

日粮系酸力水平对羔羊消化道生理指标和血液生化指标的影响

王永军, 卢 宁, 杨靖宇, 田秀娥

(西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】** 研究不同日粮系酸力水平对羔羊消化道生理指标和血液生化指标的影响, 为探索早期断奶羔羊日粮中酸化剂的作用机理提供理论依据。 **【方法】** 将 24 只 7 日龄萨能奶山羊(♂)随机分为 4 组, 分别饲喂日粮系酸力水平为 41.3 (A 组, CK), 39.3 (B 组), 35.2 (C 组) 和 31.1 (D 组) mmol/hg 的试验日粮, 分析测定 20~48 日龄羔羊消化道主要生理指标和血液生化指标。 **【结果】** B、C、D 组羔羊瘤胃和十二指肠 pH 值持续下降, 与 A 组差异均极显著 ($P < 0.01$); B、C、D 组均极显著提高了羔羊胃蛋白酶、十二指肠胰蛋白酶和胰淀粉酶的活性 ($P < 0.01$), 其中肠胰蛋白酶活性随日粮系酸力水平的降低持续增加, 而胃蛋白酶和肠胰淀粉酶活性则表现为先升高后降低的变化趋势, 以系酸力为 35.2 mmol/hg 的 C 组酶活性最高; 降低日粮系酸力水平的 B、C、D 组均较 A 组极显著 ($P < 0.01$) 提高了羔羊血清总蛋白水平, 降低了血糖和尿素氮质量浓度。 **【结论】** 降低日粮系酸力水平可改善羔羊消化道微环境, 有效提高羔羊血清总蛋白水平, 降低血糖和尿素氮浓度, 有利于提高羔羊对营养物质的消化利用率。

【关键词】 系酸力水平; pH 值; 酶活性; 血糖浓度; 血清总蛋白浓度; 血清尿素氮浓度

【中图分类号】 S815.1; S827.4⁺1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)08-0070-05

Research of acid-binding capacity level on assimilation enzyme and blood index of lambs

WANG Yong-jun, LU Ning, YANG Jing-yu, TIAN Xiu-e

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

Abstract: **【Objective】** The research was to provide a theoretical basis for exploring acidifier mechanism of early-weaned lambs rations, the effects of different acid-binding capacity levels in diet of lambs on digestive tract physiological, and blood biochemical indices were researched in this experiment. **【Method】** Twenty-four 7-day-old lambs (♂) of Saanen dairy goats were randomly divided into 4 groups and fed rations based on the acid-binding capacity level 41.3 (Group A, CK), 39.3 (Group B), 35.2 (Group C), 31.1 (Group D) mmol/hg respectively. Digestive tract major physiological indices and blood biochemical Indices of 20 to 48-day-old lambs were assayed and analyzed. **【Result】** pH of rumen and duodenum decreased significantly in the three treatment groups B, C and D ($P < 0.01$) compared with Group A. The activity of pepsin, duodenum trypsin and pancreatic amylase in the treatment groups increased significantly ($P < 0.01$). The activity of duodenum trypsin increased with the decreased rations of acid-binding capacity level, besides, the activity of pepsin and pancreatic amylase rose first and then decreased. When acid-binding capacity level was 35.2 mmol/hg, the activity of enzyme was the best. Serum total protein increased and BUN and blood glucose concentration decreased significantly in the three treatment groups ($P < 0.01$)

* [收稿日期] 2008-11-21

[基金项目] 国家公益性行业科研专项(Nyhyzx07-037)

[作者简介] 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学研究。E-mail: dkxywyj2008@yahoo.com

compared with Group A. 【Conclusion】 The low acid-binding capacity level rations can improve microecological environment of digestive tract, and increase TP and decrease Glu and BUN as well, which can improve the digestibility of nutrition in lambs.

Key words: acid-binding capacity level; pH value; activity of enzyme; blood glucose concentration; total protein concentration in blood; urea nitrogen concentration in blood

酸化剂最早应用在仔猪饲养上。早在 1963 年,英国就有乳酸能提高仔猪生长率的报道,Cole 等^[1]也发现乳酸酸化饮水对仔猪及其胃肠道细菌群落有影响。此后关于酸化剂的应用范围进一步拓展,目前除在仔猪日粮中广泛使用酸化剂外,在家禽、反刍动物饲养中也越来越重视酸化剂的研究与应用^[2-5]。近年来,随着我国舍饲养羊业的快速发展,为了进一步提高母羊繁殖生产效率和降低羔羊尤其是奶山羊羔羊的培育成本,以饲料酸化等为主要技术手段的羔羊早期或超早期断奶技术得到了广泛应用,但目前关于日粮系酸力水平对羔羊消化道生理指标和血液生化指标影响的相关研究较少。本研究以早期断奶后采用人工哺乳加补饲进行羔羊培育所采用的羔羊培育日粮为基础,采用饲料酸化技术组成 4 种系酸力水平不同的试验日粮,初步探讨日粮系酸力水

平对羔羊消化道生理指标和血液生化指标的影响,以期探索早期断奶羔羊日粮中酸化剂的作用机理和适宜添加水平提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物的选择与试验设计

本试验采用单因子随机分组设计,将 24 只同质性较好的 7 日龄萨能奶山羊羔羊(♂)随机分为 4 组,每组 6 只,每只羔羊为 1 个重复。A 组为对照组,饲喂基础日粮,日粮系酸力水平(以 HCl 计)为 41.3 mmol/hg;B、C 和 D 组为试验组,饲喂的日粮系酸力水平分别为 39.3、35.2 和 31.1 mmol/hg,日粮处理与试验设计详见表 1。试验从羔羊 7 日龄开始,至 48 日龄结束,共 41 d,其中 7~19 日龄为预饲期,20~48 日龄为正试期。

表 1 羔羊日粮系酸力水平试验设计与日粮组成

Table 1 Experimental design and diet composition about different acid-binding capacity levels of diet

组 别 Group	日粮组成 Diet composition			系酸力水平 Acid-binding capacity level	
	鲜羊奶/ (mL · d ⁻¹ · 只 ⁻¹) Milk	苜蓿干草/ (g · d ⁻¹ · 只 ⁻¹) Alfalfa	补饲料/ (g · d ⁻¹ · 只 ⁻¹) Supplementary	补饲料/ (mmol · hg ⁻¹) Supplementary	全日粮/ (mmol · hg ⁻¹) Diet
A(CK)	1 000.0	60.0	120.0(内含酸化剂 0.0 mg/g Acidifier concentration 0.0 mg/g)	35.0	41.3
B	1 000.0	60.0	120.0(内含酸化剂 3.0 mg/g Acidifier concentration 3.0 mg/g)	30.0	39.3
C	1 000.0	60.0	120.0(内含酸化剂 9.0 mg/g Acidifier concentration 9.0 mg/g)	20.0	35.2
D	1 000.0	60.0	120.0(内含酸化剂 15.0 mg/g Acidifier concentration 15.0 mg/g)	10.0	31.1

1.2 试验动物的饲养管理

试验羔羊去角、打耳号,采用单圈饲养,7 日龄开始训练羔羊适应人工哺乳,并训练羔羊逐渐采食

补饲颗粒料和优质苜蓿干草。正试期间,按照表 2 确定的给饲时间和给饲量分别饲喂表 1 设计的各组日粮。

表 2 试验羔羊每天给饲时间及给饲量

Table 2 Daily feeding time and quantum of the tested lambs

给饲物质 Diet	给饲时间 Feeding time				
	7:00	8:00	14:00	18:00	19:00
羊奶/(mL · d ⁻¹ · 只 ⁻¹) Milk	350	—	300	350	—
干苜蓿/(g · d ⁻¹ · 只 ⁻¹) Alfalfa	20	—	20	20	—
补饲颗粒料/(g · d ⁻¹ · 只 ⁻¹) Supplementary	—	60	—	—	60

1.3 样品的采集及其预处理

1.3.1 消化道内容物 试验结束后,从各试验组随

机抽取 3 只羔羊在无菌条件下屠宰,迅速打开腹腔,结扎幽门、十二指肠分界处,提取试验羔羊的胃与十

二指肠内容物,经 4 层纱布过滤,装入离心管中,置于-20 ℃冰箱中保存,送至实验室进行消化生理指标测定。

1.3.2 血样 于试验正试期第 3 周周末,从各试验组中随机抽取 3 只羔羊,颈静脉采血 10 mL,-4 ℃保存,送至实验室进行血液生化指标分析。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 消化道生理指标 (1)胃肠道内容物 pH 值。采用 Burnell 推荐的方法用 pH 计(pHS-25)测定^[6]。(2)胃肠道酶的活性。胃蛋白酶和胰蛋白酶活性参照 Stelmach B 推荐的方法测定^[7];胰淀粉酶活性采用碘比色法测定。

1.4.2 血糖、总蛋白和尿素氮浓度 委托杨凌示范区医院用血液自动生化分析仪测定。

1.5 数据处理

试验数据先用 Excel 软件进行预处理,所有数据均采用 SPSS 13.0 软件进行数据统计分析,结果以“平均值±标准误”表示,用 Duncan’s 法进行数据间的多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 日粮系酸力水平对 20~48 日龄羔羊消化道内容物 pH 值的影响

pH 值是影响动物体内消化环境的重要因素之一^[8]。由表 3 可知,B、C 和 D 组羔羊瘤胃 pH 值均极显著低于 A 组($P<0.01$),分别较 A 组降低了 0.24,0.38 和 0.41,其中 C、D 组显著低于 B 组($P<0.05$),C、D 组之间差异不显著($P>0.05$);B、C 和 D 组羔羊十二指肠 pH 值均极显著低于 A 组($P<0.01$),分别较 A 组降低了 0.55,0.58 和 0.59,但 3 组之间差异不显著($P>0.05$)。上述结果表明,降低早期断奶羔羊日粮系酸力水平,能有效提高羔羊胃肠道内容物的酸度。

表 4 日粮系酸力水平对羔羊消化道主要酶活性的影响

Table 4 Effect of acid-binding capacity level of diet on the activity of the pepsin, trypsinase and amylase in different groups

组别 Group	胃蛋白酶/(U·mL ⁻¹) Pepsin	胰蛋白酶/(U·mL ⁻¹) Trypsinase	胰淀粉酶/(U·dL ⁻¹) Amylase
A(CK)	3.16±0.07 A	1 601.70±6.50 A	115.37±0.67 A
B	5.71±0.13 Ba	2 158.09±43.74 B	123.50±1.85 Ba
C	7.04±0.05 C	2 580.73±18.36 Ca	159.47±1.49 C
D	5.86±0.10 Ba	2 688.00±23.84 Cb	125.47±1.62 Ba

2.3 日粮系酸力水平对 20~48 日龄羔羊血糖、血清总蛋白和尿素氮的影响

血糖、血清总蛋白和尿素氮含量等生化指标可

表 3 日粮系酸力水平对羔羊消化道 pH 值的影响

Table 3 Effect of acid-binding capacity level of diet on gastrointestinal pH value of the lambs

组别 Group	测定部位 Parts	
	瘤胃 Rumen	十二指肠 Duodenum
A(CK)	6.13±0.04 A	5.90±0.04 A
B	5.89±0.05 Ba	5.35±0.07 Ba
C	5.75±0.02 Bb	5.32±0.02 Ba
D	5.72±0.02 Bb	5.31±0.03 Ba

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

Note: Date with different letter superscripts in the same column mean different obviously ($P<0.05$) and capital letter mean different significantly ($P<0.01$). The same as below.

2.2 日粮系酸力水平对 20~48 日龄羔羊消化道主要酶活性的影响

由表 4 可以看出,降低早期断奶羔羊日粮系酸力水平的 B、C、D 组,均极显著提高了羔羊胃蛋白酶、十二指肠胰蛋白酶和胰淀粉酶活性($P<0.01$),其中胃蛋白酶活性分别比对照组提高了 80.70%,122.78%和 85.44%,以 C 组提高幅度最大,且与 B、D 两组差异均极显著($P<0.01$);B、C、D 组羔羊十二指肠内胰蛋白酶活性分别比对照组提高了 34.74%,61.12%和 67.82%,其中 C、D 组与 B 组差异极显著($P<0.01$),C、D 组之间差异显著($P<0.05$);B、C、D 组羔羊十二指肠内胰淀粉酶活性分别比对照组提高了 7.05%,38.22%和 8.75%,其中 C 组最高,且与其余两组差异均极显著($P<0.01$)。进一步分析发现,供试羔羊十二指肠胰蛋白酶活性随日粮系酸力水平的降低持续增加,而胃蛋白酶和十二指肠胰淀粉酶活性则表现为先升高后降低的变化趋势,以日粮系酸力水平 35.2 mmol/hg 组(C 组)酶活性最高。

以反映畜禽的生理状态,评价畜禽新陈代谢活动和生产潜力的发挥。本研究结果(表 5)表明,降低早期断奶羔羊日粮系酸力水平的 3 个试验组,与对照

组相比均极显著($P<0.01$)降低了血糖和尿素氮质量浓度,极显著($P<0.01$)提高了总蛋白质量浓度,其中 B、C、D 组羔羊血糖质量浓度分别较对照组降低了 3.97%,11.92%和 37.62%,3 组之间差异也均达极显著水平($P<0.01$);B、C、D 组羔羊血清总蛋白质量浓度分别较对照组提高了 3.78%,9.57%和

18.95%,3 组之间差异均极显著($P<0.01$);B、C、D 组羔羊血清尿素氮质量浓度分别较对照组降低了 13.26%,19.72%和 20.24%,其中以 D 组最低,C、D 组与 B 组均差异极显著($P<0.01$),但 C、D 组之间差异不显著($P>0.05$)。

表 5 日粮系酸力水平对羔羊部分血液生化指标的影响

Table 5 Effect of acid-binding capacity level of diet on blood index of lambs in different groups mg/mL

组别 Group	血糖 Glu	总蛋白 TP	尿素氮 BUN
A(CK)	4.28±0.04 A	58.20±0.46 A	5.73±0.09 A
B	4.11±0.04 B	60.40±0.10 B	4.97±0.09 B
C	3.77±0.02 C	63.77±0.09 C	4.60±0.07 Ca
D	2.67±0.01 D	69.23±0.15 D	4.57±0.06 Ca

3 讨 论

关于仔猪日粮中添加酸化剂作用机理的大量研究表明,日粮中添加酸化剂直接降低了饲料 pH 值和消化道内容物的 pH 值,有利于维持幼龄畜禽正常的消化生理过程。酸性食糜进入胃肠道后可引起一系列的消化生理变化:(1)刺激消化酶分泌,提高消化酶活性;(2)刺激小肠粘膜分泌肠抑胃素,反射性抑制胃的蠕动,减慢胃排空速度,为营养物质的进一步消化吸收奠定基础;(3)促进消化道内有益菌的增殖,抑制有害菌生长,改善微生物区系组成,为营养物质的消化吸收提供良好的消化道微生态环境;(4)促进消化道生长发育,改善消化道形态结构,有效提高肠内膜面积,主要表现为提高肠道绒毛高度和降低隐窝深度^[8-14]。上述 4 方面的共同影响,提高了动物的采食量、对营养物质的消化率和利用率,实现了促进生长的目的。基于此,研究日粮系酸力水平对羔羊消化道内容物 pH 值、消化道主要消化酶活性和血液主要生化指标的影响,对揭示酸化剂提高早期断奶羔羊生产性能的作用机理具有重要意义。

羔羊由于消化器官发育不成熟、消化机能不完善,早期或超早期断奶后面临着从液态母乳到液态乳与固态饲料混合物的快速转变及对日粮发生过敏反应两个过程。在此过程中,羔羊消化道 pH 值升高、肠道受损、胃肠道主要消化酶活性降低,表现为羔羊对补饲料采食量减小,消化吸收能力变差,生长受阻^[15-19]。但日粮经酸化处理后,上述情况可得到较大改善。在本研究中,随着日粮系酸力水平的逐步下降,瘤胃和十二指肠 pH 值均持续下降,该结果与在仔猪上的相关研究结果基本一致。郭雪峰等^[9]

对 54 头 35 日龄断奶仔猪饲喂 2 种不同的酸化剂产品,28 d 后试验组胃和十二指肠内容物 pH 值分别较对照组降低了 1.72 和 1.36,差异极显著($P<0.05$);杨富林^[10]在日粮中添加质量分数 1.7%和 3.3%的柠檬酸,饲喂 28 日龄断奶仔猪 2 周后,仔猪胃内 pH 值极显著低于对照组,pH 值分别降低 0.32 和 0.60,十二指肠内 pH 值也有随日粮添加酸量增加而降低的趋势,但差异不显著;Sciopini 等^[11]报道,在 42 日龄仔猪饲料中添加质量分数 0.7%延胡索酸和 1%柠檬酸,可使胃内容物 pH 值分别降低 0.3 和 1.0。

消化道 pH 值是刺激消化酶分泌和维持消化酶活性的重要影响因素。侯永清等^[12]研究表明,日粮中添加柠檬酸和磷酸,可提高小肠内胰蛋白酶和淀粉酶活性,明显影响胃蛋白酶活力;杨富林^[10]研究发现,日粮系酸力水平(以 HCl 计)为 30.0、20.0 和 10.0 mmol/hg 的试验组仔猪,胃蛋白酶活性和空肠胰蛋白酶活性分别较对照组(日粮系酸力水平为 40.0 mmol/hg)提高了 1.77 倍、3.26 倍、5.57 倍和 1.35 倍、1.56 倍、1.45 倍。另外,在仔猪上进行的大量研究结果表明,日粮中添加酸化剂可提高仔猪血清总蛋白水平,降低血糖和尿素氮浓度^[10,13]。在本研究中,酸性食糜的刺激极显著提高了胃蛋白酶、十二指肠胰蛋白酶和胰淀粉酶活性,极显著降低了血糖和尿素氮质量浓度,极显著提高了总蛋白浓度,有效改善了羔羊对营养物质的消化和吸收能力,其中 3 个试验组羔羊对日粮中总能、粗蛋白质和干物质的表观消化率分别提高了 3.2%~5.9%,3.9%~9.1%和 3.8%~8.1%,试验组羔羊平均日增质量达到 0.149、0.165 和 0.166 kg/d,较对照组羔羊平均日增质量 0.130 kg/d 分别提高了 14.62%,

26.92%和 27.69%(相关研究结果将另文报道)。

不同系酸力水平日粮对羔羊血糖、血清总蛋白和尿素氮等生化指标的影响,反映了羔羊的生理状态和对营养物质利用率的改善情况^[20]。酸性食糜的刺激,可能在一定程度上改善了消化道微生物区系的组成和形态结构,显著降低了血糖质量浓度。血糖质量浓度是调节胰岛素分泌的最重要因素,血糖质量浓度降低时胰岛素的合成和分泌均增加,可促进能量物质的储存和蛋白质的合成,并抑制其分解,导致血液中总蛋白质量浓度提高和尿素氮质量浓度降低,说明日粮中添加酸化剂能促进羔羊机体的合成代谢,有利于体内蛋白质的沉积,这与在仔猪上取得的相关研究结果基本一致。上述结果表明,酸化剂提高早期断奶羔羊生产性能的作用机理与仔猪基本相同,但由于羔羊消化生理的特殊性,日粮系酸力水平对羔羊消化道生理指标和血液生化指标的影响程度、变化规律等与仔猪不尽相同,尚有待进一步研究。

4 结 论

降低早期断奶羔羊日粮系酸力水平直接降低了饲料 pH 值和消化道内容物 pH 值;酸性食糜进入胃肠道后,可提高消化道胃蛋白酶、十二指肠胰蛋白酶和胰淀粉酶的活性,有效提高羔羊血清总蛋白水平,降低血糖和尿素氮质量浓度,有利于提高羔羊对营养物质的消化利用率。

[参考文献]

- [1] Cole D J A, Beal R M, Luscombe J R. The effect on the performance and bacterial flora of lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pigs [J]. *Vet Rec*, 1968, 83: 459-469.
- [2] 梁俊荣, 张富梅, 黄广明, 等. 日粮中添加柠檬酸对雏鸡生长的影响 [J]. *畜牧与兽医*, 1997, 19(4): 163-164.
Liang J R, Zhang F M, Huang G M, et al. The effect of chicken growth fed diets supplemented with citric acid [J]. *Animal Husbandry and Veterinary*, 1997, 19(4): 163-164. (in Chinese)
- [3] 夏长青, 刘豫宁, 符冬岩. 饲料中添加柠檬酸促进鲤鱼生长的试验 [J]. *上海水产大学学报*, 1998, 7(增刊): 406-408.
Xia C Q, Liu Y N, Fu D Y. The test on diets supplemented with citric acid for promoting Carp growth [J]. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 1998, 7 (supplement): 406-408. (in Chinese)
- [4] 徐同宝, 李吕木. 酸化剂及其在畜禽生产中的应用 [J]. *饲料博览*, 2006(9): 34-35.
Xu T B, Li L M. Acidulant and application of it in the production of domestic animals and birds [J]. *Feedstuff Exposition*, 2006(9): 34-35. (in Chinese)
- [5] 王继强, 张波, 刘福柱, 等. 酸化剂在畜禽业中的应用研究进展 [J]. *中国动物保健*, 2004(10): 32-33.
Wang J Q, Zhang B, Liu F Z, et al. Research advance application of acidulant in animals husbandry [J]. *China Animal Health*, 2004(10): 32-33. (in Chinese)
- [6] Burnell. Effect of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acids in diets for weanling pig [J]. *Anim Sci*, 1988, 66: 1100-1108.
- [7] Paperse. Production responses of dairy cows fed diets supplemented with ammonium salts of volatile fatty acids on 43 commercial dairy farms [J]. *Journal of Dairy Science*, 1984, 67: 276-289.
- [8] 侯水生, 黄苇. 仔猪日粮酸化机制及其应用 [J]. *中国饲料*, 1998(10): 9-11.
Hou S S, Huang W. Mechanism and application of acidification of piglet diets [J]. *China Feed*, 1998(10): 9-11. (in Chinese)
- [9] 郭雪峰, 边连全, 付亮亮, 等. 酸化剂对早期断奶仔猪胃肠道 pH 和肠黏膜形态结构的影响 [J]. *养猪*, 2006(5): 4-6.
Guo X F, Bian L Q, Fu L L, et al. The effect of acidulant to pH of gastrointestinal tract and intestinal mucosa morphostructure of early weaned piglet [J]. *Pannage*, 2006(5): 4-6. (in Chinese)
- [10] 杨富林. 断奶仔猪日粮酸度模型的建立及其应用的研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 2000.
Yang F L. Research of founding and applying acidity model of weaned piglet diet [D]. Guangzhou: Agricultural University of South China, 2000. (in Chinese)
- [11] Sciopini R, Zaghini G, Biavati B. Researches on the use of acidified diets for early weaning of piglets [J]. *Zootech Nutri Anim*, 1978, 4: 201-208.
- [12] 侯永清, 芮于明. 早期断奶仔猪日粮中添加不同种类酸化剂的效果 [J]. *中国畜牧杂志*, 1996(6): 8-10.
Hou Y Q, Rui Y M. Effects of adding different kinds of acidifiers into the diet of early weanling piglets [J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 1996(6): 8-10. (in Chinese)
- [13] 陈斌. 酸化饲料对仔猪几种血液系列生化指标的影响 [J]. *动物营养学报*, 1996(2): 37-42.
Chen B. Effect of diet acidification on some blood biochemical indexes of piglets [J]. *Journal of Animal Nutrition*, 1996(2): 37-42. (in Chinese)
- [14] Cornelius S G. Acidified weanling pigs diets gain increasing attention [J]. *Feedstuffs of USA*, 1988, 60(5): 11-18.
- [15] 张英杰, 刘月琴, 孙洪新, 等. 羔羊小肠 pH 及主要消化酶发育规律的研究 [J]. *畜牧兽医学报*, 2005, 36(2): 149-152.
Zhang Y J, Liu Y Q, Sun H X, et al. Study on the development of digesta pH and main digestive enzymes of small intestine in lamb [J]. *Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2005, 36(2): 149-152. (in Chinese)