

安徽省野生芭茅草在肉牛瘤胃中的降解特性

金海¹, 李乔仙², 徐磊¹, 赵拴平¹, 高月娥², 刘彦培², 黄必志², 贾玉堂^{1*} (1.安徽省农业科学院畜牧兽医研究所/畜禽产品安全工程安徽省重点实验室, 安徽合肥 230001; 2.云南省草地动物科学研究院, 云南昆明 650212)

摘要 为了研究安徽省野生芭茅草在肉牛瘤胃中的降解规律, 在安徽太湖地区开展试验, 测定了芭茅草部分营养成分的含量, 并采用尼龙袋法测定了芭茅草的干物质(DM)、有机物(OM)、粗蛋白(CP)、中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)在瘤胃 6、12、24、36、48、72 h 的动态降解率。结果表明, 芭茅草 DM、OM、CP、NDF 和 ADF 的含量(干基)分别为 98.15%、93.62%、6.51%、68.07% 和 38.93%, 有效降解率分别为 36.26%、35.37%、43.34%、29.19% 和 25.93%, 芭茅草可作为肉牛优良粗饲料。

关键词 芭茅草; 营养成分; 肉牛; 瘤胃降解率

中图分类号 S823 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)23-0072-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.23.019

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Degradation Characteristics of Wild *Miscanthus floridulus* in the Rumen of Beef Cattle in Anhui Province

JIN Hai¹, LI Qiao-xian², XU Lei¹ et al (1. Anhui Province Key Laboratory of Livestock and Poultry Product Safety Engineering, Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230001; 2. Yunnan Academy of Grassland and Animal Science, Kunming, Yunnan 650212)

Abstract In order to study the degradation law of wild *Miscanthus floridulus* in the rumen of beef cattle in Anhui Province, this experiment was carried out in Taihu of Anhui Province. The content of some nutrients in *M. floridulus* were determined. The dynamic degradation rates of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) in rumen at 6, 12, 24, 36, 48 and 72 h were determined by using nylon bag method. The results showed that the content of DM, OM, CP, NDF and ADF (dry matter basis) were 98.15%, 93.62%, 6.51%, 68.07% and 38.93% respectively. And the effective degradation rates were 36.26%, 35.37%, 43.34%, 29.19% and 25.93% respectively.

Key words *Miscanthus floridulus*; Nutrients; Beef cattle; Degradation rate in rumen

随着畜牧养殖业的发展, 我国饲料资源紧缺的问题愈发突显^[1]。肉牛等反刍动物瘤胃有大量的微生物, 可以利用单胃动物难以降解的粗饲料, 但我国可利用土地面积有限, 饲草资源短缺, 导致粗饲料价格不断攀升^[2], 近年来南方地区粗饲料的供应逐渐成为突出问题^[3]。开发利用当地廉价的非常规牧草资源可以提高饲草自给率, 能有效缓解畜牧养殖业粗饲料短缺问题。

芭茅草, 为安徽省安庆地区称谓, 学名五节芒 (*Miscanthus floridulus*), 在不同地区又称东茅、大叶茅, 隶属禾本科芒属, 根状茎发达, 茎秆高达 2~4 m。芭茅草多年生, 生命力旺盛, 耐旱耐贫, 适应性强, 产量高^[4]。据报道, 芭茅草第 3 年开始盛产, 产量 30.0~37.5 t/hm²^[5]。萧运峰等^[6]在引种栽培条件下, 芭茅草在营养刈割后的鲜草产量可达 184 t/hm²。目前, 芭茅草的营养价值研究鲜见报道。安庆太湖县芭茅草种植面积 11 333 hm², 岳西县种植面积 4 000 hm², 但因为缺少有效利用途径, 被当地视为火灾隐患, 常年被人工除治, 但当地养殖户有给肉牛饲喂芭茅草的习惯, 说明芭茅草应具备用作粗饲料的潜力。目前国内尚未见到芭茅草在肉牛瘤胃降解的相关研究。笔者测定了芭茅草的营养价值, 并以瘻管肉牛为试验动物, 测定了野生芭茅草在瘤胃中的降解率, 旨在为芭茅草在反刍动物上的消化利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 野生芭茅草样品于 2020 年 5 月 20—30 日在安徽省安庆市太湖县百里镇久鸿农业肉牛养殖场附近采集, 此时芭茅草高约 170 cm, 生长旺盛, 鲜草产量高。随机选择 3 处采集新鲜芭茅草, 共约 2 kg, 分批放入电热恒温干燥箱中 65 °C 干燥 24 h, 将烘干的部分样品过 1 mm 标准样品筛粉碎, 用于常规营养物质检测; 另一部分烘干样品过 2 mm 标准样品筛粉碎, 用于瘤胃降解试验。

1.2 试验动物和试验地点 试验在云南省草地动物科学研究院云岭牛核心场进行。选用 3 头健康且安装有瘤胃瘻管的云岭杂交牛作为试验动物, 定期驱虫、消毒和清粪。每天 08:00 和 18:00 饲喂, 自由饮水。精料与粗饲料(玉米青贮)的比例为 1:4, 精料配方为玉米 53%、豆粕 10%、菜粕 7%、棉粕 8%、麦麸 12%、酒糟粉 8%、预混料 2%。

1.3 试验设计 选用孔径 40 μm 的尼龙布, 制成 12 cm×8 cm 的尼龙袋, 将尼龙袋清洗干净后于 65 °C 下烘干至恒重, 记录每个袋子的重量, 写上编号备用。准确称取 5.00 g 芭茅草粉样品放入尼龙袋中, 放样过程中袋口处切勿沾染样品, 袋口用尼龙绳扎紧。

3 头瘻管牛在早晨饲喂前 1 h, 打开瘤胃瘻管盖子, 将尼龙袋放入瘤胃腹囊中。放置后 6、12、24、36、48 和 72 h 取样, 共 6 个时间点。每个时间点每头牛均设 4 个重复袋, 将取出的尼龙袋立即用干净的自来水冲洗, 可用手指轻轻挤压, 直至冲洗干净, 65 °C 下烘干至恒重。另设逃逸空白对照, 即分别称量 5.00 g 样品放入 4 个尼龙袋中, 不放入瘤胃, 按照上述步骤冲洗, 65 °C 下烘干至恒重。

基金项目 现代农业产业技术体系项目(CARS-37); 2018 年安徽省重大专项(18030701207)。

作者简介 金海(1988—), 男, 安徽安庆人, 助理研究员, 硕士, 从事肉牛健康养殖研究。*通信作者, 研究员, 从事肉牛繁育技术及健康养殖技术研究。

收稿日期 2021-11-24

1.4 测定指标及计算方法

1.4.1 营养成分检测。芭茅草的干物质(DM)、有机物(OM)、粗蛋白(CP)、中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)测定方法参考张丽英的《饲料分析与饲料质量检测技术》^[7]。

1.4.2 瘤胃降解率测定。按照以下公式测定野生芭茅草样品在瘤胃中 6、12、24、36、48、72 h 的降解率。

装袋样品逃逸率(%)=

$$\frac{\text{空白试验装袋样品干物质质量}-\text{空白试验袋中残余物质量}}{\text{空白试验装袋样品干物质质量}} \times 100\% \quad (1)$$

校正装袋样品量(g)=实际装袋样品量×(1-装袋样品逃逸率) (2)

某一营养成分在瘤胃中的实时降解率(%)=(样品中该营养成分修正后的含量-某时间点尼龙袋残渣中该营养成分的含量)/样品中该营养成分修正后的含量×100% (3)

1.4.3 瘤胃降解参数及有效降解率(ED)测定。

$$dp = a + b(1 - e^{-ct}) \quad (4)$$

$$ED = a + bc / (k + c) \quad (5)$$

式中,dp 为被测芭茅草粉样品中某一营养物质在 t 时间点的降解率(%); a 为快速降解部分占比(%); b 为慢速降解部分占比(%); c 为慢速降解部分降解速率(%/h); t 为样品在瘤

胃内滞留时间(h);ED 为被测芭茅草粉中某一营养物质的有效降解率(%); k 为瘤胃外流速率(%/h),该试验中 k 值取 0.025%/h。

1.5 数据统计与分析 使用 Excel 软件对试验数据进行整理,再使用 SPSS 19.0 统计软件进行单因素方差分析,采用 Duncan 法对平均值进行多重比较,结果均以“平均值±标准差”表示, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

将新鲜芭茅草在恒温干燥箱 65 °C 下干燥 24 h 后测定样品各营养成分的含量,结果表明 DM、OM、CP、NDF 和 ADF 的含量(干基)分别为 98.15%、93.62%、6.51%、68.07% 和 38.93%。

芭茅草各营养成分在瘤胃中降解 6、12、24、36、48、72 h 的动态降解率如表 1 所示。由表 1 可知,芭茅草 DM、OM、CP、NDF 和 ADF 的瘤胃降解率与其在瘤胃内滞留时间成正比。CP 在瘤胃内 6、12 h 降解率差异不显著,24、36 h 降解率差异不显著;DM、OM、NDF 和 ADF 各时间点瘤胃降解率均差异显著($P < 0.05$)。72 h 后,各营养成分的瘤胃降解率在 50% 左右,其中 DM、OM 和 CP 在瘤胃内的降解率更高。6 h 开始,DM、OM 和 CP 在瘤胃内的降解率均比 NDF 和 ADF 高,但随着滞留时间的增加,NDF 和 ADF 在瘤胃内的降解率增加更快,72 h 时接近 50%。

表 1 芭茅草营养物质在不同时间点的降解率

Table 1 Degradation rate of nutriment of *M.floridulus* at different time points

| 时间 Time//h | 各营养成分 Nutrients | | | | |
|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | DM | OM | CP | NDF | ADF |
| 6 | 20.00±0.82 f | 18.75±0.86 f | 34.99±1.50 d | 8.57±1.52 f | 3.25±1.56 f |
| 12 | 23.68±0.63 e | 22.57±0.66 e | 35.65±1.32 d | 13.43±0.70 e | 7.04±0.81 e |
| 24 | 31.91±1.55 d | 31.02±1.56 d | 42.24±2.77 c | 25.78±1.40 d | 22.99±1.30 d |
| 36 | 38.95±2.70 c | 38.38±2.80 c | 42.45±1.90 c | 33.57±2.86 c | 31.06±2.93 c |
| 48 | 45.88±2.61 b | 45.28±2.76 b | 48.24±2.39 b | 41.85±2.65 b | 40.06±2.68 b |
| 72 | 52.16±3.06 a | 51.61±3.17 a | 51.79±1.65 a | 48.85±3.26 a | 48.02±3.59 a |

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference($P < 0.05$)

表 2 芭茅草营养成分瘤胃降解参数及有效降解率

Table 2 Degradation parameters and effective degradation rate of nutrients of *M.floridulus* in the rumen of beef cattle

| 营养成分 Nutrients | 快速降解部分占比 Proportion of rapid degradation parts(a) // % | 慢速降解部分占比 Proportion of slow degradation parts(b) // % | 慢速降解部分降解速率 Degradation rate of slow degradation part(c) // %/h | 有效降解率 Effective degradation rate ED // % |
|-------------------|--|---|--|--|
| DM | 13.97±1.14 b | 57.11±14.48 b | 0.018±0.005 b | 36.26±1.50 b |
| OM | 12.49±1.09 b | 55.79±10.12 b | 0.018±0.004 ab | 35.37±1.57 b |
| CP | 32.06±1.49 a | 44.49±19.24 c | 0.012±0.007 c | 43.34±1.20 a |
| NDF | 0 c | 63.91±9.63 ab | 0.023±0.007 ab | 29.19±1.80 c |
| ADF | 0 c | 71.50±11.11 a | 0.024±0.007 a | 25.93±1.80 d |

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference($P < 0.05$)

由表 2 可知,CP 的快速降解部分占比(a)最高,为 32.06%。DM 和 OM 的快速降解部分占比(a)差异不显著。慢速降解部分占比(b)则相反,ADF 的慢速降解部分占比最高,占 71.50%;NDF 的慢速降解部分占比次之,而 CP 最低。芭茅草 DM、OM、CP、NDF 和 ADF 在瘤胃内的有效降解率分别为 36.26%、35.37%、43.34%、29.19% 和 25.93%。CP 在瘤

胃内的有效降解率最高,DM 次之,NDF 和 ADF 较低,各营养成分间差异显著($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 芭茅草的饲用营养价值 饲料常规营养成分是评判牧草营养价值的重要指标之一,而不同的生育期、同一株不同部位、不同品种以及生长环境等因素均会影响牧草的营养价

值^[8]。萧运峰等^[6]对安徽、湖南、贵州、广西不同地区芭茅草的营养成分进行了检测,其中安徽东至地区处于拔节期五节芒的CP、EE、CF、Ash、Ca和P含量(以干物质为基础)分别为10.09%、1.47%、35.60%、8.85%、1.29%和0.19%。由于芭茅草在自然生长条件下新旧植株夹杂生长在一起,此次试验采集的芭茅草样品中有部分枯黄叶片,且未确定具体的物候期(根据外观判断,可能是抽穗初期)和不同的生长环境,因此导致该试验中芭茅草CP含量差异较大。

3.2 芭茅草在瘤胃中的降解特性 尼龙袋法又称半体内法,可快速测定饲料原料营养物质在肉牛瘤胃内的降解速率和降解程度。降解率越高说明瘤胃微生物消化利用效果越好,降解率是衡量饲料饲用价值的重要指标之一^[9]。该试验结果表明,芭茅草CP的有效降解率最高,可达43.34%;DM的有效降解率次之,为36.26%;NDF和ADF的有效降解率相对较低,分别为29.19%和25.93%,这符合各营养成分在瘤胃中降解的基本规律。

瘤胃对饲料中粗蛋白的降解过程是瘤胃微生物将饲料中含氮物质转换为更易消化利用的微生物蛋白的过程^[10]。芭茅草的粗蛋白在瘤胃中降解最快,消化6h后降解率达到34.99%,有效降解率为43.34%,高于稻草(36%左右)、麦秸(40%左右)、玉米秸秆(42%左右)^[11],说明芭茅草的粗蛋白可能比一般农作物秸秆更易于被瘤胃微生物降解,但低于常见优质牧草,比如燕麦草(60%左右)、苜蓿(66%左右)、黑麦草(67%左右)。这可能与饲料的蛋白质含量有关^[12]。

NDF反映的是植物细胞壁纤维含量,主要包括纤维素、半纤维素和木质素。NDF的主要作用是维持瘤胃的正常生理功能,其中部分纤维素和半纤维素可被微生物降解为挥发性脂肪酸,经瘤胃壁吸收入血,为机体供能。木质素是抗营养因子,不易消化,木质素过多会显著影响瘤胃微生物对NDF和ADF的降解和利用^[13]。芭茅草中NDF和ADF在瘤胃中的降解规律与其他牧草类似,降解缓慢且不易被降解。苜蓿、燕麦草NDF和ADF的有效降解率均为40%左右^[12],芭茅草则与一般农作物秸秆接近,只有30%左右,可能是由于木质素含量较高所致。

DM瘤胃降解率反映饲料被消化的程度,同时也会影响

肉牛的干物质采食量(DMI)^[14],DM瘤胃降解率越小,被降解程度越低,DMI越小。芭茅草DM的有效降解率为36.26%,稍高于水稻秸秆(32%),但低于玉米、麦秸、黑麦草、燕麦草、苜蓿、花生秧。芭茅草DM的瘤胃降解率偏低,这可能是因为其CP含量较低,CF含量高,微生物对其利用部分少,难以消化,实际直接饲喂芭茅草对肉牛饲养采食量的影响程度需要通过进一步动物试验来确定。

4 结论

该试验结果表明,野生芭茅草CP含量达6.51%,NDF含量为68.07%,ADF含量为38.93%。各营养成分的瘤胃降解率均随着滞留时间的延长而逐渐升高,其中CP的有效降解率最高,72h各营养成分的有效降解率均在50%左右。野生芭茅草的营养价值和有效降解率高于一般农作物秸秆、低于优质牧草,获取成本低廉,安庆地区理论上可利用面积超过1.53万hm²,在偏僻交通运输不便地区可作为肉牛粗饲料的替代品。同时,可将芭茅草进一步加工制作成青贮,提高其利用价值,延长利用时效,保证全年粗饲料供应。

参考文献

- [1] 张艳艳,赵国先,郝艳霜,等.禽畜非常规饲料开发利用研究进展[J].饲料博览,2016(1):27-29.
- [2] 张佳谊,孙凤俊.配制高含量玉米青贮TMR如何满足奶牛的基本饲养要求[J].中国奶牛,2014(18):58-60.
- [3] 陈昌质,张幸开.饲喂玉米青贮应注意的问题[J].中国奶牛,2008(2):60-61.
- [4] 钱少平.五节芒除叶鞘设备的研制[D].杭州:浙江农林大学,2012.
- [5] 周学雅.芭茅的栽植技术[J].可再生能源,1989(3):28.
- [6] 萧运峰,王锐,高洁.五节芒生态——生物学特性的研究[J].四川草原,1995(1):25-29.
- [7] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].北京:中国农业出版社,2007.
- [8] 杨雪海,何灿芳,田宏,等.乳熟期扁穗雀麦饲用营养价值及其山羊瘤胃降解特性研究[J].饲料工业,2019,40(2):6-11.
- [9] 申瑞瑞,李秋凤,李运起,等.不同添加剂对薯渣与玉米秸秆混贮饲料发酵品质及牛瘤胃降解率的影响[J].草业学报,2018,27(11):200-208.
- [10] 蒋涛.不同品系甜高粱青贮前后瘤胃降解特性及其对肉羊氮、钙、磷损失的影响[D].凤阳:安徽科技学院,2018.
- [11] 宋钰.谷氨酸渣对肉牛常见饲料瘤胃有效降解率和小肠消化率的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2020.
- [12] 陈晓琳.肉羊常用粗饲料营养价值和瘤胃降解特性研究[D].青岛:青岛农业大学,2014.
- [13] 张立涛,刁其玉,李艳玲,等.中性洗涤纤维生理营养与需要量的研究进展[J].中国草食动物科学,2013,33(1):57-61.
- [14] 高月娥,蔡明,黄必志,等.桑叶在肉牛瘤胃中的降解特性研究[J].山地农业生物学报,2017,36(4):80-84.

(上接第71页)

- [16] 柳骥,王成华,薛海明,等.银川河东国际机场鸟击风险评估与鸟击防范研究[J].安徽农业科学,2021,49(12):84-87,93.
- [17] 金麟雨,李舒萌,赵小英,等.煤气炮和声波驱鸟器有效距离的评估[J].应用生态学报,2021,32(1):326-332.
- [18] MAGRATH R D, PITCHER B J, GARDNER J L. A mutual understanding? Interspecific responses by birds to each other's aerial alarm calls[J]. Behavioral ecology, 2007, 18(5): 944-951.
- [19] 尚玉昌.动物行为学[M].北京:北京大学出版社,2005:396-397.
- [20] SCHMIDT K A, LEE E, OSTFELD R S, et al. Eastern chipmunks increase

their perception of predation risk in response to titmouse alarm calls[J]. Behavioral ecology, 2008, 19(4): 759-763.

- [21] FRANCIS C D, BARBER J R. A framework for understanding noise impacts on wildlife: An urgent conservation priority[J]. Frontiers in ecology and the environment, 2013, 11(6): 305-313.
- [22] AGUILERA E, KNIGHT R L, CUMMINGS J J. An evaluation of two hazing methods for urban Canada geese[J]. Wildlife society bulletin, 1991, 19(1): 32-35.
- [23] POHL N U, SLABBEKOORN H, KLUMP G M, et al. Effects of signal features and environmental noise on signal detection in the great tit, *Parus major*[J]. Animal behaviour, 2009, 78(6): 1293-1300.