

疆岳驴对几种秸秆日粮利用率的比较试验

方雷^{1,2}, 李团结¹, 胡小明³ (1. 塔里木大学动物科学学院, 新疆阿拉尔 843300; 2. 新疆生产建设兵团塔里木畜牧科技重点实验室, 新疆阿拉尔 843300; 3. 新疆喀什地区畜牧技术推广中心站, 新疆喀什 844000)

摘要 [目的]为合理利用秸秆资源, 发展养驴业提供科学依据。[方法]以3头3~4岁雄性疆岳驴为试验动物, 采用全收集消化试验研究400 g/d精料水平下疆岳驴对麦秸、稻草、玉米秸秆和青贮日粮的利用率。[结果]疆岳驴对青贮日粮干物质、有机物、NDF、ADF和能量的采食量分别为(2 909.08 ± 208.65)g/d、(2 565.20 ± 166.25)g/d、(1 640.96 ± 216.36)g/d、(1 036.48 ± 138.23)g/d、(50.88 ± 3.62)MJ/d, 均低于其他3组, 而对青贮日粮中这几种物质的消化率分别为(59.10 ± 4.62)%、(64.20 ± 4.03)%、(60.71 ± 4.25)%、(52.79 ± 5.13)%、(61.92 ± 4.32)%, 均高于其他3组; 疆岳驴对麦秸、稻草和玉米秸秆干物质的采食量无显著差异, 对麦秸、稻草中NDF、ADF、有机物和能量的消化率均低于玉米秸秆。[结论]疆岳驴对青贮日粮和玉米秸秆的利用率较高。

关键词 疆岳驴; 采食量; 消化率; 秸秆日粮

中图分类号 S816.35 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)14-06443-02

Comparative Experiment of Utilization Rate of Jiangyue Donkey on Several Kinds of Straw Diet

FANG Lei et al (College of Animal Science, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300)

Abstract [Objective] The aim was to provide the scientific basis for the reasonable utilization of straw resource and the development of donkey raising. [Method] With 3 male Jiangyue donkeys that 3~4 years old as the tested animals, through digestion trial experiment with total collecting feces method, the utilization rates of Jiangyue donkey on rice straw, wheat straw, corn stalk and silage diet under the condition of 400 g/d concentrate were studied. [Result] The feed intakes of Jiangyue donkey on dry matter, organic matter, NDF, ADF and energy in silage diet were (2 909.08 ± 208.65)g/d, (2 565.20 ± 166.25)g/d, (1 640.96 ± 216.36)g/d, (1 036.48 ± 138.23)g/d, (50.88 ± 3.62)MJ/d resp., being lower than those of other 3 groups, and the digestibility of Jiangyue donkey on those matters were (59.10 ± 4.62)%、(64.20 ± 4.03)%、(60.71 ± 4.25)%、(52.79 ± 5.13)%、(61.92 ± 4.32)% resp., being higher than those of other 3 groups. The feed intake of Jiangyue donkey on wheat straw, rice straw and corn straw had no difference, and the digestibility of Jiangyue donkey on NDF, ADF, organic matter and energy in wheat straw and rice straw were lower than those in corn straw. [Conclusion] The utilization rate of Jiangyue donkey on silage diet and corn straw were higher.

Key words Jiangyue donkey; Feed intake; Digestibility; Straw diet

疆岳驴(该试验暂称)是20世纪60~70年代由喀什岳普湖县畜牧局采用关中驴与当地新疆小毛驴杂交形成的优良驴品种, 性情温顺, 抗病力强, 耐干旱炎热气候, 生产性能好, 遗传力稳定^[1]。随着农业生产和机械化水平的提高, 驴作为交通和生产的役用作用大大下降, 而逐渐转向肉用和药用, 但由于长期以来对养驴业重视不够, 相关的科学研究较少, 在一定程度上制约了养驴业的发展, 笔者研究了疆岳驴在日均采食400 g精料条件下对几种常用秸秆粗饲料日粮的采食与消化情况, 以期合理利用秸秆资源和促进养驴业发

展提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验动物。3头雄性、健康、年龄3~4岁、体重(155 ± 12)kg的疆岳驴。

1.1.2 主要仪器。自动纤维分析仪(FIBERTEC型, 瑞士FOSS福斯), 全自动凯氏定氮仪(k370型, 瑞士), 全自动微机氧弹热量计(XRY-1B型)。

1.1.3 饲喂原料。各饲喂原料及成分如表1所示。

表1 原料营养成分含量(干物质基础)

Table 1 The content of raw material nutrition (dry matter basis)

饲草类型	干物质//%	粗蛋白//%	NDF//%	ADF//%	有机物//%	钙//%	磷//%	总能//MJ/kg
Feed type	Dry matter	Crude protein			Organic matter	Ca	P	Total energy
稻草 Rice straw	91.23	4.95	74.40	52.83	83.89	0.821	0.088	16.52
青贮 Silage	28.10	5.19	61.53	38.51	87.91	1.131	0.167	17.31
玉米秸秆 Corn straw	90.16	4.32	68.00	41.72	88.12	1.020	0.129	17.22
麦秸 Wheat straw	92.14	4.90	72.54	48.98	86.84	1.328	0.136	17.08
精料 Concentrate	92.26	29.97	21.15	15.81	90.04	1.023	0.764	18.70

注: 精料组成为55%棉粕+44%玉米粉+1%棉酚脱毒添加剂。

Note: The concentrate constitution is 55% cotton seed meal + 44% corn meal + 1% gossypol removal additive.

1.2 方法

1.2.1 试验分组及饲养管理。试验于2007年8~11月在塔里木大学动科院实习基地进行。采用全收集法, 分4批次进行试验, 舍内单栏饲养, 试验顺序为麦秸、稻草、玉米秸秆、青

贮, 各组试验均包括预备试验和正式试验, 预备试验期15 d, 正式试验期6 d^[2]。采取少食多餐的饲喂原则, 于每天9:00、13:00、16:00、20:00和0:00 5次饲喂秸秆饲料, 并记录饲喂量, 每天16:00饲喂精料, 保证驴全天自由采食, 自由饮水。

基金项目 新疆生产建设兵团塔里木畜牧科技重点实验室开放课题(HS20602)。

作者简介 方雷(1977-), 男, 四川蓬溪人, 硕士, 讲师, 从事动物营养与饲料科学的教学和研究工作。

收稿日期 2009-02-11

1.2.2 样品采集。正式试验期间, 于每天不同饲喂时间点收集各头驴的粪便, 于次日早晨8:30分别收集各头驴前1天的粪便称重、记录、粉碎后混匀, 并以鲜粪的10%取样, 自

表2 试验分组
Table 2 Experiment grouping

试验分组 Experiment grouping	精料添加量//g/d Concentrate addition	秸秆饲喂量 Straw feeding amount	饮水 Drinking water
麦秸组 Wheat straw grout	400	自由采食	自由饮水
稻草组 Rice straw grout	400	自由采食	自由饮水
玉米秸秆组 Corn straw grout	400	自由采食	自由饮水
青贮组 Silage group	400	自由采食	自由饮水

然风干后备用,同时收集、记录各头驴的剩料。

1.2.3 样品分析。参考张丽英^[3]的方法测定采集样品的干物质、有机物、粗蛋白、NDF、ADF、钙、磷含量和能量。

1.3 数据分析 试验数据采用 DPS3.01 进行分析。

2 结果与分析

2.1 日粮中干物质、有机物、粗蛋白、NDF 和 ADF 的采食和消化情况 由表 3 可知,青贮组的干物质采食量最低,为 2 909.08 g/d,显著低于麦秸组 4 386.35 g/d、稻草组 4 109.48

g/d 和玉米秸秆组 4 002.50 g/d ($P < 0.01$),青贮组干物质消化率为 59.10%,分别较麦秸、稻草、玉米秸秆组提高了 18.94、17.32 和 5.19 个百分点,稻草组与麦秸组干物质消化率差异不显著 ($P > 0.05$),但均显著低于玉米秸秆组。青贮组粗蛋白的采食量为 242.42 g/d,分别较麦秸组和稻草组低 64.85、53.51 g/d ($P < 0.01$),而与玉米秸秆组无显著差异 ($P > 0.05$),4 个试验组粗蛋白消化率无显著差异 ($P > 0.05$),但青贮组最高,为 52.24%。青贮组的 NDF 和 ADF 采食量分别为 1 640.96、1 036.48 g/d,显著低于其他 3 组 ($P < 0.01$),青贮组的 NDF 消化率最高,为 60.71%,分别较麦秸组、稻草组和玉米秸秆组高 20.48 ($P < 0.01$)、14.53 ($P < 0.01$) 和 6.22 个百分点 ($P < 0.05$),青贮组的 ADF 消化率为 52.79%,分别较稻草组、麦秸组高 13.69 和 15.35 个百分点 ($P < 0.01$),而与玉米秸秆组差异不显著 ($P > 0.05$),玉米秸秆组的 NDF 和 ADF 消化率均显著高于麦秸组和稻草组 ($P < 0.01$)。

表3 不同秸秆日粮干物质、有机物、粗蛋白、NDF、ADF 的采食及消化率

Table 3 Ingestion amount and digestion rate of dry matter, organic matter, crude protein NDF and ADF in different stalk diet

试验分组 Test group	干物质采食量//g/d Dry matter ingestion amount	干物质消化率//% Dry matter digestion rate	有机物采食量//g/d Organic matter ingestion amount	有机物消化率//% Organic matter digestion rate	粗蛋白采食量//g/d Crude protein ingestion amount
麦秸组 Wheat straw group	4 386.35 ± 268.45 ^A	40.16 ± 3.38 ^B	3 820.80 ± 223.65 ^A	43.01 ± 3.19 ^{Bd}	307.27 ± 13.54 ^a
稻草组 Rice straw group	4 109.48 ± 333.46 ^A	41.78 ± 2.89 ^B	3 470.24 ± 279.75 ^A	48.76 ± 2.55 ^{Bc}	295.93 ± 16.52 ^a
玉米秸秆组 Corn straw group	4 002.50 ± 281.24 ^A	53.91 ± 2.59 ^{Ab}	3 534.22 ± 317.11 ^A	59.73 ± 2.38 ^{Ab}	267.42 ± 16.08 ^b
青贮组 Silage group	2 909.08 ± 208.65 ^B	59.10 ± 4.62 ^{Aa}	2 565.20 ± 166.25 ^B	64.20 ± 4.03 ^{Aa}	242.42 ± 19.82 ^b
试验分组 Test group	粗蛋白消化率//% Crude protein digestion rate	NDF 采食量//g/d NDF ingestion amount	NDF 消化率//% NDF digestion rate	ADF 采食量//g/d ADF ingestion amount	ADF 消化率//% ADF digestion rate
麦秸组 Wheat straw group	50.15 ± 2.18 ^a	2 992.41 ± 156.19 ^{Aa}	40.23 ± 3.49 ^{Bd}	2 026.13 ± 105.46 ^{Aa}	37.44 ± 3.65 ^B
稻草组 Rice straw group	49.65 ± 3.03 ^a	2 861.08 ± 248.10 ^{Aa}	46.18 ± 2.53 ^{Bc}	2 043.37 ± 176.16 ^{Aa}	39.10 ± 2.87 ^B
玉米秸秆组 Corn straw group	48.61 ± 3.80 ^b	2 548.90 ± 180.23 ^{Ab}	54.49 ± 2.59 ^{Ab}	1 574.19 ± 138.75 ^{Ab}	50.30 ± 4.49 ^A
青贮组 Silage group	52.24 ± 5.02 ^b	1 640.96 ± 216.36 ^B	60.71 ± 4.25 ^{Aa}	1 036.48 ± 138.23 ^B	52.79 ± 5.13 ^A

注:同行数据肩标大写字母不同表示差异极显著 ($P < 0.01$),小写字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

Note: Different capital letters in the same row mean difference is extremely significant ($P < 0.01$), different lowercase letters in the same row mean difference is significant ($P < 0.05$), the same as follows.

2.2 日粮中钙、磷和能量的采食与消化情况 由表 4 可知,麦秸组钙的采食量和消化率分别为 57.11 g/d 和 45.68%,显著高于其他 3 组 ($P < 0.01$)。稻草组、玉米秸秆组和青贮组钙的采食量差异不显著 ($P > 0.05$),但稻草组钙的消化率显著低于后两组 ($P < 0.01$)。4 个试验组磷的采食量无显著差

异,均在 6~8 g/d,稻草组磷的消化率为 23.65%,显著高于其他 3 组 ($P < 0.01$)。受干物质采食量的影响,青贮组的能量采食量为 50.88 MJ/d,显著低于其他 3 组 ($P < 0.01$),但该组能量消化率最高,为 61.92%,与玉米秸秆组差异不显著 ($P > 0.05$),但显著高于麦秸组和稻草组 ($P < 0.01$)。

表4 不同秸秆日粮钙、磷和能量的采食量及消化率

Table 4 Ingestion amount and digestion rate of Ca, P and energy in different stalk diet

试验分组 Test group	钙采食量//g/d Ca ingestion amount	钙消化率//% Ca digestion rate	磷采食量//g/d P ingestion amount	磷消化率//% P digestion rate	能量采食量//MJ/d Energy ingestion amount	能量消化率//% Energy digestion rate
麦秸组 Wheat straw group	57.11 ± 4.89 ^A	45.68 ± 2.82 ^A	8.28 ± 1.85	10.65 ± 4.39 ^B	75.51 ± 4.13 ^{Aa}	40.98 ± 3.32 ^{Bc}
稻草组 Rice straw group	34.48 ± 4.63 ^B	25.20 ± 3.77 ^C	6.11 ± 1.29	23.65 ± 5.43 ^A	68.68 ± 5.28 ^{Ab}	47.57 ± 5.62 ^{Bb}
玉米秸秆组 Corn straw group	40.84 ± 7.44 ^B	33.10 ± 2.17 ^B	7.51 ± 2.13	9.34 ± 3.15 ^B	69.45 ± 4.42 ^{Ab}	58.40 ± 3.65 ^A
青贮组 Silage group	32.49 ± 5.14 ^B	34.86 ± 5.31 ^B	7.06 ± 1.32	8.86 ± 11.81 ^B	50.88 ± 3.62 ^B	61.92 ± 4.32 ^A

3 结论与讨论

疆岳驴对青贮日粮的干物质、有机物、NDF、ADF、粗蛋白、能量等的消化率均高于麦秸组、稻草组、玉米秸秆组,而玉米秸秆日粮的主要养分消化率又都高于稻草麦秸日粮,饲

喂价值较好,稻草、麦秸次之。而玉米秸秆日粮的主要养分消化率又都高于稻草和麦秸日粮,饲喂价值较好,稻草、麦秸次之。但青贮组的干物质采食量最低 (2 909 g/d),仅为麦秸

(下转第 6555 页)

平均温度为指标,日平均温度 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续 3 d 以上,日平均温度 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的日数用 D_T 表示。第二种是以日最高气温定义的指标,日最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续 3 d 以上,日最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的日数用 $D_{T_{\max}}$ 表示。则高温热害发生程度表示为:1 级, $3 \leq D_{T_{\max}} < 5$; 2 级, $5 \leq D_{T_{\max}} < 8$; 3 级, $8 \leq D_{T_{\max}}$ 。由于在长江中下游湖南、江西、湖北、安徽、浙江及江苏六省的水稻研究文献中,采用日平均气温界定指标的值多有不同,而日最高气温指标基本一致,在此采用日最高气温作为研究对象。

3 高温热害的时空分布

根据以上分析定义 $D_{T_{\max}} \in [3, 5)$ 为 $L_{(1)}$ 轻度发生; $D_{T_{\max}} \in [5, 8)$ 为 $L_{(2)}$ 中度发生; $D_{T_{\max}} \geq 8$ 为 $L_{(3)}$ 重度发生,分别以年份和站点为参照,统计 45 年内 86 个站 $L_{(1)}$ 、 $L_{(2)}$ 、 $L_{(3)}$ 发生次数,将 86 个站每年平均发生次数整理为表 1 来研究高温热害的时间分布规律,将 45 年来每站平均发生次数整理为表 1 和表 2 来研究高温热害的空间分布规律,数据处理方法见式 (1)、(2)。

$$L_{time(n)} = \frac{1}{45} \sum L_{i(n)} \quad (n=1,2,3; i=1,2,\dots,86) \quad (1)$$

$$L_{region(n)} = \frac{1}{86} \sum L_{i(n)} \quad (n=1,2,3; i=1,2,\dots,45) \quad (2)$$

表 1 $L_{time(n)}$ 分布情况

Table 1 Distribution situation of $L_{time(n)}$

年份 Year	$L_{time(1)}$	$L_{time(2)}$	$L_{time(3)}$
1961	2.0	1.2	1.0
1962	1.0	0.7	0.6
1963	1.7	0.8	0.5
⋮	⋮	⋮	⋮
2005	2.7	1.3	0.5

表 2 $L_{region(n)}$ 分布情况统计

Table 2 Statistics on distribution of $L_{region(n)}$

序号	站号	经度// $^{\circ}$	纬度// $^{\circ}$	$L_{region(1)}$	$L_{region(2)}$	$L_{region(3)}$
Sequence	Station number	Longitude	Latitude			
1	57259	110.77	32.03	1.1	0.5	0.2
2	57265	111.67	32.38	1.4	0.7	0.4
3	57279	112.75	32.15	1.4	0.7	0.2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
86	59102	115.65	24.95	1.1	0.3	0.1

3.1 高温热害的时间分布规律 每年各站点 $L_{time(1)}$ 、 $L_{time(2)}$ 、 $L_{time(3)}$ 3 个等级的高温热害发生次数是不同的,有些年份发生频繁,有些年份发生较少。据统计,45 年来不同等级高温热害发生次数最少的是 1997 年,平均每站发生 1.1 次;次数最多的年份是 2005 年,平均每站发生 4.4 次;高发生年是低发生年的 4 倍,差异很大。哪些年份发生多,哪些年份发生少,年际变化规律有哪些,不同等级高温热害之间是否存在关联,笔者采用 Marr 小波来分析这些差异及变化。Marr 小波也称 Mexihat 小波,它是 Gauss 函数的二阶倒数略加改变而成的小波。

Marr 小波函数为:

$$\psi(t) = \frac{2}{\sqrt{3\sqrt{\pi}}} (1-t^2) e^{-t^2/2} \quad (3)$$

Marr 小波的频域函数为:

$$\hat{\psi}(\omega) = \frac{2\sqrt{2}\sqrt[4]{\pi}}{\sqrt{3}} \omega^2 e^{-\omega^2/2} \quad (4)$$

因小波及频域函数的图形形状像墨西哥帽,因而被称作 Mexihat 小波。Marr 小波在计算机视觉领域有重要的应用,使用时,可将式 (3) 和式 (4) 前面的系数加以简化,如式 (3) 的系数改为 $1/\sqrt{2\pi}$,并常取 $-3 \leq t \leq 3$ 等。在 Marr 小波变换中,自上而下过零点对应原序列自上向下的突变,反之亦然。

3.1.1 $L_{time(1)}$ 时间维分析。对表 1 的高温发生次数距平标准化后,长江中下游 $L_{time(1)}$ 高温热害的小波分析结果图 1,图中通过小波变换系数的正值(实线)和负值(虚线)的交替来表示,零线用标注 0 的实线表示。为了更好地分析 $L_{time(1)}$ 高温热害的演变特征,分为 4、8、16 和 32 年时间尺度,描述了数据的小波变换结果(见图 1)。由图 1 可知,在不同时间尺度上的周期变化不同,在 32 和 16 年以上的较大时间尺度上,均属于 $L_{time(1)}$ 高温热害的频发期;在 8 年时间尺度上可分为 3 个阶段:1977 年以前的偏多、1978~1993 年偏少,1994 年以后转为偏多,其突变点位于 1977 和 1993 年;在 4 年时间尺度上也分为 3 个阶段:1971 年之前偏多、1972~1998 年处于动荡期,1999 年之后偏多。由这些趋势分析,2005 年以后的 8 年内 $L_{time(1)}$ 仍然将处于高发期,但其后将进入偏少或动荡期。

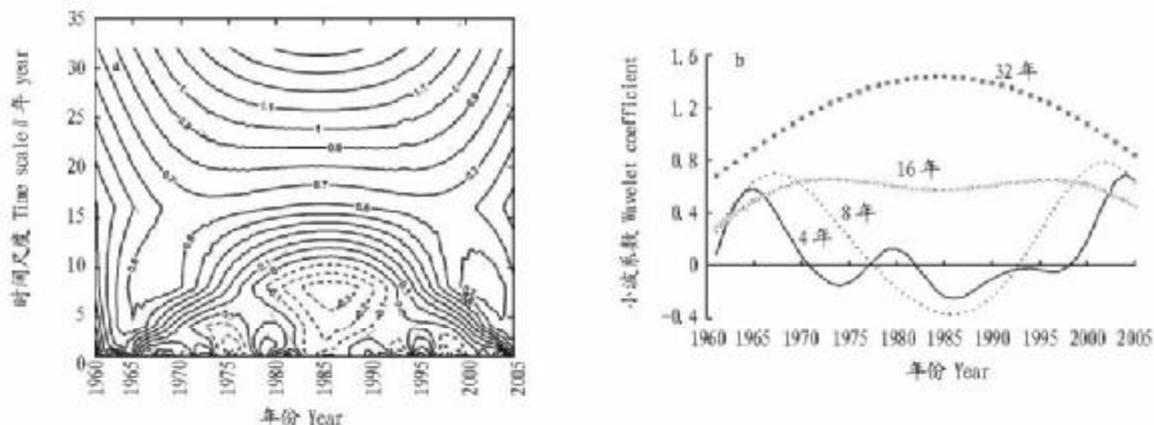


图 1 $L_{time(1)}$ 高温热害小波分析 (a) 与不同时间尺度周期演变特征 (b) (1961~2005 年)

Fig. 1 $L_{time(1)}$ wavelet analysis of high temperature damage (a) and cycle evolution feature of different time scale (b) (1961~2005)