

红豆草单宁含量对绵羊养分消化率及氮利用的影响

张晓庆^{1,2}, 李 勇¹, 李发弟^{1,3*}, 吴秋珏¹, 叶得河⁴, 郝正里¹

(1. 甘肃农业大学动物科学技术学院, 兰州 730070;

2. 中国农业科学院草原研究所, 呼和浩特 010010;

3. 甘肃省饲料工程技术研究中心, 兰州 730003; 4. 甘肃农业大学动物医学院, 兰州 730070)

摘 要: 选用 3 只安装永久性瘤胃瘘管的甘肃高山细毛羊羯羊(1 岁半、平均体质量 24 kg), 采用 3×3 拉丁方设计研究饲料中的红豆草单宁含量对绵羊养分消化率及氮利用的影响。试验分 3 期进行, 每期 19 d, 全期共 57 d。A、B、C 3 种饲料中的红豆草单宁含量(干物质基础)分别为 0.00(对照)、1.70 和 3.40 g·kg⁻¹; 缩合单宁含量依次为 0.00、1.52、3.03 g·kg⁻¹。试验结果表明, 饲料中的单宁含量未显著影响干物质、有机物质、磷、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的消化率($P>0.05$), 但有影响钙消化率的趋势($P=0.087$); 与 A、B 饲料相比, C 饲料对蛋白质的保护效果最好, 其尿氮排出量更低($P<0.05$), 而其氮存留率更高($P<0.01$)。故在本试验条件下, 3.40 g·kg⁻¹ DM 的单宁(含 3.03 g·kg⁻¹ DM 缩合单宁)含量对饲料蛋白质的保护效果较好。

关键词: 绵羊; 单宁; 缩合单宁; 红豆草; 营养素; 消化利用

中图分类号: S826; S816.32

文献标识码: A

文章编号: 0366-6964(2009)03-0356-07

Effects of Tannin Content in Sainfoin(*Onobrychis viciifolia*) Hay on Digestibility of Nutrients and Utilization of Nitrogen in Sheep Diets

ZHANG Xiao-qing^{1,2}, LI Yong¹, LI Fa-di^{1,3*}, WU Qiu-jue¹, YE De-he⁴, HAO Zheng-li¹

(1. College of Animal Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. Grassland Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010010, China; 3. Gansu Feed Engineer Technology Research Center, Lanzhou 730003, China; 4. College of Animal Veterinary, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Three High Mountain Fine-wool wethers (one and a half years old and average live weight of 24 kg) fitted with permanent rumen fistula were used to study the effects of tannin content in Sainfoin(*Onobrychis viciifolia*) hay on apparent digestibility of nutrients and utilization of nitrogen (N) in sheep diets. With a 3×3 Latin square design, the experiment was divided into three periods, each phase of 19 days, the whole experiment lasted 57 days. The tannin contents were 0.00 g·kg⁻¹ dry matter (DM) of diet A (the control), 1.70 g·kg⁻¹ DM of diet B, and 3.40 g·kg⁻¹ DM of diet C, respectively. Correspondingly, the condensed tannin contents were 0.00 g·kg⁻¹ DM of diet A, 1.52 g·kg⁻¹ DM of diet B, and 3.03 g·kg⁻¹ DM of diet C. The results showed that the tannin contents in Sainfoin hay among three diets have no significant ($P>0.05$) effect on the digestibility of DM, organic matter (OM), phosphorus (P), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of diets, but there was a decreasing tendency towards the digestibility of calcium (Ca) ($P=0.087$). Compared with diet A and B, diet C

收稿日期: 2007-10-15

基金项目: 科技部农业科技成果转化资金项目(03EFN216200235); 教育部春晖计划项目(Z2004-1-62022); 甘肃省教育厅项目(01CX-05); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(中国农业科学院草原研究所)资助项目(2007-1-07)

作者简介: 张晓庆(1978-), 女, 甘肃永昌人, 硕士, 助理研究员, 主要从事反刍动物营养研究, E-mail: zhangxq137@sina.com

* 通讯作者: 李发弟, E-mail: lifd@gsau.edu.cn

showed the better effect on protein protecting, the significantly lower ($P < 0.05$) excretion of urinary nitrogen and the significantly higher ($P < 0.01$) retention of N. Therefore, under this experiment condition, the preferable effect on the protein protection was found at $3.40 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ DM tannin ($3.03 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ DM condensed tannin) of diet.

Key words: sheep; tannin; condensed tannin; Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) hay; nutrients; digestion and utilization

反刍动物食入氮约有 20%~50% 可能排放到环境中。即使高产奶牛,也只有不到 20% 的进食蛋白质转化为畜产品^[1-2]。因此,通过饲料调控提高进食氮的利用率、减少氮向环境的排放,是当前反刍动物营养学中倍受关注的问题^[3-4],目前已广泛采用物理或化学方法(甲醛、单宁等)对蛋白质进行保护。Wang 等^[5]报道,苜蓿和红豆草以干草或青贮形式混合贮藏时,苜蓿的营养价值较单独贮藏时有明显改善。红豆草(*Onobrychis viciaefolia*)含有高浓度的单宁,这是它不同于苜蓿的最大优点。单宁具有保护蛋白质不在瘤胃内降解、改善氮沉积的作用。研究表明,反刍动物采食含单宁饲草后,降低了可溶性蛋白质在瘤胃内的降解率,使过瘤胃蛋白数量增加,从而提高家畜利用蛋白质的效率。同时,还能减少瘤胃中的泡沫,防止臌胀病的发生。但单宁是抗营养因子,可使蛋白质和金属离子形成沉淀,与消化道中消化酶结合形成无活性复合物,并可损伤小肠黏膜,因而影响蛋白质、碳水化合物的消化及矿物元素的生物学有效性。单宁对单胃动物的不良影响尤为敏感,含量达 0.2%~0.5% 时就会明显抑制雏鸡生长^[6]。国外现代牧草育种中也把适宜的单宁含量作为育种目标之一^[7]。

目前人们已认识到单宁对饲料蛋白质具有保护作用,但具体应用方法和剂量仍不明确。为此,试验拟以红豆草作单宁来源,研究绵羊饲料中单宁含量对营养物质的消化和氮利用的影响,以初步筛选出反刍动物饲料中适宜的单宁(包括缩合单宁)含量,从而提高家畜对优质蛋白质饲料的利用效率。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

选用 3 只安装永久性瘤胃瘘管的羯绵羊(1 岁半,平均体质量 24 kg)作试畜。采用 3×3 拉丁方设计(表 1),试验分 3 期进行,每期 19 d(预试期 10 d,正试期 9 d),全期共 57 d,每期试验结束时羊只在预试期间歇 10 d 后开始下一期试验。3 种饲料处理的

消化能、粗蛋白质、钙、磷浓度及精粗比(46:54)相同。依据尼龙袋法测定经单宁酸处理的大豆粕蛋白质降解率的结果设计饲料中的红豆草单宁含量^[8],以红豆草干草替代对照饲料(A)中部分或全部苜蓿颗粒;基础饲料(A)与试验饲料(B、C)的红豆草单宁含量分别为 0.00、1.70 和 $3.40 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ DM,其中缩合单宁依次为 0.00、1.52、 $3.03 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ DM。

表 1 试验设计方案

Table 1 Design of the experiment

处理	第 1 期	第 2 期	第 3 期
Treatment	First period	Second period	Third period
A	1	2	3
B	2	3	1
C	3	1	2
试验时间	2005.10.10	2005.10.30	2005.11.18
Experiment time			

1、2、3. 为羊的编号

1, 2, 3. Number of sheep

1.2 试验饲料

试验用红豆草干草系由当年的盛花期青草晒制;其它饲料均从饲料公司购入。对饲料原料的粗蛋白质、钙、磷含量及红豆草干草的单宁含量进行测定后,参照中国美利奴绵羊饲养标准中日增质量 50 g 育成公羊能量、蛋白质推荐量的 1.5 倍配制饲料配方(表 2)。

1.3 试羊饲养管理

将试羊置于消化代谢笼中个体饲养。日饲喂量约为体质量的 3%(平均 0.64 kg 风干饲料);日喂 2 次(08:30 和 17:00),先粗后精;每次喂后自由饮水半小时。

1.4 试验方法及测试指标

采用全收粪、尿法进行消化代谢试验^[9],收集期 5 d。准确称量与记录每天的投料量和余料量;采集具代表性的精、粗料样,分别混匀、缩分、粉碎(过 40 目筛)后,按配方比例制成 3 种饲料样品,备测常规成分。

表 2 试验饲料的组成及营养水平(风干基础)

原料 Ingredient	A	B	C
玉米 Corn	29.00	29.00	28.00
大豆粕 Soybean meal	2.00	2.25	2.70
小麦麸 Wheat bran	13.35	13.15	13.70
苜蓿颗粒 Alfalfa pelleted	15.00	7.95	0.00
红豆草干草(盛花期)Sainfoin hay (full blooming)	0.00	9.00	18.00
玉米秸 Corn stalk	25.00	24.00	23.70
小麦秸 Wheat straw	15.00	14.00	13.00
磷酸氢钙 Calcium hydrogen phosphate	0.00	0.00	0.25
食盐 Salt	0.50	0.50	0.50
预混料* Premix	0.15	0.15	0.15
合计 Total	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient level			
消化能 Digestible energy/(MJ · kg ⁻¹)	10.92	10.96	10.95
粗蛋白质 Crude protein	10.24	10.24	10.24
蛋白质降解率 Protein degradability	33.56	23.88	20.59
粗纤维 Crude fiber	18.45	19.01	19.56
钙 Calcium	0.43	0.43	0.47
磷 Phosphorus	0.22	0.21	0.24
钙/磷 Ca/p	1.98	2.05	1.97

*. Composition of premix(mg · kg⁻¹): Na₂SO₄ 890, FeSO₄ · 2H₂O 76, CuSO₄ · H₂O 22.4, MnSO₄ · H₂O 124, ZnSO₄ · H₂O 110, CoSO₄ · H₂O 3, NaIO₃ 30, Na₂SeO₃ 20

每天定时(08:00)测粪、尿量,并记录。按日排粪量的一定比例取粪样,在 65~70 °C 烘干至恒质量、回潮、再称重后制成半干样,备测;另取日排粪量的 2% 置广口瓶中,加 10% H₂SO₄ 溶液浸没粪样,冷藏,备测粪中氮。按日排尿量的 10%~20% 取尿样(视排尿量的多少而定),置塑料瓶中,加酸,冷藏,备测尿 N。

1.5 测定项目及分析方法

参照《饲料分析及饲料质量检测技术》^[10] 测定饲料和粪样中干物质(DM)、钙(Ca)、磷(P)、灰分(Ash)、酸性洗涤纤维(ADF)和中性洗涤纤维(NDF)含量。参照 Folin-Ciocalteu 比色法和丁醇-盐酸法分别测定红豆草干草中的总单宁和缩合单宁含量^[11]。用尼龙袋法测定饲料蛋白质降解率。

1.6 数据处理与统计分析

用 SPSS 10.0 软件对试验数据进行拉丁方方差分析,结果用 Mean ± SD 表示,差异显著时用 Turkey 法做多重比较。

2 结果与分析

2.1 饲料中单宁含量对干物质、有机物质的表观消化的影响

表 3 显示,各处理 DM 与 OM 的采食量(DMI、OMI)、粪中排出量(DMF、OMF)、消化量(DDM、DOM)与消化率(DMD、OMD)差异均不显著($P > 0.05$)。

2.2 饲料中单宁含量对中性洗涤纤维与酸性洗涤纤维的表观消化的影响

如表 4 所示,各处理 ADF 与 NDF 的食入量(ADFI、NDFI)、粪中排出量(ADFF、NDFI)、消化量(DADF、DNDF)与消化率(ADFD、NDFD)差异均不显著($P > 0.05$)。

2.3 饲料中单宁含量对氮的表观消化和存留的影响

表 5 显示,各饲料 N 食入量(NI)间差异不显著($P > 0.05$);饲料 A 粪 N 排出量(NF)呈现低于 B、C 的趋势($P = 0.079$);饲料 C 的 N 消化量(DN)显

表 3 试验处理对 DM、OM 表观消化的影响

Table 3 Effects of treatments on apparent digestibility of DM and OM

处 理 Treatment	DM			
	食入量 DMI/ (g · d ⁻¹)	粪排出量 DMF/ (g · d ⁻¹)	消化量 DDM/ (g · d ⁻¹)	消化率 DMD/%
A	575.23±62.10	181.13±21.79	393.76±42.84	68.52±1.22
B	577.08±62.31	190.00±16.40	387.08±47.16	67.01±1.32
C	574.30±62.01	189.04±17.21	385.26±57.00	66.91±3.51
P 值 P value	0.775	0.687	0.723	0.623

处 理 Treatment	OM			
	食入量 OMI/ (g · d ⁻¹)	粪排出量 OMF/ (g · d ⁻¹)	消化量 DOM/ (g · d ⁻¹)	消化率 OMD/%
A	541.31±58.45	157.45±19.92	383.86±40.14	70.94±1.18
B	577.79±4.50	166.35±15.89	378.11±44.61	69.39±1.29
C	542.42±58.57	165.78±16.28	376.64±53.43	69.29±3.26
P 值 P value	0.460	0.639	0.746	0.592

同一列数字肩标有不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$), 有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$), 有相同小写字母表示差异不显著($P > 0.05$), 以下同

Means with different superscripts (lowercase letters for the 0.05 level, capital letters for the 0.01 level) differ significantly between treatment groups, the same as below

表 4 试验处理对 NDF、ADF 表观消化的影响

Table 4 Effects of treatments on apparent digestibility of NDF and ADF

处 理 Treatment	ADF			
	食入量 ADFI/ (g · d ⁻¹)	粪排出量 ADFE/ (g · d ⁻¹)	消化量 DADF/ (g · d ⁻¹)	消化率 ADFD/%
A	167.18±18.06	84.04±10.92	83.14±8.69	49.78±2.25
B	167.36±18.07	93.36±8.41	73.81±11.53	43.97±2.99
C	167.73±18.11	93.46±10.78	74.27±18.92	43.93±7.59
P 值 P value	0.981	0.400	0.420	0.335

处 理 Treatment	NDF			
	食入量 NDFI/ (g · d ⁻¹)	粪排出量 DNFE/ (g · d ⁻¹)	消化量 DNDF/ (g · d ⁻¹)	消化率 NDFD/%
A	236.62±25.55	105.99±9.53	130.62±16.40	55.14±1.28
B	232.61±26.11	114.04±12.73	118.57±9.08	51.24±5.27
C	233.96±24.59	118.54±13.40	115.43±21.90	49.14±5.38
P 值 P value	0.683	0.231	0.384	0.369

表 5 试验处理对 N 表观消化和存留的影响

Table 5 Effects of treatments on apparent digestibility and retention of N

处 理 Treatment	食入量 NI/(g · d ⁻¹)	粪排出量 NF/(g · d ⁻¹)	尿排出量 UN/(g · d ⁻¹)	氮消化量 DN/(g · d ⁻¹)	氮消化率 ND/%	氮存留量 NR/g	氮存留率 NRE/%
A	8.00±0.86	1.50±0.08	4.70±0.30 ^a	6.50±0.79 ^b	81.12±1.40 ^a	1.80±0.50	22.21±4.20 ^B
B	7.89±0.84	1.74±0.10	4.45±0.65 ^a	6.03±0.94 ^b	77.71±3.90 ^b	1.71±0.95	21.13±3.66 ^B
C	8.41±1.03	1.67±0.22	3.21±1.02 ^b	6.74±0.93 ^a	80.04±3.37 ^a	3.53±1.34	40.69±3.33 ^A
P 值 P value	0.548	0.079	0.041	0.031	0.045	0.053	0.008

著高于 A、B ($P < 0.05$), 其尿 N 排出量 (UN) 显著低于 A、B 处理 ($P = 0.016, P = 0.030$), N 消化率 (ND) 显著高于 B ($P = 0.021$), N 存留量 (NR) 呈现高于 A、B 处理的趋势 ($P = 0.053$), N 存留率 (NRE) 显著高于 A、B 处理 ($P < 0.01$); B 处理氮消化率显著 ($P = 0.018$) 低于 A, 但其 N 存留量和 N 存留率与饲料 A 接近 ($P > 0.05$)。显然, C 处理产生了明显的蛋白质保护效果。

表 6 试验处理对 Ca、P 表观消化的影响

Table 6 Effects of treatments on apparent digestibility of Ca and P

处理 Treatment	Ca			
	摄入量 CAI/ ($g \cdot d^{-1}$)	粪排出量 CAF/ ($g \cdot d^{-1}$)	消化量 DCA/ ($g \cdot d^{-1}$)	消化率 CAD/%
A	2.57 ± 0.26	1.95 ± 0.24	0.64 ± 0.11	24.72 ± 3.10
B	2.53 ± 0.28	2.01 ± 0.13	0.58 ± 0.27	22.00 ± 8.82
C	2.60 ± 0.20	2.07 ± 0.10	0.52 ± 0.32	19.16 ± 10.39
P 值 P value	0.720	0.091	0.095	0.087

处理 Treatment	P			
	摄入量 PI/ ($g \cdot d^{-1}$)	粪排出量 PF/ ($g \cdot d^{-1}$)	消化量 DP/ ($g \cdot d^{-1}$)	消化率 PD/%
A	1.60 ± 0.18 ^b	1.20 ± 0.07	0.40 ± 0.16	24.57 ± 8.02
B	1.60 ± 0.19 ^b	1.21 ± 0.07	0.39 ± 0.12	24.19 ± 5.35
C	1.73 ± 0.11 ^a	1.33 ± 0.15	0.39 ± 0.15	22.51 ± 7.06
P 值 P value	0.045	0.196	0.959	0.769

3 讨论

3.1 饲料红豆草单宁水平对 DM、OM 和纤维物质消化的影响

试验饲料中所含红豆草单宁未影响饲料的适口性, 处理间 DMI 与 OMI 极相近; 随红豆草单宁水平提高, DM 和 OM 消化量与消化率的绝对值仅略下降, 与报道的一些体外试验结果不尽一致。Burns 等对多变小冠花的 6 个无性繁殖系试验表明, 小叶的总酚和单宁含量与其体外干物质消化率 (IVDMD) 均呈负相关 ($P < 0.01$), 二者对 IVDMD 的影响分别为 59% 和 30%^[12]。Khazaal 等对含单宁 0.06% DM ~ 5.8% DM 的饲料进行体外产气法和尼龙袋法试验, 查明 5.8% DM 单宁会降低饲料 DM 的降解率, 减少体外发酵产气量, 并使氮的溶解性下降^[13]。本试验饲料的最高单宁含量明显低于此报道中引起 DM 降解率下降的单宁浓度, 可能是与其结果不一致的原因。

2.4 饲料中单宁含量对钙、磷的表观消化的影响

由表 6 看出, 处理间 Ca 摄入量 (CAI) 的差异不显著 ($P > 0.05$); C 处理 P 摄入量 (PI) 显著高于 A、B ($P < 0.05$), 其粪 Ca、P 排出量 (CAF、PF) 有高于 A、B 处理的趋势 ($P = 0.091, P = 0.196$), 而 Ca 消化量 (DCA) 及消化率 (CAD) 均有低于 A、B 处理的趋势 ($P = 0.095, P = 0.087$); 各处理间 P 消化量 (DP) 及消化率 (PD) 的差异不显著 ($P > 0.05$)。

Merkel 等^[14]研究表明, 与完全采食 *Rhus copallina* 叶 (不含单宁) 的羯山羊相比, 完全采食 *Quercus nigra* 树叶 (富含单宁) 羯山羊的 DMD、OMD、NDFD 和 ND 都显著较低。Gonzaga Neto 等^[15]用 0%、50% 和 100% 水平的 *Caesalpinia bracteosa* (缩合单宁含量 6.30%) 干草饲喂绵羊后发现, *Caesalpinia bracteosa* 水平未影响 DM、OM 和 CP 的消化率, 但 NDF、ADF 的消化率与饲料中单宁含量呈线性负相关, 而半纤维素消化率与之呈二次相关。Makkar 等研究发现, 采食富含单宁的灰栎树 (*Quercus incana*) 叶 (含单宁 41 $g \cdot kg^{-1}$ DM) 牛瘤胃的脲酶、羧甲基纤维酶、谷氨酰脱氨酶的活力, 明显低于采食 *Celtis australis* 叶和 *Dendrocalamus hamiltonii* 叶 (单宁含量相应为 0.0 和 5.6 $g \cdot kg^{-1}$ DM) 的 2 组牛^[16]。Makkar 在这里提到的羧甲基纤维酶是纤维素分解酶家族中的一种, 即葡聚糖内切酶。在本试验中, 饲料 A 的 ADF 的消化率比饲料 B 和 C 分别高 5.81 和 5.85 个百分点,

NDF的消化率比饲料B和C分别高3.9和6.0个百分点,虽然统计结果差异不显著,但仍可看出红豆草中单宁对纤维物质的消化率有影响,同上述结果相似。

3.2 饲料红豆草单宁水平对氮消化和利用的影响

试验结果说明,饲料C减少尿氮排出和提高氮利用的效果显著,与文献报道一致;而饲料B却未降低尿氮排出量,也未提高饲料氮的利用率,原因不明。据报道,影响单宁与蛋白质作用的主要因素是单宁与蛋白质的结合能力,即消化率与单宁对蛋白质结合能力成反比^[17];Smith等研究指出,缩合单宁具有高的蛋白质结合能力,单宁-蛋白质复合物在瘤胃条件下稳定,低浓度单宁($\leq 3\%$)对反刍动物营养和健康有益,而高浓度(3%~15%)能降低消化率,甚至降低采食量^[7]。徐载春等试验表明,给绵羊饲喂由30%、100%刺槐叶粉组成的颗粒料(刺槐叶粉提供的单宁含量为0.63%和2.1%),其粗蛋白质消化率由29.5%下降到17.68%^[18]。本试验处理对氮的消化也有明显影响,但并非随饲料中红豆草单宁水平提高而有规律地变化,与测出的饲料尼龙袋蛋白质降解率(表2)相悖。这可能是试验分组太少所致。

3.3 饲料红豆草单宁水平对钙、磷消化的影响

本试验结果显示,饲料中较高含量(3.40 g·kg⁻¹ DM)的单宁有降低Ca表观消化吸收的趋势,而对P则无显著影响,基本与前人报道一致。单宁分子内有多个邻位酚羟基,可在不同pH值条件下与重金属离子络合形成沉淀。各种碱族和碱土族金属离子都能使单宁的溶解度降低。狄莹研究表明,金属离子一般并未与单宁发生络合反应,而是静电作用^[19]。但Ca²⁺例外,它在溶液中形成羟基络合物Ca(OH)⁺,然后同单宁分子发生络合反应,产物沉淀于含钙的矿物表面,单宁分子含有大量的-OH和-COOH基团,造成了矿物表面的亲水性^[20]。Calixto等对人进行的研究也发现,食物中的单宁影响人体对钙、铁离子的吸收^[21]。显然,磷的消化未受影响是因为它属于非金属元素的缘故。

4 结 论

4.1 本试验B、C饲料中的红豆草单宁含量对DM、OM、P、NDF、ADF的消化吸收未产生显著影响($P > 0.05$);但有降低其Ca消化率的趋势($P = 0.087$)。

4.2 本试验含红豆草单宁3.40 g·kg⁻¹ DM的饲料对蛋白质的保护效果较好,其氮存留率极显著($P < 0.01$)高于含1.70 g·kg⁻¹ DM单宁和不含红豆草单宁的饲料。

4.3 应按红豆草干草中缩合单宁含量(不超过3%)确定其在绵羊饲料中的适宜比例,使用本试验的红豆草干草应不高于饲料的18%(风干基础)。

参考文献:

- [1] MACREA J C. Advancing our understanding of amino acid utilization and metabolism in ruminant tissues [M]. CRC Lewis Publisher, 1996:73-89.
- [2] 孟庆翻译, [美]国家科学委员会组织修订. 奶牛营养需要[M]. 第7版. 北京:中国农业大学出版社, 2002.
- [3] 袁中彪, 张琼. 动物营养与生态环境[J]. 饲料工业, 2003, 24(4):41-44.
- [4] 吉进卿. 解决好污染是畜牧业可持续发展的关键[J]. 饲料研究, 2003, (2):31-33.
- [5] WANG Y, BARBIERI L R, BERG B P, et al. Effects of mixing sainfoin with alfalfa on ensiling, ruminal fermentation and total tract digestion of silage [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2007, 135: 296-314.
- [6] 古俊玲, 秦豪荣. 禽类饲料中的主要抗营养因子[M]//汪傲. 饲料毒物与抗营养因子研究进展. 西安:西北大学出版社, 1997:114-117.
- [7] SMITH A K, FRANK M, PHIL M, et al. Reducing post-harvest losses of forage protein[M]. IGER INNOVATIONS, 2004:30-33.
- [8] 张晓庆. 红豆草中单宁对饲料蛋白质保护的效果[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2005.
- [9] 杨诗兴. 饲料营养价值评定方法[M]. 兰州:甘肃人民出版社, 1982.
- [10] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1993.
- [11] HORVATH P J. The nutritional and ecological significance of acer-tannins and related polyphenols[M]. M S thesis, Cornell Univ. Ithaca, N. Y. P, 1981: 138.
- [12] BURNS J C, COPE W A. Nutritive value of crown-vech forage as influenced by structural constituents and phenolic and tannin compounds [J]. *Agronomy Journal*, 1974, 66(2):195-200.
- [13] KHAZAAL K A, PARISSI Z, TSIOVARAS C, et al. Assessment of phenolics related antinutritive lev-

- els using the *in vitro* gas production technique; a comparison between different types of polyvinylpyrrolidone or polyethylene glycol [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1996, 71: 405-414.
- [14] MERKEL R C, TOERIEN C, SAHLU T, et al. Digestibility, N balance and blood metabolite levels in Alpine goat wethers fed either water oak or shining sumac leaves[J]. *Small Ruminant Research*, 2001, 40(2):123-127.
- [15] GONZAGA NETO, SEVERINO, BATISTA, et al. Bromatological composition, intake and *in vivo* digestibility of the diets with different levels of "catingueira" hay (*Caesalpinia bracteosa*), fed to Morada Nova sheep [J]. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2001, 30(2):553-562.
- [16] MAKKAR H P S, SINGH B, DAWRA R K. Effect of tannin rich leaves of oak (*Quercus incana*) on various microbial enzyme activities of the bovine rumen [J]. *British Journal of Nutrition*, 1988, 60(2): 287-296.
- [17] ROBBINS C T, HARIEY T A, HANLEY A E, et al. Role of tannins in defending plants against ruminants; Reduction in protein availability[J]. *Ecology*, 1987, 68(1): 98-107.
- [18] 徐载春, 田育军. 刺槐叶粉中单宁对山羊消化率的影响[J]. 中国畜牧杂志, 1995, (1):30.
- [19] 狄莹, 石碧. 植物单宁化学研究进展[J]. 化学通报, 1999, (3):1-5.
- [20] 曹明礼. 单宁与含钙矿物类作用机理的模拟研究[J]. 有色金属(选矿部分), 1996, (6):33.
- [21] CALIXTO J, NICOLAU M, RAE G. Pharmacological action of tannic acid. 1. Effects on isolated smooth and cardiac muscles and on blood pressure [J]. *Planta Medica*, 1985, 52: 32-35.

动物疫情速递

老挝发生高致病性禽流感

2009年2月26日,老挝 KHAMBOUNHEUANG BOUNKHOUANG 博士向 OIE 通报了高致病性禽流感疫情。疫情始于2009年1月30日,于2月9日确诊。此次疫情是临床发病,病原是 H5N1 高致病性禽流感病毒,依靠临床检测、实验室检测和尸体剖检作出诊断,国家动物卫生中心的(国家实验室)Real-time PCR 和快速检测结果均为阳性。疫区位于丰沙里省 Khoua 地区的 Ban Meuang Khoua 村,易感动物为放养的家禽,2009年1月底开始发病并死亡,呈高致死率。本次疫情共涉及 3 314 只易感禽,其中 730 例病例全部死亡,销毁 2 584 只。感染来源尚不清楚,疫情始于庆祝阴历新年期间,可能与家禽和家禽产品的运输有关。老挝采取的控制措施有扑杀、检疫、国内限制移运、染疫场区消毒和浸洗/喷雾,并禁止免疫,未对动物进行治疗。老挝上一次发生高致病性禽流感是 2008 年 12 月 29 日。

(摘译自 OIE 网站)