



## 压力传感器产气体系与注射器产气体系 24 h产气量相互转换模型的验证研究

作者:张吉鹏 刘建新

期号:2007年第11期

**摘要** 研究采用压力传感器产气技术(RPT),实测了稻草、玉米秸分别与不同比例(0、20%、40%、60%、80%与100%)苜蓿(AH)组合在24 h的产气量与有机物消化率(OMD),并通过比较实测的OMD与基于注射器体系既有模型所估测的OMD间差异的显著性,来验证RPT体系中24 h产气量(GP压)转换为注射器体系中24 h产气量(GP注)的关系模型( $GP_{注}=1.2628 GP_{压}+6.2592$ )的准确性。结果表明:各组OMD实测值与模型计算值经t检验差异不显著( $P>0.05$ )。研究从OMD指标上验证了注射器体系与RPT体系24 h产气量相互转换的关系模型。

**关键词** 体外产气;注射器体系;压力传感器体系;有机物消化率

中图分类号 S816.5

体外产气法是评定反刍动物饲料营养价值、饲料间的组合效应以及饲料中所含次生代谢物的作用等的有效方法,快速、省时、省力,一个批次能进行大量样本的测定,重复性好,且不需要大量的试验动物。Menke等(1979)所建立的注射器技术和Theodorou等(1994)建立并经Mauricio等(1999)改进的压力传感器技术(Reading Pressure Technique, RPT)是目前世界上用得比较广的两种体外产气技术。与注射器技术相比,RPT体系读数既快又精确,特别是取样可以反复多次进行而不需要终止培养,近年来日益被广泛使用。此外,该体系所使用的设备价格低廉,更适合发展中国家使用。

Menke等(1979)的注射器技术由于相对较早的应用历史,已建立起了用产气量等指标预测饲料消化率和代谢能的模型,这些模型已被反刍动物营养学家所普遍认可。为使这些模型也可用于传感器技术以及直接比较这种技术的产气量,Dun等(2006)建立了这两种体外产气技术24 h产气量间的相关模型。由于Dun等(2006)在试验时用于体外培养的基质包含有低质量和高质量的中性洗涤纤维(NDF),且这些NDF又与淀粉组合的比例范围较宽,具有广泛性与代表性,适用于大多数饲料。利用Dun等(2006)所建立的模型,可将RPT体系所测定的产气量转换为基于注射器体系的产气量,从而进行直接比较,进而利用注射器体系中的一些公式和模型计算饲料样品的有机物消化率(OMD)与代谢能(ME)等营养参数。尽管如此,Dun等(2006)所建立模型的广泛应用,还是需要进一步的验证。本研究设计了两个试验,分别将两种秸秆(稻草与玉米秸)与不同比例的苜蓿混合培养,测定其24 h的产气量与有机物消化率,来评估Dun等(2006)建立的模型所预测OMD的准确性。

### 1 材料与与方法

#### 1.1 试验材料

体外批次培养发酵用稻草与苜蓿均取自浙江大学动物科学学院试验牧场,玉米秸取自内蒙古畜牧科学院动物营养研究所试验牧场。上述材料粉碎过40目筛,用作常规化学成分分析与体外产气试验。

#### 1.2 化学成分分析

试验所用稻草、玉米秸与苜蓿中干物质(DM)、粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)和粗灰分(Ash)的测定依据AOAC(1990)的方法进行,而中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)和酸性洗涤木质素(ADL)则采用Van Soest等(1991)的方法进行测定。体外培养所用稻草(RS)、玉米秸(CS)与苜蓿(AH)的常规营养成分见表1。

表1 试验用粗饲料的常规营养成分(g/kg,DM基础)

项目	DM	CP	EE	Ash	NDF	ADF	ADL
RS	913	51	1.07	127	696	492	78
CS	921	52	1.18	62	683	378	44
AH	909	212	2.46	34	437	294	63

#### 1.3 试验设计

本试验采用单因子6处理重复试验设计,稻草、玉米秸分别与苜蓿以100:0(AHR0)、80:20(AHR20)、60:40(AHR40)、40:60(AHR60)、20:80(AHR80)与0:100(AHR100)以及100:0(AHCO)、80:20(AHC20)、60:40(AHC40)、40:60(AHC60)、20:80(AHC80)与0:100(AHC100)的比例各组成6个组合,进行体外批次培养产气试验,共进行2个批次。在进行批次培养时,每个样品设3个重复,同时设1个空白对照组(无发酵样品的瘤胃液与培养液,同样3个重复)。

#### 1.4 瘤胃液供体动物

从浙江大学试验牧场选3只体况良好、体重相近[(33±2) kg]、安装有永久性瘤胃瘘管的湖羊供采集瘤胃液用。以稻草600 g/d为基础饲料,再补充苜蓿与混合精料各200 g/d。日喂2次(8:30和18:00),自由饮水,常规光照。

#### 1.5 体外批次培养试验操作

##### 1.5.1 体外批次培养装置

采用由Theodorou等(1994)建立并经Mauricio等(1999)改进的压力传感器体外产气技术进行体外批次培养,RPT主体装置由若干160 ml的产气瓶、产气瓶支架、压力传感器、带特定软件的计算机及恒温培养箱等组成,每批可培养60个样品。

##### 1.5.2 培养液的配制

本试验所用培养液的配制按照Mauricio等(1999)介绍的方法进行。

##### 1.5.3 瘤胃液的采集

根据虹吸原理,于晨饲(8:30)前2 h用导管经瘤胃瘘管从3只体重相近[(33±2) kg]的湖羊瘤胃抽取足量瘤胃液,灌入经预热达39℃并通入CO<sub>2</sub>的保温瓶中,立即盖严瓶口,迅速返回实验室。

##### 1.5.4 批次培养操作步骤

准确称取约(1 000±10) mg已按要求粉碎的待发酵底物置于产气瓶中,然后加入90 ml上述配制好的培养液(Mauricio等,1999),再向产气瓶中通入CO<sub>2</sub>气体至饱和即盖上橡皮塞,置于39℃培养箱中保存过夜。于次日将晨饲前经瘤胃瘘管真空抽取的混合瘤胃液,在实验室用四层200目尼龙布过滤后置39℃水浴箱中保存并通入CO<sub>2</sub>,同时再分别抽取10 ml瘤胃液加入到已经升温至39℃的产气瓶中并与培养液混匀。正式开始培养前,先用注射用针头将产气瓶中的多余气体放尽,然后将产气瓶置于39℃的恒温培养箱中培养。必须注意从开始取瘤胃液到分装完毕开始培养须在1 h内完成,整个操作过程及随后的培养都是在通入CO<sub>2</sub>严格的厌氧条件下进行的。

##### 1.5.5 测定方法

每个批次培养24 h,分别记录在培养后的3、6、9、12、24 h的压力,每次读数后即将瓶内的气体放掉,然后再将各时间点的压力转化为产气量,再校正为1 g有机物样品的产气量(ml),记为ml/g OM。

### 相关文章

- 不同酸度条件对紫花苜蓿叶蛋...
- 四种植物活性提取物对菜籽油...
- 不同酶解条件对豆粕降解的影...
- 两种氨基酸水杨醛席夫碱及其...
- 富含β-胡萝卜素的菌体饲料制...
- 包埋法制备凝胶珠条件的试验...
- 氧化时长对不同油脂过氧化指...
- 脂肪酸钙生产工艺参数的筛选...
- 不同铬源在高添加水平下对肉...
- 碱式碳酸铜生物效价的研究
- 脱毒油茶粕饲料在罗非鱼养殖...

### 合作伙伴



培养至24 h终止,离心后沉淀无损地转入150 ml大坩锅中,在105 ℃下烘干至恒重以测定其干物质(DM)含量,然后转入马福炉中550~600 ℃下烘至恒重测定粗灰分(Ash),从而测得培养24 h的有机物剩余量,再与培养前基质中的有机物含量相比,即可得出体外培养24 h的OMD。

## 2 结果与讨论

### 2.1 秸秆基础日粮添加不同比例苜蓿的产气量

秸秆(稻草与玉米秸)与苜蓿混合物在所测定时间点的平均产气量见表2与表3。

**表2 稻草与不同比例苜蓿混合在所测定时间点的累计产气量(ml/g OM)**

项目	AH <sub>r0</sub>	AH <sub>r20</sub>	AH <sub>r40</sub>	AH <sub>r60</sub>	AH <sub>r80</sub>	AH <sub>r100</sub>	SEM
3 h	15.5 <sup>a</sup>	18.6 <sup>a</sup>	22.1 <sup>a</sup>	25.0 <sup>b</sup>	28.2 <sup>b</sup>	30.7 <sup>b</sup>	0.85
6 h	31.6 <sup>a</sup>	38.1 <sup>a</sup>	45.5 <sup>a</sup>	51.8 <sup>b</sup>	60.2 <sup>b</sup>	63.7 <sup>b</sup>	1.48
12 h	48.7 <sup>a</sup>	60.9 <sup>a</sup>	71.7 <sup>a</sup>	79.0 <sup>b</sup>	91.4 <sup>b</sup>	96.7 <sup>b</sup>	2.14
24 h	89.7 <sup>a</sup>	104.8 <sup>a</sup>	115.8 <sup>b</sup>	127.0 <sup>b</sup>	125.6 <sup>b</sup>	131.8 <sup>b</sup>	2.96

注:同行肩标不同小写字母表示差异显著(P<0.05),相同小写字母表示差异不显著(P>0.05),表3、表4同。

注:同行肩标不同小写字母表示差异显著(P<0.05),相同小写字母表示差异不显著(P>0.05),表3、表4同。

从表2可以看出,稻草与苜蓿组合培养至24 h的产气量,自高到低的排序,“稻草-苜蓿”组合为

AHR100>AHR60>AHR80>AHR40>AHR20>AHR0,纯苜蓿组AHR100的最高,为每克OM 131.8 ml(P<0.05),但与AHR60以及AHR80的产气量差异不显著(P>0.05),与其余的3组差异显著(P<0.05);纯稻草AHR0组最低,为每克OM 89.7 ml(P<0.05),与各组合差异显著(P<0.05);AHR40与AHR20的差异也显著(P<0.05)。

表3 玉米秸与不同比例苜蓿混合在所

**表3 玉米秸与不同比例苜蓿混合在所**

测定时间点的累计产气量(ml/g OM)

项目	AH <sub>c0</sub>	AH <sub>c20</sub>	AH <sub>c40</sub>	AH <sub>c60</sub>	AH <sub>c80</sub>	AH <sub>c100</sub>	SEM
3 h	16.8 <sup>d</sup>	19.9 <sup>c</sup>	23.2 <sup>b</sup>	25.2 <sup>b</sup>	28.4 <sup>a</sup>	30.7 <sup>a</sup>	0.78
6 h	38.4 <sup>d</sup>	44.0 <sup>c</sup>	49.7 <sup>b</sup>	54.7 <sup>b</sup>	60.1 <sup>a</sup>	63.7 <sup>a</sup>	1.66
12 h	67.3 <sup>c</sup>	76.3 <sup>d</sup>	81.0 <sup>bc</sup>	87.1 <sup>bc</sup>	93.3 <sup>bc</sup>	96.7 <sup>a</sup>	2.78
24 h	111.2 <sup>b</sup>	121.1 <sup>a</sup>	130.5 <sup>a</sup>	131.2 <sup>a</sup>	131.5 <sup>a</sup>	131.8 <sup>a</sup>	3.77

由表3可见,“玉米秸-苜蓿”组合24 h产气量自高到低的排序为AHC100>AHC80>AHC60>AHC40>AHC20>AHC0, AHC100、AHC80、AHC60的结果相当接近,为每克OM 131.2~131.8 ml(P>0.05),与AHC40(每克OM 130.5 ml)组产气量的差异也不显著(P>0.05),纯玉米秸AHC0组的最低,为每克OM 111.2 ml(P<0.05)。

从两种秸秆(稻草与玉米秸)分别与苜蓿以不同比例组合的24 h产气量可以看出,产气量并不随苜蓿在混合发酵基质中比例的增加而线性增加,说明在产气量指标上存在着组合效应,使得整个混合发酵基质的产气量因秸秆(稻草与玉米秸)与苜蓿的互作得到提高。

### 2.2 体外有机物消化率(OMD)

#### 2.2.1 秸秆与不同比例苜蓿组合体外培养24 h的OMD(见表4)

**表4 秸秆(稻草、玉米秸)与不同比例苜蓿**

组合体外培养24 h的有机物消化率(%)

项目	AH0	AH20	AH40	AH60	AH80	AH100	SEM
RS: AH	33.87 <sup>a</sup>	37.74 <sup>a</sup>	40.07 <sup>bc</sup>	42.61 <sup>bc</sup>	43.53 <sup>bc</sup>	45.12 <sup>a</sup>	1.138 4
CS: AH	34.48 <sup>d</sup>	38.24 <sup>c</sup>	40.46 <sup>bc</sup>	42.93 <sup>bc</sup>	44.05 <sup>bc</sup>	45.12 <sup>a</sup>	1.161 0

从表4可以看出,两种秸秆与苜蓿组合的OMD自高到低的排序均为AH100>AH80>AH60>AH40>AH20>AH0, AH100、AH80与AH60的较高,组间差异不显著(P>0.05),同样AH80、AH60与AH40的差异也不显著(P>0.05),AH0的最低(P<0.05),可见发酵基质的OMD并不是随基质中AH水平的增加而线性增加,说明秸秆与苜蓿组合在OMD上表现出了明显的组合效应。

#### 2.2.2 从预测OMD上评估RPT体系产气量转换为注射器体系产气量模型的准确性

按Dun等(2006)所建立的模型:  $Y = 1.262 8X + 6.259 2$ ,将本研究RPT体系中24 h的产气量转换为注射器体系中24 h的产气量,然后再依据Menke和Steingass(1988)所建立的饲料样品在体外发酵24 h的产气量与瘤胃内有机物消化率的关系模型:  $OMD(\%) = 0.986 GP + 0.060 6 CP + 11.03$ [式中:GP为24 h产气量(ml/200 mg),CP为粗蛋白(%)]计算出各组的OMD(见表5与表6)。将各组实测值与经模型计算值进行比较,并经t检验差异不显著(P>0.05)。表明利用Dun等(2006)所建立的RPT体系中24 h的产气量与注射器体系中24 h的产气量的相关模型,将RPT体系中24 h的产气量转换为注射器体系中24 h的产气量,然后利用注射器体系所建立的OMD预测模型计算得到的OMD具有较高的准确性。

**表5 稻草与不同比例苜蓿组合体外培养24 h的有机物消化率与经模型计算的OMD的比较**

项目	AH <sub>r0</sub>	AH <sub>r20</sub>	AH <sub>r40</sub>	AH <sub>r60</sub>	AH <sub>r80</sub>	AH <sub>r100</sub>
Measured(%)	33.87	37.74	40.07	42.61	43.53	45.12
Estimated(%)	34.90	38.86	41.79	44.78	44.63	46.36
t值	0.393 2	0.285 2	0.278 6	0.071 9	0.416 4	0.526 8

**表6 玉米秸与不同比例苜蓿组合体外培养24 h的有机物消化率与经模型计算的OMD的比较**

项目	AH <sub>c0</sub>	AH <sub>c20</sub>	AH <sub>c40</sub>	AH <sub>c60</sub>	AH <sub>c80</sub>	AH <sub>c100</sub>
Measured(%)	34.48	38.24	40.46	42.93	44.05	45.12
Estimated(%)	34.90	38.86	41.79	44.78	44.63	46.36
t值	0.725 6	0.615 1	0.376 4	0.099 8	0.644 7	0.526 8

## 3 结论

本研究用RPT体系实测了“稻草-苜蓿”与“玉米秸-苜蓿”两种组合的24 h产气量与OMD,验证了Dun等(2006)所建立的RPT体系中24 h的产气量与注射器体系中24 h的产气量的相关模型能够用于两种体系中24 h的产气量相互转换的预测,具有较高的准确性。由于本研究所用的发酵基质为低质秸秆与豆科牧草的纯粗饲料组合,明显不同于Dun等(2006)建立模型时发酵所用的基质(低、高

质中性洗涤纤维与淀粉的组合），表明Dun等（2006）所建立的RPT体系与注射器体系24 h产气量的关系模型所适用的饲料范围较广，从而可以在实际试验研究中，根据试验的目的与具体条件选择合适的培养体系进行体外批次培养。因为即使是应用RPT体系，也可以利用24 h的产气量转换模型，转换为注射器体系中24 h的产气量，然后利用注射器体系中所建立的模型计算诸如体外有机物消化率等营养参数，进行饲料品质的评定等。

参考文献

- 1 AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (15th Ed.) [M]. DC, USA.,1990
- 2 Dun Z Y, Yan W J, Wu Y M, et al. Comparison of gas test system based on the syringe with the reading pressure technique [J]. J. Anim. Feed Sci.,2006(15):121~129
- 3 Mauricio R M, Mould M L, Dhanoa M S, et al. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. Anim. Feed Sci.Technol.,1999(79):321~330
- 4 Menke K H, Raab L, Salewski A, et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminal feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro [J]. J. Agric. Sci.,1979, 93:217~222
- 5 Theodorou M K, Williams B A, Dhanoa M S, et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds [J]. Anim. Feed Sci.Technol., 1994(48):185~197
- 6 Van Soest P J, Robertson J B, Lowis B A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition [J]. J. Dairy Sci.,1991,74:3 583~3 597

（编辑：张学智，mengzai007@163.com）

...评论...

发表  
评论

\*40字以内

提交

重置

[关于我们](#) | [网站导航](#) | [友情连接](#) | [联系我们](#) | [会员须知](#) | [广告服务](#) | [服务条款](#)

版权所有:饲料工业杂志社 Copyright © [Http://www.feedindustry.com.cn](http://www.feedindustry.com.cn) 2004-2005 All Rights 辽 ICP备 05006846号

饲料工业杂志社地址：沈阳市皇姑区金沙江街16号6门 邮编：110036 投稿：E-mail:tg@feedindustry.com.cn 广告：E-mail:ggb@feedindustry.com.cn

编辑一部：(024) 86391926 (传真) 编辑二部：(024) 86391925 (传真) 网络部、发行部：(024) 86391237 总编室：(024) 86391923 (传真)