

2021, 47(3): 0255-0261

ISSN 0257-4799; CN 32-1115/S

DOI: 10.13441/j.cnki.cykx.2021.03.007

桑枝叶和蚕沙混合青贮品质评价

李冬兵¹ 黄先智^{2,3} 刘学锋¹ 王 一¹ 沈以红^{2,3*}

(¹四川省宜宾市农业科学院, 四川 宜宾 644000; ²西南大学家蚕基因组生物学国家重点实验室, 重庆 400715; ³农业农村部蚕桑功能基因组与生物技术重点实验室, 重庆 400715)

摘 要 以桑枝叶和蚕沙为原料, 通过添加 10% 固定比例麸皮, 开展不同质量比桑枝叶、蚕沙、麦麸混合青贮试验。桑枝叶蚕沙不同比例混合青贮 45 d 后, 经过感官评价以及对 pH、氨态氮/总氮 ($\text{NH}_3\text{-N/TN}$)、挥发性脂肪酸含量等理化性质的比较, 综合日本草地畜产协会制定的青贮饲料发酵品质 V-Score 评分体系及主成分综合得分结果, 发现 75% 桑枝叶+15% 蚕沙+10% 麦麸青贮物 pH 值为 3.40 最低, $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 为 3.12 最低, V-Score 评分 89.88 最高, 主成分分析综合得分 1.06 得分最高, 综合评定为最佳青贮比例; 蚕沙比例 100% 的 pH 值为 5.21 最高, $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 为 11.08, 乳酸质量分数为 0.17% 最低, V-Score 评分 79.59, 主成分综合得分 -2.06 得分最低, 综合评定为失败; 90% 蚕沙的 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 为 13.03 最高, V-Score 评分 67.79 最低, 主成分综合得分 -0.46, 综合评定为失败。研究结果可为蚕沙的混合青贮提供参考。

关键词 桑枝叶; 蚕沙; 混合青贮; 青贮品质

中图分类号 S886.9; S816.5⁺3

文章编号 0257-4799(2021)03-0255-07

Quality Evaluation the Mixed Silage of Mulberry Branch, Leaf and Silkworm Excrement

Li Dongbing¹ Huang Xianzhi^{2,3} Liu Xuefeng¹ Wang Yi¹ Shen Yihong^{2,3*}

(¹Yibin Academy of Agricultural Sciences, Sichuan Province, Yibin Sichuan 644000, China; ²State Key Laboratory of Silkworm Genome Biology, Chongqing 400715, China; ³Key Laboratory for Sericulture Functional Genomics and Biotechnology, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Chongqing 400715, China)

Abstract In this paper, mulberry branches, leaves and silkworm excrement added with a fixed proportion of 10% bran were used as raw materials to carry out the mixed silage experiment for different quality ratio of the components. After the mixed silage of mulberry branches, leaves and silkworm excrement were stored for 45 d, a comprehensive evaluation was obtained from the sensory evaluation, the comparison of pH, $\text{NH}_3\text{-N/TN}$, volatile fatty acid content and other physical and chemical properties, as well as the V-Score scoring system of silage fermentation quality formulated by Japan Grassland Livestock Association and the comprehensive score of principal components. The results showed that the mixed silage with 75% mulberry leaves, 15% silkworm excrement and 10% wheat bran had the best silage proportion in comprehensive evaluation, with the pH value being 3.40 (the lowest), the $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ value being 3.12 (the lowest), the V-Score being 89.88 (the highest) and the comprehensive score of principal components being 1.06 (the highest). The mixed silage with 100% of silkworm excrement was evaluated as failure with the pH value being 5.21 (the highest),

the $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ value being 11.08, the lactic acid content being 0.17% (the lowest), the V-Score being 79.59, and the comprehensive score of principal components being -2.06 (the lowest). The mixed silage with 90% of silkworm excrement was also evaluated as failure with the $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ value being 13.03 (the highest), V-Score being 67.79 (the lowest), and the comprehensive score of

收稿日期: 2021-01-12 接受日期: 2021-01-30

资助项目: 财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系项目 (CARS-48), 公益性行业 (农业) 科研专项 (201403049)。

第一作者信息: 李冬兵 (1988—), 男, 农业硕士。

E-mail: ldbing123@126.com

通信作者信息: 沈以红, 博士, 副教授, 硕士生导师。

E-mail: yshen2006@163.com

* Corresponding author. E-mail: yshen2006@163.com

principal components being -0.46. The results can provide reference for the mixed silage of silkworm excrement.

Keywords Mulberry branch and leaf; Silkworm excrement; Mixed Silage; Silage quality

桑枝叶作为非常规饲料开发使用,对解决我国缺乏优质饲料原料而导致的“人畜争粮”问题、促进畜牧业可持续发展具有重要意义^[1],桑园具有保有面积大、栽培技术成熟、桑叶粗蛋白含量高,对环境适应性强,可不占用耕地等优势^[2]。而且桑叶在畜禽^[3]、水产^[4]饲料利用方面已有大量的研究,表现出巨大的发展潜力。蚕沙作为养蚕的副产物,收集容易,成本低廉,且粗蛋白含量高,其饲料化利用亦有较大的潜力^[5]。但目前桑枝叶、蚕沙饲料的研究还存在不足,大部分动物试验都是以桑叶粉^[6]、干蚕沙^[7]为原料,而实际生产中单纯采摘桑叶、蚕沙进行烘干粉碎,会导致原料成本大幅增高,不利于饲料化利用。蚕沙和桑枝叶,类似于青绿饲料作物,桑枝叶^[8]和蚕沙^[9]中粗蛋白、粗纤维、灰分含量具有一定的互补性,可进行青贮饲料调制。有研究发现,青贮的桑叶不仅延长了桑叶的贮存时间,青贮后的桑叶^[10]、蚕沙^[11]还可改善畜禽的生长性能和肉品质,但唐庆凤等^[12]发现桑枝叶中碳水化合物(WSC)含量偏低,单独青贮时品质不佳,且容易腐败变质;添加麦麸可以改善青贮品质^[13]。目前尚无桑枝叶、蚕沙混合青贮相关研究。本试验以桑枝叶和蚕沙为原料,通过不同比例混合,再添加固定比例的麸皮提高其可溶性糖含量,开展青贮试验。采用青贮饲料品质分析方法和主成分分析法,分析青贮品质,探讨桑枝叶蚕沙混合青贮作为反刍动物饲料的可行性和适宜混合比例,为桑枝叶蚕沙混合利用提供参考。不仅可以减轻剩余桑枝叶、废弃蚕沙对环境的污染,降低生产成本,而且可以缓解我国粗饲料资源短缺问题^[14]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试桑枝叶为木质化程度低的新鲜嫩桑枝条(桑品种为桂桑优12)以及包含家蚕排泄物和残留桑叶的5龄末期蚕沙(含石灰),2017年6月分别收集于宜宾市临港区天舜农业园和宜宾市高县大窝镇百花村;麦麸市于宜宾市某饲料经售点购买。

1.2 青贮试验

采用单因素试验设计,设9个处理3个重复,将

处理好的桑枝叶、蚕沙、麦麸分别按照100:0:0(CK)、90:0:10(A)、75:15:10(B)、60:30:10(C)、45:45:10(D)、30:60:10(E)、15:75:10(F)、0:90:10(G)、0:100:0(H)的质量比混合青贮。

将剪伐的桑枝条用饲料粉碎机粉碎成每段2~4 cm,然后与蚕沙、麦麸按不同比例混合装入1.5 L的圆形塑料瓶中,压实后使用密封圈加盖密封,置于贮藏室室温下保存,平均气温29.5℃。青贮45 d后开罐进行青贮品质评价,同时取鲜样抽真空保存于-20℃待测。

1.3 青贮饲料的现场感官评定

青贮样品开罐后,各处理组去掉表层和底层样品,从气味、质地、色泽3方面进行青贮质量感官鉴定,采用德国农业协会(DLG)评分标准,总分20分,分4个等级,其中16~20分为1等优良;10~15分为2等尚好;5~9分为3等中等;0~4分为4等腐败^[15]。

1.4 青贮饲料的实验室评价

样品预处理:将25 g保存于-20℃环境下的青贮样品,放入250 mL三角瓶中,加入225 mL去离子水,三角瓶用塞子密封,置于4℃冰箱中浸提24 h,期间振摇数次,浸出液用于pH值、氨态氮(NH₃-N)含量、有机酸含量的测定^[16];取待测样品100 g,烘干粉碎过40目网筛后盛于样品袋中备测总氮(TN)含量。

1.4.1 pH的测定 浸出液pH值用雷磁PHS-3C精密pH计测定^[17]。

1.4.2 氨态氮和总氮的测定 氨态氮(NH₃-N)含量测定采用凯氏定氮法^[18],同理制备浸出液,浸出液经快速定量滤纸抽滤于带塞三角瓶中,取制得的提取液5 mL,利用意大利VELP UDK159定氮仪,直接进行蒸馏、定量,不经硫酸消化。总氮(TN)含量测定采用凯氏定氮法^[19],利用意大利VELP UDK159定氮仪测定。结果用氨态氮/总氮(NH₃-N/TN)表示。其中:提取液1 mL相对于 $\frac{X}{Y+X \times DM}$ 青贮饲料(g),X为青贮饲料取样量,Y为添加灭菌蒸馏水量,DM为青贮饲料干物质含量^[20]。

1.4.3 有机酸含量测定 取制得的滤液,经过

0.45 μm 的合成纤维素酯膜过滤,用日本岛津 LC-20A 高效液相色谱仪,参照文献 [20-22] 中的方法测定乳酸 (lactic acid, LA)、乙酸 (acetic acid, AA)、丙酸 (propionic acid, PA) 和丁酸 (butyric acid, BA) 的含量。色谱柱为 C_{18} 柱 (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm), 流动相 A 为甲醇,流动相 B 为 0.02 mol/L KH_2PO_4 (磷酸调节 pH 至 2.70)。流速 1 mL/min。梯度洗脱

(流动相 B 与 A 的体积比为 88:12), 洗脱时间 25 min。

1.4.4 V-Score 评分: 参照日本草地畜产协会制定的青贮饲料发酵品质 V-Score 评分体系 (表 1), 以氨态氮和挥发性脂肪酸作为评定指标, 满分为 100 分, 青贮饲料品质分为优 (81~100)、良 (80~60)、差 (<60) 3 个评分等级, 得分越高, 发酵品质越好^[23]。

表 1 V-Score 分数分配计算公式

Table 1 Calculation formula of V-score score allocation

项目 Item		V-Score 分数分配计算式 Calculation formula of V-score score allocation			
氨态氮/总氮 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$	X_a Y_a	<5 $Y_a = 50$	5~10 $Y_a = 60 - 2X_a$	10~20 $Y_a = 80 - 4X_a$	>20 $Y_a = 0$
乙酸+丙酸 AA+PA	X_{yb} Y_{yb}	<0.2 $Y_{yb} = 10$	0.2~1.5 $Y_{yb} = (150 - 100X_{yb}) / 13$	>1.5 $Y_{yb} = 0$	
丁酸 BA	X_d Y_d	0~0.5 $Y_d = 40 - 80X_d$	>0.5 $Y_d = 0$		
V-Score			$Y = Y_a + Y_{yb} + Y_d$		

1.5 数据整理与统计分析

试验数据用 WPS 2019 软件整理后, 用 SPSS 软件 20.0 进行 one-way ANOVA 方差分析, 选取 Duncan 法多重比较, t 检验进行显著性分析, $P < 0.05$ 表示差异显著, 结果用平均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 来表示; 使用 SPSS 20.0 软件进行主成分分析, 得到各样品的青贮品质综合评分^[24]。

2 结果与分析

2.1 桑枝叶蚕沙混合青贮现场感观评定

由表 2 可知, 桑枝条蚕沙混合青贮各处理组的枝叶结构保持的基本完好, 色泽上也没有太大的差异, 颜色与原料相似, 气味偏酸, 带有不同程度的芳香味; 当蚕沙比率大于 90% 时, 青贮感观等级下降。

表 2 桑枝叶蚕沙混合青贮后感官品质评定

Table 2 Evaluation of sensory quality of the mixed silage of silkworm excrement, mulberry branches and leaves

组别 Group	气味 Smell	质地 Character	色泽 Color and luster	分数 Score
CK	较强的酸味 (10) A strong sour taste (10)	茎叶结构保持良好 (4) The stem and leaf structure remain well (4)	黄色 (2) Yellow (2)	16
A	芳香味 (14) Aromatic flavor (14)	茎叶结构保持较差 (2) The structure of stem and leaf was maintained badly (2)	淡黄色 (1) Pale yellow (1)	17
B	芳香味 (14) Aromatic flavor (14)	茎叶结构保持良好 (4) The stem and leaf structure remain well (4)	淡黄色 (1) Pale yellow (1)	19
C	芳香味 (14) Aromatic flavor (14)	茎叶结构保持较差 (2) The structure of stem and leaf was maintained badly (2)	淡黄色 (1) Pale yellow (1)	17
D	较强的酸味 (10) A strong sour taste (10)	茎叶结构保持较差 (2) The structure of stem and leaf was maintained badly (2)	淡黄色 (1) Pale yellow (1)	13
E	较强的酸味 (10) A strong sour taste (10)	茎叶结构保持较差 (2) The structure of stem and leaf was maintained badly (2)	淡黄色 (1) Pale yellow (1)	13
F	较强的酸味 (10) A strong sour taste (10)	茎叶结构保持较差 (2) The structure of stem and leaf was maintained badly (2)	淡黄色 (1) Pale yellow (1)	13
G	较强的酸味 (10) A strong sour taste (10)	茎叶结构保持较差 (2) The structure of stem and leaf was maintained badly (2)	带褐色 (1) Brown (1)	13
H	有微弱的臭味 (10) There is a faint smell (10)	叶子结构保持较差 (2) The structure of stem and leaf was maintained badly (2)	带褐色 (1) Brown (1)	13

2.2 桑枝叶蚕沙混合青贮实验室评定

2.2.1 桑枝叶蚕沙混合青贮 pH 分析 由表 3 可知,随着蚕沙比例的增加,pH 有升高的趋势。蚕沙添加比例低于(等于)45%,即 CK、A、B、C、D 组,pH 值均在 4.0 以下,反之,则在 4.0 上;其中 H 组最高,pH 值达到 5.2;E、F、G 组 pH 值在 4.0~4.1 之间。

2.2.2 桑枝叶蚕沙混合青贮氨态氮/总氮及有机酸含量由表 3 可知,G 组和 H 组 $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$ 超过 10%,B 组 $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$ 在 5% 以下,A、C、D、E、F 组 $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$ 在 5%~10% 间;桑枝叶蚕沙混合青贮,随着蚕沙比例的增加,LA 和 PA 呈显著下降趋势,BA 呈显著上升趋势;D、G 组 AA 含量最高,A、B、E 组含量最低,PA 含量显著降低,BA 含量显著升高。

表 3 桑枝叶蚕沙混合青贮氨态氮/总氮及有机酸含量有机酸

Table 3 Ratio of ammonia nitrogen/total nitrogen and content of organic acid in the mixed silage of mulberry branches, leaves and silkworm excrement

[质量分数 / (% , m_f) Mass ratio]						
组别 Group	酸碱度 pH	氨态氮/总氮 $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$	乳酸 LA	乙酸 AA	丙酸 PA	丁酸 BA
CK	3.77±0.04 ^e	9.04±1.36 ^b	6.44±0.78 ^a	2.00±0.27 ^b	0.99±0.15 ^a	0.01±0 ^c
A	3.39±0.05 ^e	6.79±2.24 ^c	4.77±0.01 ^b	1.62±0.01 ^c	0.81±0 ^b	0.07±0.12 ^{bc}
B	3.40±0.03 ^e	3.12±0.68 ^d	4.57±0.08 ^b	1.58±0.04 ^c	0.44±0.05 ^{de}	0.15±0 ^{ab}
C	3.54±0.03 ^d	5.78±0.94 ^c	4.25±0.19 ^b	2.24±0.08 ^{ab}	0.65±0.12 ^c	0.13±0.02 ^{ab}
D	3.61±0.05 ^d	7.06±1.03 ^c	4.51±0.20 ^b	2.43±0.02 ^a	0.79±0.01 ^b	0.16±0.01 ^a
E	4.02±0.03 ^b	6.58±0.88 ^c	3.41±0.15 ^c	1.68±0.02 ^c	0.39±0.02 ^c	0.08±0.01 ^{bc}
F	4.07±0.07 ^b	6.57±0.49 ^c	2.87±0.06 ^d	1.96±0.36 ^b	0.25±0.03 ^f	—
G	4.02±0.05 ^b	13.03±1.24 ^a	4.36±0.08 ^b	2.40±0.03 ^a	0.52±0 ^d	0.11±0.01 ^{ab}
H	5.21±0.03 ^a	11.08±0.31 ^a	0.17±0.01 ^e	0.84±0.07 ^d	0.15±0.04 ^f	—

表中同列不同小写字母代表显著性差异 ($P<0.05$),表 4 同。

Different lowercase letters in the same column in the table represent significant differences ($P<0.05$), the same in Table 4.

2.3 桑枝叶蚕沙混合青贮品质 V-Score 评分

由表 4 可知,桑枝叶蚕沙混合青贮后,以 B 组得分最高,等级优,G 组评分最低,等级差等;桑枝叶蚕沙混合青贮料中,蚕沙比例大于 90% 后,青贮

品质降低,V-Score 评分降低。根据评分,可分为 3 类,第一类 CK、A、B、C、D、E、F,评价优;H 组为第二类,评价良;G 组为第三类,评价差。

表 4 桑枝叶蚕沙混合青贮品质 V-Score 评分

Table 4 V-Score of the quality of mixed silage of mulberry branches, leaves and silkworm excrement

项目 Item	组别 Group								
	CK	A	B	C	D	E	F	G	H
氨态氮/总氮 $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$	Y_a 41.91±2.70 ^b	46.28±4.32 ^{ab}	50.00±0 ^a	48.43±1.88 ^a	45.88±2.06 ^{ab}	46.84±1.76 ^{ab}	46.86±0.99 ^{ab}	27.87±4.95 ^d	35.67±1.24 ^c
乙酸+丙酸 AA+PA	Y_{yb} 0	0	0	0	0	0	0	0	3.92±0.78
丁酸 BA	Y_d 38.81±0.36 ^b	40.00±0 ^a	39.88±0 ^a	39.90±0.02 ^a	39.87±0 ^a	39.94±0 ^a	40.00±0 ^a	39.92±0.01 ^a	40.00±0 ^a
V-Score $Y=Y_a+Y_{yb}+Y_d$	80.73±2.79 ^b	86.28±4.32 ^a	89.88±0 ^a	88.33±1.86 ^a	85.74±2.06 ^a	86.78±1.76 ^a	86.86±0.99 ^a	67.79±4.95 ^c	79.59±2.02 ^b
等级 Level	良 Good	优 Optimal	优 Optimal	优 Optimal	优 Optimal	优 Optimal	优 Optimal	差 Poor	良 Good

2.4 桑枝叶蚕沙混合青贮后青贮品质评价指标主成分分析

2.4.1 桑枝叶蚕沙混合青贮后青贮品质评价指标相关性分析 对桑枝叶蚕沙混合青贮后青贮品质评价指标进行相关性分析,旨在揭示各指标间密切相关程度,从而为青贮品质评价指标的合理选择提

供依据。分析结果如表5所示,pH与LA、AA、PA、BA这4种有机酸显著负相关,与LA极显著负相关,与 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 显著正相关;LA与AA显著正相关,与PA极正显著相关。这些结果说明通过测定部分指标就可以预测到与之相关指标的增减趋势,相关性越强,这种趋势越明显。

表5 桑枝叶蚕沙混合青贮品质指标相关性分析

Table 5 Correlation analysis of the quality indexes of mixed silage of mulberry branches, leaves and silkworm excrement

项目 Item	酸碱度 pH	氨态氮/总氮 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$	乳酸 LA	乙酸 AA	丙酸 PA	丁酸 BA
酸碱度 pH	1					
氨态氮/总氮 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$	0.618 *	1				
乳酸 LA	-0.841 **	-0.245	1			
乙酸 AA	-0.595 *	0.010	0.652 *	1		
丙酸 PA	-0.673 *	-0.073	0.869 **	0.536	1	
丁酸 BA	-0.619 *	-0.380	0.367	0.500	0.270	1

“*”表示在0.05水平上显著相关 “**”表示在0.01水平上极显著相关。

“*” means significant correlation at 0.05 level “**” means extremely significant correlation at 0.01 level.

2.4.2 桑枝叶蚕沙混合青贮后青贮品质评价指标主成分分析 根据桑枝叶蚕沙混合青贮后青贮品质评价指标的数据,进行主成分分析,得到一个特征值矩和主成分矩阵。由表6可知,前2个主成分的特征值大于1,但只有79.642%的贡献率,前3个主成分累计贡献率均达92.377%,故选取前3个特征值能够较全面地反映出原来6个品质指标的主要信息。由表6可知,第1公因子中其主要作用的为pH和LA,pH和LA是青贮保持稳定的主要条件,称为稳定因子;第2公因子中 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 的载荷值较大,反应的是蛋白质的损失,称为腐败因子;第3公因子中载荷值较大的为BA,反应青贮过程中干物质的损失,称为损失因子。分析得到桑枝叶蚕沙混合青贮后青贮品质公因子的贡献率,计算出各样品的青贮品质的因子得分,其中起负效应的正负号对调计算出综合得分,结果见表7。其中,B、C、D组综合得分值排列前3位,说明其综合青贮品质较高,其中B组得分最高。

表6 桑枝叶蚕沙混合青贮品质指标特征向量及累计方差贡献率

Table 6 Characteristic vector and cumulative variance contribution rate of quality index of mixed silage of mulberry branches, leaves and silkworm excrement

项目 Item	主成分1 Principal component 1	主成分2 Principal component 2	主成分3 Principal component 3	共同度 / % Commonality
酸碱度 pH	0.950	-0.223	0.113	0.964
氨态氮/总氮 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$	0.435	-0.834	0.275	0.961
乳酸 LA	0.912	0.249	0.247	0.955
乙酸 AA	0.749	0.343	-0.422	0.856
丙酸 PA	0.800	0.410	0.310	0.903
丁酸 BA	-0.657	0.361	0.584	0.903
特征值 Eign value	3.554	1.224	0.764	
累计贡献率 / % Cumulative contribution rate	59.242	79.642	92.377	

表7 桑枝叶蚕沙混合青贮因子得分和综合得分

Table 7 Principal component score and comprehensive score of the mixed silage of mulberry branches leaves and silkworm excrement

组别 Group	主成分 1 Principal component 1	主成分 2 Principal component 2	主成分 3 Principal component 3	综合得分 Comprehensive score	排名 Ranking
CK	1.11	1.65	-1.44	0.54	5
A	0.91	-0.06	-1.00	0.73	4
B	0.97	-1.94	-0.08	1.06	1
C	1.28	-0.47	0.44	0.86	3
D	1.72	0.07	0.87	0.97	2
E	-0.56	-0.64	0.05	-0.23	6
F	-1.19	-0.30	-0.25	-0.66	8
G	0.14	1.60	1.42	-0.46	7
H	-4.37	0.08	-0.01	-2.82	9

3 讨论

3.1 桑枝叶蚕沙混合青贮对青贮饲料 pH 的影响

pH 值可以反映青贮原料的青贮整体效果,是最常见的测定指标^[16]。国内有研究以 pH 为指标,将青贮料可分为 4 个等级,pH 低于 3.8 为优,3.9~4.1 为良,4.2~4.7 为一般,高于 4.8 为劣等^[25]。蚕沙添加比例 $\leq 45\%$,pH 值在 3.8 以下,品级优,蚕沙添加比例在 60%~90%,pH 值在 3.9~4.1 内,品级良;蚕沙比例 100%,pH 值大于 4.8,评价劣等。桑枝叶蚕沙混合青贮,随着蚕沙比例的增加,pH 有升高的趋势。可能是蚕沙中含有石灰等碱性物质,随着蚕沙比例的增加,带入过多的石灰,引起 pH 上升^[26]。

3.2 桑枝叶蚕沙混合青贮对氨态氮/总氮的影响

氨态氮反映了青贮饲料蛋白质降解的程度^[27],氨态氮/总氮比值越大,表明青贮饲料中蛋白质分解越多,青贮品质越差^[28],有研究以氨态氮/总氮指标进行打分,满分 50 分,分数越高,青贮品质越好^[29]。将桑枝叶蚕沙混合青贮,B 组 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 最低,评分满分;G 组最高,评分最低;随着蚕沙比例的增加, $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 有升高趋势,可能是不同含量的乳酸和 pH,酶的活性受到不同程度的限制,影响了营养物质的保存^[30]。

3.3 桑枝叶蚕沙混合青贮对有机酸的影响和评分

较高含量的乳酸是优质青贮饲料的共性。高

浓度的乳酸会降低 pH 值,并通过抑制不需要的细菌的生长和活动对青贮饲料产生积极影响^[31]。桑枝叶蚕沙混合青贮,乳酸含量随着蚕沙的添加比例增加而减少,其中 CK 组乳酸最高,G 组乳酸最少,这与 pH 结果一致;青贮饲料的保存和有氧稳定性与青贮饲料中适量的乙酸有密切关系。高浓度的乙酸表明具有较高好氧稳定性;它还具有抗真菌活性,能够减少青贮饲料中不需要的腐败生物的生长,提高青贮饲料的发酵质量^[32]。桑枝叶蚕沙混合青贮,随着蚕沙在混贮比例中的提高,乙酸含量有升高的趋势,表明桑枝叶蚕沙混合青贮有利于提高饲料的有氧稳定性;有研究发现,发酵良好的青贮料中,乳酸/乙酸的比值应大于 2^[33],蚕沙比例低于 45%时,乳酸/乙酸大于 2,属于优良青贮饲料,这与 pH 研究结果相同。高浓度的丁酸表明蛋白质含量降低,大量的干物质损失和能量浪费^[34]。桑枝叶蚕沙混合青贮,随着蚕沙在混贮比例中的提高,丁酸含量有升高的趋势,可能是由于混合青贮后 pH 和微生物的构成不同,与氨态氮的形成有关。

3.4 桑枝叶蚕沙混合青贮评分

青贮饲料的品质评定包括现场评定和实验室评定。现场评定是一种快速简单评定青贮品质的方法。pH 值、有机酸含量、氨态氮含量是实验室评定青贮饲料品质好坏的常用指标^[35]。桑枝叶蚕沙混合青贮,在蚕沙添加比例小于 75%时,随着蚕沙比例的增加,V-Score 评分升高。混贮组中以 B 组得分最高,等级优,G 组评分最低,等级差,H 组青贮效果评价良好;但从 pH 看 H 组超过 5.1,评价是劣等。李改英等^[36]对用 V-Score 法评价青贮品质苜蓿青贮,应将 pH、乳酸、氨态氮等指标综合考虑,结果更准确,与本研究结论较一致。通过对 6 个青贮指标进行主成分分析,综合得分与常规青贮品质评定具有一致性,这对完善桑枝叶蚕沙青贮品质评价体系具有借鉴意义。

4 结论

通过不同方式评价桑枝叶蚕沙混合青贮品质,发现 75%桑枝叶+15%蚕沙+10%麦麸青贮品质最好,蚕沙比例 100%的青贮效果差,pH 最高,LA 最低,评定为失败。90%蚕沙由于最高的氨态氮含量和较高的 pH,判定失败。

参考文献 (References)

- [1] 林国强,蒋健钊,宁国信,等.桑枝叶作为动物饲料的应用研究进展[J].黑龙江畜牧兽医,2020(15):56-60
- [2] 沈以红,秦俭,黄先智.饲料桑的产业化发展问题探讨[J].蚕业科学,2014,40(1):142-146
- [3] 韩伟林,钟杨生,陈芳艳,等.桑叶应用于畜禽饲料的营养评价[J].广东蚕业,2018,52(2):4-7
- [4] 黄静,邝哲师,刘吉平,等.桑叶在动物饲料的应用研究现状与发展策略[J].蚕业科学,2014,40(6):1114-1121
- [5] 亏开兴,李乔仙,吴文荣,等.桑叶与蚕沙作为畜禽饲料的营养价值评定[J].云南农业大学学报(自然科学),2018,33(2):233-239
- [6] 李乔仙,亏开兴,刘建勇,等.桑叶粉添加量对云岭牛增重及经济效益的影响[J].中国草食动物科学,2018,38(5):23-26
- [7] 李彦品,王志跃,杨海明,等.蚕沙作为鹅饲料的营养价值评定[J].动物营养学报,2015,27(12):3840-3845
- [8] 王永昌,翟双双,李孟孟,等.不同产地桑枝茎叶营养成分分析及四川白鹅对其养分利用率的测定[J].中国饲料,2016(16):18-22;27
- [9] 杨海明,张得才,谢燕娟,等.饲料蚕沙水平对扬州鹅仔鹅生长性能、肌肉品质、营养成分和风味物质含量的影响[J].动物营养学报,2015,27(10):3170-3180
- [10] 邝哲师,黄静,廖森泰,等.桑叶粉和发酵桑叶粉对胡须鸡屠宰性能、肉质及盲肠菌群的影响[J].中国畜牧兽医,2016,43(8):1989-1997
- [11] 陈乐乐,黄静,邝哲师,等.蚕沙的饲用价值及应用现状与开发前景展望[J].蚕业科学,2017,43(5):713-719
- [12] 唐庆凤,梁辛,彭开屏,等.桑枝叶与玉米秸秆混贮质量研究[J].饲料研究,2018(1):82-87;94
- [13] 柳俊超,王亚琴,姜俊芳,等.笋壳与麦麸混合青贮的研究[J].浙江农业科学,2015,56(11):1888-1890
- [14] 张心如,黄柏森,郑卫东,等.非常规饲料资源的开发与利用[J].养殖与饲料,2014(4):21-29
- [15] 和立文.全株玉米青贮品质评价及其对肉牛育肥性能和牛肉品质的影响[D].北京:中国农业大学,2017
- [16] 全国畜牧总站体系建设与推广处.青贮品质评定(一)[J].中国畜牧业,2016(14):44-47
- [17] 法国标准化协会 FR-AFNOR.食品及动物饲料微生物学.可储备和可同化食品的 pH 值测定.常规法: NF V08-409-1997 [S].1997
- [18] 闫峻,王文杰,高玉鹏,等.自动凯氏定氮仪快速测定青贮饲料中的氨态氮[J].粮食与饲料工业,2009(4):47-48
- [19] 全国饲料工业标准化技术委员会.饲料中粗蛋白的测定 凯氏定氮法:GB/T 6432—2018 [S].北京:中国标准出版社,2018
- [20] 农业部畜牧兽医司.青贮饲料质量评定标准(试行)[J].中国饲料,1996(21):5-7
- [21] 柳俊超,姜俊芳,宋雪梅,等.青贮饲料中主要有机酸的高效液相色谱分离分析[J].畜牧与兽医,2015,47(10):47-52
- [22] 张英,周汉林,刘国道,等.利用 HPLC 法测定王草青贮饲料中的有机酸[J].热带作物学报,2013,34(2):377-381
- [23] 高海娟,柴凤久,刘泽东,等.应用 V-Score 体系评价不同含水量苜蓿青贮饲料品质[J].中国饲料,2016(12):16-18
- [24] 孙婷蔚.统计回归模型中的主成分分析[J].通讯世界,2019,26(3):169-170
- [25] 刘建新,杨振海,叶均安,等.青贮饲料的合理调制与质量评定标准(续)[J].饲料工业,1999(4):3-5
- [26] 孙丽莎.蚕沙的饲用价值评定及其在羊肉饲养中的应用[D].扬州:扬州大学,2015
- [27] SEGLAR B.Fermentation analysis and silage quality testing [C] // Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference.Minnesota: University of Minnesota,2003:119-136
- [28] 王林,孙启忠,张慧杰.苜蓿与玉米混贮质量研究[J].草业学报,2011,20(4):202-209
- [29] 王杰,张养东,郑楠,等.青贮饲料感官评定研究进展[J].中国奶牛,2019(1):1-3
- [30] FAIRBAIRN R, ALLI I, BAKER B E. Proteolysis associated with the ensiling of chopped alfalfa [J]. J Dairy Sci, 1988, 71(1): 152-158
- [31] DRIEHUIS F, ELFERINK S J O. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review [J]. Vet Q, 2000, 22(4):212-216
- [32] KUNG L, SHAVER R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports [J]. Focus On Forage, 2001, 3(13):1-5
- [33] 张养东,杨军香,王宗伟,等.青贮饲料理化品质评定研究进展[J].中国畜牧杂志,2016,52(12):37-42
- [34] LI J, SHEN Y, CAI Y. Improvement of fermentation quality of rice straw silage by application of a bacterial inoculant and glucose [J]. Asian-Australas J Anim Sci, 2010, 23(7):901-906
- [35] 郭旭生,丁武蓉,玉柱.青贮饲料发酵品质评定体系及其新进展[J].中国草地学报,2008,30(4):100-106
- [36] 李改英,陈玉霞,廉红霞,等.苜蓿青贮品质评定指标体系及测定方法的概述[J].草业科学,2010,27(8):151-154

(责任编辑:汪生鹏)