

繁殖藏系母羊蛋白质代谢研究*

赵新全 皮南林 冯金虎

(中国科学院西北高原生物研究所)

摘 要

用消化代谢试验的方法测定了繁殖藏系母羊在不同时期的蛋白质摄入量、排泄量及沉积量。结果表明,绵羊每日蛋白质摄入量和沉积量均以草返青期最高,在枯草期,绵羊蛋白质代谢为负平衡。在草返青期和草盛期可消化蛋白质利用率和蛋白质净利用率分别为52.40%和37.11%。绵羊在妊娠前期、中期、后期和泌乳期的蛋白质需要分别为:112g/d,135g/d,159g/d和164g/d。在妊娠后期和泌乳期,绵羊蛋白质的实际采食量只占需要量的32.62%和29.84%。

关键词: 繁殖藏系母羊; 蛋白质代谢; 蛋白质需要。

蛋白质是组成家畜各种内脏器官及体组织的基本成分,它可直接参与家畜体内的物质代谢调节、营养物质合成及繁殖过程,同时,作为高寒草甸生态系统的主要初级消费者——藏系绵羊,其蛋白质的摄入、沉积、排出无疑对整个系统的氮素循环起着重要的作用。对藏系绵羊蛋白质代谢进行研究,不仅可揭示高寒气候条件下绵羊的蛋白质代谢特点,而且可为制定该种绵羊的营养标准以及对生态系统的结构和功能分析提供必要的参数,更为草地畜牧业的优化管理提供科学依据。

关于繁殖绵羊的蛋白质代谢国外已有许多研究(Clark和Speedy,1980;Fletcher,1981;Gibb和Treacher,1982;Robinson和Forbes,1986)。国内,除对新疆细毛羊、内蒙古细毛羊和湖羊的蛋白质代谢研究外(梁其英等,1986;潘军等,1989;杨诗兴等,1988),有关藏系绵羊的此项研究未见报道。为此,作者于1988年3—12月在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站地区对藏系绵羊繁殖期的蛋白质代谢进行了研究,现将结果报道如下。

方 法

试验的繁殖母羊为3—4岁,共6只。采用全部收粪法且以盐酸不溶灰分(AIA)作内源指示剂,测

* 国家自然科学基金资助项目。

陈伟民同志协助样品测定,特此致谢。

定绵羊每日采食量, 依牧草和粪便中的蛋白质含量, 计算每日对蛋白质的采食量及消化率。尿量测定在实验室代谢笼中进行, 按昼夜测定 24 h 排尿量, 并取样 15ml 加 10% 的 H_2SO_4 10ml, 以备分析。尿样、粪样、草样的蛋白质含量均用半自动凯氏定氮仪测定。全部试验分别在牧草返青期 (5 月 6 日至 6 月 10 日)、草盛期 (8 月 10 日至 20 日)、枯黄期 (12 月 6 至 16 日) 和枯草期 (4 月 6 日至 16 日) 进行。

结 果

(一) 蛋白质代谢的季节变化

繁殖母羊的蛋白质摄入、消化、沉积具有明显的季节变化 (表1)。经方差分析表明,

表 1 不同物候期繁殖藏系母羊蛋白质日食量及沉积量

Table 1 The protein metabolism of Tibetan breeding ewe in different phenological periods.

物 候 期 Phenological period	枯 草 期 Withered	返 青 期 Green up	草 盛 期 Exuberance	枯 黄 期 Withering
日食干物质 (g) Dry matter intake(g)	811.17±61.27	1762.67±51.98	1257.67±16.18	882.50±62.87
日食蛋白质 (g) Crude protein intake (g)	46.02±3.50	232.18±6.84	147.54±1.86	51.87±2.57
日排粪量 (g) Faeces amount (g)	430.17±52.84	406.75±5.27	428.67±10.17	402.00±19.57
粪蛋白质损失 (g) Protein loss in faeces (g)	37.21±7.22	56.98±1.86	49.42±2.10	38.08±4.68
日排尿量 (ml) Urine amount (ml)	549.00±92.31	1302.33±201.89	2023.33±199.11	1075.83±295.11
尿蛋白质损失 (g) Protein loss in urine (g)	38.55±16.71	86.81±12.69	44.79±16.15	27.65±7.12
蛋白质沉积量 (g) Protein deposit (g)	-26.57±17.64	88.41±15.42	53.32±14.64	-13.06±7.35

各时期绵羊的蛋白质摄入量具有极显著的差异 ($F = 2707.95, df = 23, P < 0.01$), 牧草返青期极显著地高于枯草期和枯黄期 ($P < 0.01$), 显著地高于草盛期 ($P < 0.05$); 而枯草期和枯黄期的蛋白质日食量差异不显著 ($P > 0.05$)。由粪中排出的蛋白质与蛋白质摄入的变化相似 ($F = 17.36, df = 23, P < 0.05$)。由尿排出的蛋白质以返青期最高, 显著地高于其它 3 个物候期 ($P < 0.05$)。蛋白质的沉积量在不同时期的差异也是极显著的 ($F = 87.84, df = 23, P < 0.01$), 返青期最高, 且返青期和草盛期极显著地高于枯草期和枯黄期 ($P < 0.01$)。另外, 从表 1 可知, 枯草期和枯黄期绵羊蛋白质代谢为负平衡, 平均每日消耗体蛋白质分别为 26.57g 和 13.06g。

(二) 蛋白质代谢过程中各种因子关系的分析

与绵羊蛋白质代谢有关因子的相关矩阵分析 (表2) 表明, 在 8 种因子之间, 除排粪量和排尿量与其它 6 个因子无显著相关外, 其它各因子之间均存在显著或极显著的正相关。粪及尿的蛋白质损失均与蛋白质的摄入量有强的正相关, 相关系数分别为: $r = 0.996, P < 0.01$; $r = 0.925, P < 0.01$ 。蛋白质的沉积量除与排粪量和排尿量无显著的

表2 繁殖藏系母羊蛋白质代谢各因子之间相关矩阵

Table 2 Related matrix among factors of protein metabolism of reproductive Tibetan ewe.

因子 Factors		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
日食干物质(g) Dry matter intake(g)	X1							
日食蛋白质(g) Crude protein intake(g)	X2	0.9950						
排粪量(g) Faeces(g)	X3	-0.2860	-0.2016					
粪蛋白质损失(g) Protein loss in faeces(g)	X4	0.9883	0.9966	-0.2090				
排尿量(ml) Urine(ml)	X5	0.5015	0.5605	-0.0694	0.6228			
尿蛋白质损失(g) Protein loss in urine(g)	X6	0.9423	0.9251	-0.2224	0.8924	0.2066		
牧草蛋白质含量(g) Protein in herbage(g)	X7	0.9406	0.9686	-0.0451	0.9800	0.7294	0.8163	
蛋白质沉积量(g) Protein deposit(g)	X8	0.9740	0.9833	-0.1789	0.9971	0.6790	0.8562	0.9900

相关 ($r = -0.178, 0.679, P > 0.05$) 外, 其余均存在显著正相关 (相关系数在 0.816 以上)。

(三) 蛋白质的维持需要

由于不同时期繁殖藏系母羊的每日蛋白质摄入量与沉积量不同而有差异, 对表 1 所列的数据分别进行直线回归和指数回归分析, 指数回归的相关系数较高 ($r = 0.998$), 即指数回归优于直线回归, 该回归方程为:

$$Y = 65.6658 \times 1.0146X$$

式中, Y 为每日摄入蛋白质质量 (g), X 为每日蛋白质沉积量 (g)。按上述方程, 如式中 X 为零时, 其日食蛋白质 (Y) 为 65.67g, 该值即为繁殖母羊的蛋白质维持需要, 二者的变化如图 1 所示。

(四) 蛋白质利用效率

绵羊对蛋白质的利用效率可用消化率、可消化蛋白质利用率及净

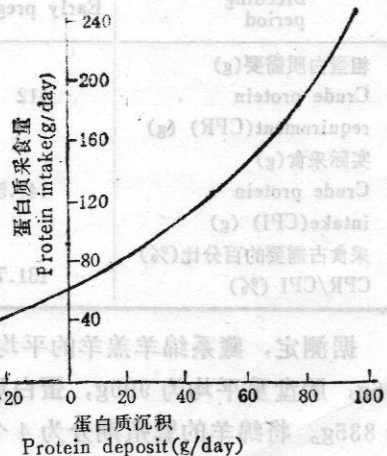


图1 繁殖母羊每日蛋白质摄入与沉积的关系
Fig. 1 The relationship between protein intake and deposit of Tibetan ewe.

利用率表示。蛋白质消化率为摄入蛋白质减去粪中蛋白质后占摄入量的比例；可消化蛋白质利用率表示消化吸收的蛋白质减去尿中排出的蛋白质后占消化蛋白质的比例；净利用率则表示沉积蛋白质和摄入量之比。表3列出不同时期绵羊对蛋白质的利用率。

表3 不同物候期繁殖母羊对牧草蛋白质利用

Table 3 The protein utilization of breeding Tibetan ewe in different phenological periods.

物候期 Phenological period	枯草期 Withered	返青期 Green up	草盛期 Exuberance	枯黄期 Withering
消化率(%) Digestibility(%)	19.14	75.45	66.84	24.66
可消化蛋白质利用率(%) DCP utilized rate(%)	—	50.46	54.34	—
净利用率(%) Net protein utilized rate (%)	—	38.08	36.14	—

牧草蛋白质的消化率主要取决于牧草的质量，而可消化蛋白质利用率主要取决于家畜的生理状态和品种特性。从表3可知，牧草蛋白质消化率以草返青期最高，草盛期次之，这两个时期牧草正值生长季节，牧草嫩绿，营养价值较高，故其消化率较高，而枯草期和枯黄期，牧草停止生长，可溶性糖降低，纤维素含量增高，牧草品质差，导致其消化率降低。可消化蛋白质的利用率以草盛期最高，返青期次之，其它两期均为负值，故未列出。草盛期和返青期蛋白质的净利用率平均为37.11%，年加权平均值为19.72%。

(五) 蛋白质需要与供给

母羊的蛋白质需要与供给列于表4，其中粗蛋白质需要根据析因法求得。

表4 繁殖母羊蛋白质需要与实际采食

Table 4 The protein requirement and intake of Tibetan ewe.

繁殖时期 Breeding period	妊娠前期 Early pregnancy	妊娠中期 Mid-pregnancy	妊娠后期 Late pregnancy	泌乳期 Lactation
粗蛋白质需要(g) Crude protein requirement(CPR) (g)	112	135	159	164
实际采食(g) Crude protein intake(CPI) (g)	147.54	99.71	51.87	48.95
采食占需要的百分比(%) CPR/CPI (%)	131.73	73.86	32.62	29.84

据测定，藏系绵羊羔羊的平均初生重为3230g，其蛋白质含量为20%，蛋白质量为646g；胎盘重平均为900g，蛋白质含量为21%，蛋白质量为189g，两者合计蛋白质量为835g。将绵羊的繁殖期分为4个时期，即妊娠前期（8月）、中期（9—10月）、后期（11—12月）和泌乳期（1—4月）。妊娠期子宫内容物的增长主要在中期和后期，分别占1/3和2/3，前期子宫内容物沉积很少，可忽略不计，按此比例可估计妊娠中期和后期每日子宫内容物中蛋白质的沉积量，分别为4.66g和9.31g，将该值除以母羊平均蛋

白质净利用率即为妊娠期的蛋白质需要。在泌乳期，平均每日泌乳量 220g，乳中蛋白质的比例为 4.71%，即含量为 10.36g，将该值除以平均蛋白质净利用率即为泌乳期蛋白质需要。另外，在繁殖期，绵羊的体重也有增加，如每日增重按 60g 计，增重物中蛋白质含量为 15%，则每日蛋白质沉积量为 9g，因此，繁殖期的蛋白质需要，应为妊娠和泌乳的需要、维持需要及自身体内蛋白质沉积需要 3 部分组成。

从表 4 可知，繁殖母羊蛋白质需要随繁殖的后移逐渐增加，二者呈线性关系 ($r = 0.973$)。与此相反，绵羊蛋白质的实际采食量则随繁殖期的后移而减少，二者以指数回归方程的拟合度较高。图 2 说明繁殖期绵羊蛋白质供给与需要的关系，其两条曲线的交点即为蛋白质采食与需要的平衡点 (8月20日)，平衡点以后的大部分时间里，蛋白质供应不足，导致绵羊生产性能低、经济效益不佳，因此，在生产实践中，在妊娠期及泌乳期给绵羊以适当的补饲，或扩大其饲草面积，以补充蛋白质的严重不足，进而提高其生产能力。

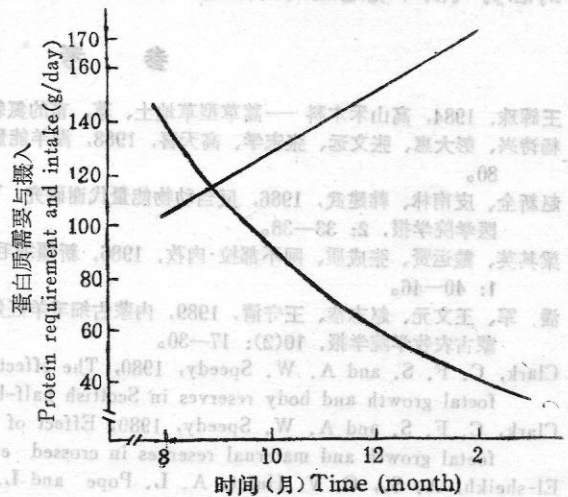


图 2 繁殖母羊的蛋白质需要与摄入的关系

Fig.2 The relationship between protein intake and requirement of Tibetan ewe.

讨 论

藏系绵羊是青藏高原特有的家畜品种，长期以来，在高寒气候的影响下，形成了适应高寒气候的代谢机制，表现出很强的适应性。由表 3 可知，绵羊的每日蛋白质需要与实际采食量相差很大，特别是在妊娠后期和泌乳期，其实际采食量只占需要量的 32.62% 和 29.84%。母羊在妊娠后期蛋白质供应不足，直接地影响羔羊的生长和发育，直至发生严重的消化紊乱、营养性贫血、流产及母体死亡 (Clark 和 Speedy, 1980; Gibb 和 Treacher, 1982)，但藏系绵羊能在极其恶劣的气候环境下能繁衍后代，原因为，妊娠期绵羊能改变体内蛋白质的分配来维持妊娠需要，在分娩后，其体重一般下降 7.96kg，尤其在哺乳期，体重下降更甚，与同龄羯羊相比，母羊在哺乳期要多减重 5.23kg；其次，藏系绵羊有很强的代谢补偿能力。由于高寒气候的影响，高寒草甸草场可利用牧草在一年之内分配极不平衡，通常在每年 4 月底牧草供应达到最低点，绵羊蛋白质营养极度贫乏，到 5—6 月，水热条件改善，牧草生长旺盛，营养价值高，其每日蛋白质摄入量 and 沉积量达到最高，增重部分几乎由蛋白质组成，表现出极高的代谢补偿能力，以便为渡过枯草季的繁殖过程作储备；另外，在寒冷季节藏系绵羊以极低的代谢率来节省能量消耗，减少体组织的分解，在冷季营养缺乏时，绵羊可将其代谢降至比基础代谢稍高的水平，以维持生命和繁殖的需要 (赵新全等, 1986)；作为绵羊品种的藏系绵羊对牧草蛋白质的利用效率较其它品种高。从表 3 可知，在返青期和草盛期，繁殖藏系绵羊对牧草蛋白

质的消化率、可消化蛋白质的利用率和净利用率平均值分别为71.15%、52.40%和37.11%，而内蒙古细毛羊仅为60.25%、29.76%和17.92%（潘军等，1989）；藏系绵羊的蛋白质消化率与“新×藏”高代杂种羊的接近（71.37%），但“新×藏”高代杂种羊的可消化蛋白质的利用率和净利用率均比藏系绵羊低，二者分别为13.67%和9.75%（王辉珠，1984），由此可见，藏系绵羊对牧草蛋白质有较高的利用率，也是藏系绵羊对恶劣气候环境适应的对策之一。

参 考 文 献

- ✓ 王辉珠，1984，高山禾本科——蒿草型草地土、草、畜的氮转化，中国草原与牧草，1(2)：18—25。
- ✓ 杨诗兴、彭大惠、张文远、张宋学、高天喜，1988，湖羊能量和蛋白质需要量的研究，中国农业科学，21(2)：73—80。
- ✓ 赵新全、皮南林、韩建武，1986，反刍动物能量代谢研究，V.不同放牧强度下冬季绵羊每日产热测定，青海畜牧兽医学院学报，2：33—38。
- 梁其英、戴运贤、张成质、阿不都拉·肉孜，1986，新疆细毛羔羊舍饲肥育饲养标准的研究，新疆八一农学院学报，1：40—46。
- ✓ 潘 军、王文元、赵志恭、王守清，1989，内蒙古细毛羊妊娠后期（90—150天）母羊能量和蛋白质需要研究，内蒙古农牧学院学报，10(2)：17—30。
- ✓ Clark, C. F. S. and A. W. Speedy, 1980, The effect of pre-mating and early pregnancy nutrition on foetal growth and body reserves in Scottish half-bred ewes, *Animal Production*, 30:485.
- ✓ Clark, C. F. S. and A. W. Speedy, 1980, Effect of mating condition and protein energy nutrition on foetal growth and maternal reserves in crossed ewes, *Animal Production*, 32:364.
- El-sheikh, A. S., C. V. Hulet, A. L. Pope and L. E. Casida, 1955, The effect of level of feeding on the reproductive capacities of the ewe, *Journal of Animal Science*, 14: 919—929.
- Fletcher, I. C., 1981, Effects of energy and protein intake on ovulation rate associated with the feeding of lupin grain to Merino ewes, *Australian Journal of Agricultural Research*, 32: 79—87.
- Gibb, M. J. and T.T. Treacher, 1982, The effect of body condition and nutrition during late pregnancy in the performance of grazing ewes during lactation. *Animal Production*, 34: 123—129.
- Robinson, J.J. and T.J. Forbes, 1968, The effect of protein intake during gestation on ewe and lamb performance, *Animal Production*, 10: 297—309.

STUDIES ON PROTEIN METABOLISM OF REPRODUCTIVE TIBETAN EWE

Zhao Xinquan, Pi Nanlin and Feng Jinhu

(Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences)

This experiment was carried out at Haibei Research Station of Alpine Meadow Ecosystem from Apr. to Dec. in 1988. The crude protein intake, protein loss in faeces and urine in different seasons of 3—4 years old reproduction Tibetan ewes were measured. The results were as follows:

The protein metabolism in grass green up, exuberance, withering and withered period was different. The daily crude protein intake and protein disposition were highest in grass green up period, and lowest in grass withered period (Table 1). The protein metabolism was negative balance in withering and withered period. The crude protein digestibility was highest in grass up period and lowest in grass withering period. The mean protein biology value and net protein utilization were

52.40 and 37.11 respectively. The crude protein requirement of Tibetan reproduction ewe maintained 65.67 grams per day. The daily crude protein requirements in early, middle and late pregnancy period were 112, 135 and 159 grams respectively. In the lactation period, the protein requirement was 164 grams, but the protein intake in this period was only 48.95 grams. In the late pregnancy and lactation period, the daily crude protein intake was unsatisfied for protein requirement of sheep. The daily crude protein only made up one third of daily crude protein requirement.

Key words: Reproductive Tibetan ewe; Protein metabolism; Protein requirement.