

# 3~30 日龄滩羊羔羊能量需要量研究

吕亚军<sup>1</sup>,王永军<sup>1</sup>,陈艳瑞<sup>1</sup>,白成斌<sup>1</sup>,田秀娥<sup>1</sup>,牛文智<sup>2</sup>,席永平<sup>2</sup>

(1 西北农林科技大学 动物科技学院,陕西 杨凌 712100;2 宁夏回族自治区 畜牧工作站,宁夏 银川 750002)

**【摘要】**【目的】研究滩羊羔羊的能量需要,为制定滩羊饲养标准奠定基础。【方法】选择 1 日龄滩羊羔羊 30 只,1~15 日龄全母乳喂养,每日定时哺乳 5 次;16~30 日龄,每日定时哺乳 4 次,并补饲。测定羔羊每日哺乳量和补饲料采食量,估算羔羊每日能量摄入量,建立能量摄入量与日增质量(ADG)、代谢体质量( $W^{0.75}$ )之间的回归方程。【结果】利用建立的回归方程,估算得到不同体质量、不同日增质量水平下消化能(DE)、代谢能(ME)的营养需要量。【结论】滩羊独特的品种特征和主产地的生态环境条件,决定了其能量需要量相对其他品种大,尤其是维持需要的能量相对较高。

**【关键词】** 滩羊;羔羊;消化能;代谢能;需要量

**【中图分类号】** S826.4

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1671-9387(2009)04-0071-05

## Study on requirements for digestible energy and metabolic energy of Tan-sheep lambs at 3—30 day-age

LV Ya-jun<sup>1</sup>, WANG Yong-jun<sup>1</sup>, CHEN Yan-rui<sup>1</sup>, BAI Cheng-bin<sup>1</sup>,  
TIAN xiu-e<sup>1</sup>, NIU Wen-zhi<sup>2</sup>, XI Yong-ping<sup>2</sup>

(1 College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Husbandry Workstation, Ningxia Hui Nationality Autonomous Region, Yinchuan, Ningxia 750002, China)

**Abstract:** 【Objective】The determination of feeding standard for Tan-sheep lamb was studied based on energy requirements. 【Method】30 neonatal lambs were suckled 5 times per day within 15 days, 4 times and also complementally fed in 16—30 days. Daily milk consumption and supplementary were measured to evaluate energy intake in order to establish regression equation of energy intake, average daily gain(ADG) and metabolic weight ( $W^{0.75}$ ). 【Result】Digestible energy (DE) and metabolic energy (ME) requirements were determined according to the regression equation in different weights and different daily gains of Tan-sheep lamb. 【Conclusion】Tan-sheep energy requirement is more than other species, especially maintain energy requirement (ME<sub>r</sub>), according to the unique breed and growing environment.

**Key words:** Tan-sheep; lamb; DE; ME; requirement

滩羊是我国独有的裘皮用绵羊品种<sup>[1]</sup>,主要产品为二毛皮(羔羊出生 35 日龄左右时宰杀后获取的皮子),其次还能生产优质羔羊肉。随着滩羊主产区舍饲养殖的快速发展,养殖户已经认识到早期补饲,不但可以提高皮张面积和质量,还可以提高羔羊肉

产量,对提高养殖效益具有重要作用<sup>[2]</sup>。但目前对滩羊羔羊营养需要的相关研究较少,限制了滩羊羔羊补饲饲料的开发,进而影响了滩羊生产的快速发展。为此,本研究对 3~30 日龄滩羊羔羊的能量需要进行了研究,以期对滩羊营养需要的制定奠定基

\* [收稿日期] 2008-05-19

[基金项目] 宁夏滩羊选育及养殖配套技术研究与示范推广项目

[作者简介] 吕亚军(1972—),男,陕西凤翔人,助理研究员,在读硕士,主要从事饲料资源开发与利用研究。

[通信作者] 王永军(1964—),男,陕西礼泉人,副教授,硕士生导师,主要从事饲料资源开发与利用研究。

E-mail:dkxywyj2008@yahoo.com

础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

2006年11月初,选择母性较强、年龄接近、膘情中等以上、无繁殖疾病、发情周期正常的2胎健康空怀滩羊54只,进行同期发情处理并配种。选择2007-04-12~04-16顺产的30只健康1日龄羔羊(单羔、公母各半),作为试验用羊。

### 1.2 试验设计

本研究根据羔羊饲养试验结果,按照析因法进行3~30日龄滩羊能量需要的研究。根据营养学原理,滩羊每日的能量需要量(消化能或代谢能)主要由维持需要量和生长需要量两部分构成<sup>[3]</sup>,其中维持需要量和生长需要量分别与羔羊的代谢体质量和平均日增质量呈线性关系,其函数关系可用下式表示:

$$DE(\text{或 } ME) = a_1 \times W^{0.75} + a_2 \times ADG.$$

式中:DE为消化能,MJ/d;ME为代谢能,MJ/d; $a_1$

为维持能量需要常数; $W^{0.75}$ 为代谢体质量,kg; $a_2$ 为生长能量需要常数;ADG为平均日增质量,kg。

通过测定羔羊每天的初始体质量、能量摄入量 and 日增质量,构建30只羔羊在1~30d的试验数据库,建立能量需要量与代谢体质量和平均日增质量之间的回归公式,并计算滩羊羔羊不同体质量、不同生长速度条件下的能量需要量。

### 1.3 试验动物饲养管理

妊娠母羊的饲养管理,按照宁夏回族自治区盐池滩羊良种繁育基地妊娠母羊饲养与管理办法进行。哺乳母羊日粮参照前苏联饲养标准<sup>[4]</sup>确定,自由饮水。羔羊生后第1日即与母羊隔离,1~15日龄纯母乳饲喂,每天分别于6:00,10:00,14:00,18:00,22:00各哺乳1次;16~30日龄时,每天分别于6:00,11:30,17:00和22:00用母乳各哺乳1次,每次哺乳约10min<sup>[5-6]</sup>;从16日龄开始补饲,补饲饲料的日粮组成和营养水平见表1。试验羔羊单栏饲养,自由采食和饮水,并注意保持补饲饲料及饮水的清洁。

表1 试验羔羊补饲饲料的组成及营养成分

Table 1 Composition of feed supplement and nutrition level

饲料组成 Feed composition	含量/(g·kg <sup>-1</sup> ) Content	营养成分 Nutrient component	含量 Content
玉米 Corn	500.50	消化能 DE/(MJ·kg <sup>-1</sup> )	11.97
豆粕 Soybean meal	35.00	粗蛋白 CP/(g·kg <sup>-1</sup> )	151.00
菜粕 Rapeseed meal	70.00	粗脂肪 EE/(g·kg <sup>-1</sup> )	25.80
葵花粕 Sunflowerseed meal	70.00	粗纤维 CF/(g·kg <sup>-1</sup> )	99.00
苜蓿草粉 Alfalfa meal	300.00	粗灰分 Ash/(g·kg <sup>-1</sup> )	65.20
食盐 Salt	3.50	无氮浸出物 NFE/(g·kg <sup>-1</sup> )	517.60
矿物添加剂 Mineral additive	21.00	钙 Ca/(g·kg <sup>-1</sup> )	15.50
		磷 P/(g·kg <sup>-1</sup> )	08.10

### 1.4 测定指标与方法

1.4.1 试验羔羊每天的空腹质量(初始体质量)和日增质量 羔羊每天第1次哺乳前,用ACS电子计价秤(浙江超众实业有限公司生产,感量为5g,最大称量范围为30kg)称量羔羊空腹质量(W),计算日增质量。

1.4.2 羔羊每日哺乳量 羔羊每次哺乳前、后,分别称量羔羊体质量,其体质量之差即为每次哺乳量<sup>[5-7]</sup>,并计算出日哺乳量。

1.4.3 羔羊每日补饲饲料摄入量 每日6:00将补饲饲料称质量后,添加到补饲槽中,18:00将剩余饲料收集并称量,计算每日补饲饲料的摄入量。

1.4.4 乳样采集与保存 分别在母羊产后第5,10,15,20和25天,于哺乳前采集乳样15mL<sup>[6]</sup>,加入150g/L的K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>溶液1滴,摇匀后迅速冷藏

保存,利用浙江大学生产的银河牌乳品测定仪测定乳蛋白、乳脂肪和乳糖含量。

1.4.5 羔羊每日能量摄入量 羔羊每日能量摄入量按照下式计算:

$$\text{每日能量摄入量} = \text{每日哺乳量} \times \text{乳中能量含量} + \text{每日补饲饲料摄入量} \times \text{补饲饲料能量含量}.$$

在进行羔羊每日能量摄入量估算时,羔羊每日哺乳量、补饲饲料摄入量以实际测定结果计。乳中总能量(GE)根据羔羊每日哺乳量和滩羊母乳中乳脂肪、乳糖和乳蛋白的测定结果,用AFRC(1993)<sup>[8]</sup>推荐的绵羊乳中能量的估算公式“ $GE(\text{MJ}/\text{kg}) = 0.0419 \times BF + 0.01585 \times P + 0.02141 \times La$ ”进行估算,其中BF为乳脂肪量,P为乳蛋白量,La为乳糖量。乳中总能量转化为消化能和代谢能时的转化效率分别为95.02%和93.73%<sup>[9]</sup>。补饲饲料中各营

养素的含量,根据补饲饲料配方组成,参考中国饲料数据库<sup>[4]</sup>和INRA公布的饲料成分与营养价值表<sup>[10]</sup>,以及国内目前在湖羊、滩羊研究中所获得的羔羊对相关饲料原料消化代谢参数的测定结果<sup>[9,11]</sup>进行估算,补饲饲料的总能为15.43 MJ/kg,消化能为11.97 MJ/kg,代谢能为9.41 MJ/kg。

### 1.5 数据处理与分析

试验数据用Excel 2003软件进行整理及分析,结果以“平均值±标准误( $\bar{x} \pm SEM$ )”表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 1~30日龄滩羊羔羊的日哺乳量和补饲饲料摄入量

1~30日龄羔羊日哺乳量总体上呈现出先快速上升后缓慢下降的变化趋势,其中1~7日龄为快速上升阶段,7日龄日哺乳量达到最大(为1152.43 g);此后为缓慢下降阶段,30日龄时哺乳量为758.04 g,1~30日龄总哺乳量为(28 943.73 ± 644.24) g,平均日哺乳量仅为987.4 g。在本研究中,羔羊的日哺乳量实质反映了滩羊的泌乳规律,1~7日龄以前母乳提供的营养完全满足了羔羊快速生长发育对营养物质的需要,7日龄以后受母羊泌乳量缓慢下降和羔羊快速生长对营养需要量大幅

增加双重因素的影响,母乳提供的营养已不能完全满足发挥羔羊最大生产潜力的营养需要。上述结果表明,对滩羊羔羊进行早期补饲是十分必要的。本研究从羔羊16日龄开始补饲,羔羊由完全母乳喂养变为母乳加补饲的饲养方式,需要一个适应过程,故补饲前2 d采食量较少,分别仅为6.19和15.37 g,此后羔羊采食量虽受多种因素影响而出现一定波动,但总体随日龄增加而增加。羔羊16~30 d对补饲饲料的总采食量达到1 456.87 g,平均日采食补饲饲料97.12 g。

### 2.2 滩羊母乳中的乳蛋白、乳脂肪和乳糖含量

羔羊从母乳中摄取的能量,主要决定于每日哺乳量和乳中所含的能量浓度,乳中能量浓度(总能量,GE)可以根据羔羊每日哺乳量和滩羊乳脂肪、乳糖及乳蛋白的测定结果进行估算。由于受泌乳规律、母羊营养供给及所处环境条件等因素的影响,乳脂肪、乳糖和乳蛋白含量常表现一定的规律性变化<sup>[12-13]</sup>。为此,本研究分别采集5,10,15,20和25 d乳样,以5次样品测定结果的平均值作为试验期乳蛋白、乳脂肪和乳糖含量。由表2可见,乳蛋白、乳脂肪和乳糖含量分别为(55.10 ± 0.50), (56.10 ± 1.60)和(60.40 ± 0.40) g/L。

表2 滩羊羔羊乳蛋白、乳脂肪、乳糖含量的测定结果(n=30)

Table 2 Contents of milk protein, butter, lactose in Tan-yang sheep milk (n=30) g/L

项目 Item	采样时间/d Sampling instant					平均 Average
	5	10	15	20	25	
乳蛋白 Lactoprotein	58.60 ± 1.00	56.80 ± 0.40	62.40 ± 0.60	49.60 ± 0.50	55.30 ± 0.70	55.10 ± 0.50
乳脂肪 Milk fat	61.70 ± 4.10	49.30 ± 3.30	52.70 ± 3.20	54.00 ± 3.50	63.00 ± 3.40	56.10 ± 1.60
乳糖 Lactose	64.00 ± 1.40	61.90 ± 0.60	60.00 ± 0.70	59.00 ± 0.60	57.20 ± 0.70	60.40 ± 0.40

### 2.3 1~30日龄滩羊羔羊的每日消化能和代谢能摄入量

根据羔羊每日哺乳量和乳中的能量含量及羔羊补饲饲料摄入量和补饲饲料中的能量含量,可以获

得1~30日龄羔羊每日消化能和代谢能摄入量,其结果列于表3。由表3可以看出,羔羊平均日增质量与DE、ME摄入量的变化趋势相一致。

表3 1~30日龄滩羊羔羊的空腹质量、代谢体质量、日增质量和能量摄入量

Table 3 Weight, metabolic weight, average daily gain and quantity of energy ingested of lamb

日龄/d Days	体质量/kg Weight	代谢体质量/kg W <sup>0.75</sup>	平均日增质量/g ADG	能量摄入量 Energy intake			
				哺乳量/g Milk intake	补饲料量/g Feed intake	DE/(MJ · kg <sup>-1</sup> )	ME/(MJ · kg <sup>-1</sup> )
1	4.703 ± 0.104	3.194 ± 0.183	53.1 ± 36.4	453.30 ± 25.23	0	1.472 ± 0.213	1.380 ± 0.200
2	4.800 ± 0.091	3.190 ± 0.069	322.0 ± 18.1	860.37 ± 36.40	0	3.640 ± 0.291	3.412 ± 0.173
3	5.047 ± 0.106	3.363 ± 0.054	314.1 ± 19.6	1 008.79 ± 30.92	0	4.669 ± 0.237	4.376 ± 0.222
4	5.368 ± 0.112	3.522 ± 0.056	291.7 ± 18.2	1 087.33 ± 24.05	0	5.267 ± 0.184	4.937 ± 0.172
5	5.660 ± 0.111	3.666 ± 0.054	279.5 ± 12.8	1 139.47 ± 23.31	0	5.494 ± 0.160	5.150 ± 0.150
6	5.941 ± 0.114	3.801 ± 0.055	237.0 ± 18.8	1 126.67 ± 25.44	0	5.444 ± 0.175	5.103 ± 0.164
7	6.178 ± 0.118	3.915 ± 0.057	259.7 ± 14.7	1 152.43 ± 29.86	0	5.542 ± 0.167	5.195 ± 0.157
8	6.439 ± 0.126	4.038 ± 0.060	227.0 ± 18.3	1 142.83 ± 31.86	0	4.825 ± 0.165	4.522 ± 0.155
9	6.670 ± 0.131	4.146 ± 0.062	230.5 ± 10.1	1 120.00 ± 25.31	0	4.736 ± 0.149	4.439 ± 0.140

续表 3 Continued table 3

日龄/d Days	体质量/kg Weight	代谢体质量/kg $W^{0.75}$	平均日增质量/g ADG	能量摄入量 Energy intake			
				哺乳量/g Milk intake	补饲料量/g Feed intake	DE/(MJ·kg <sup>-1</sup> )	ME/(MJ·kg <sup>-1</sup> )
10	6.902±0.135	4.254±0.063	243.1±25.0	1 082.90±36.36	0	4.563±0.169	4.277±0.158
11	7.128±0.136	4.358±0.063	181.7±26.7	1 060.50±35.23	0	4.494±0.186	4.212±0.174
12	7.323±0.145	4.447±0.066	209.3±12.8	1 054.50±32.80	0	4.448±0.158	4.169±0.148
13	7.529±0.149	4.540±0.068	203.8±13.8	1 040.33±30.12	0	4.602±0.165	4.313±0.155
14	7.731±0.156	4.631±0.070	189.7±12.7	1 038.07±28.59	0	4.608±0.176	4.319±0.165
15	7.923±0.158	4.717±0.071	173.3±13.0	988.30±30.86	0	4.376±0.171	4.102±0.160
16	8.098±0.163	4.795±0.073	133.0±17.8	940.13±32.15	6.19±0.36	4.231±0.178	3.915±0.165
17	8.230±0.166	4.854±0.074	183.3±23.3	952.83±32.60	15.37±0.85	4.408±0.189	4.020±0.173
18	8.415±0.174	4.935±0.077	136.3±19.9	930.83±31.96	94.42±3.51	5.091±0.242	4.145±0.197
19	8.559±0.184	4.998±0.081	169.8±16.8	914.47±31.02	93.44±2.96	4.999±0.230	4.066±0.187
20	8.730±0.181	5.073±0.079	143.8±17.5	918.72±26.73	91.17±1.82	4.993±0.211	4.075±0.172
21	8.885±0.193	5.140±0.084	133.8±20.9	916.72±34.08	83.33±2.31	4.892±0.226	4.032±0.186
22	8.991±0.209	5.202±0.089	127.9±19.4	906.90±34.38	83.70±2.65	4.853±0.228	3.993±0.187
23	9.163±0.204	5.260±0.088	123.6±17.1	860.34±28.65	66.28±2.78	4.786±0.186	4.043±0.157
24	9.289±0.208	5.314±0.089	152.4±18.2	820.86±27.29	119.74±4.25	5.235±0.208	4.116±0.163
25	9.433±0.210	5.376±0.089	159.3±18.5	823.00±25.65	131.83±4.35	5.369±0.194	4.163±0.150
26	9.592±0.215	5.444±0.091	113.1±20.2	818.62±28.11	78.00±2.43	4.749±0.207	3.933±0.171
27	9.708±0.221	5.492±0.094	172.2±24.2	819.31±28.61	155.69±4.46	5.629±0.221	4.251±0.166
28	9.881±0.232	5.565±0.098	141.2±23.0	789.66±28.43	132.09±4.86	5.192±0.188	3.996±0.144
29	10.029±0.246	5.627±0.103	181.0±24.9	812.59±30.60	177.97±7.65	5.813±0.200	4.278±0.146
30	10.207±0.240	5.702±0.100	137.9±29.8	758.04±34.11	127.65±3.65	5.046±0.252	3.888±0.193
31	10.345±0.248	/	/	/	/	/	/

#### 2.4 3~30 日龄滩羊羔羊每日的消化能和代谢能需要量

根据能量摄入量测定结果,分别建立消化能或

代谢能与  $W^{0.75}$ 、ADG 间的回归方程(表 4),并获得不同体质量和日增质量条件下,滩羊消化能和代谢能的营养需要量(表 5)。

表 4 3~30 日龄羔羊消化能、代谢能需要量的回归方程

Table 4 Regression equation of requirement for DE and ME of lamb from 3~30 days

能量 Energy	回归方程 Regression equation	$R^2$
消化能 DE	$DE=0.651\ 762\times W^{0.75}+9.143\ 123\times ADG$	0.994 8
代谢能 ME	$ME=0.625\ 496\times W^{0.75}+8.774\ 655\times ADG$	0.996 2

表 5 不同体质量、日增质量条件下滩羊的能量需要量

Table 5 Energy requirement for different body weights and daily gains

日增质量/kg Daily gain	体重 Body weight							
	4		6		8		10	
	DE	ME	DE	ME	DE	ME	DE	ME
0.00	1.84	1.77	2.50	2.40	3.10	2.98	3.67	3.52
0.10	2.76	2.65	3.41	3.28	4.01	3.85	4.58	4.39
0.20	3.67	3.52	4.33	4.15	4.93	4.73	5.49	5.27
0.30	4.59	4.40	5.24	5.03	5.84	5.61	6.41	6.15

### 3 讨论

国内外关于羔羊能量营养需要量的表述,基本上均按照“能量总需要量=维持能量需要量+生长能量需要量”的模式,建立相应的回归方程,其中国内以代谢能表示的湖羊、小尾寒羊、大尾寒羊维持能量需要的能量总需要量方程分别为  $0.018\ 535\times W^{1.5}+0.352\ 794\ 9\times W^{0.75}$ 、 $0.441\times W^{0.75}$  和  $0.475\times W^{0.75}$ ,以代谢能表示的湖羊、大尾寒羊生长能量需

要的能量总需要量方程分别为  $0.053\ 136\ 8\times W+10.342\ 85\times ADG-0.447\ 688$  和  $8.5\times ADG$ <sup>[9,14-15]</sup>。

本研究结果表明,3~30 日龄滩羊羔羊的维持代谢能和生长代谢能分别为  $0.625\ 496\times W^{0.75}$  和  $8.774\ 655\times ADG$ 。在相同体质量(8 kg)和日增质量(0.20 kg)条件下,3~30 日龄滩羊羔羊的维持代谢能需要明显较大,分别是湖羊、小尾寒羊、大尾寒羊的 1.24,1.42 和 1.45 倍,生长代谢能需要分别是湖羊、大尾寒羊的 0.858 和 1.032 倍。滩羊羔羊的

维持代谢能和生长代谢能介于湖羊和大尾寒羊之间,三者间无明显差异。

滩羊独特的品种特征和生长的环境条件,是影响其能量需要的主要因素,对该品种的长期选育使其具有抗逆性较强、早期生长发育较快的显著特点。滩羊是季节性发情动物,在其主产区母羊一般在9~10月配种,第2年2~3月产羔,此时气候严寒,所以羔羊为了适应恶劣的生存环境条件,必须付出更多的能量以维持生命活动,这可能是导致其维持能量需要偏大的主要因素。

## 4 结 论

1) 3~30日龄滩羊的消化能和代谢能需要量分别为: $0.651\ 762 \times W^{0.75} + 9.143\ 123 \times \text{ADG}$  和  $0.625\ 496 \times W^{0.75} + 8.774\ 655 \times \text{ADG}$ 。

2) 与湖羊、小尾寒羊、大尾寒羊相比,滩羊具有维持代谢能需要明显较大的显著特点。

## [参考文献]

- [1] 柴君秀,庞其艳,于洋,等.宁夏中部干旱带滩羊养殖情况调查分析与建议[J].宁夏农林科技,2005(6):62-63.  
Chai J X, Pang Q Y, Yu Y, et al. Investigation, analysis and suggestion on cultivation of Tan-sheep in central arid region in Ningxia [J]. Ningxia A&F Science and Technology, 2005(6): 62-63. (in Chinese)
- [2] 杨社录.滩羊羔早期断乳效果观察[J].中国畜牧杂志,2000,36(5):28-29.  
Yang S L. Observation on early weaned effect of Tan-sheep lamb [J]. China Animal Husbandry Magazine, 2000, 36(5): 28-29. (in Chinese)
- [3] 杨凤.动物营养学[M].2版.北京:中国农业出版社,2005.  
Yang F. Animal nutriology [M]. 2nd Edition. Beijing: China Agriculture Press, 2005. (in Chinese)
- [4] 张宏福,张子仪.动物营养参数与饲养标准[M].北京:中国农业出版社,1998.  
Zhang H F, Zhang Z Y. Animal nutrition parameter and feeding standard [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1998. (in Chinese)
- [5] 张力,潘林阳,杨诗兴,等.哺乳单羔、双羔母羊湖羊的泌乳量及其泌乳曲线的研究[J].中国畜牧杂志,1988(6):22-23.  
Zhang L, Pan L Y, Yang S X, et al. Study on milk yield and lactation curve of Hu-sheep ewes which nursing twin and single lambs [J]. China Animal Husbandry Journal, 1988(6): 22-23. (in Chinese)
- [6] Lynch G P, Elsasser T H, Rumsey T S. Nitrogen metabolism by lactating ewes and their lambs [J]. J Anim Sci, 1988, 66: 3285-3294.
- [7] 张海旺,张丽云,李喜旺,等.中药方剂提高小尾寒羊泌乳性能

及免疫机能试验[J].中国兽医杂志,2003,39(11):27-29.

- Zhang H W, Zhang L Y, Li X W, et al. Experiment on boosting milk performance and immunity with Traditional Chinese herb on Small-Tailed Han Sheep [J]. China Veterinary Journal, 2003, 39(11): 27-29. (in Chinese)
- [8] AFRC. Energy and protein requirement of Ruminants [S]. UK: CAB international, 1993.
- [9] 刘世民,杨诗兴,彭大惠.湖羊哺乳期羔羊能量和蛋白质需要量的研究及消化代谢规律的探讨[C]//中国畜牧兽医学会动物营养研究会.动物营养研究进展.北京:北京农业大学出版社,1986:299-314.  
Liu S M, Yang S X, Peng D H, et al. Study on energy and protein requirements for suckling Hu lambs and discussion on digestive and metabolic rules [C]//Institute of Animal Nutrition, Chinese Association of Animal and Veterinary Sciences, Progress in Animal Nutrition Study. Beijing: Beijing Agriculture University Press, 1986: 299-314. (in Chinese)
- [10] 谯仕彦,王旭,王德辉,等.饲料成分与营养价值表[M].北京:中国农业大学出版社,2005.  
Qiao S Y, Wang X, Wang D H, et al. Table of composition of feed and nutritive value [M]. Beijing: China Agriculture University Press, 2005. (in Chinese)
- [11] 王珍君,王永军,田秀娥,等.13~16日龄滩羊羔羊对玉米蛋白粉、膨化大豆粉消化性的研究[J].安徽农业科学,2007,35(29):9258-9260.  
Wang Z J, Wang Y J, Tian X E, et al. Study on digestibility of 13-16-day-old Tan-sheep lamb to corn protein meal and extruded soybean flour [J]. Journal of Anhui Agriculture Science, 2007, 35(29): 9258-9260. (in Chinese)
- [12] 王惠生,陈海萍.奶山羊饲养管理新技术[M].北京:中国农业出版社,2005.  
Wang H S, Chen H P. New technique to raise and manage milk goats [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005. (in Chinese)
- [13] 王加启,于建国,邓先德,等.现代奶牛养殖科学[M].北京:中国农业出版社,2006.  
Wang J Q, Yu J G, Deng X D, et al. Modern scientific raising dairy cow [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006. (in Chinese)
- [14] 杨在宾,杨维仁,张崇玉,等.小尾寒羊和大尾寒羊能量与蛋白质代谢规律研究[J].中国草食动物,2004,24(5):11-13.  
Yang Z B, Yang W R, Zhang C Y, et al. Study on energy and protein metabolism rules of Small-fat-tail Sheep and Big-fat-tail Sheep [J]. China Herbivore, 2004, 24(5): 11-13. (in Chinese)
- [15] 杨在宾,张崇玉,姜淑贞,等.大尾寒羊哺乳羔羊能量代谢规律的研究[J].山东农业大学学报,2003,34(2):281-283.  
Yang Z B, Zhang C Y, Jiang S Z, et al. A study on energy metabolic rule for Fat-Tail sucking lambs [J]. Journal of Shandong Agricultural university, 2003, 34(2): 281-283. (in Chinese)