

## 氨化秸秆饲料的质量评定

刘向阳 阎巧娟 韩鲁佳 郭佩玉 谭奈林

(中国农业大学农业工程研究院)

**摘要** 为制定氨化秸秆饲料质量评定标准,进行了氨化秸秆饲料的感官评定、化学分析和生物学饲养等试验。根据试验结果,并参考国内外有关资料,提出了氨化秸秆饲料感官评定法、化学分析法和生物技术法的评定指标,并制定了评定标准。认为生物技术法可较全面地鉴定饲料品质,将48 h瘤胃降解率作为评定指标,评定等级依据干物质降解率的百分点增加值确定,10~15为优秀,8~9为良好,5~6为及格。

**关键词** 氨化秸秆饲料; 质量; 评定标准

**中图分类号** S 816.1; S 816.5

## Methods for Evaluating the Quality of Ammoniated Feed of Crop Straw and Maize Stover

Liu Xiangyang, Yan Qiaojuan, Han Lujia, Guo Peiyu, Tan Nailin

(Agricultural Engineering Institute, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract** Wheat and rice straw, and maize stovers are the main by-product of rural region. Nowadays more and more straw are used as the feed of ruminant after ammonization. But there is not a standard to evaluate quality of ammoniated straw feed. According to the research and the references from all over the world there are three methods to evaluate ammoniated straw quality can be used in work site or in laboratory including sensitive means, chemical and biological analysis. The chemical analysis method will be a comprehensive method, its index is 48 h rumen degradation rate of dry matter, according to the increased percentage points after ammonisation, it can be divided to: excellent (10-15), good (8-9), and pass (5-6).

**Key words** straw; maize stover; ammoniated feed; quality evaluation

以农作物秸秆作为粗饲料饲喂反刍动物是当前我国广大农村重要的致富途径,但秸秆饲料的营养价值、牲畜采食率及瘤胃消化率较低,改善的方法主要是对秸秆进行氨化处理。虽然一些发达国家秸秆氨化处理率较高(如挪威,氨化处理的秸秆已达秸秆总量的17.3%),我国近年来氨化秸秆饲料平均年产量也已达约5000万t;但是国内外至今仍没有统一的氨化秸秆饲料质量评定标准。为此,笔者通过2年的试验研究,并参考国内外有关资料,提出对氨化小麦秸秆、稻草和玉米秸秆的感官评定、化学分析评定和生物评定方法。这3种方法既可以在生产现场,也可在实验室对氨化秸秆饲料进行质量评定。

收稿日期: 2002-04-15

农业部重点课题

刘向阳,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)191信箱,100083

## 1 氨化秸秆饲料样品的制作

参照国内外有关资料,制作了氨化秸秆饲料样品。方法是:取质量为秸秆(干物质,全文同)质量6%的尿素和45%的水制成尿素溶液,分别均匀混合在碎麦秸、稻草和玉米秸秆中,然后将其分别封装在密闭的桶中。环境温度18℃,处理4周,得到氨化秸秆饲料样品。

## 2 质量标准评定项目的选定

氨化秸秆饲料品质的鉴定主要采用感官评定法、化学分析法和生物技术法。在生产中通常采用感官评定法,其优点是简便易行,但准确性较差;化学分析法能够准确地测出秸秆的粗蛋白、粗纤维、酸性洗涤纤维及中性洗涤纤维等成分的含量,但不能全面地评价秸秆的营养价值,也不能反映牲畜对氨化秸秆饲料的消化程度;生物技术法既可反映秸秆饲料的降解率,又可反映饲料的消化速度,可较全面地鉴定饲料品质。

### 2.1 感官评定法

依据有关资料<sup>[1]</sup>、笔者的实践经验及本次试验结果,拟定了氨化秸秆质量感官法评定标准(表1)。

表1 氨化秸秆饲料质量感官法评定标准

评定内容	氨化秸秆饲料质量			
	氨化好	未氨化好	霉变	腐烂
色泽	新鲜秸秆呈深黄色或黄褐色,发亮,颜色越深质量越好;陈年秸秆呈褐色或灰色	颜色与氨化前相同	呈白色,或发黑,有霉点	呈深红色或酱色
气味	开封时有强烈氨味,放氨后呈糊香或酸面包味	无氨味,仍为普通秸秆味	强烈的霉味	有霉烂味
质地	柔软、松散,放氨后干燥	无变化,仍较坚硬	变得糟损,有时发黏	发黏,出现酱块状
温度	手插入温度不高	手插入温度不高	手插入有发热感	手插入有发热感

### 2.2 化学分析法

#### 2.2.1 粗蛋白含量

秸秆氨化后粗蛋白含量增加,秸秆品种不同,氨化后粗蛋白含量增加幅度也不同。一般来说,氨化前粗蛋白含量较低的品种,氨化后其粗蛋白含量增加幅度反而较大(表2)。

表2 氨化前后秸秆粗蛋白质量分数增加率的试验值与资料给出值 %

秸秆种类	试验值			资料给出值		
	氨化前	氨化后	增加率	氨化前	氨化后	增加率
小麦秸	4.28	15.26	256.54	2.20	7.64	247
稻草	3.90	9.66	147.69	3.86	7.84	103
玉米秸	6.63	16.80	153.39	3.70	8.72	135

按氨化前一般秸秆粗蛋白质量分数为 3.5% 计算, 氨化后达到 5.6% (相当于一般草料如狗尾草) 即为及格; 达到 7.0% (相当于一般优质牧草如黑小麦) 为良好; 达到 8.4% 为优秀。由此得出氨化秸秆饲料质量等级 (表 3)。

表 3 氨化秸秆饲料质量等级

质量等级	及格	良好	优秀
粗蛋白质量分数提高率/%	60, < 100	100, < 140	140

### 2.2.2 粗纤维、酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维

氨溶解于水后形成的氨水为弱碱性, 对秸秆的结构不会产生很大的影响。本次验证试验结果 (表 4) 及国内外许多资料都表明, 氨化前后秸秆粗纤维、酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维的质量分数没有明显的、规律性的变化。经过瘤胃不同时间降解后秸秆中酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维的质量分数及其变化率见表 5。可以看出, 氨化前后的秸秆经瘤胃降解后, 其酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维质量分数的变化均不呈任何规律性, 因此不宜作为氨化秸秆质量的评定指标。

表 4 氨化前后秸秆粗纤维、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的质量分数  $w$  及其变化率 %

秸秆种类	$w$ (粗纤维)			$w$ (中性洗涤纤维)			$w$ (酸性洗涤纤维)		
	氨化前	氨化后	变化率	氨化前	氨化后	变化率	氨化前	氨化后	变化率
	小麦秸	35.40	27.09	- 23.47	67.94	67.76	- 0.26	36.65	38.88
稻草	30.92	31.04	0.39	66.44	61.57	- 7.33	35.22	38.53	9.40
玉米秸	30.17	30.01	- 0.53	64.31	57.28	- 10.93	35.71	37.26	4.34

表 5 瘤胃降解后秸秆酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维的质量分数  $w$  及其变化率 %

秸秆种类	瘤胃降解 时间/h	$w$ (酸性洗涤纤维)			变化率	$w$ (中性洗涤纤维)		
		氨化前	氨化后	变化率		氨化前	氨化后	变化率
		小麦秸	12	47.49		52.71	10.99	82.36
小麦秸	24	46.78	48.83	4.38	81.08	81.14	0.07	
	48	44.64	48.85	9.43	77.91	79.45	1.98	
	72	45.51	44.78	- 1.60	78.99	75.49	- 4.43	
	稻草	12	38.31	48.58	26.81	68.89	76.98	11.74
稻草	24	40.44	46.67	15.41	71.36	73.28	2.69	
	48	41.44	43.34	4.58	72.32	68.78	- 4.89	
	72	43.04	46.97	9.13	74.12	72.19	- 2.60	
	玉米秸	12	47.53	47.87	0.72	78.19	75.87	- 2.97
玉米秸	24	49.97	49.03	- 1.88	80.78	76.45	- 5.36	
	48	47.98	44.14	- 8.00	76.13	71.57	- 5.99	
	72	43.72	42.66	- 2.42	72.18	69.83	- 3.26	

### 2.2.3 秸秆氮化效率

氮化效率  $\eta$  是评定氮的利用程度的一个指标

$$\eta = (m_a/m_r) 100\%$$

式中:  $m_a$  为氮化后秸秆中增加的粗蛋白质量, g;  $m_r$  为氮化时加入秸秆中的粗蛋白质量, g。

将与秸秆质量比分别为 5% 和 14% 的尿素和碳酸氢铵, 分别加入加水量为秸秆质量 40% 的稻草中, 用堆垛法进行氮化; 将与秸秆质量比分别为 3% 和 10% 的液氨和碳酸氢铵, 分别加入加水量为秸秆质量 40% 的稻草中, 用氮化炉法进行氮化。不同氮源对秸秆的氮化效率见表 6。可以看出, 采用堆垛法氮化稻草时, 氮源为碳酸氢铵时比尿素时多加入氮 0.15 个百分点, 氮化后粗蛋白质量分数比氮源为尿素时多增加 1.90 个百分点, 氮化效率提高 10.75 个百分点。氮化炉法氮化玉米秸秆时, 氮源为碳酸氢铵时比液氨时少加入氮 0.70 个百分点, 氮化后粗蛋白质量分数较液氨时少增加 0.86 个百分点, 氮化效率提高 2.82 个百分点。经  $t$  值测定 ( $t < 0.05, p > 0.05$ ), 差异不显著<sup>[2]</sup>。由此可见, 氮化秸秆时只要加入合适的氮量, 氮化效率变化不大, 因此, 不将其作为氮化秸秆饲料质量评定指标。

表 6 不同氮源氮化秸秆的效率<sup>[3]</sup>

秸秆种类	氮化方法	氮源	施加的不同物质与秸秆质量比			秸秆粗蛋白质量分数			氮化效率 %
			氮源	氮*	粗蛋白	氮化前	氮化后	增加值	
稻草	堆垛	尿素	5	2.33	14.56	5.35	8.97	3.62	24.86
		碳酸氢铵	14	2.48	15.50	5.35	10.87	5.52	35.61
玉米秸	金属箱氮化炉	液氨	3	2.47	15.44	5.98	10.11	4.13	26.75
	土建式氮化炉	碳酸氢铵	10	1.77	11.06	4.89	8.16	3.27	29.57

注: \* 由氮源折算而来。每 100 kg 秸秆中加水量均为 40 kg。

## 2.3 生物技术法

### 2.3.1 瘤胃干物质降解率

常用瘤胃瘘管-尼龙袋消化法测定秸秆干物质降解率。文献[2]中指出, 不同秸秆的干物质降解率不同(表 7)。由表 7 可以看出, 消化时间为 48 h 时, 氮化后小麦秸、稻草和玉米秸的牛瘤胃干物质降解率分别增加了 11.48, 8.03 和 7.52 个百分点, 笔者的试验结果(表 8)也呈现同样的规律。由表 8 可以看出, 消化时间为 48 h 时, 氮化后干物质降解率的增加值最大, 小麦秸、稻草和玉米秸分别增加 11.47, 9.49 和 5.85 个百分点, 因此, 用瘤胃降解法评价秸秆饲料氮化

表 7 资料给出的秸秆牛瘤胃干物质降解率  $\eta$

消化时间/h	$\eta$ (小麦秸)		$\eta$ (稻草)		$\eta$ (玉米秸)	
	未氮化	氮化	未氮化	氮化	未氮化	氮化
12	25.99	32.57				
24	32.20	39.96				
48	44.14	55.62	46.48	54.51	55.21	62.73
72	48.13	64.25				

质量时采用 48 h 降解率较为合适。评定等级确定为干物质降解率增加值 10~ 12 个百分点为优, 7~ 8 为良, 5~ 6 为及格。

表 8 试验得到的秸秆牛瘤胃干物质降解率  $\eta$  %

消化时间/h	$\eta$ (小麦秸)		$\eta$ (稻草)		$\eta$ (玉米秸)	
	氨化前	氨化后	氨化前	氨化后	氨化前	氨化后
12	22.52	27.22	14.31	16.26	18.14	22.84
24	27.54	34.21	23.44	24.07	30.46	33.30
48	37.54	49.01	37.64	47.13	43.85	49.70
72	49.52	51.18	45.17	53.18	47.48	52.20

### 2.3.2 瘤胃降解曲线

瘤胃降解曲线可较直观地反映各种秸秆随消化时间的降解程度, 反应其不同降解速度, 及降解率的变化情况, 但绘制这些曲线较为繁琐, 且曲线代表的含义难以用数值标准衡量, 故不宜用作氨化秸秆质量的评定指标。

## 3 结 论

经过试验验证和文献分析, 提出了氨化秸秆饲料的质量评定标准。应用感官评定法, 根据氨化后秸秆的色泽、气味、质地和温度, 区分出氨化好、未氨化好、霉变和腐烂 4 个级别; 应用化学分析法, 根据氨化后秸秆粗蛋白质量分数提高率, 区分及格( 60, < 100)、良好( 100, < 140) 和优秀( 140) 3 个等级; 应用生物技术法, 用秸秆氨化后 48 h 的降解率增加值, 区分优秀(10~ 12 个百分点)、良好(7~ 8 个百分点) 和及格(5~ 6 个百分点) 3 个等级。

## 参 考 文 献

- 1 郭庭双 秸秆畜牧业 上海: 上海科学技术出版社, 1996 43~ 47
- 2 周雅娟, 郭佩玉, 韩鲁佳, 等. 用碳酸氢铵在氨化炉中氨化秸秆. 北京农业工程大学学报, 1991, 11(2): 72~ 79
- 3 郭佩玉, 李道娥, 韩鲁佳, 等. 几种秸秆处理方法的比较研究. 农业工程学报, 1995, 11(2): 149~ 155