

## 产气量法研究不同植物提取物对瘤胃体外发酵的影响

李德勇 孟庆翔 崔振亮 和立文 任丽萍\*

(中国农业大学 动物科学技术学院/动物营养学国家重点实验室,北京,100193)

**摘要** 为研究植物蜕皮甾酮、大蒜提取物、苍术提取物、桑叶提取物和牛蒡子提取物对瘤胃体外发酵的影响,试验利用体外产气量法设对照组(未添加组)和5个试验组,每种植物提取物的添加水平为1.5%,测定了发酵24和48 h的DM消化率以及发酵96 h的发酵参数。结果显示:1)和对照组相比,各试验组24 h DM消化率无显著性差异( $P>0.05$ ),植物蜕皮甾酮和大蒜提取物组48 h的DM消化率显著高于对照组( $P<0.05$ );2)各植物提取物对96 h产气量、理论最大产气量以及产气速率均无显著性影响( $P>0.05$ );3)各组之间pH无显著性差异( $P>0.05$ );植物蜕皮甾酮、桑叶提取物和苍术提取物组的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度显著低于对照组( $P<0.05$ );植物蜕皮甾酮和桑叶提取物显著降低了总挥发酸浓度( $P<0.05$ ),而牛蒡子提取物显著提高了总挥发酸浓度( $P<0.05$ );各提取物均降低乙酸摩尔比,升高了丙酸的摩尔比,但差异不显著( $P>0.05$ )。添加上述提取物能够降低体外发酵 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度、提高48 h DM消化率,可以一定程度的改善瘤胃发酵模式。

**关键词** 植物提取物; 产气量; 瘤胃消化率; 瘤胃发酵

中图分类号 S 816.7

文章编号 1007-4333(2014)02-0143-07

文献标志码 A

## Effects of different plant extracts on rumen fermentation *in vitro* by using gas production technique

LI De-yong, MENG Qing-xiang, CUI Zhen-liang, HE Li-wen, REN Li-ping\*

(College of Animal Science and Technology / State Key Laboratory of Animal Nutrition, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

**Abstract** This study was to evaluate the effects of plant ecdysterone (PE), garlic extract (GE), atractylis extract (AE), mulberry leaf extract (ME), burdock extract (BE) on the rumen fermentation *in vitro* by using gas production technique. The plant extracts were added at the level of 1.5% (DM) and the DM digestibility of fermentation at 24 h and 48 h and fermentation parameters of 96 h fermentation were measured. The results showed that the plant extracts had a tendency to increase the 24 h DM digestibility ( $P = 0.43$ ). The PE and GE could significantly increased the digestibility ( $P<0.05$ ); there was on difference in gas production for all the groups; all plant extracts did not change the pH of rumen fluid; the PE, ME and AE significantly reduced  $\text{NH}_3\text{-N}$  concentration ( $P<0.05$ ); the PE, GE and ME significantly reduced the total volatile fatty acid (TVFA) concentration, while BE significantly increased TVFA concentration ( $P<0.05$ ); all plant extracts were reduced the proportion of acetic acid and the ratio of acetic and propionic acid, whereas the proportion of propionic acid was increased, but the difference was not significant ( $P>0.05$ ). It is concluded that the plant extracts could increase 48 h DM digestibility and decrease  $\text{NH}_3\text{-N}$  concentration.

**Key words** plant extracts; gas production; rumen digestibility; rumen fermentation

为提高反刍动物的生产性能,从营养学角度研究开发利用瘤胃调控剂对反刍动物进行营养调控。20世纪50年代开始在改善反刍动物瘤胃发酵时引入了抗生素,众多研究显示,抗生素在提高饲料消化

率、增加小肠蛋白流量、抑制甲烷生成等方面效果显著,极大的提高了反刍动物的生产性能<sup>[1-2]</sup>,而对其效果的盲目追求却带了抗生素的过度使用。据统计,我国每年抗生素原料生产量约21万t,其中有

收稿日期:2013-07-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31172231);国家肉牛牦牛产业技术体系(CARS-38);北京市共建项目(201202910411136)

第一作者:李德勇,硕士研究生,E-mail:lidayong200713@126.com

通讯作者:任丽萍,教授,博士生导师,主要从事动物营养与饲料研究,E-mail:renlp@cau.edu.cn

9.7万t的抗生素用于畜禽养殖。伴随着抗生素的滥用,药物残留及抗药性等问题也凸现出来。有研究表明<sup>[3]</sup>,长期使用四环素会严重损害畜禽机体免疫细胞的功能,抑制细胞免疫和体液免疫,降低畜禽的免疫力和抗病力。抗生素的长期使用造成了其在动物性产品中的药物残留,人们长时间食用会引起过敏反应、降低身体的免疫力、造成体内正常菌群失调等<sup>[4]</sup>,给人类身体带来严重影响。近年来,丹麦、美国和欧盟等相继出台了禁止使用促生长抗生素的法律法规,这对我国的畜禽养殖业带来了严峻挑战<sup>[5]</sup>。因此,寻求抗生素的替代品成为近年来动物营养学研究的重要内容之一。

植物提取物通常含有一种或多种具有营养调控作用的活性成分,众多研究表明,某些植物提取物能够提高动物的采食量和饲料转化率、抑制甲烷生成、改善瘤胃发酵以及改善畜产品品质等作用<sup>[6]</sup>。目前,植物提取物作为一种绿色饲料添加剂成为国内外学者研究的热点。

植物蜕皮甾酮、大蒜提取物、苍术提取物、桑叶提取物和牛蒡子提取物等富含生物活性物质,也有研究表明<sup>[6]</sup>,大蒜素(油)、桑叶提取物对反刍动物营养有调控作用,但关于植物蜕皮甾酮、苍术提取物、桑叶提取物和牛蒡子提取物的体外试验未曾有报道。本研究利用产气量法研究5种植物提取物对瘤胃体外发酵的影响,以期进一步了解其作用机理,旨在为植物提取物添加剂的开发提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

本试验在北京市大兴区肉牛中心基地进行。植物蜕皮甾酮(Plant Ecdysterone, PE)(HPLC测定质量分数95%)购自陕西康盛生物科技有限公司。牛蒡子提取物(Burdock Extract, BE;提取质量比为10:1),苍术提取物(Atractylis Extract, AE;提取质量比为5:1),大蒜提取物(Garlic Extract, GE;大蒜素质量分数3%),桑叶提取物(Mulberry Leaf Extract, ME;提取质量比10:1)均购自西安源森生物科技有限公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 试验动物及基础日粮

3头体重约为400kg、装有永久性瘤胃瘘管的西门塔尔牛(2岁半)作为瘤胃液供体动物。供体动

物的预饲日粮由精料和粗料组成,饲粮精粗质量比为50:50。日粮配置参照2004年中国肉牛饲养标准,日粮配方及营养水平见表1。试验牛每天限量饲喂2次(8:00和16:00),自由饮水。试验前供体牛预饲1周。同时取一定量的饲料样品经风干后粉碎过1mm筛作为发酵底物。

表1 日粮配方及营养水平

Table 1 Ingredients and chemical composition of the diet

项目 Item	含量 Content
饲料组成 Feed composition	
$\omega$ (玉米青贮)/% Corn silage	42.0
$\omega$ (啤酒糟)/% Brewer's grains	8.1
$\omega$ (玉米)/% Corn	41.5
$\omega$ (棉籽饼)/% Cotton seed cake	6.8
$\omega$ (石粉)/% Limestone	0.2
$\omega$ (磷酸氢钙)/% $\text{CaHPO}_4$	0.3
$\omega$ (食盐)/% Salt	0.5
$\omega$ (预混料)/% Premix	0.7
营养水平 Chemical composition	
$\omega$ (粗蛋白)/% Crude protein	11.0
$\omega$ (钙)/% Ca	0.4
$\omega$ (磷)/% P	0.3
代谢能/(MJ/kg) Metabolizable energy	10.7

#### 1.2.2 试验设计

产气量试验采用单因子试验设计,设无添加对照组(NE)和处理组,其中各试验组提取物按照1.5%(DM)水平添加,每个处理3个重复。发酵至96h后收集样品并测定培养液的pH、VFA和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 。

DM消化率测定采用纤维袋法,设无添加组为对照和试验组,其中每个样品3个重复,每个重复2个袋。分明测定发酵24和48h的DM消化率。

### 1.3 体外培养

#### 1.3.1 人工瘤胃培养液的配制

按照文献<sup>[7]</sup>的活体外产气量法进行配制,由瘤胃液和人工培养液以1:1的比例配合而成。人工培养液于瘤胃液采集前配好装入接受瓶中,充分通入 $\text{CO}_2$ 并于39℃水浴中保存。瘤胃液取自晨饲前的3头供体瘘管牛,采集到的瘤胃液迅速用四层纱布过滤于接受瓶中,立即放入到39℃水浴中保存。

#### 1.3.2 DM消化率的测定

准确称量1g(准确至0.0001g)样品装入纤维袋(中国农业大学肉牛研究中心研制),封口机封口。

同时称量3个空纤维袋作为空白对照。将封好口的纤维袋放入100 mL玻璃培养管中。经充分预热后,向培养管内通入CO<sub>2</sub>,同时用自动分样器向各培养管注入70 mL人工瘤胃培养液,迅速盖好橡胶盖,放入39 °C恒温水浴培养箱中培养。

### 1.3.3 人工瘤胃产气量法

准确称量0.2 g饲料样品置于100 mL玻璃培养管中,以不加发酵底物的培养管作为空白对照管。样品管经39 °C预热后加入30 mL保存于39 °C水浴中的经CO<sub>2</sub>充分饱和的人工瘤胃培养液,排出培养液中气泡,密封,记录初始刻度后置于39 °C恒温水浴培养箱中培养。分别记录0、2、4、6、8、10、12、18、24、30、36、42、48、54、60、72、84和96 h的气体产生量(mL)。

### 1.4 样品采集及测定

待发酵至24和48 h时,取出测定DM消化率的培养管,放入冰水中终止发酵。然后取出各纤维袋洗净,置于105 °C烘箱中烘12 h后称重,计算DM消化率。

待发酵至96 h时,用冰水终止发酵后迅速排出培养管中的发酵液,用pH计(雷磁PHS-3C型精密pH计,精度为0.01,上海雷磁仪器厂生产)测定发酵液pH。然后将发酵液离心(10 000g,10 min)后,取1 mL上清液,加入25%偏磷酸溶液0.2 mL,混匀,冷冻过夜后,10 000g离心10 min,取上清液供

VFA<sup>[8]</sup>;另取一部分上清液用于NH<sub>3</sub>-N测定<sup>[9]</sup>。

### 1.5 数据分析

采用Excel软件进行原始数据处理,计算24和48 h DM消化率以及发酵底物各培养时间点(0.2 g,DM)的产气量和发酵参数。根据动态发酵模型,采用SAS9.0软件中NON-LINEAR方法计算动态发酵参数。该模型为 $GP = B \times (1 - e^{-ct})$ ,式中:GP为t时间点0.2 g发酵底物(DM)的产气量(Gas production,GP),mL;B为0.2 g发酵底物(DM)的理论最大产气量(Predicted maximum GP),mL;c为样本的产气速率,h<sup>-1</sup>;t为活体外培养时间,h。并采用SAS9.0中的GLM方法对DM消化率、动态发酵参数和体外发酵参数(pH、NH<sub>3</sub>-N和VFA)进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 植物提取物对底物DM消化率的影响

表2所示为植物提取物对发酵底物24和48 h体外发酵DM消化率的影响。和对照组相比,各植物提取物组24 h DM消化率没有显著差异( $P > 0.05$ ),但蜕皮甾酮组(PE)、苍术提取物组(AE)和牛蒡子提取物组(BE)消化率数值上有提高;当发酵至48 h时,植物蜕皮甾酮组(PE)和大蒜提取物组(GE)较对照组均显著提高( $P < 0.05$ ),其余各试验组差异不显著( $P > 0.05$ )。

表2 植物提取物对发酵底物DM消化率的影响

Table 2 Effects of plant extracts on DM digestibility( $n=3$ )

%

发酵时间/h Fermentation time	NE	PE	GE	AE	ME	BE	SEM	P value
24	22.08	23.61	22.08	23.26	23.05	23.77	0.65	0.43
48	29.32 c	35.38 a	32.94 ab	29.74 bc	31.24 bc	31.87 bc	1.02	0.0002

注:同行不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。下表同。

Note: Values followed by the different letters in the same line are significant at 0.05 levels. The same as follows.

### 2.2 植物提取物对发酵96 h产气特性的影响

表3所示为植物提取物对发酵底物96 h产气特性的影响。由表中数据可知,和对照组比较,5种提取物对体外发酵96 h产气量均无显著影响( $P > 0.05$ ),但植物蜕皮甾酮组(PE)和桑叶提取物组(ME)96 h产气量均有所降低,大蒜提取物组(GE)、苍术提取物(AE)以及牛蒡子提取物组(BE)96 h产气量均有提高的趋势( $P$ 值分别

为0.66、0.61和0.95);对于理论最大产气量值(B),各试验组和对照组均没有显著差异,同时,各植物提取物组对产气速率也无显著影响( $P > 0.05$ )。

由图1可知,和对照组相比,植物蜕皮甾酮组(PE)组和桑叶提取物组(ME)组随着时间的延长,产气量略有下降,但差异不显著,其余各试验组均没有显著差异。

表3 植物提取物对发酵底物96 h产气参数的影响  
Table 3 Effects of plant extracts on 96 h gas production

指标 Index	NE	PE	GE	AE	ME	BE	SEM	<i>P</i> value
96 h 产气量/mL 96 h GP	47.06	43.98	47.90	48.05	45.06	47.18	1.17	0.282
理论最大产气量/mL Predicted maximum GP	44.13	42.40	46.06	46.20	42.73	45.88	0.998	0.151
产气速率/h <sup>-1</sup> Rate of GP	0.058	0.055	0.056	0.058	0.059	0.054	0.004	0.740

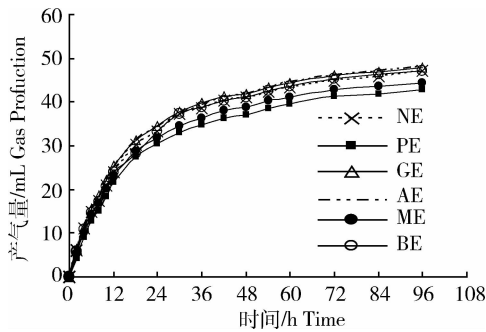


图1 植物提取物对发酵底物产气动态的影响  
Fig. 1 Effects of plant extracts on gas production

### 2.3 植物提取物对发酵96 h发酵参数的影响

表4所示为植物提取物对发酵底物96 h发酵参数的影响。由表可知,各试验组的pH和对对照组相比,差异均不显著( $P > 0.05$ );和对对照组相比,各试验组的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度均有所降低,其中植物蜕皮甾酮组(PE)、桑叶提取物组(ME)降低显著( $P < 0.05$ );与对对照组比较,牛蒡子提取物组(BE)的TVFA浓度升高,但差异不显著( $P > 0.05$ ),其余各提取物组均降低,其中植物蜕皮甾酮组(PE)和桑叶提取物组(ME)显著降低( $P < 0.05$ );和对对照组相比,牛蒡子提取物组(BE)的乙酸(ACE)摩尔比提

表4 植物提取物对发酵底物96 h发酵参数的影响  
Table 4 Effects of plant extracts on fermentation

指标 Index	NE	PE	GE	AE	ME	BE	SEM	<i>P</i> value
pH	6.96	6.93	6.90	6.88	6.89	6.88	0.01	0.36
氨态氮质量浓度/(mg/100 mL) $\text{NH}_3\text{-N}$	81.28 a	71.24 b	80.48 ab	75.72 b	70.24 b	77.91 ab	4.05	$< 0.001$
总挥发酸浓度/(mmol/L) Total VFA	51.12 ab	42.61 c	45.12 bc	48.23 abc	42.68 c	52.39 a	1.97	0.034
挥发酸摩尔比/% VFA molar proportion								
乙酸 ACE	57.59	56.26	56.08	56.30	56.60	59.44	1.39	0.260
丙酸 PROP	21.80	22.49	24.44	22.79	22.78	21.60	0.23	0.360
丁酸 BUTY	7.90	8.01	8.04	7.87	7.74	7.17	0.15	0.441
异丁酸 ISOB	3.12	3.64	3.58	3.46	2.91	3.15	0.09	0.563
异戊酸 ISOV	6.30 ab	6.35 ab	6.62 a	6.25 ab	6.00 ab	5.68 b	0.17	0.046
戊酸 VAL	3.29	3.23	3.25	3.33	2.97	2.98	0.05	0.503
$x(\text{乙酸}) : x(\text{丙酸})$	2.64	2.50	2.50	2.47	2.69	2.76	0.10	0.219
$x(\text{ACE}) : x(\text{PROP})$								

注:同行不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Values followed by the different letters in the same line are significant at 0.05 levels.

高,但差异不显著( $P>0.05$ ),其余各试验组均降低;牛蒡子提取物组(BE)的丙酸摩尔比低于对照组,其余各组均高于对照组,但差异不显著( $P>0.05$ );和对照组比较,各试验组的乙酸、丙酸摩尔比的比值均降低,但差异不显著( $P>0.05$ );各试验组对小酸(异丁酸、丁酸、异戊酸和戊酸)的摩尔比均无显著性影响( $P>0.05$ )。

### 3 讨论

#### 3.1 植物提取物对发酵底物瘤胃 DM 消化率的影响

饲料瘤胃 DM 降解率反映了动物对饲料的利用程度,DM 降解率高即表明其在瘤胃内利用程度更高,因此,DM 瘤胃降解率是评价饲料营养价值的重要指标<sup>[10]</sup>。众多研究显示植物提取物能够提高动物饲料消化率,目前报道的主要是植物提取物通过能够改善瘤胃微生物区系,增加有益于瘤胃降解的微生物菌群数量而提高饲料效率<sup>[6]</sup>。

由表 2 可知,发酵 24 h 时,植物蜕皮甾酮对 DM 消化率没有显著影响,当发酵至 48 h 时,植物蜕皮甾酮组的 DM 消化率显著高于对照组,由此推断,植物蜕皮甾酮在提高 DM 消化率时可能存在一定的延迟效应。此试验结果与前人的试验结果一致<sup>[11]</sup>,其将蜕皮甾酮以 0.02% 添加到发酵底物中,发酵 24 h 后 DM 消化率由 38% 提高到 41.3%。同时,魏曼琳<sup>[11]</sup>证明了植物蜕皮甾酮具有抑制甲烷产生的趋势,结合先前植物提取物抑制甲烷产生的报道<sup>[12]</sup>,蜕皮甾酮可能具有调控瘤胃微生物区系的作用。有报道显示<sup>[13]</sup>,蜕皮素(另一种蜕皮激素)具有抑制消化道原虫的作用,但本试验未对微生物区系进行测定,对其作用机制还需进一步的研究。

大蒜提取物对 24 h DM 消化率无显著影响,而发酵至 48 h 时的显著高于对照组。Kongmun 等<sup>[14]</sup>的试验得到了相同的结果,其将 16 mg 大蒜油添加到 200 mg 发酵底物中(添加比例达到 8%),发酵 48 h 的 DM 消化率(51.5%)显著高于对照组(34.7%)。结合本试验的添加比例(1.5%)及试验结果,推断大蒜提取物在提高 DM 消化率的时候可能存在一定的剂量效应。陆燕等<sup>[15]</sup>将大蒜油以 6.7% 的比例添加到发酵底物中,在不影响产气量的基础上显著增加了产琥珀酸丝状杆菌和溶纤维丁酸弧菌的数量。而产琥珀酸丝状杆菌和溶纤维丁酸弧菌是瘤胃内降解纤维的 2 种主要微生物。大蒜提取物可能正是通过改善瘤胃微生物区系达到提高 DM

消化率的效果。

桑叶自身作为一种青绿饲料能够改善瘤胃生态环境,增加瘤胃内纤维分解菌在纤维物质上的附着,促进其繁殖,从而达到提高秸秆等粗饲料的采食量和消化率<sup>[16]</sup>。另外,桑叶提取物中还含有丰富的天然活性物质,如多糖类、多酚类和挥发油类等。有研究显示多糖能够改善动物肠道的微生物菌群和提高动物的生长性能<sup>[17-18]</sup>。McIntosh 等<sup>[19]</sup>报道挥发油能够增加瘤胃内白色瘤胃球菌、产琥珀酸丝状杆菌和溶纤维丁酸弧菌的数量。本试验中桑叶提取物对 DM 消化率没有显著影响,可能是因为此次选购的提取物是按照 10:1 的比例粗提取的,导致多酚、挥发油等活性物质纯度较低。另有苏海涯<sup>[20]</sup>试验报道,棉籽饼等饼粕类与桑叶组合时,当饼粕类占 60% 和 80% 时,桑叶便与之产生负组合效应。本试验所配精料中添加了棉籽饼,这可能导致其与桑叶提取物产生一定的负相应而最终影响了其作用。

牛蒡子含有丰富的菊糖、蛋白质、钙和磷等物质,具有很高的营养价值,其提取物中富含挥发油、多酚等活性物质<sup>[21]</sup>;而苍术作为一种常用药材,其提取物中含有丰富的挥发油等活性成分<sup>[22-23]</sup>。挥发油属于脂类,它可以与细菌的细胞膜相互作用而破坏细胞膜的结构,从而选择性地抑制瘤胃内某些微生物的生长繁殖。众多研究显示,挥发油能够抑制瘤胃内甲烷菌和原虫数量从而提高反刍动物的生长性能和改善瘤胃发酵<sup>[24-25]</sup>。目前关于牛蒡子提取物和苍术提取物在动物营养中的应用未见有报道,大多研究报告都集中在其抑菌作用上。本试验结果显示牛蒡子及苍术提取物具有提高 DM 消化率的趋势,可能是因为其中含有的挥发油选择性的改善了瘤胃微生物区系。

#### 3.2 植物提取物对发酵 96 h 产气量的影响

由表 3 可知,大蒜植物提取物对体外产气量、理论最大产气量和产气速率均无显著影响,这与 Kongmun 等<sup>[14]</sup>和陆燕等<sup>[15]</sup>的试验结果一致。关于苍术提取物和牛蒡子提取物对瘤胃体外发酵的影响未见有报道,仅有少数报道介绍了它们含有的主要活性成分及其药理学作用,例如挥发油、多酚类等<sup>[21-22]</sup>。Salema 等<sup>[26]</sup>的研究显示多酚类能够调控反刍动物的瘤胃发酵,因此,可能是苍术提取物和牛蒡子提取物含有的这类活性成分改善了体外发酵。本试验中植物蜕皮甾酮和桑叶提取物对体外发酵产气量也没有显著影响,这与魏曼琳<sup>[11]</sup>的试验结果一

致。Menke 等<sup>[27]</sup>研究显示,饲料中有机物的消化率和体外培养的产气量具有高度相关性,产气量越高,表明有机物在瘤胃内的降解率越高。本试验中植物蜕皮甾酮和大蒜提取物显著提高了 48 h DM 消化率,但对产气量确没有促进效果。可能是有些降解快或降解率高的物质并不产气或者产气很少的缘故。

### 3.3 植物提取物对发酵 96 h 发酵参数的影响

5 种提取物均降低了发酵后  $\text{NH}_3\text{-N}$  的浓度,其中植物蜕皮甾酮、苍术提取物和桑叶提取物处理组达到显著降低的程度( $P < 0.05$ )。瘤胃  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度取决于瘤胃微生物分解含氮物质产生  $\text{NH}_3$  的速度及其利用  $\text{NH}_3$  合成微生物蛋白的速率<sup>[28]</sup>。本试验所选植物提取物均能不同程度的降低  $\text{NH}_3\text{-N}$  的浓度,同时表现出提高 DM 消化率的应用效果。因此,说明这几种提取物可能是通过促进瘤胃微生物利用  $\text{NH}_3\text{-N}$  转化为微生物蛋白质而降低其浓度。

牛蒡子提取物组的总挥发性脂肪酸、乙酸摩尔比均高于对照组,其余各试验组都低于对照组,其中植物蜕皮甾酮组和桑叶提取物组差异显著,这和它们对产气量的影响是一致的。各试验组对丙酸摩尔比虽无显著影响,但都有提高丙酸摩尔比的趋势,同时各试验组乙酸与丙酸摩尔比的比值均低于对照组。各植物提取物对小酸(异丁酸、丁酸、异戊酸和戊酸)摩尔比虽然有提高的趋势,但均无表现出显著影响。此结果与魏曼琳等关于植物蜕皮甾酮和桑叶提取物的试验结果表现一致。瘤胃内乙酸主要来自于细菌和真菌对粗纤维的分解,而丙酸则来自于原虫和细菌对淀粉和脂肪等精料的降解。Kamra 等<sup>[29]</sup>报道无患子的乙醇提取物能够显著降低原虫数量同时降低乙酸与丙酸摩尔比;陆燕等<sup>[15]</sup>证明大蒜油能够降低甲烷菌、原虫、真菌以及白色瘤胃球菌的数量,而且降低了乙酸摩尔浓度同时提高了丙酸摩尔浓度。Eugene 等<sup>[30]</sup>分析 90 个关于去原虫对瘤胃发酵影响的试验数据时发现,去原虫能够提高丙酸摩尔比,同时能够降低瘤胃  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度而增加十二指肠微生物氮的流量。另有研究报道饲喂桑叶和含有植物蜕皮甾酮的植物对某些微生物具有一定的抑制作用<sup>[31]</sup>,同时有试验证明蜕皮素(另一种蜕皮激素)可通过抑制消化道内原虫的生长而提高动物的生产性能<sup>[13]</sup>。因本试验并未对气体成分和微生物种群及数量进行取样测试,对其作用机制和对微生物菌群的影响尚待进一步研究。

目前,对于植物提取物在反刍动物生产中的应用研究,主要是通过体外模拟瘤胃内环境的试验方法来完成,例如产气量法、连续培养等。虽然体外法能够直观的反映提取物对瘤胃发酵的调控效果,但反刍动物的瘤胃内环境复杂,影响因素多,变化快,体内环境和体外环境存在着较大的差异,已有报道动物饲养试验的效果并没有体外试验显著。Zhou 等<sup>[32]</sup>将茶皂苷添加到湖羊饲料中,添加的前 6 h 内表现出很好的抑制甲烷生成的作用,但 10 h 后甲烷产量逐渐恢复到对照组水平。可能是植物提取物因其自身不稳定,在瘤胃内被微生物逐渐降解,或是随着时间延长,微生物对提取物产生了抗性和适应性,导致达不到预期的添加效果。但关于其稳定性的研究少有报道,其作用机理有待进一步的试验研究。

## 4 结 论

添加植物蜕皮甾酮、大蒜提取物、苍术提取物、桑叶提取物和牛蒡子提取物能够降低体外发酵  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度、提高 48 h DM 消化率,同时能够一定程度的影响瘤胃发酵模式。

## 参 考 文 献

- [1] Byarugaba D K, Bach A, Animut G, et al. A view on antimicrobial resistance in developing countries and responsible risk factors[J]. *Int J Antimicrob Ag*, 2004, 24: 105-110
- [2] Devant M, Anglada A, Bach A, et al. Effects of plant extract supplementation on rumen fermentation and metabolism in young Holstein bulls consuming high levels of concentrate[J]. *Anim Feed Sci Tech*, 2007, 137: 46-57
- [3] Wu N, Qiao M, Zhang B, et al. Abundance and diversity of tetracycline resistance genes in soils adjacent to representative swine feedlots in China[J]. *Environ Sci Technol*, 2010, 44: 6933-6939
- [4] Hur J, Jawale C, Lee J H. Antimicrobial resistance of Salmonella isolated from food animals; A review[J]. *Food Res Int*, 2012, 45(2): 819-830
- [5] Casewell M, Bach A. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health[J]. *J Antimicrob Chemoth*, 2003, 52: 159-161
- [6] 李德勇, 孟庆翔, 任丽萍, 等. 植物提取物在反刍动物营养中的应用[J]. *动物营养学报*, 2012, 24(11): 2085-2091
- [7] Menke K H, Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid [J]. *Animal Research Development*, 1979, 28: 7-55
- [8] 代俊芳, 孟庆翔, 周振明, 等. 硝态氮添加水平对体外瘤胃发酵

- 和微生物合成效率的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(16): 3418-3424
- [9] Broderick G A, Kang J H. Automated simultaneous determination of ammonia and amino acids in ruminal fluids and *in vitro* media[J]. J Dairy Sci, 1980, 63: 64-75
- [10] 杨信, 黄勤楼, 夏友国, 等. 反刍动物瘤胃物质降解研究进展[J]. 家畜生态学报, 2010, 31(1): 8-12
- [11] 魏曼琳. 三种植物提取物对肉牛生长性能、胴体品质和免疫功能的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2012
- [12] Bodas R. *In vitro* screening of the potential of numerous plant species as antimethanogenic feed additives for ruminants[J]. Anim Feed Sci Tech, 2008, 145(1/4): 245-258
- [13] Slama K, Koudela K, Tenora J, et al. Insect hormones in vertebrates: Anabolic effects of 20-hydroxyecdysone in Japanese quail[J]. Experientia, 1996, 52(7): 702-706
- [14] Kongmun P, Wapanat M, Pakdee P, et al. Effect of coconut oil and garlic powder on *in vitro* fermentation using gas production technique[J]. Livest Sci, 2010, 127: 38-44
- [15] 陆燕, 林波, 王恬, 等. 大蒜油对体外瘤胃发酵、甲烷生成和微生物区系的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(2): 386-392
- [16] 程妮, 刁维毅. 桑叶的营养特性及其在畜牧业中的应用[J]. 饲料工业, 2005, 26(17): 49-51
- [17] 李万坤, 郭福存, 赵兴绪. 天然免疫活性多糖替代抗生素添加剂的作用研究[J]. 家畜生态学报, 2007, 28(1): 10-17
- [18] 余亮彬, 戴益刚. “植物多糖”多生长猪饲喂效果的观察[J]. 中国畜禽种业, 2006(4): 27-28
- [19] McIntosh F M, Williams P, Losa R, et al. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism[J]. Appl Environ Microb, 2003, 69(8): 5011-5014
- [20] 苏海涯. 反刍动物日粮中桑叶与饼粕类饲料间组合效应的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2004
- [21] 弥春霞, 姜明, 任玉兰. 野生牛蒡根提取物的抑菌作用研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(33): 18765-18767
- [22] 曾志, 叶雪宁, 庞世敏, 等. 北苍术和茅苍术挥发油成分的比较[J]. 应用化学, 2012, 29(4): 470-476
- [23] 孟青, 冯毅凡, 郭晓玲. 苍术有效部位化学成分的研究[J]. 中草药, 2004, 35(2): 140-141
- [24] Calsamijlia S, Busquet M, Cardozo P W, et al. Invited review: Essential oil as modified of rumen microbial fermentation[J]. J Dairy Sci, 2007, 90: 2580-2595
- [25] Devant M, Anglada A, Bach A. Effects of plant extract supplementation on rumen fermentation and metabolism in young Holstein bulls consuming high levels of concentrate[J]. Anim Feed Sci Tech, 2007, 137: 46-57
- [26] Salem A Z M, Olivares M, Lopez S, et al. Effect of natural extracts of *Salix babylonica* and *Leucaena leucocephala* on nutrient digestibility and growth performance of lambs[J]. Anim Feed Sci Tech, 2011, 170: 27-34
- [27] Menke K H, Raab L, Salewski A, et al. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*[J]. J Agric Sci, 1979, 93: 217-222
- [28] 蒋桂梅, 刘强, 罗雄. 丙酸镁对西门塔尔牛瘤胃液 pH 和氨态氮浓度的影响[J]. 中国饲料, 2010, 10: 24-26
- [29] Kamra D N, Neeta A, Chaudhary L C. Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds[J]. International Congress Series, 2006, 1293: 156-163
- [30] Eugene M, Archimede H, Sauvant D. Quantitative meta-analysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants[J]. Livest Prod Sci, 2004, 85: 81-97
- [31] Ratanapo S, Ngamjunyapom W, Chulavatnatol M. Interaction of a mulberry leaf lectin with a phytopathogenic bacterium, *P syringae pv mori*[J]. Plant Sci, 2001, 160: 739-744
- [32] Zhou Y Y, Mao H L, Jiang F, et al. Inhibition of rumen methanogenesis by tea saponins with reference to fermentation pattern and microbial communities in Hu sheep [J]. Animal Feed Science and Technology, 2011, 166-167: 93-100

责任编辑: 苏燕