

体外产气法评定天祝几种高山植物的 抗营养因子及饲用潜力

丁学智^{1,3}, 龙瑞军^{2*}, 阳伏林⁴, 史海山⁴, 黄小丹⁴

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001; 2. 兰州大学草地农业科技学院 甘肃草原生态研究所, 甘肃 兰州 730020; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 4. 甘肃农业大学草业学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 比较和分析了 6 种富含单宁的家畜可饲高山植物粗蛋白、酸性洗涤纤维、粗灰分的含量, 并对其酚类物质的含量进行了测定。结合体外产气技术 (*in vitro* gas production method), 对各种植物和添加聚乙烯二醇 (PEG) 的体外产气量和干物质降解率进行测定。结果表明, 灌木粗蛋白含量较高, 藏沙棘高达 14.3%, 缩合单宁含量随植物品种不同而变化, 藏沙棘、金露梅和珠芽蓼含量分别为 42.45, 35.24, 32.98 g/kg (DM)。添加 PEG 后, 珠芽蓼、藏沙棘、金露梅和鬼箭锦鸡儿的产气量分别增加了 36.9%, 38.9%, 16.4% 和 8.6%。

关键词: 高山饲草; 单宁; 体外产气; 聚乙烯二醇

中图分类号: S816.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-5759(2007)01-0024-06

高山灌丛具有营养物质丰富, 热值含量高和较低矮便于家畜采食等特点, 因此在放牧家畜——牦牛和藏羊的饲料供应中占重要地位^[1], 是仅次于草本植物的重要放牧饲草。该类草地不仅对草地畜牧业的发展具有重要意义^[2], 而且对解决牧区饲草矛盾、建设牧区创造有利条件以及为防治该地区沙漠扩展等生态稳定性方面起着举足轻重的作用^[3]。但大多数灌木富含酚类化合物, 酚类物质中的植物单宁是动物主要的抗营养因子之一^[4]。动物采食富含单宁的灌木时, 牧草的营养价值和家畜的采食量都会下降。然而单宁对蛋白质的利用也有一定的积极作用, 对于反刍动物来说, 单宁和蛋白质结合预防脱氨基作用, 能保护其不被瘤胃微生物降解而被自身吸收^[5], 从而提高了蛋白质的吸收率。另外, 饲料中少量的单宁量能降低蛋白质泡沫的稳定性, 从而减少鼓胀病的发生^[6]。甘肃天祝金强河地区高山灌木丛草地占该区草地总面积的 60% 以上, 放牧时间占全年 1/3。因此, 正确估测这些灌木中的酚类物质含量, 研究它的变化动态及变化原因, 并结合体外产气技术对其在反刍动物瘤胃内的降解特性进行研究, 将有助于更清楚地认识酚类物质在青藏高原高寒草地这一特殊自然条件下在高寒植物生长发育中所起的作用, 从而对高寒灌木的改良驯化和畜牧业的可持续发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 自然概况

试验所用植物均采集于青藏高原边缘的金强河天祝草原, 海拔 2 950 ~ 4 300 m。全区气候寒冷潮湿, 空气稀薄, 太阳辐射强。年均温 - 0.1℃, 1 月平均气温为 - 18.3℃, 7 月为 12.7℃, 全年 > 0℃ 积温 1 380℃, 日均温仅 7 月 > 10℃, 野生植物有 120 d 左右的生长期, 在气温最高的 7 月仍有 0℃ 以下的低温出现; 年日照时数 2 600 h; 年降水量 416 mm, 集中在 7, 8, 9 月, 水热同期; 年蒸发量 1 592 mm, 是降水量的 3.8 倍, 春季常有旱象; 无绝对无霜期。

1.2 试验材料

采样自 2005 年 9 月 15 日 - 9 月 26 日, 历时 12 d。供试材料主要有: 珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*), 金露梅 (*Potentilla fruticosa*), 高山绣线菊 (*Spiraea alpina*), 窄叶鲜卑木 (*Sibiraea angustata*), 藏沙棘 (*Hippophae tibetica*), 鬼箭锦鸡儿 (*Caragana jubata*)。

所采样品分别分布在高寒草甸样地和高寒灌丛样地。采集植株 > 5, 且不同叶龄的叶片混合均匀。带回实验

收稿日期: 2005-11-04

基金项目: 国际原子能机构 (IAEA) (Contract No. 126666/R0) 资助。

作者简介: 丁学智 (1979-), 男, 甘肃天水人, 博士研究生。E-mail: dxzhi2008@sina.com

*通讯作者。E-mail: longruijun@sina.com

室称重后一部分在 65 ℃ 烘 48 h, 充分回潮, 测其粗水分含量。用来分析酚类物质的植物叶片使其自然风干, 粉碎过 2.0 mm 筛, 待测。一部分过 1.0 mm 筛, 用于营养成分分析和体外发酵试验。

1.3 营养成分的测定

样品在 105 ℃ 烘至恒重, 测其干物质含量; 在茂福炉内 600 ℃ 下灼烧测其灰分含量; 用 Kjeldal 法分析粗蛋白含量; 用 Van Soest 法测定酸性洗涤纤维含量。

1.4 酚类物质的测定

总酚、简单酚和单宁的测定用 Folin - Ciocalteu 试剂比色法^[7], 缩合单宁含量的测定参照 Porter 等方法^[8]。

1.5 体外产气试验

在晨饲前用自制吸管经瘤胃瘘管从 3 头绵羊(舍饲, 自由饮水)瘤胃腹囊下部吸取瘤胃内容物, 迅速装入预热至 39 ℃ 且通入 CO₂ 的容器中, 于 39 ℃ 保温迅速带回实验室。混合均匀后经 4 层纱布过滤, 量取所需体积(瘤胃液与人工培养液的体积比为 1 : 2)的瘤胃液加入准备好的人工瘤胃营养液中, 制成混合人工瘤胃培养液, 用磁力搅拌器搅拌, 同时通入无氧 CO₂。

准确称取经粉碎 40 目(或 0.5 mm)的苜蓿(*Medicago sativa*)干草粉 200 mg, 送入 100 mL 培养管内, 在活塞前端 1/3 部位均匀涂抹凡士林, 39 ℃ 预热。用自动移液器向培养管中加入人工瘤胃培养液 30 mL, 排出培养器中的气体, 用夹子夹住前端硅橡胶管, 记录初始刻度(mL), 将其置于已预热(39 ℃)的恒温水浴箱中体外发酵培养, 分别读取 3, 12, 24, 36, 48, 60, 72 和 96 h 的产气量。每个样品设 3 个重复, 同时设 3 个空白(瘤胃液/缓冲液的混合液), 用于产气量的校正, 设 3 个对照(黑麦草 *Lolium pereme*)。

1.6 统计分析

数据采用 SAS 软件(6.0 版)处理, 用 GLM 法进行统计分析, 各平均数之间用 Duncan 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 化学分析

各灌木的粗蛋白、酸性洗涤纤维和灰分含量随植物种类的不同而不同(表 1), 粗蛋白含量为 5.1% ~ 14.3% (DM), 缩合单宁含量为 11.02 ~ 42.45 g/kg(DM)。酸性洗涤纤维和粗灰分含量大多分别在 23.0%、5.0% 左右波动, 但锦鸡儿的 ADF 显著高于其它饲草。缩合单宁的含量也随品种的不同而发生变化, 草本植物珠芽蓼总酚含量较高, 为 38.84 g/kg, 缩合单宁的含量为 32.98 g/kg(DM)。藏沙棘总酚、单宁和缩合单宁的含量同其它灌木含量差异极显著($P < 0.01$), 分别高达 68.43, 63.34 和 42.45 g/kg(DM), 而其简单酚的含量最低, 仅为 4.27 g/kg(DM)。窄叶鲜卑木总酚和单宁含量最低, 与其它灌木相比差异极显著($P < 0.01$)。在几种灌木中, 藏沙棘和高山绣线菊单宁含量均高于缩合单宁的含量, 但之间并无显著的相关关系。

表 1 高山饲草营养成分含量及酚类物质含量(DM)

Table 1 Nutrition and Phenols content of some Tibetan grass and shrubs

物种 Species	干物质 DM (%)	粗蛋白 CP (%)	酸性洗涤纤维 ADF (%)	灰分 Ash (%)	总酚 TP (g/kg)	简单酚 SP (g/kg)	单宁 TA (g/kg)	缩合单宁 CT (g/kg)
珠芽蓼 <i>P. viviparum</i>	91.9	9.6	26.8	5.63	38.84 bB	12.16 bcB	24.43 bBC	32.98 cB
藏沙棘 <i>H. tibetica</i>	94.9	14.3	23.2	3.95	68.43 aA	4.27 cB	63.34 aA	42.45 aA
金露梅 <i>P. fruticososa</i>	91.3	5.1	26.4	5.66	38.34 bB	6.10 bcB	30.60 bB	35.24 bB
鬼箭锦鸡儿 <i>C. jubata</i>	94.3	10.9	41.3	5.44	36.01 bB	26.87 aA	14.69 cCD	17.09 dC
鲜卑木 <i>S. angustata</i>	93.7	8.6	24.5	3.86	15.55 cC	10.80 bcB	10.74 cD	11.02 eD
高山绣线菊 <i>S. alpina</i>	92.3	10.4	23.6	6.26	40.59 bB	14.11 bB	27.99 bB	17.70 dC

a, b, c, d 和 A, B, C, D 分别表示差异显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$)。

a, b, c, d and A, B, C, D mean in the vertical row are significant difference ($P < 0.05$) and extremely difference ($P < 0.01$) respectively.

2.2 产气量和干物质降解率

表 2 列出了高寒灌木在藏羊瘤胃内 48 h 的干物质降解率及 12,24,36 h 的产气量。从产气量的变化可以看出,随植物缩合单宁含量的不同,产气量也会发生变化。灌木在 0~36 h 产气量明显高于草本植物珠芽蓼 ($P < 0.05$),但随培养时间的增加,产气量逐渐上升,96 h 产气量藏沙棘高于其它灌木。各样品的干物质降解率也随品种、培养时间的不同而不同,这可能是由于单宁减弱了微生物的活动能力^[9,10],从而对反刍动物瘤胃微生物的酶活性和其生长具有明显的抑制作用^[11,12](图 1)。

表 2 高山饲草 48 h 干物质降解率与不同时间点产气量

Table 2 Dry matter degradability after rumen fermentation and in vitro gas production date of some Tibetan forages at different incubation time

物种 Species	48 h 干物质降解率 DMD (%)	12 h 产气量 GP (mL)	24 h 产气量 GP (mL)	36 h 产气量 GP (mL)
珠芽蓼 <i>P. viviparum</i>	55.64 bB	11.75 dC	14.25 dC	20.65 dB
藏沙棘 <i>H. tibetica</i>	43.54 dD	16.50 cB	25.00 bcB	30.31 cAB
金露梅 <i>P. fruticosa</i>	64.72 aA	20.00 bB	24.00 cB	34.53 abcA
鬼箭锦鸡儿 <i>C. jubata</i>	48.32 cC	20.00 bB	25.25 bcB	30.88 cAB
窄叶鲜卑木 <i>S. angustata</i>	54.27 bB	25.00 aA	35.00 aA	41.46 abA
高山绣线菊 <i>S. alpina</i>	64.39 aA	20.00 Bb	25.25 bcB	32.88 bcA
对照 Control	65.04 aA	17.30 bcB	27.50 bB	42.03 aA

a, b, c, d 和 A, B, C, D 分别表示差异显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$)。

a, b, c, d and A, B, C, D mean in the vertical row are significant difference ($P < 0.05$) and extremely difference ($P < 0.01$) respectively.

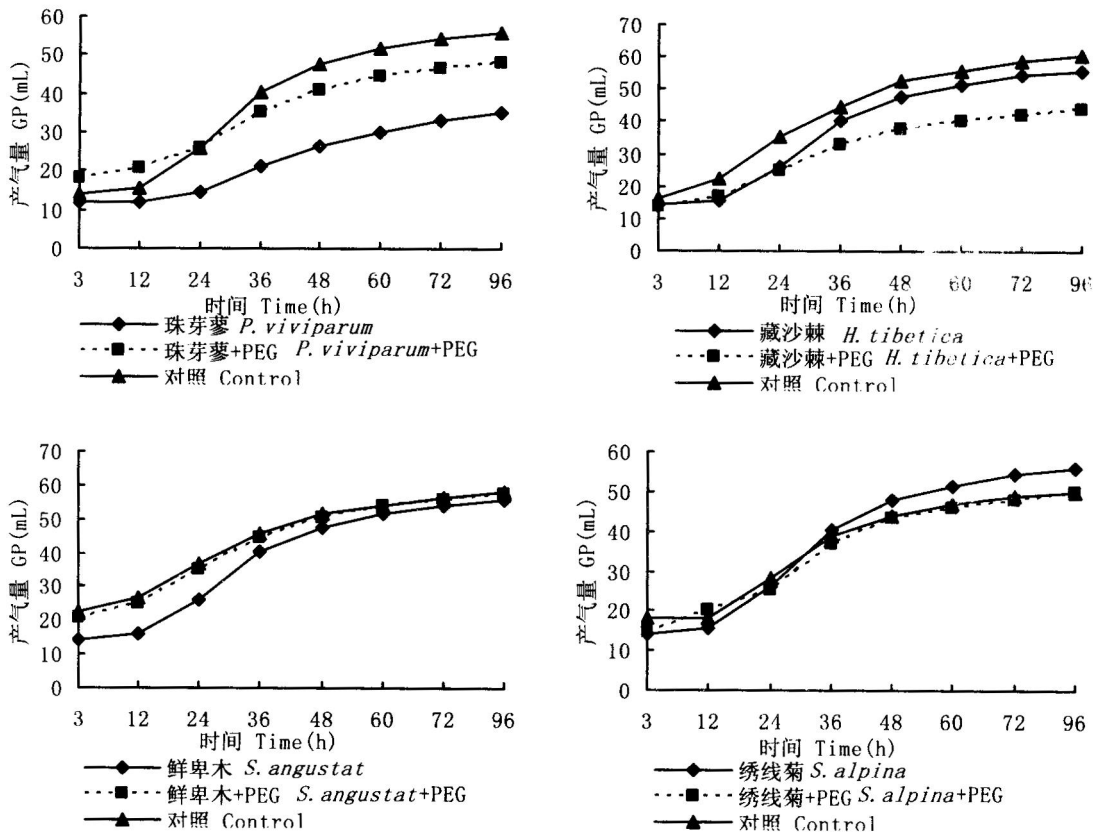


图 1 饲草添加 PEG 产气量变化

Fig. 1 Gas production with and without added polyethylene glycol (PEG)

2.3 添加 PEG 对植物产气量的影响

PEG 能有效地与缩合单宁结合,当发酵底物中添加等量的 PEG 后,其产气量迅速增加(图 1)。各处理在 12 和 24 h 增加速度明显高于其它培养时间点 ($P < 0.05$),珠芽蓼、藏沙棘、金露梅和锦鸡儿产气量分别增加了 36.9%,38.9%,16.4%和 8.6%。当添加 PEG 后,在 0~24 h,珠芽蓼和鬼箭锦鸡儿产气量显著高于对照黑麦草 ($P < 0.05$),分别比未添加组提高了 40.35%和 21.78%。而藏沙棘、金露梅和窄叶鲜卑木与对照相比,在整个发酵时间段,产气量显著增加 ($P < 0.05$)。96 h 的产气量增加了 8.97%,5.38%和 4.04%,在 0~36 h,鲜卑木产气量却明显高于对照黑麦草 ($P < 0.01$),12 h 产气量增加了 12.29%。与未添加 PEG 组相比,藏沙棘产气量提高了 38.86%。窄叶鲜卑木和高山绣线菊虽然有增加的趋势,但变化不大 ($P > 0.05$),随培养时间的增加,这种变化趋势逐渐减小。

2.4 酚类物质含量对饲草产气量的影响

单宁是一种具有多种生物学特性的复杂化学成分,灌木和牧草中单宁含量的高低直接关系到家畜的采食量和健康水平。高山灌木富含酚类物质,尤其是缩合单宁,试验所测结果表明,简单酚和单宁呈显著的正相关关系 ($r^2 = 0.940, P < 0.01$);而缩合单宁和单宁含量的相关系数为 0.823 ($P < 0.05$)。而在本试验中产气量与缩合单宁含量呈不显著的负相关关系 ($P > 0.05$) (表 3)。当添加 PEG 后,产气量的提高率与缩合单宁、总酚之间呈不显著的正相关关系,且相关度随培养时间的推移而逐渐增加,这与 Makkar^[13]报道的结果一致。各牧草 24,36 和 48 h 的产气提高率与缩合单宁含量的相关系数分别为 0.831 ($P < 0.05$),0.867 ($P < 0.05$)和 0.881 ($P < 0.05$),但产气提高率与简单酚负相关 ($P > 0.05$) (表 4)。

表 3 酚类物质含量与产气量之间的相关分析

Table 3 Correlation analysis among condensed tannin and gas production in vitro

酚类物质 Condensed tannin	产气量 GP			
	12 h	24 h	36 h	96 h
总酚 TP	-0.575	-0.417	-0.422	-0.532
简单酚 SP	0.126	-0.012	-0.097	-0.027
单宁 T	-0.427	-0.227	-0.220	-0.345
缩合单宁 CT	-0.687	-0.581	-0.510	-0.602

表 4 酚类物质含量与添加 PEG 处理产气量的提高率之间的相关分析

Table 4 Correlation analysis among condensed tannin and gas production increased level with PEG in vitro

酚类物质 Condensed tannin	产气量 GP							
	3 h	12 h	24 h	36 h	48 h	60 h	72 h	96 h
总酚 TP	0.201	0.294	0.390	0.405	0.522	0.611	0.676	0.697
简单 SP	-0.131	-0.275	-0.242	-0.284	-0.329	-0.366	-0.429	-0.443
单宁 T	0.101	0.255	0.305	0.335	0.470	0.563	0.650	0.679
缩合单宁 CT	0.423	0.674	0.831 *	0.867 *	0.881 *	0.713	0.736	0.778

* 表示相关显著 ($P < 0.05$)。Means significant correlation ($P < 0.05$)。

3 讨论

高寒牧草和灌木的粗蛋白含量、代谢能及热值较高^[1,10]。由于其生长生境各异,本试验中几种灌木粗蛋白含量为 51~143 g/kg (DM),比 Hove 等^[14]和 Dalzell 等^[15]报道的 200 和 250~330 g/kg 略低。而藏沙棘、锦鸡儿和绣线菊粗蛋白含量与 Leng^[16]报道的结果相一致。加拿大国家研究委员会(NRC)资料表明^[17],对于反刍动物生产其所需的蛋白含量为 12%~25%,假设大部分的蛋白是可消化性的,那么本试验中几种高山牧草对反刍动物可提供较为丰富的蛋白质供应。

在抗营养方面,酚类物质中的缩合单宁是动物的主要抗营养因素之一。饲料中单宁含量较高时,会影响动物

对蛋白质、纤维素、淀粉和脂肪的消化,降低饲料的营养价值。蛋白质消化率的降低主要由于单宁容易与蛋白质形成不易消化的复合物,降低蛋白质的利用率。本试验中粗蛋白含量和产气量之间存在不显著的相关性,因此在所测的几种饲草中,其粗蛋白对产气量的影响不大,这与汤少勋等^[18]对牧草研究的结果不一致,表明不同牧草品种体外发酵产气特性存在较大的差异。但缩合单宁对产气量的影响似乎较为显著($P < 0.05$),酚类物质的含量及缩合单宁与产气量之间存在不显著的负相关关系(表3),这与Long等^[19]研究结果一致。高山绣线菊在0~36 h随PEG的添加,产气量增加,但36 h后几乎无任何明显的变化,表明高山绣线菊所含单宁对瘤胃后期发酵影响不大,这可能由于反刍动物体内的微生物在其瘤胃和整个消化道聚集成“微生物港口”^[13],并形成一种自我保护机制,从而对饲料中的诸如单宁等抗营养因子进行降解^[11],因此对瘤胃发酵及反刍动物的生产不会产生任何负面的影响。Barahona等^[20]研究也表明,缩合单宁的含量对产气前期的影响较之于后期或整个发酵阶段的产气量更为明显。

由表1可知,鬼箭锦鸡儿和高山绣线菊含有相当水平的缩合单宁,但从产气量看,锦鸡儿单宁活性较强。窄叶鲜卑木和高山绣线菊添加PEG后产气量也无显著的提高,说明其活性较弱,具较低的蛋白束缚力^[19],干物质降解率分别为54.27%和64.39%,说明少量的单宁对瘤胃发酵有积极的影响,使瘤胃内蛋白质的降解率增加,干物质消化率提高^[21]。然而另一方面,某些饲草中的缩合单宁却对反刍动物蛋白的利用和动物体N的消化会产生一些负面作用^[10]。本试验中,藏沙棘缩合单宁含量显著高于其它灌木,但48 h干物质降解率却较其它灌木低,当添加PEG后,产气量提高了36.9%。并随培养时间的推移,产气量的增加幅度显著降低($P < 0.01$),各牧草48 h的产气提高率与缩合单宁含量的相关关系为0.936($P < 0.01$)。一方面说明饲草营养物质已经完全降解,另一方面可能是瘤胃微生物适应或克服了缩合单宁的影响作用和植物由于品种不同而所含单宁的活性也各异。

总酚、简单酚、单宁和缩合单宁及PEG-体外产气法评价富含单宁的牧草对反刍家畜的影响是可行的^[21]。本试验结果表明,单宁和缩合单宁($r^2 = 0.823, P < 0.05$)及简单酚($r^2 = 0.940, P < 0.01$)呈显著和极显著的正相关关系。但鲜卑木和高山绣线菊单宁对PEG在体外产气中很小的效应机理尚未清楚,酚类物质的含量受植物种类、季节变化和对样品的处理方法及测定方法等诸多因素的影响,因此,应对其活性做更为深入地研究,科学的用来衡量富含单宁的牧草对家畜生产的影响。

参考文献:

- [1] 龙瑞军,徐长林,胡自治,等.天祝高山草原15种饲用灌木的热值及季节动态[J].生态学杂志,1993,12(5):13-16.
- [2] 周华坤,周立,赵新全.金露梅灌丛地下生物量形成规律的研究[J].草业学报,2002,11(2):59-65.
- [3] 石山.建设灌丛草地重整我国牧区雄风[J].草业学报,2006,15(3):1-4.
- [4] Hagerman A E, Butler L G. Choosing appropriate methods and standards for assaying tannins[J]. Chem. Ecol., 1989, 15: 1795-1810.
- [5] Barry T N, Manley T R, Duncan S J. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep 4 sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin content[J]. Br.J. Nutr., 1986, 55: 123-137.
- [6] Rumbaugh M D. Breeding Bloat-safe Cultivars of Bloat Causing Legumes[C]. Proceedings of the Trilateral Workshop, 1985. 238-245.
- [7] Makkar H P S, Bluemmel M, Borowy N K. Gravimetric determination of tannins and their correlation with chemical and protein precipitation methods[J]. Sci. Food Agric., 1993, 61: 161-165.
- [8] Porter L J, Hrstich L N, Chan B G. The conversion of procyanidins and prodelpinidins to cyaniding and delphinidin[J]. Phytochemistry, 1986, 25: 223-230.
- [9] FAO/IAEA. Quantification of Tannins in Tree Foliage[M]. USA A Laboratory Manual, The 5th Internatio herbivores. American Society of Animal Production, Illinois, 2000. 130-209.
- [10] Scalbert A. Antimicrobial properties of tannins[J]. Phytochemistry, 1991, 30:3875-3883.
- [11] Makkar H P S, Blummel M, Becker K. Application of an *in vitro* gas method to understand the effects of natural plant products on availability and partitioning of nutrients[A]. In: *In Vitro* Technique for Measuring Nutrient Supply to Ruminants [C]. Proceedings of Occasional Meeting of the British Society of Animal Science. UK:University of Reading, 1997.
- [12] Bae H D, McAllister T A, Yanke J, et al. Effects of condensed tannins on endoglucanase activity and filter paper digestion by *Fibrobacter succingo* genes 585[J]. Appl. Environ. Microbiol., 1993, 59: 2132-2138.

- [13] Makkar H P S. Use of nuclear and related techniques to develop simple tannin assays for predicting and improving the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniferous tree foliage: Achievements, result implications and future research[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2005, (12): 3-21.
- [14] Hove L, Topps J H, Sibanda, *et al.* Nutrient intake and utilization by goats fed dried leaves of the shrubs legumes *Acaia angustissima*, *Calliandra calothyrsus* and *Leucaena leucocephala* as supplements to native pasture hay[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 1998, (91): 95-106.
- [15] Dalzell S A, Stewart J L, Tolera A, *et al.* Chemical composition of *Leucaena* and implications for forage quality[A]. In: S Helton H M, Gutteridge B G, Bray R A. *Leucaena* adaptation, Quality and Farming Systems[C]. Proceedings of a workshop. Canberra, Australia: Proceedings No. 86. Hanoi, Vietnam, ACIAR, 1998. 227-246.
- [16] Leng R A. Tree Foliage in Ruminant Nutrition [C]. FAO Animal Production and Health Paper, 1997. 139.
- [17] National Research Council. Nutrient Requirements of Cattle[M]. Washington, DC: Academy Press, 1996.
- [18] 汤少勋, 姜海林, 周传社, 等. 不同牧草品种对体外发酵产气特性的影响[J]. *草业学报*, 2005, 14(3): 72-77.
- [19] Long R J, Apori S O, Castro F B, *et al.* Feed value of native forage of the Tibeteau of China[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 1999, (80): 101-113.
- [20] Barahona R, Lascano C E, Cochran R, *et al.* Intake, digestion, nitrogen utilization by sheep fed tropical legumes with contrasting tannin concentration and astringence[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 1997, 75: 1633-1640.
- [21] Aerts R J, Barry T N, McNabb W C. Polyphenols and agriculture: Beneficial effects of proanthocyanidins in forages[J]. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 1999, 75: 1-12.

Determining feeding value of several Tannin rich forages in vitro in sheep

DING Xue-zhi^{1,3}, LONG Rui-jun², YANG Fu-lin⁴, SHI Hai-shan⁴, HUANG Xiao-dan⁴

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 2. College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University; Gansu Grassland Ecological Research Institute, Lanzhou 730020, China; 3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 4. College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: A study was carried out to analyze nutritive content of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), ash and phenol variance in several feeding shrubs and grasses in a Tibetan alpine meadow. Dry matter degradability (DMD) and gas production of these plants were determined using the *in vitro* gas method. The CP of *Hippophae tibetica* was 14.3% and the phenol contents in *H. tibetica*, *Potentilla fruticosa*, *Polygonum viviparum* were 42.45, 35.24, 32.98 g/kg DM respectively. Gas production of *P. viviparum*, *H. tibetica*, *D. fruticosa* and *Caragana jubata* increased by 36.9%, 38.9%, 16.4%, 8.6% respectively with added polyethylene glycol (PEG).

Key words: alpine meadow; tannins; *in vitro* gas production; polyethylene glycol (PEG)