

藏系绵羊体组织的营养元素 含量及季节变化*

王在模 左克成 郭建华 陈伟民

(中国科学院西北高原生物研究所)

物质循环是生态系统研究的重要内容。藏系绵羊是高寒草甸生态系统的主要畜种之一,对藏系绵羊体组织营养元素含量的研究,将为高寒草甸生态系统物质循环的研究积累资料,对科学管理畜牧业生产也有一定的意义。为此,我们于1982年至1983年对海北高寒草甸生态系统中的藏系绵羊(羯羊)体组织的营养元素进行了测定。

该地区的自然概况,已有报道(杨福圃,1982)。

一、材料和方法

海北高寒草甸生态系统中的2岁藏系绵羊(羯羊)9只,标记后,随群于天然草场放

表1 各组试验羊的体重(公斤)

Table 1 Body weight of test sheep(kg)

羊号 Sheep No.	试验前体重 Body weight before test	称重日期 Date of weighting	屠宰时体重 Body weight as being slaughtered	屠宰日期 Slaughtered date	物候期 ¹⁾ Phenological period
6279	33.50		32.00		
6290	40.00	1982.6.28.	37.50	1983.5.3.	1
6287	34.50		33.25		
平均 Average	35.83		34.25		
6292	27.00		31.50		
6285	33.00	1982.6.28.	34.00	1982.8.13.	2
6289	28.50		34.50		
平均 Average	29.50		33.33		
6288	38.50		54.00		
6291	37.00	1982.6.28.	47.50	1982.10.16.	3
6293	26.50		44.50		
平均 Average	34.00		48.67		

1) 1.返青期 Green up, 2.草盛期 Exuberance, 3.枯黄期 Withering. 下表同 The same below table.

* 本文试验承王德须、皮南林、赵多琰同志及门源种马场大力协助和支持,谨此致谢。

牧,6月上旬至10月上旬在夏秋牧场放牧,10月中旬至翌年6月上旬在冬春牧场放牧。冬春牧场的面积小,放牧时间长,因此,冬春饲草不足较严重。

试验分别于草盛期,枯黄期和翌年返青期进行,各屠宰试验羊3只,羊只体重见表1。

屠宰后将肌肉、骨骼、皮、毛等组织分别称重取样;内脏则按心、肝、肺、肾、脾、肠、胃分别按比例取样;肌肉、骨骼及内脏的混合样,按各部(或器官)所占比例取样混合。肌肉、内脏取样后分别用绞肉机绞3次,使其充分混匀。皮、毛剪碎混匀。骨骼剥离后即称重,风干后再称重,然后采取固定部位,用锯、锉等工具代替球磨机取样。上述处理样品均低温保存,以供分析用。

测定元素为氮、磷、钾、钠及钙等。氮用硫酸-高氯酸消煮蒸馏滴定法;磷参照 AOAC 钒钼黄比色法;钾、钠用测氮消煮液火焰光度法;钙用 EDTA 容量法测定。

二、结果与讨论

1. 肌肉、骨骼、皮、毛等组织及内脏所含元素的百分率见表2。

表2 各物候期不同组织及内脏元素的含量(未脱脂鲜物%)

Table 2 Changes of element contents in different tissues and viscera in phenological periods (% in fat-unextracted fresh matter)

元素 Element	物候期 Phenological period	内脏 Viscera	肌肉 Muscle	骨骼 Bone	皮 Skin	未洗毛 Hairs (Unwashed)	美利奴羊未洗毛* Merino sheep hairs (Unwashed)
N	1	1.690	2.710	1.740	3.200	10.370	5.4
	2	1.840	3.150	1.860	3.660	12.290	
	3	2.210	3.170	2.710	3.770	11.490	
P	1	0.212	0.185	3.301	0.081	0.057	0.07(P ₂ O ₅ ±P0.031)
	2	0.220	0.191	4.555	—	—	
	3	0.262	0.205	4.662	0.041	0.041	
Ca	1	0.053	0.080	4.341	0.050	0.615	0.18(CaO ±Ca0.129)
	2	0.215	0.461	9.494	0.131	0.936	
	3	0.175	0.201	9.529	0.204	0.835	
K	1	0.130	0.250	0.069	0.218	2.315	5.6(K ₂ O ±K4.650)
	2	0.165	0.305	0.088	0.250	1.440	
	3	0.202	0.270	0.089	0.277	2.307	
Na	1	0.100	0.092	0.230	0.241	0.131	
	2	0.105	0.058	0.257	0.124	0.152	
	3	0.088	0.072	0.267	0.214	0.070	

* Bear, 1953.

在羊各不同组织及内脏中,氮的含量,就其趋势来看,毛含量较高,在10.370%以上;皮为3.200%以上,高于肌肉的含量;骨骼和内脏的含量相近,但骨骼有略高于内脏的趋势。其季节变化,毛含氮量返青期低于草盛期和枯黄期,其他各组织及内脏的含氮量,均由返青期至枯黄期而递增。肌肉组织的含氮量较 Lawes 等(转引自 Maynard 1979)的数据(未

表3 不同部位的肌肉及不同内脏器官各元素的百分含量(未脱脂鲜物%)

Table 3 Element percentage in different muscles and viscera organs (% in fat-unextracted fresh matter)

元素 Element	物候期 Phenological period	肌肉 Muscle				内脏 Viscera			
		腿肌 Leg muscle	背肌 Back muscle	脊柱下面肌 Muscle under the spine	肋外肌 Muscle of rib external	心肝肺 Heart, liver and lungs	肾脾 Kidney and spleen	胃 Stomach	肠 Intestines
N	1	2.870	3.153	2.782	2.867	2.156	2.146	1.940	1.581
	2	3.287	—	3.061	3.146	2.275	2.008	1.417	1.205
	3	3.305	—	3.428	2.543	2.979	2.505	2.057	1.512
P	1	0.171	—	0.165	0.178	0.237	—	0.153	0.128
	2	0.188	—	0.186	0.161	0.287	0.232	0.177	0.122
	3	0.211	—	0.212	0.194	0.327	0.279	0.207	0.196
Ca	1	0.170	0.221	0.221	0.180	0.060	0.120	0.040	0.040
	2	0.221	—	—	0.261	0.200	0.202	0.149	0.112
	3	0.160	0.170	—	0.160	0.241	0.160	0.260	0.120
K	1	0.240	0.250	0.210	0.210	0.180	0.180	0.140	0.130
	2	0.250	—	0.270	0.270	0.204	0.206	0.141	0.134
	3	0.250	—	0.300	0.210	0.240	0.240	0.170	0.170
Na	1	0.100	0.085	0.128	0.123	0.107	0.125	0.111	0.145
	2	0.057	—	0.018	0.020	0.103	0.132	0.088	0.083
	3	0.062	—	0.062	0.054	0.094	0.126	0.080	0.070

表4 不同物候期平均一个体不同组织及

Table 4 Average element quantities and percentage in total in diverse organs

物候期 Phenological period	平均胴体重** Average carcass weight (kg)	肉占胴体重% % of muscle in carcass weight	部 位 Part	重量(克) Weight (g)	N	
					(g)	%
1	14.83	68.55	肌肉 Muscle	10165.97	275.50	44.74
			骨骼 Bone	4664.03	81.15	13.18
			内脏 Viscera	3350.00	52.93	8.60
			皮 Skin	1705.13	54.56	8.86
			未洗毛 Hairs unwashed	1461.54	151.56	24.62
			合计 Total		615.70	100.00
2	15.60	77.32	肌肉 Muscle	12061.92	379.95	56.57
			骨骼 Bone	3538.08	65.77	9.79
			内脏 Viscera	4278.33	78.72	11.72
			皮 Skin	2186.67	80.03	11.93
			未洗毛 Hairs unwashed	546.67	67.19	10.00
			合计 Total		671.66	100.00
3	22.50	81.32	肌肉 Muscle	18297.00	580.01	54.08
			骨骼 Bone	4203.00	113.90	10.62
			内脏 Viscera	4801.61	106.12	9.90
			皮 Skin	2349.85	88.59	8.26
			未洗毛 Hairs unwashed	1600.19	183.86	17.14
			合计 Total		1072.48	100.00

* 未包括血液含量 Content of blood being not included.

** 包括头重 Head weight included.

内脏元素的数量及其占总量的百分率 羊羔于高量合的干。高次 (2025 展刊, 201 页白登含谓翅 and viscera of an individual body during different phenological periods* (1957)

P		Ca		K		Na	
(g)	%	(g)	%	(g)	%	(g)	%
18.756	10.33	8.153	3.67	25.415	36.02	9.353	31.78
153.964	84.79	202.471	91.10	3.228	4.58	10.704	36.37
7.102	3.91	1.789	0.80	4.355	6.17	3.350	11.38
1.373	0.51	0.856	0.39	3.717	5.27	4.109	13.96
0.833	0.46	8.987	4.04	33.835	47.96	1.915	6.51
182.028	100.00	222.256	100.00	70.549	100.00	29.431	100.00
23.026	—	55.618	13.61	36.789	61.00	6.996	29.02
161.160	—	335.912	82.19	3.124	5.18	9.079	37.66
9.412	—	9.207	2.25	7.059	11.71	4.492	18.63
—	—	2.860	0.70	5.467	9.06	2.712	11.25
—	—	5.116	1.25	7.872	13.05	0.831	3.44
—	—	408.713	100.00	60.311	100.00	24.109	100.00
37.454	15.12	36.686	7.91	49.402	46.48	13.174	37.89
195.936	79.14	400.504	86.37	3.749	3.53	11.222	32.28
12.595	5.08	8.384	1.81	9.699	9.13	4.226	12.15
0.973	0.39	4.797	1.03	6.509	6.12	5.029	14.46
0.663	0.27	13.366	2.88	36.915	34.74	1.120	3.22
247.621	100.00	463.726	100.00	106.274	100.00	34.770	100.00

— 19.3 占肺脏内; 2.12—13.01 占肺脏内; 2.74—11.79 占肺脏内; 2.08—2.80 占肺脏内; 1.00 占肺脏内。

脱脂含蛋白质 16%，折氮 2.56%）为高。毛的含量高于美利奴绵羊未洗毛含量（Bear, 1953）。

磷的含量以骨骼最高，内脏似有高于其他组织的趋势，皮和毛的含磷量相似。皮和毛的含磷量的季节变化趋势，以返青期较高，其他组织及内脏的含磷量，均由返青期至枯黄期而呈递增趋势。毛含磷量高于美利奴羊毛的含量。

钙的含量，骨居首位，毛次之，肌肉含量有高于内脏的趋势。皮和骨的含钙量，由返青期至枯黄期而递增，肌肉、内脏和毛的含钙量则似有草盛期高，返青期低的趋势。毛的含钙量高于美利奴羊毛的含量。

钾的含量，似以毛为冠，其次是肌肉，骨骼较低。毛含钾量低于美利奴羊毛的含量，似返青期高，草盛期低；肌肉则以草盛期高，返青期低；其余组织及内脏，有由返青期至枯黄期递增之势。

钠的含量就趋势来看，以骨骼为高，其次是皮，肌肉则较低。季节变化趋势，骨骼在枯黄期高于草盛期和返青期；肌肉和皮则有返青期高于枯黄期和草盛期之势，内脏含钠量似以枯黄期较低，草盛期略高于返青期；毛含钠量以草盛期为高。

2. 不同部位的肌肉和不同的内脏器官，各元素之差异（表 3）。

肌肉中氮含量除肋外肌稍低外，其余部位在同一时期差异不大。肋外肌含氮量以草盛期为高，枯黄期则较低，这可能因在枯黄期该部位脂肪增加较多，而我们测定是未进行化学脱脂的样品，所以氮的含量呈下降之势。其余各部位肌肉含氮量，皆由返青期至枯黄期递增。

内脏器官氮、磷百分率，在各物候期，均以心肝肺、肾脾、胃和肠的顺序而递减。

肌肉含磷量，除肋外肌稍低外，其余部位在同一时期，含量相近。

不同部位肌肉的含钙量，在返青期似以背肌及脊柱下面肌为高，腿肌和肋外肌相近。草盛期以肋外肌为高。枯黄期则无明显差异。

内脏器官钙的含量，以肾脾及心肝肺为高，肠含量较低。

肌肉含钾量，除肋外肌稍低外，其余无显著差异。

心肝肺与肾脾，在同一时期含钾量基本相同，胃与肠含钾量亦近似。似均有由返青期至枯黄期递增之势。

不同部位的肌肉，含钠量差异较大。均以返青期为高。

内脏器官的含钠量，肾脾及心肝肺较稳定，肠和胃的含量变化较大。除肾脾在草盛期稍高外，其余器官皆以返青期为高。

3. 不同物候期，平均每一个体各组织及内脏所含元素的绝对量及占总量的百分率（表 4）。

由表 4 可见如下的变化趋势：各元素的总量，均以枯黄期为高，氮、磷、钙以返青期为低，钾、钠以草盛期为低。

氮素主要集中于肌肉组织，占总量的 44.74—56.57%；毛含氮占总量的 10.00—24.62%；骨骼氮占总量的 9.79—13.18%；皮的氮量占总氮的 8.26—11.93%；内脏和皮的氮量相近，占总量的 8.60—11.72%。

磷集中于骨骼，占总量的 79.14—84.79%；肌肉磷占 10.33—15.12%；内脏磷占 3.91—5.08%；皮和毛磷之和还不到总量的 1.00%。

海北定位站藏羊肌肉组织中氮、磷的比值是：返青期 14.7，草盛期 16.5，枯黄期为 15.5。据我们的资料和畜体膘情来看，我们初步认为藏羊肌肉组织中氮、磷的比值在 16 左右，畜体健壮正常，若低于 15，畜体瘦弱，处于不正常状态。

钙主要集中于骨骼，占总钙的 82.19—91.10%；肌肉中的钙，占总量的 3.67—13.61%；毛含钙量占总量的 1.25—4.04%；内脏钙占总量的 0.80—2.25%；皮含钙量，仅占总量的 0.39—1.03%。

据 Maynard 记载(1979)，骨骼中钙和磷之比约为 2:1。上述试验羊骨骼中钙、磷之比，在返青期为 1.32:1，草盛期为 2.08:1，枯黄期为 2.04:1。在草盛期和枯黄期，羊体发育正常，骨骼中钙和磷的比例也是正常的。返青期骨骼钙、磷比失调，是因羊在冬季长期饲料不足，致血液中钙减少，骨骼中的钙释放出来，以补充血钙的不足(王栋,1950)而造成。

钾主要存在于肌肉组织和毛内，肌肉钾占总量的 36.02—61.00%；毛含钾量占总量的 13.05—47.96%；内脏钾占总量的 6.17—11.71%；皮含钾量占总量的 5.27—9.06%；骨骼钾占总量的 3.53—5.18%。

钠主要存在于肌肉和骨骼，肌肉中的钠占总量的 29.02—37.89%；骨骼钠占总量的 32.28—37.66%；皮含钠量，占总量的 11.25—14.46%；内脏含钠量占总量的 11.38—18.63%；毛含钠量为总量的 3.22—6.51%。

毛所含各元素占总量百分率大幅度变化的主要原因，是在剪毛后，毛的重量变化所致。

4. 不同时期畜体所含各元素的变化见表 5。(中等育肥绵羊资料，来自东北农学院：家畜饲养学)。

表 5 畜体所含元素变化(占活重%)

Table 5 Changes of element content of animal body during various phenological periods (% of live weight)

家畜 Domestic animal	物候期 Phenological period	N	P	Ca	K	Na
藏羊 Tibetan sheep	1	1.80	0.53	0.65	0.21	0.09
	2	2.02	0.59	1.23	0.18	0.07
	3	2.20	0.51	0.95	0.22	0.07
中等育肥绵羊 Middle fat sheep		2.20	0.53	0.87	0.14	0.08

由表 5 可见，藏系绵羊畜体所含氮素百分率，由返青期至枯黄期逐渐增加，在枯黄期与中等育肥绵羊畜体含氮百分率一致，说明在体肥季月与其他品种绵羊一致。畜体磷的百分含量，除草盛期较高外，其余两个时期与中等育肥绵羊畜体含磷量相近。畜体钙含量变幅大，从草盛期至翌年返青期，畜体含钙百分率则逐步下降，草盛期畜体钙的百分含量约为返青期的 2 倍。草盛期及枯黄期均较中等育肥绵羊畜体钙高，而返青期又远比它低，说明在羊食物缺乏，身体变瘦时期，应补充钙，或设法改善其对钙的吸收能力。畜体钾的

百分含量,在返青期和枯黄期相近,以草盛期稍低,这几个时期均高于中等育肥绵羊的含量。畜体钠的含量在草盛期和枯黄期似有比中等育肥绵羊低,而在返青期有比它高的趋势。畜体钠在返青期含量较高,这和肾脏对钠离子的再吸收有关(南京农学院主编,1980)。

5. 藏系绵羊从枯黄期至翌年返青期间,各元素均有耗损(表6)。耗损量最大的是钙,达52.07%;氮为42.59%;磷为26.49%;钾为33.62%;钠为15.36%。若从12月1日起,至翌年返青屠宰之日止,作为耗损期,此期即羊只通过采食而消化吸收的各元素的量,不足以补充其体内代谢耗损量,平均每日耗损原体内积蓄氮2.95克,合蛋白质18.40克,磷0.42克,钙1.56克,钾0.23克,钠0.03克。除钠之外,其他元素食物中是不足的,对必须越冬的种畜,给予补饲,这对增进种畜体质,提高藏羊的质量,将是有益的。

表6 牧草枯黄期至返青期藏羊平均每一个体元素耗损量

Table 6 Average element losses of an individual tibetan sheep from withering to green up period

元素 Element	N	P	Ca	K	Na
耗损量(克) Loss (g)	456.78	65.59	241.47	35.73	5.34
耗损(%) % of loss	42.59	26.49	52.07	33.62	15.36
平均每日耗损量(克) Average loss each day (g)	2.95	0.42	1.56	0.23	0.03

由上表可见藏系绵羊经过一冬之后,各元素耗损量相当大。在屠宰时的活重比上年草盛期初期的活重还轻。牲畜将人类不能直接利用之牧草,转化为人类可直接利用之物质后,竟这样无谓的耗损掉,从物质流通或能量转化及经济效益等角度来看,都太可惜。施行季节畜牧业,将大大减少这种无谓的损耗,使草原生产能力大大提高。这一措施已在不少地区开始试行,效果良好。

三、小 结

1. 两岁藏系绵羊(羯羊)平均个体元素含量年变化范围:氮615.700—1072.480克;磷181.570—247.704克;钙222.256—463.726克;钾70.549—106.274克;钠24.109—34.770克。

2. 羊体不同组织中所含元素的浓度各异。氮和钾以毛含量最高。磷、钙和钠则以骨骼含量最高。

3. 不同内脏器官和不同时期,各元素含量各异。

4. 枯黄期至翌年返青期,平均每一个体耗损氮456.78克,磷65.59克,钙241.47克,钾35.73克,钠5.34克。

5. 肌肉中氮和磷之比约16:1,骨骼中钙和磷之比约2:1。

参 考 文 献

王栋,1950,动物营养学,207,商务印书馆出版。

东北农学院,1979,家畜饲养学,11,农业出版社。

杨福圃,1982,青海高寒草甸生态系统定位站的自然地理概况。高寒草甸生态系统,1-8。甘肃人民出版社。

南京农学院主编,1980,家畜生理学,182-183,农业出版社。

Maynard, L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz, R. G. Warner 1979, *Animal Nutrition*, 7th Edition P. 10, 225, McGraw-Hill, New York.

Bear, F. E. 1953, *Soils and Fertilizers*, Fourth Edition P. 199, John Wiley and Sons, New York.

CONTENTS OF NUTRIENT ELEMENTS IN TIBETAN SHEEP BODIES AND THEIR SEASONAL DYNAMICS

Wang Zaimo Zuo Kecheng Guo Jianhua Chen Weimin

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

The principal nutrient element contents of Tibetan sheep and their seasonal changes were studied at the Haibei Research Station of Alpine meadow Ecosystem during 1982—1983. The sheep sampled for this experiment were two to three years old castrated rams of approximately uniform size. Three groups of Tibetan sheep for experiment were respectively slaughtered in three phenological periods: exuberance, withering of vegetation and the period of grass green-up next year. Analysed samples were collected in ratios and thoroughly mixed from different parts of the organs and tissues of the sheep carcasses. The nutrient elements analysed were N, P, K, Ca and Na.

Results showed as follows:

1. The percentages of the principal nutrient elements of the Tibetan sheep body are not the same throughout the various phenological periods of vegetation. The average contents of nitrogen of the body have the highest level (reached to 2.20%) in withering period and the least amounts (lowered to 1.80%) in green-up period after suffering from semi-hungry conditions during cold winter in which grasses and feeds are generally deficient. In exuberance period the nitrogen content is a little less than that in withering period. The average percentages of phosphorus of the body in all three periods differ insufficiently.

2. Different organs and tissues vary greatly in their element composition such as N, P, Ca, etc. Nitrogen and potassium have the highest content in sheep hair but phosphorus and calcium are present in largest amount in the bones. In withering period the percentages of nitrogen and phosphorus in hairs (unwashed), skins, muscles, bones, and viscera are N: 11.49, 3.77, 3.17, 2.71 and 2.21% respectively, and P: 0.041, 0.041, 0.205, 4.662 and 0.262%.

3. During the long cold season in Qinghai plateau the most nutrient elements in sheep bodies could be lost a great deal from withering period to the green-up, each sheep would averagely lose nitrogen 456.78 grams, phosphorus 65.59 gm, and calcium 241.47 gm, or in percentages: 42.59% (N), 26.49% (P) and 52.07% (Ca) on the basis of entire body content in withering period.