

- [39] 范锦龙,潘志华,赵举.基于能流物流理论的农牧交错带生态治理模式研究——以内蒙古后山旱农区为例[J].应用生态学报,2004,15(4):579-583.
- [40] 邵新庆,王堃,吕进英.华北农牧交错带退化草地土壤种子库动态变化[J].草业科学,2005,22(11):12-16.
- [41] 李广,黄高宝.农牧交错带复合生态系统分析研究——对甘肃省定西地区农牧交错带复合生态系统的分析[J].草业科学,2002,19(8):32-34.
- [42] 闫丽娟,张恩和.北方农牧交错带土地利用结构的线性规划——以定西县为例[J].草业科学,2007,24(8):40-42.
- [43] 王静爱,史培军.论内蒙古农牧交错带土地资源利用及区域发展战略[J].地域研究与开发,1988,7(1):24-28.
- [44] 张妍.农牧交错地带的生态评估对土地整理的启示[J].自然资源学报,2005,20(4):555-563.
- [45] 夏虹,范锦龙,武建军.阴山北麓农牧交错带植被变化对降水的响应[J].生态学杂志,2007,26(5):639-644.
- [46] 杨丽娜.基于GIS的中国农牧交错带的预测变化趋势研究[D].兰州:兰州大学,2007.
- [47] 林彰平.基于GIS的东北农牧交错带土地利用变化的生态环境效应案例分析[J].地域研究与开发,2002,21(4):51-54.
- [48] 武永峰,陈云浩,马璞,等.北方农牧交错带土地利用及其生态背景分析[J].干旱区研究,2005,22(4):547-552.
- [49] 罗海江,白海玲,方修琦,等.农牧交错带近十五年生态环境变化评价——以鄂尔多斯地区为例[J].干旱区地理,2007,30(4):474-481.
- [50] 高国力.区域生态环境生产能力评估——以半干旱农牧交错带为例[J].地域研究与开发,1995,14(1):5-10.
- [51] 张汉雄,张兴昌,邵明安.长城沿线农牧交错带生态环境恢复重建SD模型研究[J].中国生态农业学报,2005,13(1):173-178.
- [52] 杨秀春,徐斌,朱晓华,等.北方农牧交错带草原产草量遥感监测模型[J].地理研究,2007,26(2):213-222.
- [53] 程序.农牧交错带研究中的生态学前沿问题[J].资源科学,1999,21(5):1-8.
- [54] 龚春梅,宁蓬勃,王根轩,等.沿绿洲—荒漠过渡带水分梯度分布的芦苇抗氧化保护机理[J].草业学报,2007,16(4):41-46.

Research progress on the farming-pastoral ecotone in China

ZHAO Jun, LI Xia

(College of Geographical and Environmental Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Based on the domestic literature on farming-pastoral ecotone, the research emphases, contents, methods, progresses and prospects of the farming-pastoral ecotone in China were analyzed. The conclusions are as follows: 1) From 1990 to 2006, the studies on farming-pastoral ecotone mainly focused on the natural conditions, land-use and landscape, ecosystems, industry and regional economic development etc; 2) GIS, RS, GPS technologies and model analysis gradually became the important methods; 3) The integrated multidisciplinary, multi-scale research and time-spatial integrated and applications of modern information technology will be main trend in future.

Key words: farming pastoral ecotone; geographic information system; research progresses

本刊如有印装质量问题,请将原杂志寄回编辑部,由本部负责调换。

日粮中添加高微量元素苜蓿青干草对杜泊羊生产性能的影响

郭孝^{1,2}, 介晓磊^{1,2}, 哈斯通拉格¹, 刘世亮²,
化党领², 刘芳², 胡华锋¹, 肖金帅²

(1. 郑州牧业工程高等专科学校, 河南 郑州 450011; 2. 河南农业大学资源与环境学院, 河南 郑州 450005)

摘要:通过在杜泊羊的日粮中添加5%~15%的高硒、高硒钴、高硒钴锌以及高硒钴锌铁4种苜蓿 *Medicago sativa* 青干草, 研究对杜泊羊的采食性能、日增质量和饲料转化等方面的影响。结果表明, 和添加普通苜蓿青干草相比, 4种苜蓿青干草在添加量为5%~10%的情况下, 均能在不同程度上提高羊日增质量, 有利于饲料的转化与利用, 并且饲喂安全, 无副作用。其中添加15%高硒钴锌苜蓿青干草效果最好, 日增质量比对照提高了59.4%, 饲料转化率(30.72%)比对照提高了59.8%; 在日粮中添加10%的高硒钴锌铁苜蓿青干草, 效果接近前者, 日增质量比对照提高了58.0%, 饲料转化率(27.88%)比对照提高了44.7%。

关键词:日粮; 微量元素; 苜蓿; 杜泊羊; 生产性能

中图分类号: S826.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2009)01-0100-05

*1 我国是世界上著名的低硒和少钴的国家之一, 特别是我国北方地区尤为突出, 全国有2/3以上的土地缺硒, 许多地区缺钴^[1-3]。通过前期土壤测定得知, 河南省也是以上2种元素均缺乏或者不足的农牧业大省, 土壤中硒和钴的缺乏直接导致杜泊羊饲料中这2种微量元素的缺乏, 造成羊免疫力低下和繁殖力下降^[4-5], 影响当地养羊业的发展。

苜蓿 *Medicago sativa* 是世界上种植面积最广, 在我国杜泊羊生产中应用最多的当家草种之一^[6]。该草营养价值高, 适口性好, 特别是富含矿物质元素、胡萝卜素以及维生素, 是养羊业的优质饲草^[7-8]。另外, 苜蓿还是一种非常重要的富硒累积型植物, 可以富积硒、钴、锌和铁等微量元素^[9-10]。苜蓿生长期在叶面上喷洒微量元素肥料, 生产出高硒、高硒钴、高硒钴锌和高硒钴锌铁4种富含微量元素的苜蓿青干草(简称高微苜蓿青干草), 根据饲料营养特点, 特别是日粮中微量元素不足的特点, 以占日粮质量5%、10%和15%比例分别添加到羊的常规日粮中, 以期通过提高日粮中微量元素营养含量达到对杜泊羊的生长和生产性能调控的目的^[11]。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料 试验在河南中牟杜泊羊场进行, 该羊场饲养规范, 饲养条件好, 符合科学研究的各项要求。试验时间为2007年6月15日—7月27日。

常规饲料主要有禾本科干草(占30%~35%)、青贮饲料(占20%~25%)、花生秧(占20%~25%), 每日补饲0.30 kg的精饲料。苜蓿青干草共5种, 是由河南省博合草业有限公司和郑州牧业工程高等专科学校联合研制和生产的, 品种为亮牧400, 其中4种为富含微量元素苜蓿青干草, 1种为对照的普通苜蓿青干草。4种苜蓿青干草分别为高硒苜蓿青干草(M1)、高硒钴苜蓿青干草(M2)、高硒钴锌苜蓿青干草(M3)和高硒钴锌铁苜蓿青干草(M4), 用普通苜蓿青干草(M0)作为对照。经测定, 普通苜蓿青干草(M0)中硒、钴、锌和铁的含量分别为1.59、2.25、40.48

。收稿日期: 2008-02-03

基金项目: 河南省杰出人才创新基金项目“优质牧草专用高效微肥的研制与开发”(0521001700)

作者简介: 郭孝(1964-), 男, 内蒙古商都人, 教授, 硕士, 主要从事牧草生产工作。

E-mail: hdlf2001@sohu.com

通信作者: 介晓磊

和 398.25 mg/kg,高硒紫花苜蓿青干草(M1)中硒的含量为 23.81 mg/kg;高硒钴紫花苜蓿青干草(M2)中硒和钴的含量分别为 13.18、4.96 mg/kg;高硒钴锌紫花苜蓿青干草(M3)中硒、钴和锌的含量分别为 16.63、3.96 和 114.75 mg/kg;高硒钴锌铁紫花苜蓿青干草(M3)中硒、钴、锌和铁的含量分别为 13.18、4.96、65.88 和 612.5 mg/kg。4 种高微苜蓿青干草中,硒的富积效果最显著(见表 1)。

试验苜蓿干草和普通苜蓿干草以一定比例加入羊常规饲料后,分别在每天早上、中午和晚上共

饲喂 3 次,期间再增加 2 次精料,每只羊每天 0.5 kg。羊每天自由采食,自由饮水。羊的饲养由专人负责,每日喂 4 次,饲喂方法同普通羊。常规饲料占日粮的 85%,试验苜蓿青干草占 15%。

试验羊的品种为杜泊羊,是 2005 年从澳大利亚引种的优良羊品种。杜泊羊是由有角陶赛特羊和波斯黑头羊杂交育成,分为白头和黑头 2 种,试验采用的是黑头品种^[12]。选用的 60 只试验羊均为自繁自养的 50 日龄健康羊,试验初质量为 26.0~32.5 kg,差异不显著。

表 1 5 种试验苜蓿青干草营养成分

处理	粗蛋白 (%)	粗灰分 (%)	粗脂肪 (%)	粗纤维 (%)	磷 (%)	无氮浸出物 (%)	铁 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	钴 (mg/kg)	硒 (mg/kg)
M0	17.44	8.45	2.50	28.38	14.68	43.23	398.25	40.48	2.25	1.59
M1	18.50	9.85	2.37	22.15	19.02	47.12	530.00	48.55	4.35	11.46
M2	16.59	9.11	2.92	24.07	10.84	47.31	560.00	49.35	4.60	23.81
M3	16.94	8.20	2.34	21.29	14.47	51.23	502.00	114.75	3.93	16.63
M4	17.47	8.65	3.98	19.83	15.06	50.08	612.50	65.88	4.96	13.18

1.2 试验设计 采用复因子随机排列设计法中的裂区设计,分为主区和副区。在日粮中分别添加 M0、M1、M2、M3、M4 5 种苜蓿青干草,即 CK、A、B、C 和 D 5 个试验主区。在每个试验主区中,每种苜蓿青干草添加量 5%、10% 和 15% 的 3 个副区,共 15 个处理组合,每个处理重复 1 次,共 30 组,每组饲喂 2 只杜泊羊,共 60 只试验羊^[13-14]。

经过测定,日粮中添加 15% 的苜蓿青干草后,试验组(A、B、C 和 D)与对照组(CK)的日粮在能量、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、钙和磷之间无显著差异,杜泊羊日粮中每日每只提供的总消化养分、消化能、代谢能、粗蛋白、钙和磷的含量分别为:0.80~0.83 kg、14.25~14.80 MJ、12.54~13.13 MJ、160~168 g、5.80~5.92 g、2.52~2.60 g,均符合种羊的营养需要^[15]。另外在各处理中,4 种微量元素含量为:硒 0.31~2.55 mg/kg,钴 0.56~0.87 mg/kg,锌 56.5~67.8 mg/kg,铁 650~893 mg/kg,均属于耐受范围,不会引起杜泊羊中毒^[16-18]。

1.3 测定内容 每天根据羊的采食量,分别统计各处理总的采食量;根据试验期间羊的总增质

量,计算羊的日增质量,根据采食量和日增质量,计算不同处理下杜泊羊的饲料转化率。饲料转化率是评价饲料报酬的一个重要指标,也是编制生产计划和财务计划的重要依据^[19]。

饲料转化率=羊增质量/消耗饲料总量×100%

1.4 数据统计 用 Excel 和 DPSS12.0 软件对试验数据进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 在不同处理下羊的增质量情况 试验结果见表 2,从日增质量来看,A、B、C 和 D 4 个处理的平均值均高于对照 CK(0.158 kg/d),其中 D(0.207 kg/d)最大,其次为 C(0.206 kg/d)和 A(0.191 kg/d),三者间无显著差异,但均显著地高于对照($P < 0.05$),和对照相比分别提高了 31.0%、30.3% 和 20.9%;B(0.166 kg/d)与对照 CK(0.158 kg/d)间差异不显著。从 D 的 3 个分处理来看,D₂ 值(0.250 kg/d)最大,其次为 D₃(0.237 kg/d),二者之间差异不显著。从 C 的 3 个分处理来看,C₃ 值(0.252 kg/d)最大,其次为 C₂(0.196 kg/d),C₁ 值(0.170 kg/d)最小,三者差异显著。

表2 不同处理下羊的饲料的转化情况

试验处理	总耗粮(kg)	日耗粮(kg)	总增质量(kg)	日增质量(kg/d)	饲料转化率(%)	
A	A ₁	34.5 ^b	0.82 ^b	7.65 ^c	0.182 ^c	22.17 ^c
	A ₂	33.8 ^b	0.80 ^b	7.40 ^c	0.176 ^c	21.89 ^c
	A ₃	36.9 ^a	0.88 ^a	9.10 ^b	0.217 ^b	24.66 ^b
	平均值	35.1 ^b	0.83 ^b	8.05 ^{bc}	0.191 ^{bc}	22.93 ^c
B	B ₁	34.8 ^b	0.83 ^b	7.25 ^c	0.173 ^c	20.83 ^d
	B ₂	36.1 ^{ab}	0.86 ^{ab}	7.85 ^c	0.187 ^c	21.75 ^{cd}
	B ₃	31.9 ^c	0.76 ^c	5.75 ^d	0.137 ^d	18.03 ^d
	平均值	34.2 ^b	0.82 ^b	6.95 ^c	0.166 ^c	20.32 ^d
C	C ₁	35.5 ^b	0.85 ^b	7.15 ^c	0.170 ^c	20.14 ^d
	C ₂	34.1 ^b	0.81 ^b	8.25 ^b	0.196 ^b	24.19 ^{bc}
	C ₃	34.5 ^b	0.82 ^b	10.60 ^a	0.252 ^a	30.72 ^a
	平均值	34.7 ^b	0.83 ^b	8.67 ^b	0.206 ^b	25.00 ^b
D	D1	31.2 ^c	0.74 ^c	5.65 ^d	0.135 ^d	18.11 ^d
	D2	37.8 ^a	0.90 ^a	10.51 ^a	0.250 ^a	27.81 ^{ab}
	D3	35.4 ^b	0.84 ^b	9.95 ^{ab}	0.237 ^{ab}	28.11 ^a
	平均值	34.8 ^b	0.83 ^b	8.70 ^c	0.207 ^c	25.00 ^b
CK	34.6 ^b	0.82 ^b	6.65 ^c	0.158 ^c	19.22 ^d	

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

从以上分析得知,4种高微苜蓿均可提高羊的日增质量,有利于饲料的转化与利用。其中,添加高硒钴锌铁以及高硒钴锌苜蓿青干草增加质量明显,其总增质量平均值分别为8.70和8.67 kg,分别比对照提高了30.8%和30.4%。2种苜蓿青干草添加量不同,产生的增质量效果也明显不同,其中添加15%的高硒钴锌苜蓿青干草时,羊的增质量比对照提高了59.4%,增质量效果最好;添加10%的高硒钴锌铁苜蓿青干草时,羊的增质量比对照提高了58.0%,增质量效果次之,但相互之间增质量幅度差异不显著。

2.2 在不同处理下羊的饲料转化率情况

由表2可看出,A、B、C、D 4个处理和CK之间在总耗粮和平均日耗粮上差异不显著。在4个试验处理的总增质量中,D处理(8.70 g)最大,其次为C处理(8.67 g)和A处理(8.05 g),C处理和A处理间无显著差异,三者均显著高于对照($P < 0.05$);B处理(6.95 g)与对照间差异不显著。对照的饲料转化率(19.22%)最小,显著低于A、B、C和D 4个处理($P < 0.05$),C和D的饲料转化率最高(均为25.00%),相互间差异也不显著,与其他2个处理和对照之间存在显著差异;B

(20.32%)与A(22.93%)之间差异显著($P < 0.05$)。

添加4种高微苜蓿青干草均可提高饲料转化率,其中添加高硒钴锌以及高硒钴锌铁苜蓿青干草增加质量效果明显,饲料转化率均为25.00%,均比对照提高了30.01%。高硒钴锌苜蓿青干草在添加质量为15%时,饲料转化率最高(30.72%);高硒钴锌铁苜蓿青干草在添加质量为10%和15%时,饲料转化率分别为27.81%和28.11%。

3 讨论和结论

一般情况下,在羊的饲养过程中,微量元素以添加剂或者补充料的形式补充,微量元素添加量决定于微量元素添加剂的使用目的、动物对微量元素的正常需要和日粮的组成^[20]。

过去,钴、铁、硒和铜等微量元素添加大多是以无机盐矿物质以及动物性饲料的形式加以补充,其中用无机盐矿物质如 CoSO_4 、 Na_2SeO_3 、 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 ZnSO_4 等形式补充比较多,也有些地方用动物性饲料如鱼粉来补充^[21-22],这些无机盐饲料中微量元素含量虽然高,但利用率却比较低,利用不当极易出现营养元素拮抗甚至中毒现

象,特别是硒中毒现象比较普遍。而植物性饲料中含硒量虽然低,但利用安全,利用效率高^[23]。

根据羊日粮中微量元素的特点,用高硒、高硒钴、高硒钴锌和高硒钴锌铁 4 种紫花苜蓿青干草充当植物性微量元素添加剂来饲喂杜泊羊,其研究的意义重大,不仅提高了日粮中 4 种微量元素的含量,提高了杜泊羊对日粮的利用率,也提高了饲料报酬,且安全而无副作用。在羊的日粮中增加 4 种高微苜蓿青干草后,饲料消耗量无显著差异,却能显著提高羊的体质量,有利于饲料的转化与利用。其中,添加高硒钴锌铁以及高硒钴锌苜蓿青干草增加质量明显,其增量平均值分别为 8.70 和 8.67 kg,分别比对照提高了 30.8% 和 30.4%。添加 15% 的高硒钴锌苜蓿青干草时,羊体质量比对照提高了 59.4%,效果最好;添加 10% 的高硒钴锌铁苜蓿青干草时,羊的体质量比对照提高了 58.0%。

添加 4 种高微苜蓿青干草不但能显著地提高羊的日增质量和总增质量,而且能显著地提高饲料转化率,促进饲料的转化和利用,其中添加高硒钴锌以及高硒钴锌铁苜蓿青干草增加质量效果明显,饲料转化率均为 4.00%。高硒钴锌苜蓿青干草在添加量为 15% 时,饲料转化率最低(3.25%);高硒钴锌铁苜蓿青干草在添加质量为 10% 和 15% 时,饲料转化率分别为 27.81% 和 28.11%。

试验表明,用复合高微苜蓿青干草的效果好于单一微量元素苜蓿青干草,在添加量合适的情况下,饲喂杜泊羊安全、经济、效率高,可以在生产中大力推广和利用。

参考文献

- [1] 赵承宏. 微量元素硒在畜牧上的研究与应用[J]. 辽宁畜牧兽医, 1997, 4(4): 36-38.
- [2] 樊文华, 张毓庄, 万淑贞, 等. 五台山草地自然保护区不同植物化学元素含量的研究[J]. 草地学报, 1996(1): 39-41.
- [3] Ren J Z, Zhou Z Y. Distribution of Selenium in Chinese Four Types of Grassland[M]. [S. L.]: Chinese Grassland and Pasture, 1986: 272-290.
- [4] MacPherson A, Fisher G, Paterson J E. Effect of cobalt deficiency on the immune function of ruminants [M]. New York: Plenum Press, 1998: 397-398.
- [5] Henry P R, Ammerman C B. Selenium bioavailability in bioavailability of nutrients for animals, Amino Acids, Minerals and Vitamins C[M]. New York: American Academic Press, 1995.
- [6] 郭孝, 张莉. 多年生优良牧草引种试验[J]. 中国草地, 1998(4): 20-25.
- [7] 顾洪如, 丁成龙. 优质牧草生产大全[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2002: 289-292.
- [8] 陈宝书. 牧草与饲料作物栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 1-3.
- [9] 张洪荣, 周志宇. 微量元素对紫花苜蓿的效应[J]. 草业科学, 1990, 7(2): 43-46.
- [10] 胡华锋, 介晓磊, 刘世亮, 等. 喷施微肥对苜蓿微量元素含量及积累量的影响[J]. 草业学报, 2008, 17(1): 15-19.
- [11] 胡发成, 段军红. 苜蓿青干草替代奶牛饲料中部分精料的效果试验[J]. 草业科学, 2006, 23(5): 47-49.
- [12] 李兴光. 肉羊良种新秀——杜泊羊[J]. 农村新技术, 2002(10): 84-86.
- [13] 刘哲, 张昌吉, 李发弟, 等. 绵羊对含不同秸秆的全饲粮颗粒料的消化代谢[J]. 草业科学, 2005, 22(9): 58-60.
- [14] 张昌吉, 刘哲, 郝正里. 添加酵母培养物对饲粮营养物质消化的影响[J]. 草业科学, 2007, 24(3): 82-85.
- [15] 张居安, 剡根强. 高效养羊综合配套新技术[M]. 北京: 北京农业出版社, 2001: 327-329.
- [16] 林文忠. 畜牧学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 240-245.
- [17] 张子仪. 中国饲料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 184-187.
- [18] 杨志强. 微量元素与动物疾病[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998: 244-245.
- [19] 王曦, 李红霞, 朱庆. 黄羽肉鸡微卫星多态性与饲料转化率的相关分析[J]. 中国家禽, 2007(11): 20-24.
- [20] Turan B, Acan N L, Uluşu N N, et al. A comparative study on effect of dietary selenium and vitamin E on some antioxidant enzyme activities of liver and brain tissues[J]. Biol. Trace. Elem. Res., 2001, 81(2): 139-152.