *Melilotus albus* and *Avena sativa* [J]. Pratacultural Science,2011,28(1):152-156. (in Chinese)

[6] 甘家付.西藏地区燕麦秸秆与苇状羊茅、多年生黑麦草混合青贮的研究[D].南京:南京农业大学,2011.
Gan J F. The study of oat straw mixed ensilage with tall fescue or perennial ryegrass in Tibet [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University,2011. (in Chinese)

[7] 刘昭明,迟文峰,皮 雷.扁豆和整株玉米混合青贮对青贮饲料质量的影响[J].当代畜牧,2010,28(6):31-33.
Liu Z M,Chi W F,Pi L. Effect of haricot bean and whole-plant corn mixed silage on silage quality [J]. Contemporary Animal Husbandry,2010,28(6):31-33. (in Chinese)

[8] 庄益芬,张文昌,陈鑫珠,等.混合比例对水葫芦与玉米秸秆混合青贮效果的影响[J].中国农学通报,2010,26(18):32-34.
Zhuang Y F,Zhang W C,Chen X Z,et al. Effects of mixed ratio on efficiency of mixed silage of water hyacinth and corn straw [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2010,26(18):32-

34. (in Chinese)

[9] 杨 胜.饲料分析及饲料质量检测技术[M].北京:北京农业大学出版社,1998:18-40.
Yang S. Feed analysis and quality inspection technology [M]. Beijing:Beijing Agricultural University Press,1998:18-40. (in Chinese)

[10] Broderick G A,Kang J H. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media [J]. Journal of Dairy Science,1980,63(1):64-75.

[11] 吴文林.豆科牧草与全株玉米混合青贮的试验[J].畜牧与饲料科学,2007,35(2):68.
Wu W L. Mixed silage of legumes and whole-plant corn [J]. Animal Husbandry and Feed Science,2007,35(2):68. (in Chinese)

[12] 孙小龙,周 禾,李 平,等.苜蓿与玉米秸秆混贮研究[J].草业学报,2009,18(5):286-292.
Sun X L,Zhou H,Li P,et al. A study on mixed silage of alfalfa and maize straw [J]. Acta Prataculturae Sinica,2009,18(5):286-292. (in Chinese)

[13] 陈玲玲,乌艳红,杨秀芳,等.禾本科饲料作物营养价值比较研究[J].饲料研究,2012,35(7):83-84.
Chen L L,Wu Y H,Yang X F,et al. A comparative study on nutritional value of grass forage [J]. Feed Research,2012,35(7):83-84. (in Chinese)

[14] 韩立英,玉 柱.3种乳酸菌制剂对苜蓿和羊草的青贮效果[J].草业科学,2009,26(2):66-71.
Han L Y,Yu Z. Effect of adding three different lactobacillus additives on *Medicago sativa* and *Leymus chinensis* silage qualities [J]. Pratacultural Science,2009,26(2):66-71. (in Chinese)

[15] 庄益芬,曹颖霞,张文昌,等.绿汁发酵液对青贮玉米秸秆品质的影响[J].家畜生态学报,2006,27(6):70-74.
Zhuang Y F,Cao Y X,Zhang W C,et al. Effects of fermented green juice on the quality of corn straw silages [J]. Acta Ecologiae Animalis Domastici,2006,27(6):70-74. (in Chinese)

[16] 热 杰.乳酸菌添加剂对青藏高原燕麦青贮品质的影响[J].安徽农业科学,2009,37(32):15846-15847.
Re J. Effects of lactobacillus additives on silage quality of Qinghai-Tibet Plateau oats [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,2009,37(32):15846-15847. (in Chinese)

[17] Leto G,Todaro M,Di Noto A M,et al. Comparison of sullahay and sulla-silage in the lactating ewes and their effects on milk and cheese characteristics [J]. Small Ruminant Research,2002,45:301-306.

[18] 赵世锋,曹丽霞,张立军,等.不同类型燕麦育成品种的品质与产量分析[J].河北农业科学,2012,16(1):58-61.
Zhao S F,Cao L X,Zhang L J,et al. Quality and yield of different types of oat bred varieties [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences,2012,16(1):58-61. (in Chinese)