

水牛瘤胃氮及矿物质代谢若干规律的研究

沈延法 D. Bödeker 韩正康

(南京农业大学动物生理生化实验室, 南京 210014)

摘要 试验采用4头装有永久性瘤胃瘘的本地生长雄性水牛。在秋季自由采食稻草或青干草日粮条件下, 采用Cr-EDTA连续灌流标记法, 测定瘤胃液的体积、周转率和停留时间, 观察瘤胃氮、矿物质代谢水平和昼夜动态。结果表明, 在这两种日粮条件下, 瘤胃液的体积(fluid volume)、周转率(turnover rate)和停留时间(retention time)差异不显著。但瘤胃乙酸、丙酸、丁酸、氨氮(NH₃-N)、细菌蛋白氮、以及Na⁺、Ca⁺⁺、Mg⁺⁺、P的浓度青干草期均显著高于稻草期(P<0.01), 青干草期瘤胃NH₃-N、细菌蛋白氮、丁酸、Ca⁺⁺、Mg⁺⁺、P的绝对池量(pool)也均显著高于稻草期(P<0.01), 但两期的发酵类型无明显变化。

关键词 水牛, 瘤胃, 氮和矿物质代谢, Cr-EDTA 标记法

我国水牛已逐步从役用向乳、肉用发展, 具有贫困地区脱贫致富的巨大潜力。因此, 对其营养生理的研究, 以进行科学饲养, 提高生产性能有重大的意义。本实验室对水牛瘤胃消化代谢进行了大量的定性研究^[1]。本实验采用Cr-EDTA连续灌流标记法, 测定水牛瘤胃液的体积、周转率和停留时间, 观察青干草和稻草日粮时瘤胃各营养分的浓度和其绝对池量, 了解氮和矿物质代谢的基本规律, 为通过日粮调节等途径, 充分利用我国大量营养价值较低的农作物秸秆饲料, 提供生理学依据。

1 材料和方法

实验动物为4头1岁左右装有永久性瘤胃瘘的本地生长雄性水牛, 体重200kg左右; 实验于秋季进行, 分青干草期和稻草期, 舍饲, 自由采食、饮水。

瘤胃液的体积、周转率和停留时间采用Cr-EDTA连续灌流标记法^[2], 实验开始时, 用恒流泵通过瘤胃瘘将事先配制好含 9.0×10^3 ppm Cr⁺⁺的Cr-EDTA水溶液缓慢泵入瘤胃, 持续3天, 瘤胃样品采集时间, 第一、二、三天分别每隔2、4、6h。所有样品-30℃保存, 供测定。

瘤胃液的Cr⁺⁺、Ca⁺⁺、Mg⁺⁺测定采用原子吸收光谱仪, K⁺、Na⁺应用火焰光谱法, 用比色法测定无机P。细菌蛋白氮测定操作如下: 将经100目尼龙绢布过滤的瘤胃液, 200×g离心5min, 除去饲料颗粒和原虫, 然后将上清液30000×g离心20min, 沉淀物再用生

* 本研究属国家自然科学基金资助项目。

** D. Bödeker 为德国汉诺威兽医学院访问学者。

*** 收稿日期 1993-03-15。

理盐水清洗一次, 重复离心一次^[3], 所得沉淀物按常规凯氏定氮法定氮。

文中数据均以平均数±标准误表示 ($\bar{X} \pm SE$), 数据统计处理采用 t 检验法。

附参数计算: $Cr_x = Cr_{\infty} \times (1 - e^{-Kt})$, 其中 Cr_x : 任何时间瘤胃液 Cr^{++} 浓度 ($\mu g/l$), Cr_{∞} : 最终瘤胃液 Cr^{++} 的浓度 ($\mu g/l$), K : 瘤胃液周转常数 ($1/h$), t : 灌流时间 (h)。将不同时间瘤胃液中的 Cr^{++} 浓度代入公式, 即可求得 K , 然后可得以下参数:

$$\text{瘤胃液体积 } V(l) = \frac{Cr \text{ 灌流速度 } (\mu g/l)}{Cr_{\infty} \times K}$$

$$\text{瘤胃液周转率 } U(1/h) = V \times K$$

$$\text{瘤胃液平均停留时间 } R(h) = V/U$$

2 结 果

稻草和青干草日粮时, 水牛瘤胃液的体积分别为 53.90 ± 3.28 和 49.83 ± 3.56 l, 停留时间 14.93 ± 0.73 和 16.40 ± 0.75 h, 周转率 3.61 ± 0.46 和 3.52 ± 0.60 l/h, 两期的差异均不显著。瘤胃代谢水平及其动态分述于下:

2.1 NH_3-N 青干草期瘤胃 NH_3-N 浓度及池量分别为 5.49 ± 0.14 mmol/l 和 272.2 ± 3.2 mmol, 显著高于稻草期 (3.35 ± 0.11 mmol/l 和 176.9 ± 0.8 mmol) ($P < 0.01$), 其昼夜浓度相对较恒定 (图 1)。

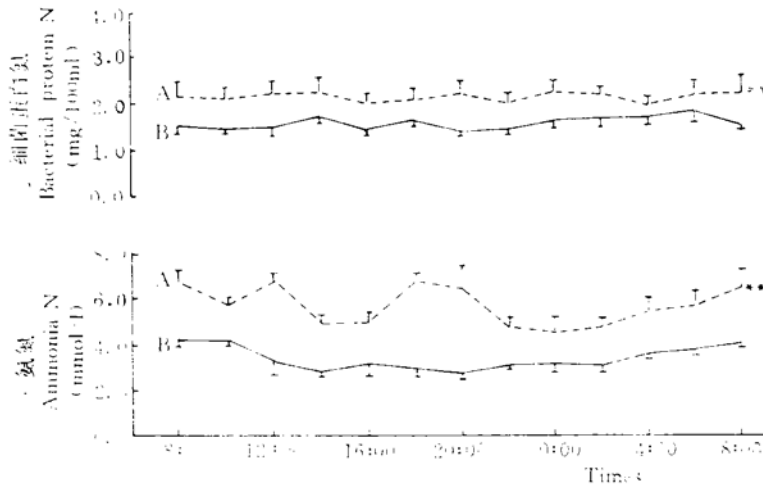


图 1 瘤胃氮和细菌蛋白氮浓度昼夜动态 A. 青干草期, B. 稻草期

Fig. 1 Diurnal dynamics of NH_3-N and bacterial protein-N in the rumen. A. Hay period, B. Rice straw period. ** $P < 0.01$.

2.2 细菌蛋白氮 瘤胃细菌蛋白氮浓度昼夜较恒定 (图 1), 饲喂青干草时, 其浓度和绝对池量分别为 2.04 ± 0.06 mg/100ml 和 1052.6 ± 39.5 mg, 显著高于稻草期 (1.52 ± 0.04 mg/100ml 和 829.6 ± 21.2 mg) ($P < 0.01$)。提示青干草日粮时瘤胃细菌蛋白合成能力有所提高。

2.3 挥发性脂肪酸 (VFAs) 青干草期瘤胃乙酸、丙酸、丁酸的浓度, 均显著高于稻草期 ($P < 0.01$), 其中丁酸提高幅度较大, 为50.0% (图2), 两期的发酵类型无明显差异, 乙酸和丙酸之比 2.65 ± 0.15 对 2.67 ± 0.21 , 青干草期瘤胃丁酸绝对池量显著高于稻草期 ($P < 0.01$), 而乙酸、丙酸差异不显著。

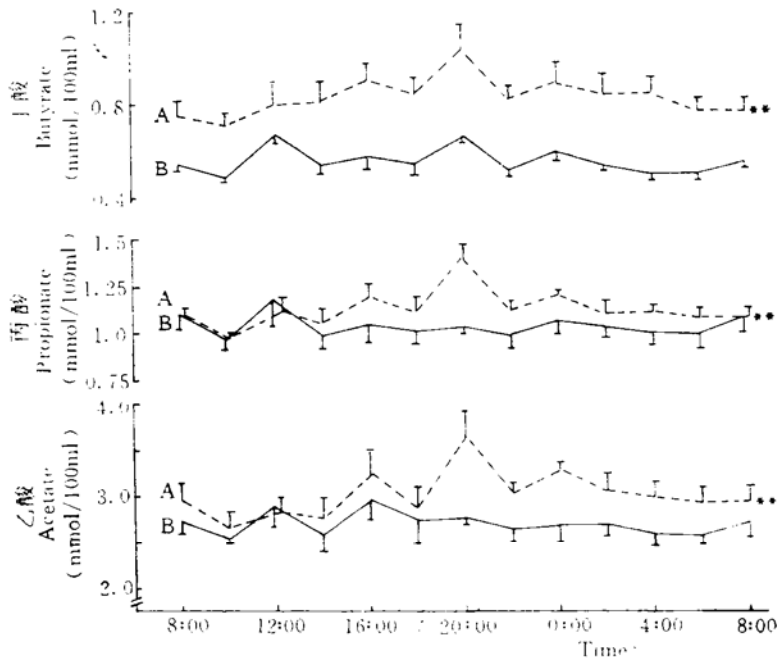


图2 瘤胃乙酸、丙酸、丁酸浓度昼夜动态。A. 青干草期, B. 稻草期

Fig. 2 Diurnal dynamics of acetate, propionate and butyrate in the rumen. A. Hay period, B. rice straw period. ** $P < 0.01$

2.4 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 和 P 两期水牛瘤胃矿物质浓度昼夜均较恒定。青干草期瘤胃 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 和 P 浓度分别是稻草期的1.04、1.13、1.34、2.07和1.77倍, 统计检验表明, 除 K^+ 外, 其它差异均显著 ($P < 0.01$), Ca^{++} 、 Mg^{++} 、P的绝对池量和周转率青干草期分别比稻草期提高26.60%、90.77%、64.11%和32.70%、101.00%、71.87% ($P < 0.01$)。

3 讨论

VFAs 及 NH_3-N 等代谢产物浓度在一定程度上能反映瘤胃微生物的发酵强度。但另一方面其浓度受食糜排空速度等因素的影响, 因此仅从浓度判断瘤胃微生物的消化代谢水平, 可能产生一些误差, 本实验成功地应用了 Cr-EDTA 连续灌流标记法, 测定代谢产物浓度和其绝对池量, 定量研究水牛的瘤胃代谢, 使研究手段更上一台阶。

实验发现, 青干草期水牛瘤胃细菌蛋白氮的绝对池量比稻草期高 26.88%, 这可能与 NH_3-N 浓度有关, 因为实验表明, 瘤胃大部分细菌需要一定浓度的 NH_3-N , 当其浓度低于 $6.3 \sim 9.5 \text{ mmol/l}$ 时, 影响微生物蛋白质的合成^[4]。本实验饲喂稻草时, 瘤胃 NH_3-N 浓度

没有发现一点超过 6.3mmol/l, 平均仅为 3.35 ± 0.11 mmol/l, 可能无法满足瘤胃微生物的需要。饲喂青干草时, 尽管平均浓度也不到 6.3mmol/l, 但发现饲喂后约 3 h 内其浓度超过 6.3mmol/l。陆天水等 (1987) 发现在单喂稻草时, 补充非蛋白氮后瘤胃 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度提高的同时, 每天微生物蛋白的合成量和合成效率均明显增加^[5]。另外, 可能与日粮的能量有关, 稻草所含的代谢能仅为青干草的 64%, 能量也同样会影响细菌蛋白的合成^[6]。青干草日粮时乙酸、丙酸、丁酸浓度也有不同程度提高, 特别是丁酸提高幅度较大, 这除与日粮中碳水化合物的含量差异有关外, 可能受氮和矿物质代谢水平的影响。在水牛稻草日粮中添加非蛋白氮后, VFAs 浓度得到提高^[6], 添加 S、P 也能提高 VFAs。Milton, J. T. (1980) 发现瘤胃细菌吸收 P 量与 VFAs 产生量存在明显正相关, 当瘤胃 P 浓度下降时, VFAs 的产生量减少。 Ca^{++} 、 Mg^{++} 是微生物生长所必需的元素, 它们的不足都可影响微生物的活力。稻草的钙、磷含量仅为青干草的 25.3% 和 61.9%, 在饲喂稻草时瘤胃 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、P 的浓度和其绝对池量均显著低于青干草期, 可能无法满足微生物生长的需要, 影响瘤胃消化代谢。结果提示: 在冬季水牛稻草日粮中添加氮的同时应考虑矿物质的需求。

日粮及瘤胃代谢是反刍动物营养生理主要调控途径^[9]。本实验发现瘤胃 K^+ 、 Na^+ 浓度的变化与饲料内含量不完全一致, 青干草 K^+ 和 Na^+ 的含量明显高于稻草, 而瘤胃 K^+ 、 Na^+ 绝对池量两期无明显差异, 这可能与唾液腺对 K^+ 、 Na^+ 的调节作用有关。有研究表明, 稻草中 Na^+/K^+ 比例低, 而水牛唾液 Na^+/K^+ 比例则上升^[9], 以弥补日粮的不足。

参 考 文 献

- [1] Han Zhengkang. Digestion and metabolism in the rumen of Chinese water buffalo. Proceeding of Third World Buffalo Congress. Bulgarra. International Buffalo Federation. 1991, 919~925.
- [2] Von G Breves, Beyerbach M, Holler H and Lessmann H W. Flüssigkeitsumsetzungen im pansen von schafen bei niedriger und ausreichender phosphorversorgung. Dtsch. Tierarztl. wscr. 1985, 92:2~44.
- [3] HA J K. & Kennelly J J. Influence of freeze-storage on nucleic acid concentrations in bacteria and duodenal digesta. Can. J. Anim. Sci. 1984, 64: 791~793.
- [4] Hume I D. Synthesis of microbial protein in the rumen. III. The effect of dietary protein. Aust. J. Agric. Res, 1970, 21:305.
- [5] 陆天水等. 单喂稻草补充非蛋白氮 (NPN) 对越冬水牛前胃消化代谢的影响. 南京农业大学学报, 1987, (1):92.
- [6] Walker D J et al. Rumen microbial protein synthesis and proportions of microbial and non-microbial nitrogen flowing to the intestines of sheep Aust. J. Agric. Res. 1975, 26:699~708.
- [7] Milton J T. Phosphorus metabolism in ruminants. II. Effect of inorganic phosphorus concentration upon food intake and digestibility. Aust. J. Agric. Res. 1985, 36:647.
- [8] 韩正康. 非一般日粮调控瘤胃代谢及提高反刍动物饲料利用率的研究. 畜牧与兽医, 1987, 19(2): 52~54.
- [9] Han Zhengkang and liu Dehui. Several minerals metabolism in water buffaloes. 1. Variations of K, Na, Ca, Mg and P concentrations in the rumen and blood of Chinese buffalo fed rice straw in winter. In: Recent progress on mineral nutrition and mineral requirements in ruminants. Kyoto, Japan. 1989, 98~101.

STUDIES ON THE METABOLISM OF NITROGEN AND MINERALS IN THE RUMEN OF SWAMP BUFFALO

Shen Yanfa, D. Bodeker and Han Zhengkang

(*Lab of Animal physiology and Biochemistry, Nanjing
Agricultural University, Nanjing 210014*)

Abstract

In the experiment, four indigenous swamp buffaloes aging about one year old with rumen fistula were fed with hay or rice straw ad libitum in autumn. To determine fluid volume, turnover rate and retention time in the rumen with the method of continuous infusion of Cr-EDTA dissolved in water were used, and the metabolism of nitrogen and minerals, as well as the diurnal dynamics in the rumen, were also observed. The results showed that the fluid volume, turnover rate and retention time were not significantly affected by the diets consumed. However, the concentrations of acetate, propionate, butyrate, $\text{NH}_3\text{-N}$ and bacterial protein-N, as well as Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} and P in the rumen in the hay period were significantly higher than that in rice straw period. The pools of $\text{NH}_3\text{-N}$, bacterial protein-N, butyrate, Ca^{++} , Mg^{++} and P, when hay was fed, were significantly higher than those when rice straw was fed. But the type of rumen fermentation were not affected by the diets consumed.

Key words Swamp buffalo, Rumen, Metabolism of nitrogen and minerals, Cr-EDTA marker