

日粮蛋白质水平对梅花鹿瘤胃内 pH 值、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 VFA 浓度的影响

高秀华 王 峰 赵景辉 杨福合

(中国农业科学院特产研究所, 吉林, 132109)

摘要 选用4头装置永久性瘤胃瘘管的成年梅花鹿, 用4种含有不同蛋白质水平的日粮, 按 4×4 拉丁方试验设计, 对瘤胃内 pH 值、氨态氮($\text{NH}_3\text{-N}$)和总挥发性脂肪酸(TVFA)浓度进行了测定, 并研究了它们的动态变化规律以及 VFA 组分百分率。试验结果表明, 在饲粮精粗比为 30:70 条件下, 日粮蛋白质水平对瘤胃内 pH 值影响较小($P > 0.05$); 对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度影响较大($P < 0.05$), 随着日粮蛋白质水平的提高, 瘤胃内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度也随之升高; 对 TVFA 浓度也有一定的影响, 但各日粮间差异不显著($P > 0.05$)。通过 VFA 的组分分析发现, 各日粮组间 C_2/C_3 比值基本接近, 即它们的发酵类型基本相同。

关键词 梅花鹿 蛋白质 瘤胃 pH 值 氨态氮 挥发性脂肪酸

梅花鹿是我国重要的茸用鹿之一。我国茸鹿的存栏数已近 40 万头, 年生产鹿茸近百吨, 为国家创汇 1 亿美元。对梅花鹿的繁殖、育种、生理常数等已作过一些研究, 但对于舍饲条件下梅花鹿瘤胃消化代谢规律的研究, 国内外还未见报道。

梅花鹿属于反刍动物, 所采食的饲料干物质约有 70%~80% 在瘤胃中发酵, 而后被动物体利用。所以研究不同饲养条件下的瘤胃内生态环境指标的变化规律, 无论是在理论上还是在实际生产中都有重要的意义。本试验着重探讨了日粮不同蛋白质水平, 引起梅花鹿瘤胃内 pH 值、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TVFA 浓度以及 VFA 中乙、丙、丁各酸比例的变化规律, 从而深入了解梅花鹿对于含有不同蛋白质水平日粮的消化代谢特点, 为其合理饲养提供理论依据。

1 材料与方法

本试验选用 4 头装有永久性瘤胃瘘管的成年梅花公鹿, 采用 4 种不同粗蛋白质水平饲粮, 按 4×4 拉丁方设计进行试验。

1.1 试验时间和地点

试验于 1993 年 11 月至 1994 年 2 月, 在中国农科院特产研究所鹿试验基地进行。

1.2 试验日粮

试验日粮主要以玉米面、豆饼、大豆、麦麸等为主要原料, 分别配制出能量、含硫氨基酸、钙

本研究系吉林省青年科学技术基金项目研究内容之一

收稿日期: 1995-07-18

和磷水平相同而蛋白质水平各异的 A、B、C、D 4 种精料补充料日粮(见表 1),粗料为干柞树叶。

1.3 饲养管理

试验鹿均为单圈舍饲,每日上午 8:00,下午 16:00 喂料,日粮精粗比为 30:70,自由饮水。

1.4 样品采集

每种日粮经过 15 天预饲期后正式采样,采样期 5 天,采样时间为:8:00(食前)、9:00(食后 1 小时)、11:00(食后 3 小时)、13:00(食后 5 小时)、16:00(食后 8 小时)。所采瘤胃液样品经 4 层纱布过滤,以备分析。

1.5 测定项目与方法

采用 PHs-29A 型酸度计进行 pH 值的测定;采用氧化镁直接蒸馏法测定 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度;用岛津 GC-9AG 型气相色谱仪测定 TVFA 浓度及 VFA 中各组分比例。

1.6 统计分析

用单因子方差分析法对试验数据进行统计分析,用 q 检验法做多重比较。

2 结果与讨论

2.1 日粮蛋白质水平对梅花鹿瘤胃液 pH 值的影响

pH 值是鉴定瘤胃代谢的重要指标,综合反映瘤胃微生物、代谢产物有机酸产生、吸收、排除及中和的状况。本试验各种日粮的瘤胃液 pH 值测定结果列于表 2。

由表 2 看出,4 种日粮的瘤胃液 pH 值在 6.45~6.48 之间,各种日粮间无显著差异($P > 0.05$)。

对于各种日粮不同时间点瘤胃内 pH 值的统计分析结果表明,饲喂 A 日粮时,晨饲前瘤胃 pH 值均极显著地高于其它时间点($P < 0.01$);进食后 3 小时瘤胃 pH 值均极显著地低于其它时间点($P < 0.01$)。饲喂 B 日粮时,采食前瘤胃 pH 值均极显著或显著高于采食后 3 小时、5 小时和 8 小时($P < 0.01$);采食后 1 小时也分别极显著和显著高于 3 小时和 5 小时($P < 0.01$, $P < 0.05$)。饲喂 C 日粮时,早饲前瘤胃 pH 值极显著高于其它时间点($P < 0.01$);采食后 8 小时极显著和显著高于食后 3 小时和 5 小时($P < 0.01$, $P < 0.05$);食后 3 小时瘤胃 pH 值极显著低于其它时间点($P < 0.01$)。饲喂 D 日粮时,采食前瘤胃 pH 值分别极显著高于食后 1、3 和 5 小时($P < 0.01$);食后 8 小时显著高于食后 1 小时和 3 小时($P < 0.05$)。

观察白天(8:00~16:00)瘤胃液的 pH 值动态变化可见,无论采食哪种日粮,梅花鹿在饥饿时(采食前)的瘤胃内 pH 值均较高,采食后降低。

2.2 瘤胃内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化

试验结果表明,不同日粮间瘤胃 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度不同,其平均值为 A 日粮($6.62\text{mg} / 100\text{ml}$) < B 日粮($10.26\text{mg} / 100\text{ml}$) < C 日粮($12.51\text{mg} / 100\text{ml}$) < D 日粮($15.04\text{mg} / 100\text{ml}$)。瘤胃内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化见表 3。

经方差分析得出,瘤胃内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度各日粮组间有极显著差异($P < 0.01$),多重比较结果为:B 日粮瘤胃 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度显著地高于 A 日粮($P < 0.05$);C、D 日粮均极显著高于 A 日

表 1 各处理组精料补充料配方及营养水平(%)

Table 1. Nutrient level and composition of supplement feed in different experimental groups

饲料 Feeds	A	B	C	D
玉米 Corn	84.00	72.61	61.25	49.84
小麦麸 Wheat bran	8.00	8.00	8.00	8.00
大豆 Soybean	4.50	3.00	1.50	—
大豆饼 Soybean meal	—	13.00	26.00	39.00
磷酸氢钙 CaHPO_4	1.50	1.31	1.06	0.88
骨粉 Bone meal	0.49	0.58	0.69	0.78
食盐 Salt	1.50	1.50	1.50	1.50
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient level				
总能 GE(Kcal / kg)	3866	3864	3871	3873
粗蛋白质 CP	10.02	14.07	18.13	22.18
钙 Ca	0.70	0.70	0.70	0.70
磷 P	0.50	0.50	0.50	0.50

表 2 各处理组瘤胃液 pH 值

Table 2. pH Values of the rumen fluids of deers in different experimental groups

日粮 Diets	食前 Before eating	食后 After eating				平均 Average
		1 小时 1 Hour	3 小时 3 Hour	5 小时 5 Hour	8 小时 8 Hour	
A	6.83 ± 0.15	6.50 ± 0.14	6.18 ± 0.10	6.35 ± 0.06	6.53 ± 0.05	6.48 ± 0.08
B	6.78 ± 0.10	6.63 ± 0.21	6.15 ± 0.26	6.25 ± 0.06	6.49 ± 0.06	6.46 ± 0.08
C	6.78 ± 0.10	6.43 ± 0.13	6.15 ± 0.06	6.35 ± 0.06	6.55 ± 0.06	6.46 ± 0.04
D	6.76 ± 0.05	6.20 ± 0.28	6.25 ± 0.05	6.40 ± 0.16	6.63 ± 0.15	6.45 ± 0.03

表 3 各处理组瘤胃内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化(mg / 100ml)Table 3. $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations of the rumen fluids of deers in different experimental groups

日粮 Diets	食前 Before eating	食后 After eating				平均 Average
		1 小时 1 Hour	3 小时 3 Hour	5 小时 5 Hour	8 小时 8 Hour	
A	6.25 ± 1.91	10.78 ± 1.97	6.87 ± 1.56	4.14 ± 1.01	5.05 ± 0.96	6.62 ± 1.20
B	11.39 ± 4.03	12.83 ± 3.65	10.63 ± 3.20	8.55 ± 1.32	7.87 ± 2.40	10.26 ± 2.00
C	12.64 ± 6.05	18.96 ± 5.32	11.82 ± 2.30	10.00 ± 2.21	9.14 ± 2.79	12.51 ± 2.96
D	15.54 ± 5.08	17.95 ± 3.38	15.67 ± 3.87	13.55 ± 3.88	12.50 ± 2.19	15.04 ± 2.15

粮($P < 0.01$);D日粮显著地高于B日粮($P < 0.05$)。

对于每种日粮不同时间点瘤胃内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度的统计分析结果表明,饲喂A日粮和C日粮时,采食后1小时瘤胃内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为极显著($P < 0.01$)和显著($P < 0.05$)地高于其它时间点;饲喂B日粮和D日粮,不同时间点的瘤胃 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度差异不显著($P > 0.05$)。

氨氮是瘤胃微生物蛋白质合成的主要氮源。它的浓度受食入饲料蛋白质的可溶性、进入瘤胃的唾液内尿素量、尿素经瘤胃壁的扩散量以及被瘤胃壁吸收速率等影响。在本试验条件下,随着饲粮粗蛋白质水平的提高,瘤胃内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度也随之提高,说明日粮蛋白质水平显著地影响瘤胃内的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度。

根据本次试验所测得的每头鹿粗蛋白质食入量(CPI)与相对应的瘤胃液氨态氮($\text{NH}_3\text{-N}$)浓度数值作散点图,发现它们之间呈线性关系($r = 0.86, P < 0.01$),其回归方程为:

$$\text{NH}_3\text{-N}(\text{mg}/100\text{ml}) = 0.059\text{CPI}(\text{g}) - 4.41 \quad (n = 16)$$

2.3 瘤胃内挥发性脂肪酸

瘤胃内挥发性脂肪酸为反刍动物能量利用中一个重要的中间代谢产物,其含量及组成比例是反映瘤胃消化代谢活动的重要指标。瘤胃内各挥发性脂肪酸的克分子百分率大致也反映

表4 各处理组瘤胃内VFA浓度变化(mM/L)

Table 4. VFA concentrations of the rumen fluids of deers in different experimental groups

挥发性脂肪酸 VFA	食 前 Before eating	食后 After eating				平 均 Average
		1 小时 1 Hour	3 小时 3 Hour	5 小时 5 Hour	8 小时 8 Hour	
日粮 A Diets A						
乙酸 Acetate	39.00 ± 12.26	50.15 ± 17.53	58.14 ± 18.13	48.34 ± 15.52	43.33 ± 7.08	47.79 ± 7.25
丙酸 Propionate	7.83 ± 3.75	10.65 ± 5.14	13.02 ± 7.89	11.01 ± 6.84	8.11 ± 2.88	10.12 ± 2.17
丁酸 Butyrate	5.52 ± 2.47	6.54 ± 2.52	6.84 ± 1.90	8.12 ± 0.96	6.34 ± 1.81	6.67 ± 0.95
TVFA	52.34 ± 17.44	67.33 ± 23.61	78.00 ± 26.04	67.47 ± 22.26	57.78 ± 8.40	64.59 ± 9.90
日粮 B Diets B						
乙酸 Acetate	46.65 ± 10.67	59.52 ± 12.28	75.63 ± 18.40	64.77 ± 11.06	54.45 ± 12.40	60.20 ± 10.91
丙酸 Propionate	9.57 ± 3.98	12.26 ± 4.89	14.44 ± 3.58	13.29 ± 4.02	10.56 ± 3.96	12.02 ± 1.98
丁酸 Butyrate	7.60 ± 0.73	8.95 ± 2.68	11.76 ± 1.94	10.03 ± 0.52	9.31 ± 1.38	9.53 ± 1.53
TVFA	64.23 ± 17.21	80.95 ± 21.79	101.82 ± 18.66	88.10 ± 26.42	74.34 ± 23.80	81.89 ± 14.19
日粮 C Diets C						
乙酸 Acetate	45.34 ± 14.08	64.50 ± 19.76	81.43 ± 17.87	71.56 ± 13.27	50.96 ± 15.55	62.76 ± 14.76
丙酸 Propionate	9.16 ± 4.45	14.33 ± 3.51	18.14 ± 2.96	16.50 ± 3.48	10.12 ± 2.52	13.65 ± 3.92
丁酸 Butyrate	7.59 ± 2.64	9.35 ± 2.72	12.89 ± 2.95	11.45 ± 2.60	9.09 ± 1.85	10.07 ± 2.09
TVFA	62.09 ± 20.81	88.18 ± 25.41	112.45 ± 22.98	99.50 ± 17.76	70.18 ± 19.68	86.48 ± 20.66
日粮 D Diets D						
乙酸 Acetate	53.72 ± 14.72	85.86 ± 18.09	72.43 ± 19.80	69.40 ± 11.73	59.11 ± 11.23	68.10 ± 12.48
丙酸 Propionate	12.28 ± 4.46	21.01 ± 6.91	17.76 ± 6.66	16.69 ± 6.23	13.78 ± 4.49	16.30 ± 3.43
丁酸 Butyrate	9.57 ± 3.40	14.45 ± 4.22	11.67 ± 3.06	11.62 ± 1.77	9.57 ± 1.55	11.38 ± 2.01
TVFA	75.57 ± 22.40	121.31 ± 27.76	101.86 ± 28.46	97.71 ± 17.57	82.46 ± 16.71	95.78 ± 17.88

表5 各处理组瘤胃内 VFA 组成比例(%)

Table 5. VFA concentration proportions of the rumen fluids of deers in different experimental groups

日粮 Diets	挥发性 脂肪酸 VFA	食 前 Before eating	食后 After eating				平 均 Average
			1 小时 1 Hour	3 小时 3 Hour	5 小时 5 Hour	8 小时 8 Hour	
A	乙酸 Acetate	74.51	74.48	74.54	71.65	74.99	73.99
	丙酸 Propionate	14.96	15.82	16.69	16.32	14.64	15.67
	丁酸 Butyrate	10.55	9.71	8.77	12.03	10.97	10.33
	C_2/C_3	4.98	4.71	4.47	4.39	5.34	4.72
B	乙酸 Acetate	72.63	73.53	74.28	73.52	73.25	73.51
	丙酸 Propionate	14.90	15.15	14.18	15.09	14.21	14.68
	丁酸 Butyrate	11.84	11.06	11.55	11.39	12.53	11.64
	C_2/C_3	4.87	4.85	5.24	4.87	5.15	5.01
C	乙酸 Acetate	73.02	73.15	72.41	71.92	72.61	72.57
	丙酸 Propionate	14.75	16.25	16.13	16.58	14.42	15.78
	丁酸 Butyrate	12.22	10.60	11.46	11.51	12.95	11.64
	C_2/C_3	4.95	4.50	4.49	4.34	5.04	4.60
D	乙酸 Acetate	71.09	70.78	71.11	71.03	71.68	71.10
	丙酸 Propionate	16.25	17.32	17.44	17.08	16.71	17.02
	丁酸 Butyrate	12.66	11.91	11.46	11.89	11.61	11.88
	C_2/C_3	4.37	4.09	4.08	4.16	4.29	4.18

了它们的发酵类型和被吸收情况。丙酸(C_3)为主要生糖的挥发性脂肪酸,而乙酸(C_2)为合成脂肪酸等的前体,所以 C_2 与 C_3 的比值常作为瘤胃发酵类型的标志。

2.3.1 VFA 浓度变化

各处理组梅花鹿瘤胃内 VFA 浓度的变化列于表 4。

由表 4 可以看出,饲喂不同蛋白质水平日粮,梅花鹿瘤胃内 TVFA 浓度也不尽相同,但经显著性检验,各日粮间差异不显著($P > 0.05$)。

从不同时间点的样品分析结果看,TVFA 浓度在 4 种日粮中采食前浓度均较低。A、B、C 各日粮采食后 3 小时达到高峰,而后逐渐下降;D 日粮为采食后 1 小时达到高峰值,而后逐渐下降。但统计结果表明,各种日粮在不同时间点的瘤胃 TVFA 浓度均无显著差异($P > 0.05$)。

2.3.2 VFA 各酸比例

在本研究中,不同粗蛋白质水平日粮对瘤胃 TVFA 浓度没有显著的影响。在组分分析中发现,4 种日粮间乙酸、丙酸、丁酸 3 种酸间的比例也基本接近,见表 5。

Hennessy 等(1983)指出,如果瘤胃 VFA 中间乙酸比例超过 65% 时,即属乙酸发酵类型。由表 5 试验结果可看出,饲喂含不同蛋白质水平日粮的梅花鹿,各日粮组瘤胃 VFA 中的乙酸比例均在 70% 以上, C_2/C_3 比值各组也均在 4.18 以上,表明各处理组瘤胃发酵类型基本相同。但随着日粮蛋白质水平的提高,乙酸比例稍有下降的趋势, C_2/C_3 比值也稍有降低。

3 小结

- (1)在饲粮精粗比为 30:70 条件下,饲粮蛋白质水平对瘤胃内 pH 值影响较小。
- (2)饲粮蛋白质水平对瘤胃内 $\text{NH}_3\text{—N}$ 浓度有较大的影响。日粮蛋白质水平越高,产生的 $\text{NH}_3\text{—N}$ 浓度越大,并且采食后 1 小时左右达到峰值。
- (3)饲粮蛋白质水平对瘤胃内 TVFA 浓度没有显著影响。
- (4)饲粮蛋白质水平不能改变瘤胃的发酵类型,在饲粮精粗比 30:70 的条件下,不同蛋白质水平日粮的瘤胃发酵类型基本相同。
- (5)瘤胃内 pH 值、 $\text{NH}_3\text{—N}$ 及 TVFA 浓度存在有个体差异。

参考文献

- 韩正康,陈 杰编著.1988.反刍动物瘤胃的消化和代谢.北京:科学出版社
- 韩 坤等主编.1993.中国养鹿学.长春:吉林科学技术出版社
- Andrew T Phillipson 著,韩正康译.1978.反刍动物消化.北京:科学出版社
- Annisson E F, D Lewis. 1959. Metabolism in the rumen, Methuen and Co. LTD, 144
- Buhrer M E. 1963, Ruminant pH and absorption of ammonia and VFA. *J Animat Sci.* , 22:833
- Pearson R M, Smith J A B . 1943. The utilization of urea in the bovine rumen, 2. The conversion of urea to ammonia. *Biochem J.* , 37:148~153

THE EFFECT OF DIETARY PROTEIN LEVELS ON THE pH VALUES , $\text{NH}_3\text{—N}$ AND VFA CONCENTRATIONS IN THE SIKI DEER'S RUMEN

Gao Xiuhua Wang Feng Zhao Jinghui Yang Fuhe

(Institute of Wild—Economic Animals and Plants, CAAS, Jilin, 132109)

ABSTRACT

According to 4×4 latin square experiment design, four adult sika deer installed rumen fistula were fed with four supplement feed of different protein levels which were 10.02%, 14.07%, 18.13% and 22.18%, respectively. VFA concentrations, pH values and $\text{NH}_3\text{—N}$ concentrations in the rumen were determined. The dynamic variations of the three metabolic parameters were measured. The main experimental results were as follows:

①pH values of rumen were not significantly influenced by dietary protein levels ($P > 0.05$). pH values of rumen of the deers fed the four diets varied within the normal physiological range of 6.45~6.48.

②The dietary protein levels had a marked effect on $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations of rumen fluids ($P < 0.05$), which increased with dietary protein levels. $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations of rumen fluids of the deers in different experimental groups were 6.65, 10.26, 12.51 and 15.04mg / 100ml, respectively. The crude protein intake(CPI) of the deer had a positive linear correlation with $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration of rumen fluids: $\text{NH}_3\text{-N}(\text{mg} / 100\text{ml}) = 0.059\text{CPI}(\text{g}) - 4.41(r = 0.86, n = 16)$.

③TVFA concentrations of rumen fluids of the deers in different experimental groups were 64.59, 81.89, 86.48 and 95.78mM / L, respectively. However, there were no significant differences in TVFA concentrations of the rumen fluids between different experimental groups($P > 0.05$).

④The dynamic $\text{NH}_3\text{-N}$ variation of individual deers indicated that $\text{NH}_3\text{-N}$ was higher at 1 hour after eating than before eating (at 8:00 a.m.), then gradually decreased.

⑤The results of VFA analyses indicated that the proportions of VFA in the rumen varied regularly in all experimental groups. The ratio of C_2 to C_3 were above 4.18 in different experimental groups. The patterns of fermentation were similar.

Key words: Sika deer, Protein, Rumen, pH values, $\text{NH}_3\text{-N}$, VFA

第三届全国饲料毒物与抗营养因子 学术研讨会征文通知

为交流我国近年饲料毒物与抗营养因子领域的研究成果与进展,经中国畜牧兽医学学会动物营养学会饲料毒物与抗营养因子专业委员会研究,并报中国动物营养学会批准,将召开第三届全国饲料毒物与抗营养因子学术研讨会,现将会议及征文有关事项通知如下:

一、会议时间:1997年11月

二、会议地点:广东省肇庆市

三、征文内容:

1. 饲料中毒物(植物毒素、霉菌毒素、重金属元素等)的毒性、毒理、对畜禽生产性能的影响、检测方法 & 脱毒方法。

2. 饲料中抗营养因子的抗营养作用及机理、检测方法和钝化方法。

3. 酶制剂(戊聚糖酶、葡聚糖酶、植酸酶等)在抗营养因子领域中的应用原理及方法。

4. 脱毒添加剂、抗营养因子钝化剂、防腐剂等在饲料毒物与抗营养因子领域中的应用原理及方法。

会议即日起开始征文。凡参加会议者请于1997年5月31日前(以邮戳为准)将论文全文及英文摘要寄:陕西省杨陵镇西北农业大学动物医学院王建华教授收,邮编:712100。论文请按“动物营养学报”征稿简约(见该学报每年最后一期)撰写,希尽量寄计算机打印稿并附软盘(WPS或WORD)。

·会议将邀请国内外著名专家到会作学术报告。

动物营养学会饲料毒物与抗营养因子专业委员会

1996年9月4日