

1~30 d 关中奶山羊羔羊的能量需要量研究

白成斌,王永军,田秀娥,陈艳瑞,吴 平

(西北农林科技大学 动物科技学院,陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】**研究1~30 d 关中奶山羊羔羊对能量的营养需要,为建立和完善关中奶山羊饲养标准提供基础参数。**【方法】**选择1日龄关中奶山羊羔羊64只(公母各半),随机分为8组,每组8只,每只为1个重复,按照“人工哺乳鲜奶+自由采食补饲料”的培育方案进行饲养试验。准确测定羔羊的日空腹体质量、能量摄入量 and 日增质量,构建64只羔羊在1~30 d 代谢体质量、日增质量和能量摄入量数据库,通过回归分析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方程。**【结果】**建立了1~30 d 羔羊对消化能、代谢能营养需要的回归方程。依据建立的回归方程提出了不同体质量(4,6,8 kg)关中奶山羊羔羊在不同日增质量(0,0.10,0.15,0.20 kg/d)条件下的能量需要量推荐标准。**【结论】**1~30 d 关中奶山羊羔羊的维持能量需要较大,而生长能量需要较小。

【关键词】 关中奶山羊;羔羊;消化能;代谢能;能量需要

【中图分类号】 S827.5

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)07-0044-05

Study on energy requirements of Guanzhong dairy goat lambs aged 1—30 days

BAI Cheng-bin, WANG Yong-jun, TIAN Xiu-e, CHEN Yan-rui, WU Ping

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

Abstract: **【Objective】** Energy requirement of 1—30 d Guanzhong dairy goat lambs was studied to provide a basis to establish and improve the raising standards. **【Method】** 64 neonatal lambs were selected (half male and half female) and randomly divided into 8 groups, with 8 lambs in each group and each lamb a repeat. Lambs were fed in accordance with the cultivation of the “artificial feeding milk+add libitum feeding supplement”. Lamb empty body weight, energy intake and daily gain were determined accurately every day. The database of metabolic weight, average daily gain and energy intake of 64 lambs was built. Regression analysis was carried out to establish regression equation of energy requirement, average daily gain (ADG) and metabolic weight ($W^{0.75}$). **【Result】** The regression equations for digestible energy (DE) and metabolic energy (ME) requirements of 1—30 d lambs were built. According to the regression equation, the recommended standard of energy requirements of Guanzhong dairy goat lambs was made under the conditions of different body weight (4, 6, 8 kg) and different daily gain (0, 0.10, 0.15, 0.20 kg/d). **【Conclusion】** 1—30 d Guanzhong dairy goat lambs have larger maintenance energy requirements and less growth energy requirements.

Key words: Guanzhong dairy goat; lamb; DE; ME; energy requirement

关中奶山羊是我国奶山羊的代表品种之一,具有适应性好、抗病性强、耐粗放、产奶量高等特点^[1]。

* [收稿日期] 2010-01-06

[基金项目] 国家农业部行业专项“奶山羊良种繁育及产业化技术体系建设”项目(Nyhyzx07-037)

[作者简介] 白成斌(1983—),男,陕西延安人,在读硕士,主要从事动物营养与饲料科学研究。

E-mail: baichengbin666@163.com

[通信作者] 王永军(1964—),男,陕西礼泉人,副教授,硕士生导师,主要从事动物营养与饲料科学研究。

E-mail: dkxywyj2008@yahoo.com

大量的生产实践证明,依据关中奶山羊营养需要对其进行科学饲养,可充分发挥其生产潜力。近年来,随着奶山羊产业的快速发展,广大养殖企业和农户已经充分认识到新生羔羊全人工培育的重要性,并且广泛采用“鲜奶+代乳料+补饲料”的方案进行羔羊人工培育。目前,在羊的营养需要方面有不少报道,在国内,杨在宾等^[2-3]、吕亚军等^[4]、刘世民等^[5]对青山羊、大尾寒羊、滩羊、湖羊羔羊的营养需要进行了研究;在国外,Sutton 等^[6]对妊娠和泌乳期奶山羊的营养需要进行了报道。但目前,国内外学者对奶山羊尤其是新生羔羊营养需要量方面的研究很少,导致奶山羊羔羊代乳料和补饲料研发滞后,这在一定程度上制约了奶山羊产业的快速发展。为此,本研究将饲养试验、消化代谢试验相结合,采用析因法对1~30 d 关中奶山羊羔羊的能量需要进行了研究,以期为建立和完善关中奶山羊饲养标准及制定

表 1 4 种奶山羊羔羊补饲料的蛋白质和消化能水平

Table 1 Nutrient levels of each feed supplement group of dairy goat lambs

补饲料 Feed supplement	粗蛋白质/(g·kg ⁻¹) CP	消化能/(MJ·kg ⁻¹) DE	补饲料 Feed supplement	粗蛋白质/(g·kg ⁻¹) CP	消化能/(MJ·kg ⁻¹) DE
1	176.12	13.509	3	186.08	12.970
2	196.11	13.509	4	186.07	14.057

注:补饲料营养水平为饲料营养成分的估算值。
Note:Nutrition level of feed supplement is calculated according to feed nutrient database.

1.3 试验动物的饲养管理

试验于 2009-02-12—03-13 在陕西省三原县关中奶山羊良种繁育中心进行。羔羊产后第 1 天即与

科学合理的羔羊人工培育方案提供基础研究数据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

试验动物为出生日期相近、体质量接近的 1 日龄关中奶山羊羔羊,共 64 只(公母各半)。

1.2 试验设计

为增加 64 只羔羊在 30 d 试验期内的组内差异,以提高能量需要量研究结果的准确性和可信度,本试验将 64 只试验用羊随机分为 8 组,每组 8 只,每只为 1 个重复,8 组羔羊分别采用由 2 个鲜奶哺乳水平(低奶量组每只每月(30 d)喂鲜羊奶 26.5 kg,高奶量组每只每月(30 d)喂鲜羊奶 28.5 kg,不含初乳哺乳量)和 4 种颗粒饲料组成的 8 种羔羊人工培育方案进行全人工培育,4 种颗粒饲料的蛋白质和能量水平见表 1。

表 2 羔羊人工培育饲养方案

Table 2 Artificial breeding programs of lamb

项目 Item	奶量 Milk	g/d					
		1~5 d	6~10 d	11~15 d	16~20 d	21~25 d	26~30 d
鲜奶 Fresh milk	低奶量 Low milk	自由采食初乳 Free feeding milk	900	1 000	1 100	1 200	1 200
	高奶量 High milk	自由采食初乳 Free feeding milk	950	1 050	1 200	1 200	1 300
补饲料 Feed supplement	—	—	—	—	诱食 Attractant	诱食 Attractant	自由采食 Free feeding

1.4 测定指标及方法

1.4.1 空腹质量和日增质量的测定 于每天早 6:40羔羊第 1 次哺乳前,用浙江超众实业有限公司生产的 ACS 电子计价秤(最小感量为 5 g,最大称量范围为 30 kg)准确称量羔羊的空腹体质量(W),连续 2 天的空腹体质量之差即为前 1 天羔羊的日增质量(ADG)。

1.4.2 日哺乳量的测定 按照设计的培育方案,在羔羊每次哺乳前,准确称量定量羊奶进行饲喂,如有剩余,记录实际哺乳量。

1.4.3 日补饲料摄入量的测定 每日分别于10:00

母羊隔离,1~5 日龄自由采食初乳,6 日龄以后每日 7:00、12:00、17:00、22:00 分 4 次人工定量饲喂鲜羊奶,同时按照表 2 补饲颗粒料。

和 19:00 将补饲料称质量后添加到补饲槽中,让羔羊自由采食适当时间后称取剩余料质量,计算补饲料摄入量。

1.4.4 羊奶乳蛋白、乳脂肪和乳糖含量的测定 分别采集 10 只母羊产后第 10,20,30 天的混合乳样,每个阶段采集 5 个样本,加入饱和重铬酸钾溶液 1 滴,摇匀后 4℃保存,测定其乳蛋白、乳脂肪和乳糖含量。

1.4.5 日能量摄入量的估计 羔羊每日总能量摄入量按下式进行估计:

每日总能量摄入量=每日哺乳量×鲜奶能量含量+

每日补饲料摄入量×补饲料能量含量。

用上式计算时,羔羊每日哺乳量、补饲料摄入量以实际测定结果计。鲜奶能量(*GE*)根据羔羊每日哺乳量和关中奶山羊乳脂、乳蛋白和乳糖的测定结果,用 AFRC(1993)^[7]推荐的牛奶中能量的估算公式进行计算: $GE\text{ (MJ/kg)} = 0.0384 \times X + 0.0223 \times Y + 0.0199 \times Z - 0.108$ 。式中:*X* 为乳脂含量,*Y* 为乳蛋白含量,*Z* 为乳糖含量,以上各量的单位均为 g/kg。

1.4.6 消化代谢试验 从试验组中随机抽取 3 只羔羊,采用全收粪、尿法在代谢笼中进行消化代谢试验,采用直接法测定 9~12 d 和 22~25 d 羔羊对鲜奶中能量的消化率和代谢率,用套算法(即纯奶+补饲料的方法)测定 22~25 d 羔羊对补饲料能量的消化率。试验预试期 5 d,正试期 4 d;每天 13:00 和 19:00 及第 2 天早晨 7:00 收取粪、尿样本即为 1 d 的样本。将每天收集到的新鲜粪、尿去除羊毛后放入干净的塑料桶内,混合均匀,按适当比例取样后加体积分数 10% 的硫酸,置-20℃冰箱待测。采用常规方法测定粪能,间接法估算尿能^[8-9]。

1.5 研究方法

根据动物营养学原理,羔羊每日需要的消化能(*DE*)或代谢能(*ME*)与羔羊的代谢体质量($W^{0.75}$)和平均日增质量(*ADG*)呈线性关系^[10]:

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

式中: a_1 为维持能量需要常数; a_2 为生长能量需要

常数。

根据以上原理,本研究通过饲养试验准确测定每只羔羊每日的空腹质量、鲜奶摄入量和补饲料摄入量,建立 1~30 d 羔羊代谢体质量、日增质量和能最摄入量的数据库,通过回归分析分别建立奶山羊 *DE* 或 *ME* 需要量与代谢体质量和平均日增质量关系的回归方程,以此来准确估计 1~30 d 关中奶山羊羔羊在不同体质量和不同日增质量条件下的能量需要量。

1.6 数据处理与分析

采用 Excel 2007 软件进行试验数据整理及分析,结果以“平均值±标准误”表示。

2 结果与分析

2.1 羊奶能量及 1~30 d 羔羊每日的能量摄入量

1~30 d 羔羊能量主要来源于羊奶,羊奶的能量可以通过乳蛋白、乳糖和乳脂肪的含量进行估算,再结合羔羊的日哺乳量,可得羔羊每天从奶中摄入的能量。10 只关中奶山羊产后第 10,20,30 天鲜奶混合乳样中的乳蛋白、乳脂肪、乳糖含量分别为(33.1±7.3),(46.2±3.7)和(46.1±2.2) g/L。据此可估算出鲜奶能量为 3.321 6 MJ/kg。

根据羔羊每日哺乳量、鲜奶能量、羔羊补饲料摄入量、补饲料能量含量及消化代谢试验结果,可求得 1~30 d 关中奶山羊羔羊日消化能和代谢能摄入量,结果见表 3。

表 3 1~30 日龄关中奶山羊羔羊日消化能和代谢能的摄入量

Table 3 Intake of digestible energy and metabolic energy for 1—30 d lambs			MJ/kg		
日龄/d Day	消化能 Digestible energy	代谢能 Metabolic energy	日龄/d Day	消化能 Digestible energy	代谢能 Metabolic energy
1	—	—	16	3.601±0.187	3.362±0.175
2	2.652±0.156	2.476±0.146	17	3.563±0.252	3.326±0.235
3	2.990±0.089	2.791±0.083	18	3.623±0.189	3.381±0.177
4	3.109±0.089	2.902±0.083	19	3.611±0.213	3.371±0.199
5	3.142±0.129	2.933±0.121	20	3.619±0.143	3.378±0.134
6	2.936±0.076	2.740±0.071	21	3.649±0.170	3.406±0.159
7	2.945±0.074	2.749±0.069	22	3.652±0.152	3.409±0.141
8	2.954±0.083	2.758±0.077	23	3.615±0.156	3.375±0.146
9	2.958±0.083	2.761±0.077	24	3.670±0.126	3.426±0.118
10	2.952±0.074	2.756±0.069	25	3.681±0.127	3.436±0.119
11	3.241±0.089	3.026±0.083	26	4.034±0.178	3.766±0.167
12	3.267±0.090	3.049±0.084	27	4.031±0.165	3.763±0.154
13	3.256±0.095	3.039±0.089	28	4.048±0.160	3.779±0.149
14	3.250±0.074	3.034±0.069	29	4.136±0.178	3.861±0.167
15	3.273±0.087	3.055±0.081	30	4.108±0.218	3.835±0.203

2.2 羊奶能量的消化率和代谢率

分别测定 9~12 d 和 22~25 d 羔羊对鲜奶中能量的消化率和代谢率,并以其平均值作为 1~30 d

羔羊对鲜奶中能量的消化率和代谢率,用于估算羔羊从鲜奶中摄入的消化能和代谢能,结果见表 4。由表 4 可知,9~12 d 和 22~25 d 关中奶山羊羔羊

对羊奶的消化率和代谢率接近。

表 4 关中奶山羊羔羊对鲜奶中能量的消化率和代谢率

Table 4 Energy digestibility and metabolic rate of guanzhong dairy goat milk %

项目 Item	9~12 日龄/d 9—12 day	22~25 日龄/d 22—25 day	平均值 Average
消化率 Digestibility rate	96.780 1±1.604 5	96.012 5±1.043 8	96.396 3±1.281 5
代谢率 Metabolic rate	90.518 1±1.981 9	90.522 5±0.833 0	90.520 3±1.359 7

2.3 补饲料中能量的消化率和消化能代谢率

根据营养可加性原理,本研究通过套算法测定了 22~25 d 关中奶山羊羔羊对 1~4 种补饲料中能量的消化率分别为 (79.400 7±3.821 7)%, (77.407 6±4.830 2)%, (74.827 1±2.742 7)%和 (80.050 9±4.123 8)%。由消化代谢试验可得出羔羊对羊奶的消化能代谢率(ME/DE)为(93.908 2±1.148 1)%,对鲜奶+补饲料的消化能代谢率为(93.104 8±0.423 9)%,二者结果相近。由此可知,补饲料的消化能代谢率可用所有消化代谢试验结果中消化能代谢率的平均值(93.345 8±0.762 8)%来表示。

2.4 1~30 d 羔羊每日的能量需要量

通过建立 64 只羔羊日代谢体质量、日增质量和

表 5 4~8 kg 关中奶山羊羔羊在不同日增质量(0~0.2 kg/d)的能量需要

Table 5 Energy requirement for 4—8 kg Guanzhong dairy goat lambs under the conditions of different daily gain(0—0.2 kg/d)

体质量/kg Body weight	日增质量/ (kg·d ⁻¹) Daily gain	DE/ (MJ·d ⁻¹)	ME/ (MJ·d ⁻¹)	体质量/kg Body weight	日增质量/ (kg·d ⁻¹) Daily gain	DE/ (MJ·d ⁻¹)	ME/ (MJ·d ⁻¹)
4	0	2.368 0	2.210 4	6	0.15	3.555 1	3.320 0
	0.10	2.599 4	2.426 4		0.20	3.670 3	3.428 0
	0.15	2.715 1	2.534 4		0	3.982 4	3.717 5
	0.20	2.830 8	2.642 4		0.10	4.213 8	3.933 5
6	0	3.209 5	2.996 0	8	0.15	4.329 5	4.041 5
	0.10	3.439 9	3.212 0		0.20	4.041 5	4.149 5

表 6 1~30 d 关中奶山羊羔羊代谢能需要与其他羊品种的比较

品种 Species	日龄/d Day	能量需要 Energy requirement		
		维持需要量 Maintenance requirement	生长需要量 Growth requirement	总需要量 Total requirement
关中奶山羊 Guanzhong dairy goat	1~30	0.781 5×W ^{0.75}	2.160 1×ADG	0.781 5×W ^{0.75} +2.160 1×ADG
青山羊 Grey goat	1~25	0.457 ×W ^{0.75}	7.239×ADG	0.457×W ^{0.75} +7.239×ADG
滩羊 Tan sheep	3~30	0.625 5×W ^{0.75}	8.774 7×ADG	0.625 5×W ^{0.75} +8.774 7×ADG
湖羊 Hu sheep	1~25	0.018 535×W ^{1.5} + 0.352 794 9×W ^{0.75}	0.053 136 8×W+ 10.342 85×ADG—0.447 688	0.018 535×W ^{1.5} +0.352 794 9× W ^{0.75} +0.053 136 8×W+ 10.342 85×ADG—0.447 688
大尾寒羊 Large tailed han sheep	0~23	0.475×W ^{0.75}	8.5×ADG	0.475×W ^{0.75} +8.5×ADG

3 讨 论

关中奶山羊产羔时间在 2~3 月份,此时当地气温较低,所以羔羊要适应当地的气候条件,就必须消

消化能及代谢能摄入量的数据库,经回归分析可得出消化能和代谢能需要量与 W^{0.75}、ADG 间的回归方程:DE(MJ/d)=0.837 2×W^{0.75}+2.314 0×ADG,ME(MJ/d)=0.781 5×W^{0.75}+2.160 1×ADG。依据上述回归方程估算的不同体质量(4,6,8 kg)和不同日增质量(0,0.10,0.15,0.20 kg/d)条件下,1~30 d 羔羊消化能和代谢能需要量的推荐标准,结果见表 5。

将本研究建立的回归方程与青山羊、滩羊、湖羊、大尾寒羊相近日龄的代谢能需要回归方程^[2-5]进行比较,结果发现,关中奶山羊羔羊的维持需能量明显大于青山羊、滩羊、湖羊和大尾寒羊,而生长需能量明显低于青山羊、滩羊、湖羊和大尾寒羊(表 6)。

耗更多的能量以维持生命活动。奶山羊生性活泼好动,而羔羊的好动性表现尤为突出,经常用前肢腾空、身体站立、跳跃嬉戏,这也增加了羔羊的维持需要量。滩羊、湖羊、大尾寒羊均属绵羊品种,相对于

关中奶山羊来说毛皮较厚,保温性能较好,维持需能量较少;而青山羊为全年发情,羔羊出生季节的气温条件相对较好,因此维持需能量也较少。以上原因可能是导致关中奶山羊维持需能量偏大的主要原因。长期选育使关中奶山羊具有适应性好、早期生长发育较快、抗逆性较强、抗病性强、耐粗放饲养等显著特点,这可能是其生长需能量较小的主要原因。总之,关中奶山羊独有的品种特性及其生长环境,是影响其能量需要的主要因素。

[参考文献]

[1] 赵有璋. 羊生产学 [M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 2005.
Zhao Y Z. Sheep production science [M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2005. (in Chinese)

[2] 杨在宾, 李凤双, 杨维仁, 等. 青山羊哺乳羔羊的能量需要量研究 [J]. 中国动物营养学报, 1993, 5(1): 24-28.
Yang Z B, Li F S, Yang W R, et al. A study on energy requirements for suckling lambs of Grey goats [J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 1993, 5(1): 24-28. (in Chinese)

[3] 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)

[4] 吕亚军, 王永军, 陈艳瑞, 等. 3~30 日龄滩羊羔羊能量需要量研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(4): 71-75.
Lv Y J, Wang Y J, Chen Y R, et al. A study on energy requirements for Tan-sheep lambs at 3-30 day-age [J]. Journal of

Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2009, 37(4): 71-75. (in Chinese)

[5] 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. 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 Agricultural University Press, 1986: 299-314. (in Chinese)

[6] Sutton J D, Alderman G. The energy and protein requirements of pregnant and lactating dairy goats [J]. Livestock Production Science, 2000(64): 3-8.

[7] AFRC. Energy and protein requirements of ruminants [S]. Wallingford, UK: CAB International, 1993.

[8] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
Zhang L Y. Feed analysis and feed quality control technology [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2003. (in Chinese)

[9] 杨在宾, 杨维仁, 张崇玉, 等. 青山羊尿能及尿中含氮物质排出量的相关性研究 [J]. 试验研究, 2000, 2(6): 9-10.
Yang Z B, Yang W R, Zhang C Y, et al. A study on relativity between energy and nitrogenous compounds emissions in urine of Grey goats [J]. Trial Research, 2000, 2(6): 9-10. (in Chinese)

[10] 杨 凤. 动物营养学 [M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 1999.
Yang F. Animal nutriology [M]. 2nd Ed. Beijing: China Agriculture Press, 1999. (in Chinese)