

顾拥建, 占今舜, 沙文锋, 等. 不同处理方式对大豆秸秆发酵品质和营养成分的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(5): 308–310.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.089

不同处理方式对大豆秸秆发酵品质和营养成分的影响

顾拥建¹, 占今舜², 沙文锋¹, 朱 娟¹, 詹 康², 林 森², 赵国琦²

(1. 江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏如皋 226541; 2. 扬州大学动物科学与技术学院, 江苏扬州 225009)

摘要:研究不同处理方式对大豆秸秆发酵品质和营养成分的影响, 试验分为 6 个处理组: 对照组、试验 I 组(添加 10% 麸皮)、试验 II 组(添加 2 kg/t 尿素)、试验 III 组(添加 2 kg/t 尿素 + 10% 麸皮)、试验 IV 组(添加 4 kg/t 尿素)、试验 V 组(添加 4 kg/t 尿素 + 10% 麸皮), 每个处理组设 3 个重复。结果发现, 各组青贮饲料的感官评定等级均为良, 试验 II 和 III 组的 V-score 评定等级分别为优和良; 与对照组相比, 试验 II 和 III 组的氨态氮和丁酸的含量下降, 而 pH 值、乙酸和丙酸的含量升高; 试验 III 组的干物质、粗蛋白和单宁的含量极显著高于对照组, 而中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、可溶性碳水化合物含量均极显著低于对照组。结果表明, 大豆秸秆中添加 2 kg/t 尿素和 10% 麸皮青贮效果较好。

关键词:大豆秸秆; 发酵; 品质; 营养成分

中图分类号:S816.5+3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)05-0308-03

目前, 由于牧草资源比较紧张, 秸秆作为反刍动物的饲料所占的比例越来越高。大豆从鼓粒初期开始, 秸秆中的粗纤维含量呈现上升趋势, 而粗蛋白含量呈下降趋势^[1]。因此, 大豆秸秆由于粗纤维较高粗蛋白较低, 使其饲料利用率较低。大豆秸秆中含有丰富的纤维素、半纤维素、木质素, 如果经过预处理, 纤维素、半纤维素、木质素间的紧密结构被破坏, 在酶的作用下可使纤维素、半纤维素水解为可溶性糖^[2-3]。因此, 大豆秸秆经过氨化、微生物等处理后能够提高其营养价值^[4-5]。孙国强等研究发现, 大豆秸秆菌糠替代 50% 的粗饲料可以提高鲁西牛的生产性能^[6]。谢明等研究发现, 在赖兔的日粮中添加 20% 大豆秸秆粉可提高经济效益^[7]。包布和等研究发现, 大豆秸秆揉搓粒度 1~3 cm 提高了辽宁绒山羊公羊氮表观消化率和氮的总利用率^[8]。说明经过处理的大豆秸秆可以作为很好的粗饲料来源。南通地区农作物特点是多元多熟, 尤其鲜食作物是特色, 其中四青作物[鲜食糯玉米、鲜食蚕(豌豆)、鲜食大豆、鲜食花生]最为出名。通过氨化处理秸秆是提高其饲用价值的措施之一。潘存霞等研究发现, 经过尿素氨化的稻草秸秆在瘤胃 48 h 的干物质、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维的降解率得到提高^[9]。随着生物技术的发展 and 青贮工艺的进步, 通过混贮及添加添加剂的方式青贮秸秆, 提高其营养价值已经成为可能^[10]。因此, 本试验通过氨化处理大豆秸秆和麦麸混贮, 研究其发酵品质和营养成分的变化, 旨在为合理利用大豆秸秆作为饲料提供科学的依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2014 年 9 月 25 日将种植在江苏沿江地区农业科学研究

所试验基地的通豆 6 号(去鲜豆荚)刈割, 刈割后的大豆秸秆适度切短后用于混合青贮试验。大豆秸秆的基本营养成分如下: 粗蛋白含量 14.76%、中性洗涤纤维含量 49.96%、酸性洗涤纤维含量 38.07%、半纤维素含量 11.89%、可溶性碳水化合物含量 2.17%、单宁含量 12.70%。

1.2 试验方法

试验分为 6 个处理组, 分别为对照组、试验 I 组(添加 10% 麸皮)、试验 II 组(添加 2 kg/t 尿素)、试验 III 组(添加 2 kg/t 尿素 + 10% 麸皮)、试验 IV 组(添加 4 kg/t 尿素)和试验 V 组(添加 4 kg/t 尿素 + 10% 麸皮), 每个处理组设 3 个重复。然后将材料装入 5 L 的涂料桶, 边装边压实, 层层压紧, 便于青贮发酵。

1.3 样品测定

1.3.1 营养成分的测定 开启涂料桶后, 挖取适量的样品在 105 ℃烘箱内烘 3~4 h 后测定干物质(dry matter, DM)。将烘干后的样品粉碎, 称取适量的样品, 根据《饲料分析及饲料质量检测技术》中的方法进行粗蛋白(crude protein, CP)、中性洗涤纤维(neutral detergent fiber, NDF)、酸性洗涤纤维(acid detergent fiber, ADF)含量的测定, 并计算半纤维素的(hemicellulose, HC)含量($HC = NDF - ADF$)。CP 采用凯氏定氮仪(QSY-II, 武汉)进行测定, NDF 和 ADF 采用全自动纤维分析仪(A2000i, 北京)进行测定。饲料中单宁(tannin, TA)是采用钨酸钠-磷钨酸比色分光光度法来测定, 而可溶性碳水化合物(water soluble carbohydrate, WSC)则采用蒽酮-硫酸比色法来测定。

1.3.2 pH 值和挥发性脂肪酸的测定 称取 20 g 青贮饲料于三角瓶中, 加入 180 mL 蒸馏水搅拌均匀, 浸泡 24 h 后用 4 层纱布过滤, 再将滤液用定量滤纸 2 次过滤所得浸提液用 pH 计测定 pH 值。采用苯酚-次氯酸钠比色法进行氨态氮(ammonia nitrogen, AN)含量的测定。另外, 取一部分的浸提液利用日本岛津 GC-14B 气相色谱仪检测乙酸(acetic acid, AA)、丙酸(propionic acid, PA)、丁酸(butyric acid, BA)含量。检测条件为: 毛细管柱 CP-WAX(柱长 30 m 内径 0.53 mm,

收稿日期: 2015-09-08

基金项目: 江苏省南通市科技项目(编号: HL2014025)。

作者简介: 顾拥建(1971—), 男, 江苏南通人, 副研究员, 主要从事饲料资源创新利用与地方特色畜禽品种保护研究。E-mail: 1071734460@qq.com。

膜厚 1 μm);载气为高纯 N₂ (压力 0.7 Mpa,流速 30 mL/min);燃气为 H₂ (流量 30 mL/min);气化室温度 200 ℃,FID 检测器温度 200 ℃;柱温采用程序升温法,初温 100 ℃,末温 130 ℃,升温速率 3 ℃/min,灵敏度为 10¹,衰减为 2⁵。

1.3.3 青贮饲料现场感官评定和发酵品质评定 现场感官

评定参照农业部《青贮饲料质量评定标准》上的方法对青贮饲料质量进行评定。青贮饲料的色泽 15 分,气味 15 分,质地 10 分,其中优等为 30~40 分,良好为 20~30 分,一般 10~20 分,差为 10 分以下,而发酵品质的评定则采用 V-Score 评价体系中的方法来进行^[11](表 1)。

表 1 V-Score 评分标准

氨态氮/总氮(%)		乙酸+丙酸(%)		丁酸(%)		V-Score	级别
X_n	Y_n	X_a	Y_a	X_b	Y_b		
<5	$Y_n=50$	<0.2	$Y_a=10$	0~0.5	$Y_b=40-80X_b$	$Y=Y_n+Y_a+Y_b$	优(>80)
5~10	$Y_n=60-2X_n$	0.2~1.5	$Y_a=(150-100X_a)/13$	>0.5	$Y_b=0$		良(60~80)
10~20	$Y_n=80-4X_n$	>1.5	$Y_a=0$				差(<60)
>20	$Y_n=0$						

1.4 统计分析

用 Excle 2007 对数据进行预处理,然后采用 SPSS 17.0 单因素方差分析(One-Way ANOVA)、LSD 法多重比较, $P<0.05$ 表示差异显著, $P<0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 青贮饲料的质量评定

各试验组青贮饲料感官评定的结果均为良好,但是从总评分来看,对照组的分数最低,其他各处理组均高于它(表 2)。

2.2 青贮饲料的发酵品质

与对照组相比,试验Ⅱ~Ⅴ组的氨态氮极显著降低,但 pH 值、乙酸和丙酸的含量极显著升高。试验Ⅱ、Ⅲ组的丁酸极显著低于其他各组,其他各组之间无显著差异(表 3)。

表 2 青贮饲料的质量评定

组别	指标评分			总评分	等级
	色泽	质地	气味		
对照组	8.00±0.82	6.25±0.50	8.00±0.82	22.25±0.71	良
I	9.00±0.82	6.50±0.58	7.50±1.29	23.00±0.90	良
Ⅱ	10.50±0.58	7.50±0.58	10.50±0.58	28.50±0.78	良
Ⅲ	10.50±1.29	7.75±0.50	10.50±1.29	28.75±1.03	良
Ⅳ	9.75±0.96	6.75±0.50	10.25±1.50	26.75±0.99	良
V	10.25±1.89	7.75±0.96	10.25±0.50	28.25±1.12	良

2.3 青贮饲料的 V-score 评分

根据 V-score 评分,对照组、试验Ⅰ和Ⅳ组的评分较低,等级为差;试验Ⅱ组的评分最高,等级为优,说明其发酵效果最好(表 4)。

表 3 青贮饲料的发酵品质

组别	pH 值	氨态氮含量(%)	乙酸含量(%)	丙酸含量(%)	丁酸含量(%)
对照组	4.58±0.05CDcd	5.35±0.51Aa	0.23±0.00BCbc	0.22±0.02BCb	0.15±0.01Aa
I	4.30±0.00Dd	5.16±0.26Aa	0.15±0.03Cc	0.14±0.05Cc	0.08±0.02Bb
Ⅱ	5.28±0.05ABb	2.19±0.05Cc	0.29±0.01Bb	0.33±0.09ABab	0.07±0.01Bb
Ⅲ	4.75±0.13Cc	2.05±0.20Cc	0.26±0.03BCb	0.30±0.06ABb	0.14±0.01Aa
Ⅳ	5.60±0.28Aa	3.10±0.35Bb	0.44±0.05Aa	0.40±0.02Aa	0.16±0.03Aa
V	5.13±0.33Bb	3.19±0.53Bb	0.32±0.09Bb	0.29±0.00ABb	0.16±0.02Aa

注:同列标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$),标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 5 同。

表 4 青贮饲料的 V-score 评分

组别	氨态氮/总氮		乙酸+丙酸		丁酸		评分	级别
	XN	YN	XA	YA	XB	YB		
对照组	27.59	0	0.45	8.08	0.15	28.00	36.08	差
I	26.56	0	0.29	9.31	0.08	33.60	42.91	差
Ⅱ	8.90	42.20	0.62	6.77	0.07	34.40	83.37	优
Ⅲ	8.73	42.54	0.56	7.23	0.14	28.80	78.57	良
Ⅳ	14.89	20.44	0.84	5.08	0.16	27.20	52.72	差
V	12.72	29.12	0.61	6.85	0.16	27.20	63.17	良

2.4 青贮饲料的营养成分

试验Ⅲ和Ⅴ组的干物质和粗蛋白的含量极显著高于对照组,试验Ⅱ组的中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、半纤维素的含量极显著高于其他各组,试验Ⅱ和Ⅲ组的可溶性碳水化合物极显著低于其他各组,试验Ⅲ组的单宁含量最高(表 5)。

3 讨论与结论

氨化秸秆饲料品质的鉴定主要采用感官评定法、化学分析法、生物技术法。现场感官评定主要通过观察色泽、气味和质地等来粗略评判。在生产中通常采用该评定法,其优点是

简便易行,但准确性较差^[12]。而 V-score 评定则是通过氨态氮、挥发性脂肪酸(乙酸、丙酸和丁酸)的含量计算分数,最终确定青贮的等级。利用该评定体系比较客观地反映青贮饲料的发酵品质。在本试验中,添加 2 kg/t 尿素和 10% 麸皮组的氨态氮和挥发性脂肪酸的含量较低,说明该组的发酵品质较好。吕贞龙等研究添加不同剂量尿素处理小麦秸秆,结果表明随着尿素的含量升高,氨态氮和乙酸的含量也升高^[13]。本试验结果与其相似。说明添加过高的尿素,会降低秸秆发酵品质。

氨态氮是饲料在青贮过程中蛋白质和氨基酸降解而产生

表 5 青贮饲料的营养成分

组别	干物质含量 (%)	粗蛋白含量 (%)	中性洗涤纤维含量 (%)	酸性洗涤纤维含量 (%)	半纤维素含量 (%)	可溶性碳水化合物含量 (%)	单宁含量 (%)
对照组	31.70 ± 0.06Bb	12.11 ± 0.01Bb	46.60 ± 0.86BCc	35.12 ± 0.29Bb	11.48 ± 0.57BCc	1.03 ± 0.07Bb	10.49 ± 0.46Dd
I	38.43 ± 1.53Aa	12.14 ± 0.12Bb	45.61 ± 2.29Bb	29.99 ± 1.00CDc	15.62 ± 1.29Aa	1.21 ± 0.17ABab	12.72 ± 0.37ABab
II	30.60 ± 0.58Bb	15.39 ± 0.80Aa	54.14 ± 0.10Aa	38.76 ± 0.58Ab	15.39 ± 0.48Aa	0.58 ± 0.03Cb	12.35 ± 0.20Bb
III	37.73 ± 0.55Aa	14.64 ± 0.10Ab	38.37 ± 3.35Dd	27.01 ± 1.88Dd	11.36 ± 1.47Cc	0.83 ± 0.17Ca	13.17 ± 0.42Aa
IV	31.05 ± 1.27Bb	13.01 ± 0.22Ba	50.47 ± 3.65ABa	39.83 ± 3.11Aa	10.64 ± 0.54Cc	1.14 ± 0.18ABb	11.44 ± 0.32Cc
V	38.43 ± 2.63Aa	15.61 ± 0.80Aa	43.90 ± 3.38Cc	30.84 ± 1.97Cc	13.07 ± 1.41Bb	1.39 ± 0.13Aa	9.80 ± 0.19Dd

的,其含量的高低是衡量青贮质量好坏的指标之一^[14]。氨态氮/总氮的值越大,说明蛋白质和氨基酸的分解越多。本试验结果表明,添加少量尿素来氨化处理大豆秸秆,有利于乳酸菌发酵,提高发酵品质。而随着尿素剂量的升高,氨态氮含量升高,可能是促进了有害微生物的繁殖,导致秸秆的营养物质被其分解,降低发酵品质。水分含量是影响青贮饲料青贮质量的一个重要的因素,水分含量过高会导致微生物的繁殖增强,不利于青贮^[15]。一般认为水分含量在 60% ~ 70% 比较适合青贮。本试验用来青贮的大豆秸秆水分含量处于比较适合的范围。青贮饲料 pH 值、挥发性脂肪酸是评定青贮质量的指标之一。研究发现,氨化处理小麦秸秆,能够显著提高秸秆的 pH 值,挥发性脂肪酸有不同程度的降低^[13]。本试验所得 pH 值结果与其相似,原因可能是尿素转化成氨,然后溶于水形成氢氧化氨,导致秸秆具有一定的碱性。然而挥发性脂肪酸的结果与其相反,可能是青贮对象不同造成发酵方式不同所致。

秸秆被氨化预处理后,纤维部分官能团发生断裂,导致表层的亲水性增加以及秸秆的热稳定性提高。另外,氨化作用能够破坏纤维结构,有利于厌氧微生物接触到更多的可发酵物质,提高了秸秆的利用率^[16]。秸秆经过氨化后,粗蛋白含量显著提高,质地改善^[17]。吕贞龙等研究发现,氨化处理可使秸秆的粗蛋白含量提高 4% ~ 6%^[13]。甄二英研究发现,用尿素处理麦秸,其粗蛋白提高 1.2 倍,半纤维素含量降低 13.6%^[18]。而本试验也发现,经过氨化处理的秸秆粗蛋白都有所升高。另外,试验 III 和 V 组的 NDF、ADF 的含量均降低,说明氨化处理下大豆秸秆和麦麸混贮有助于提高青贮效果。但是尿素添加较高时,pH 值升高,导致有害菌繁殖,增强不良发酵和酶的分解作用,进而更多营养物质流失,降低青贮品质。单宁是植物体内的一种次生代谢产物,具有多元酚结构,主要存在于植物体的皮、根、叶、壳和果肉中^[19]。单宁在豆科牧草及其加工副产品中的含量较高,单宁化学性质活泼,具有很强的生物和药理活性,能够与蛋白质、糖类、金属离子等结合生产沉淀物质,具有抗肿瘤、抗氧化等多种功能^[20-21]。本试验结果表明,随着尿素剂量的升高,单宁的含量降低,这可能是尿素大量转化成氨,然后与单宁结合反应所致。

经过氨化处理麦麸和大豆秸秆混贮,能够提高青贮效果,从本试验的结果来看,大豆秸秆中添加 2 kg/t 尿素和 10% 麸皮青贮效果较好。

参考文献:

[1]程颖颖,赵晋铭,盖钧鎰,等. 大豆秸秆粗纤维含量的测定及摘英对其饲用品质的影响[J]. 大豆科学,2008,27(5):773-776.

[2]徐 忠,杨雪欣,汪群慧,等. 大豆秸秆纤维素酶水解条件的研究[J]. 食品工业科技,2004(3):58-59.

[3]Wang J,Wang Q H,Xu Z,et al. Effect of fermentation conditions on L-lactic acid production from soybean straw hydrolysate[J]. Journal of Microbiology and Biotechnology,2015,25(1):26-32.

[4]Wan C X,Zhou Y G,Li Y B. Liquid hot water and alkaline pretreatment of soybean straw for improving cellulose digestibility [J]. Bioresource Technology,2011,102(10):6254-6259.

[5]卢焕玉,李 杰. 大豆秸秆作为粗饲料的营养价值评定[J]. 中国畜牧杂志,2010,46(3):36-38.

[6]孙国强,郭立忠,李振江,等. 大豆秸秆菌糠喂牛的效果研究[J]. 黄牛杂志,2001,27(2):18-20.

[7]谢 明,苏加义. 大豆秸粉在獭兔日粮中的应用研究[J]. 安徽农学通报,2008,14(9):133-134.

[8]包布和,贾志海,张 微,等. 豆秸加工方式和用量对辽宁绒山羊日粮营养物质消化代谢的影响[J]. 中国畜牧杂志,2011,47(5):54-57.

[9]潘存霞,王永雄. 不同尿素水平对氨化秸秆消化率的影响[J]. 吉林畜牧兽医,2006,27(11):6-8.

[10]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):86-92.

[11]葛 剑,杨翠军,杨志敏,等. 紫花苜蓿和裸燕麦混贮发酵品质和营养成分分析[J]. 草业学报,2015,24(4):104-113.

[12]刘向阳,阎巧娟,韩鲁佳,等. 氨化秸秆饲料的质量评定[J]. 中国农业大学学报,2002,7(6):49-53.

[13]吕贞龙,陈后庆,尹召华,等. 小麦秸秆氨化中尿素氮水平对其品质的影响[J]. 饲料工业,2007,28(23):26-28.

[14]李君凤,孙肖慧,原现军,等. 添加乙酸对西藏燕麦和紫花苜蓿混合青贮发酵品质和有氧稳定性的影响[J]. 草业学报,2014,23(5):271-278.

[15]史卉玲,刘 慧,马春晖. 晾晒时间对初花期紫花苜蓿青贮发酵品质的影响[J]. 草业科学,2013,30(8):1278-1283.

[16]马兴元,刘 琪,马 君. 氨化预处理对生物质秸秆厌氧发酵的影响[J]. 生态环境学报,2011,20(10):1503-1506.

[17]刘卢生,索朗次仁,王永雄,等. 氨化剂和氨化条件对水稻秸秆氨化的影响[J]. 饲料工业,2012,33(3):51-53.

[18]甄二英. 氨化处理对麦秸化学成分、脆性及绵羊采食量的影响[J]. 河北农业大学学报,1991,14(2):89-93.

[19]傅长明,黄科林,王则奋,等. 植物单宁的性质及应用[J]. 企业科技与发展,2010(22):57-60.

[20]彭春风,曹国军. 饲用灌木中植物单宁对反刍动物的影响[J]. 草业与畜牧,2010(11):21-23.

[21]王妍君,谢开云,赵 祥,等. 植物单宁及其对动物的作用研究进展[J]. 草原与草坪,2011,31(4):82-87.