تحقیقات تولیدات دامی

سال ششم/شماره سوم/پاییز ۱۳۹۶ (۸۳-۷۳)

Animal Production Research

اثر سطوح مختلف ملاس و ویناس نیشکر در جیره غذایی بر فراسنجه‌های تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی

غلامعلی صنیعی[۱و۲*]، محمد بوجارپور[۳]، جمال فیاضی[۳]، مجتبی زاهدی فر[۴]

۱- دانش‌آموخته دکترای گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲- محقق مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۳- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۴- دانشیار پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۰۶ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۱۶)

چکیده

این مطالعه جهت تعیین ارزش و مقایسه فراسنجه‌های تولید گاز ملاس و ویناس در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و شش تکرار انجام شد. جهت تهیه مایع شکمبه از سه رأس گوسفند نر بالغ فیستول‌دار استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل: جیره ۱) جیره پایه +۲۰ درصد ملاس + صفر درصد ویناس (شاهد)، جیره ۲) جیره پایه + ۱۵ درصد ملاس + ۵ درصد ویناس، جیره ۳) جیره پایه + ۱۰ درصد ملاس + ۱۰ درصد ویناس، جیره ۴) جیره پایه + ۵ درصد ملاس + ۱۵ درصد ویناس، و جیره ۵) جیره پایه + صفر درصد ملاس + ۲۰ درصد ویناس بودند. بر اساس نتایج به دست آمده پتانسیل تولید گاز، نرخ گاز تولید شده، انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی و مقدار اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در ملاس بطور معنی‌داری بیشتر از ویناس بود (P<۰/۰۵). عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و راندمان تولید توده میکروبی در سطح ۱۰ درصد ویناس کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). حجم تولید گاز در سطح ۱۵ درصد ویناس در تمامی ساعات انکوباسیون نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵). مقدار انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی و مقدار اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در در سطح ۱۵ درصد ویناس افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). به طور کلی جایگزینی ویناس با ملاس به نسبت ۱۵ درصد در جیره‌های غذایی، باعث افزایش ارزش غذایی جیره‌ها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تولید گاز، ملاس، ویناس، هضم‌پذیری

* نویسندهٔ مسئول: Ghsaniei47@yahoo.com

مقدمه

باگاس، پیت و ملاس از محصولات جانبی صنایع عمل‌آوری نیشکر هستند. باگاس روانه کارخانه‌های کاغذسازی شده و ملاس نیز با قیمتی بالا به فروش می‌رسد (Chaji and Mohammadabadi, 2012). ویناس محصول تخمیر بی‌هوازی ملاس است به طوری که، به ازای تولید هر لیتر اتانول حدود ۲۰-۱۲ لیتر ویناس تولید می‌شود (ستاری نجف آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). در ایران حدود ۳۵ کارخانه تولید اتانول از ملاس وجود دارد که هر کدام به طور متوسط روزانه ۱۵۰ تن ویناس تولید می‌کنند. این محصول با وجود اینکه دارای ارزش غذایی بالایی است متأسفانه در کشور ما بر خلاف بسیاری از کشورهای جهان به‌صورت فاضلاب در محیط رها شده و امکان بروز مشکلات زیست محیطی و آلودگی آب‌های زیرزمینی را فراهم کرده است. به همین علت، از نظر سازمان محیط زیست، بقای کارخانجات مذکور در گرو روشن شدن تکلیف ویناس تولید شده آنها است (فدایی، ۱۳۹۴).

ویناس دارای pH اسیدی و حاوی سطوح بالای نمک (۲۴ تا ۸۰ گرم در لیتر) و مواد آلی (۴ تا ۶۴ گرم در لیتر) است (Hidalgo, 2009). این پساب همچنین حاوی غلظت بالایی از پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد و نیتروژن می‌باشد. ویناس به عنوان یک افزودنی در خوراک دام استفاده می‌شود (Hidalgo, 2009). ارزش غذایی ویناس بسته به فرآیند تولید الکل، مواد خام مورد استفاده، شرایط آب و هوایی، خاک و فناوری مورد استفاده متفاوت است. نوع و مقادیر اسیدآمینه‌های موجود در ویناس در تأمین سوخت و ساز بدن و در فعال شدن سیستم ایمنی در گونه‌های مختلف کمک می‌کند (Hidalgo, 2009).

مقدار مواد معدنی ویناس به‌خصوص آهن، کلسیم و فسفر که برای تولید فرآورده‌های دامی حائز اهمیت هستند بالا است. فسفر فراهم شده به وسیله ویناس تقریباً به طور کامل قابل دسترس می‌باشد. یکی دیگر از جنبه‌های حائز اهمیت ویناس محتوای اسیدهای آلی آن است. این اسیدهای آلی باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی، افزایش وزن و رشد، بهبود هضم، سنتز ویتامین، جذب مواد معدنی و تسهیل در متابولیسم خوراک می‌شوند. ویناس همچنین به‌طور کامل دارای ویتامین‌های B کمپلکس است (Hidalgo, 2009).

ویناس در کشورهای گرمسیری و در اروپا، به‌عنوان یک افزودنی و یا مکمل تغذیه‌ای در جیره نشخوارکنندگان و غیرنشخوارکنندگان از جمله گاو، گوسفند، جوجه گوشتی، مرغ تخمگذار و خرگوش مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hidalgo, 2009). در مطالعه‌ای ویناس تا سطح ۳۰ درصد جیره گوساله‌های پرورای به کار رفت اما تأثیر بدی بر افزایش وزن روزانه نداشت (Vuyst *et al*., 1971). همچنین هنگامی‌که ۱۰ یا ۲۰ درصد از جو در جیره با ملاس یا ویناس جایگزین شد ماده خشک مصرفی در بین تیمارهای مختلف تحت تأثیر قرار نگرفت (Karalazos and Swan, 1977). قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ویناس در طی ۴ ساعت اول انکوبه شدن در شکمبه بالا و در حدود ۹۰ درصد بود. محتوای پروتئین خام ویناس از نوع ترکیبات ازته غیر پروتئینه و بسیار محلول است (Yalcin *et al*., 2010).

اگرچه قبلاً تحقیقاتی در جهت استفاده از پیت نیشکر و ویناس در تغذیه دام به صورت جداگانه صورت گرفته است ولی راهکارهای ارائه شده نتوانستند در رفع معضلات مربوط به استفاده از این ترکیبات مؤثر واقع شوند. به‌کارگیری همزمان پیت و ویناس بجای ملاس در ترکیب جیره‌های کامل غذایی می‌تواند به عنوان یک راهکار مناسب مدنظر کارخانجات تولید خوراک دام قرار گیرد. این امر می‌تواند از یک طرف باعث عدم وابستگی این کارخانجات به ملاس و از طرف دیگر کاهش هزینه‌های خوراک در دام‌های نشخوارکننده شود. با توجه به اینکه اطلاعات بسیار محدودی در زمینه امکان جایگزینی ملاس با ویناس در جیره‌های کامل غذایی وجود دارد، این آزمایش با هدف تعیین ارزش و مقایسه فراسنجه‌های تولید گاز در ملاس و ویناس، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف ویناس به نسبت‌های صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد بودند که جایگزین ملاس در جیره شدند. در تمامی جیره‌ها، مجموع ویناس و ملاس ۲۰ درصد، پیت نیشکر ۲۰ درصد و سایر ترکیبات ۶۰ درصد ماده خشک جیره را تشکیل داده بودند که بر اساس جداول احتیاجات غذایی (NRC,

2007) مربوط به بره‌های نر پرواری تنظیم و از نظر محتوای انرژی، پروتئین، کلسیم و فسفر متوازن شدند (جدول ۱). مقایسه ترکیب شیمیایی ملاس و ویناس نیشکر در جدول ۲ ارائه شده است.

تکنیک تولید گاز با استفاده از روش Menke and Steingass (1988) در سرنگ‌های شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری که حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم نمونه، ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی و ۱۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بود، انجام شد. جهت تهیه مایع شکمبه از سه رأس گوسفند نر بالغ فیستول‌دار استفاده شد. پنج جیره غذایی به‌عنوان نمونه‌های آزمایشی در شش تکرار و سه سرنگ فاقد سوبسترا به‌عنوان بلانک مورد مقایسه قرار گرفتند. مایع شکمبه جمع‌آوری شده با استفاده از پارچه متقال چهار لایه صاف و با حجم مناسبی (نسبت ۱:۲) از بزاق مصنوعی مخلوط شد. روزانه در دو نوبت سرنگ‌های آزمایشی تکان داده شد که این عمل، نشانگر حرکات محتویات شکمبه‌ای درون شکمبه است. تولید گاز سرنگ‌ها در دمای ۳۹ درجه سلسیوس در زمان‌های ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت انکوباسیون اندازه‌گیری شد. از رابطه زیر (Orskov and McDonald, 1979) برای توصیف روند تخمیر در روش تولید گاز استفاده شد:

$$Y = b\,(1 - e^{-ct})$$ رابطه (۱)

که در آن:

Y= حجم تولید گاز از ماده خوراکی در زمان t

b= تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی‌لیتر)

c= نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت)

t= مدت زمان قرار دادن نمونه در حمام آب گرم

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1. Ingredients and chemical composition of the experimental diets

Diet ingredients (%)	Experimental diets				
	1	2	3	4	5
Molasses	20	15	10	5	0
Vinasses	0	5	10	15	20
Barley	10	10	16.5	21.5	20.5
Wheat	10	19	19	19	20
Wheat bran	28.9	20.1	13.8	9	10
Soybean meal	10	10	10	10	9
Pite cane	20	20	20	20	20
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Limestone	0.6	0.4	0.2	0	0
Chemical composition					
Metabolizable energy (Mcal/kg)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4
Crude protein (%)	13.6	13.7	13.7	13.7	13.7
Calcium;phosphorus ratio	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
Potassium (%)	1.8	1.8	1.9	2	2.1

diet 1) 20% molasses + 0% vinasses, diet 2) 15% molasses + 5% vinasses, diet 3) 10% molasses + 10% vinasses, diet 4) 5% molasses + 15% vinasses, diet 5) 0% molasses + 20% vinasses.

جدول ۲- مقایسه ترکیب شیمیایی ملاس و ویناس نیشکر

Table 2. Comparison of chemical compositions of sugar cane molasses and vinasses

Chemical compositions	Molasses	Vinasses
Dry matter (%)	75	36
Crude protein (%)	3	8.4
Ash (%)	11	26.7
Calcium (%)	0.52	2.2
Phosphorus (%)	0.06	0.44
Magnesium (%)	0.36	1
Potassium (%)	3	7.5
Vitamin B3 (mg/kg)	38	640
Vitamin B1 (mg/kg)	12	190

عامل تفکیک (PF[1]) بیان‌کننده نسبت تجزیه واقعی سوبسترا به حجم گاز تولید شده در دوره‌های زمانی انکوباسیون است (Olivera, 1998). جهت برآورد این فاکتور، پس از پایان انکوباسیون سرنگ‌ها در تکنیک تولید گاز، محتوای سرنگ‌ها کاملاً به درون ظرفی منتقل شد و با ۲۰ سی‌سی محلول شوینده خنثی (رفیعی طاقانکی و همکاران، ۱۳۹۲) مخلوط و به مدت یک ساعت جوشانده شد. پس از گذشت این زمان محلول صاف شده و باقی‌مانده درون بوته‌هایی که از قبل وزن خالی آن‌ها ثبت شده بود، ریخته شد. بوته‌ها به آون (دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) منتقل شده تا نمونه‌ها خشک شود. سپس بوته‌ها از آون خارج و به دسیکاتور منتقل شده تا خنک شده و پس از خنک شدن، بوته‌ها توزین شدند. سپس بوته‌های حاوی باقی‌مانده به کوره الکتریکی (۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳/۵ ساعت) منتقل شده تا خاکستر به‌دست آید. بعد از گذشت این زمان، بوته‌ها به دسیکاتور منتقل شده و پس از خنک شدن آن‌ها، به دقت وزن شدند. در نهایت برای محاسبه عامل تفکیک از روابط زیر استفاده شد:

رابطه (۲):

خاکستر – باقی‌مانده – مقدار اولیه= ماده آلی واقعاً هضم شده (میلی‌گرم)

رابطه (۳):

میلی‌لیتر گاز تولید شده/ میلی‌گرم ماده =عامل تفکیک آلی حقیقی هضم شده

رابطه (۴):

(۲/۲ - PF) × نصف گاز تولید شده در ۱۲۰ ساعت = توده میکروبی (میلی‌گرم)

رابطه (۵):

/ ماده آلی واقعاً = درصد راندمان سنتز توده میکروبی PFتجزیه شده

همچنین هضم‌پذیری ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم با استفاده از رابطه ۶ (Menke and Steingass, 1988) و میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از رابطه ۷ (Getachew *et al*., 1998) محاسبه شد:

رابطه (۶):

= قابلیت هضم ماده آلی (گرم بر کیلوگرم ماده آلی)

۰/۰۶۵۱Ash+۰/۴۵ CP + ۰/۸۸۹ GP +۱۴/۸۸

رابطه (۷):

انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) =۲/۲۰ +۰/۱۳۶ GP+ ۰/۰۵۷ CP+۰/۰۰۲۹ CP[2]

رابطه (۸):

اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول در ۳۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) = -۰/۰۰۴۲۵ + ۰/۰۲۲۲ GP

GP= گاز تولیدی در طی ۲۴ ساعت

CP= درصد پروتئین خام ماده انکوبه شده

Ash= درصد خاکستر ماده انکوبه شده

نتایج حاصل از آزمایش با رویه مدل خطی عمومی برنامه آماری SAS (9.1) و در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تولید گاز از ملاس و ویناس نیشکر: روند تولید گاز تجمعی ملاس و ویناس در ساعت‌های مختلف انکوباسیون در شکل ۱ نشان داده شده است. همچنین در جدول ۳ پتانسیل تولید گاز و نرخ گاز تولید شده در ملاس و ویناس مقایسه شده است. پتانسیل تولید گاز در ملاس و ویناس در طی ۱۲۰ ساعت انکوباسیون به‌ترتیب ۲۹۹/۶۰ و ۱۹۱/۵۹ میلی‌لیتر بود که اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). نرخ گاز تولید شده از ملاس (۰/۰۴۹ میلی‌لیتر بر ساعت) بیشتر از مقدار آن در ویناس (۰/۰۴۳ میلی‌لیتر بر ساعت) بود (P<۰/۰۵). مقدار تولید گاز تجمعی از ملاس در تمامی ساعات انکوباسیون به طور معنی‌داری بیشتر از ویناس بود و به موازات افزایش زمان انکوباسیون، اختلاف در مقدار تولید گاز بین آنها بیشتر شد (شکل ۱). دلیل این تفاوت را می‌توان محتوای بیشتر کربوهیدرات محلول ملاس نسبت به ویناس دانست (لشکری و تقی‌زاده، ۱۳۹۲).

فراسنجه‌های تولید گاز از ملاس و ویناس نیشکر: در جداول ۴ و ۵ نتایج مربوط به فراسنجه‌های تولید گاز ملاس و ویناس ارائه شده است. عامل تفکیک، تولید توده میکروبی، راندمان تولید توده میکروبی، قابلیت هضم ماده آلی و تجزیه‌پذیری دیواره سلولی بین ملاس و ویناس اختلاف معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵).

1. Partitioning Factor

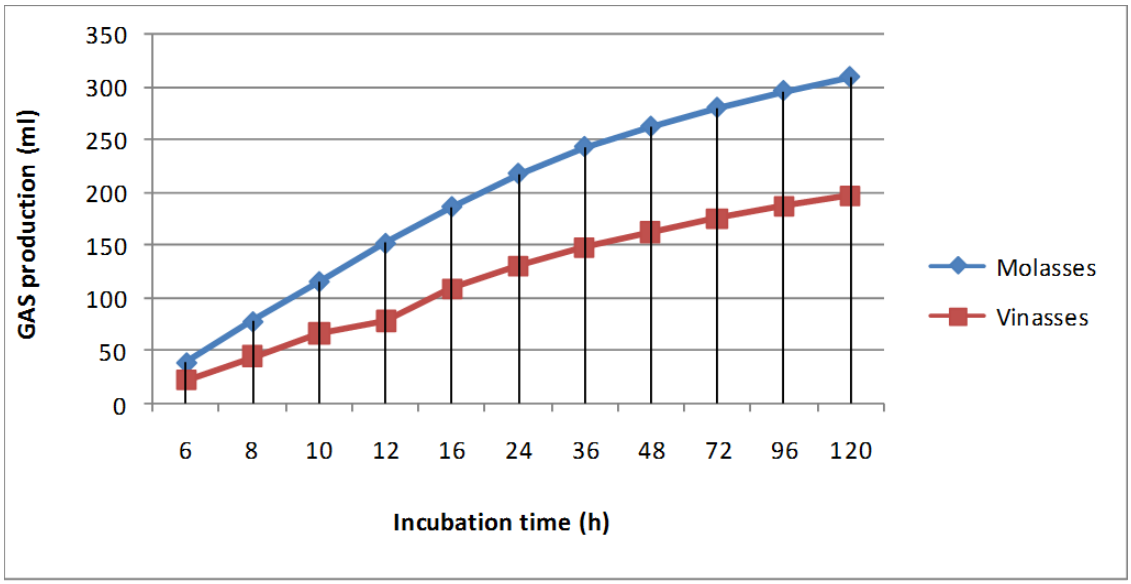

Fig. 1. The amount of gas produced (ml) by molasses and vinasses in different incubation times

شکل ۱- مقدار تولید گاز (میلی‌لیتر) در ملاس و ویناس در زمان‌های مختلف انکوباسیون

جدول ۳- مقایسه میانگین پتانسیل تولید گاز و نرخ گاز تولید شده در ملاس و ویناس بعد از ۱۲۰ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۹ درجه

Table 3. Comparison of mean of potential gas production and gas production rate by molasses and vinasses after 120 h of incubation at 39 °C

Treatment	Gas production parameters[1]	
	GPR (ml/ h)	PGP (ml)
Molasses	0.049[a]	299.60[a]
Vinasses	0.043[b]	191.59[b]
SEM[2]	0.0006	6.995
P value	0.0008	< 0.0001

[1]GPR= Gas production rate, PGP= Potential of gas production. [2]SEM: Standard error of means.

جدول ۴- مقایسه **میانگین** ماده آلی واقعاً هضم شده، کارآیی توده زیستی میکروبی، توده زیستی میکروبی، عامل تفکیک و تجزیه‌پذیری دیواره سلولی در ملاس و ویناس بعد از ۱۲۰ ساعت ذخیره‌سازی در دمای ۳۹ درجه

Table 4. Comparison of mean of really digested organic matter, efficiency of microbial biomass, microbial biomass, partitioning factor and degradability of cell wall in molasses and vinasses after 120 h incubation at 39 °C

Treatment	Gas production parameters[1]				
	RDOM (g/kg)	EMB (%)	MB (mg)	PF (mg/ml)	DCW (%)
Molasses	415.80	62.72	260.99	5.91	72.91
Vinasses	423.4	43.30	186.54	3.94	69.02
SEM[2]	36.43	5.84	36.43	0.375	3.18
P value	0.896	0.104	0.285	0.059	0.479

[1]RDOM= Really digested organic matter, EMB= Efficiency of microbial biomass, MB= Microbial biomass, PF= Partitioning factor and DCW= Degradability of cell wall.
[2]SEM: Standard error of means.

جدول ۵- مقایسه **میانگین** تولید گاز پس از ۲۴ ساعت، انرژی متابولیسمی، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در ملاس و ویناس بعد از ۱۲۰ ساعت ذخیره‌سازی در دمای ۳۹ درجه

Table 5. Comparison of mean of gas production after 24 h, metabolizable energy, digestibility of organic matter and short-chain fatty acids in molasses and vinasses after 120 h incubation at 39 °C

Treatment	Gas production parameters[1]			
	GP_{24}(ml)	ME (MJ/Kg)	DOM(g/Kg)	SCFA (mmol)
Molasses	218.42[a]	11.23[a]	211.19[a]	4.84[a]
Vinasses	131.17[b]	7.18[b]	137.01[b]	2.91[b]
SEM[2]	6.27	0.228	5.58	0.138
P Value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

[1]GP_{24}= Gas production after 24 h, ME= Metabolizable energy, DOM= Digestibility of organic matter and SCFA= short-chain fatty acids.
[2]SEM: Standard error of means.

مقدار اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در ملاس و ویناس به‌ترتیب ۴/۸۴ و ۲/۹۱ میلی‌مول، مقدار قابلیت هضم ماده آلی به‌ترتیب ۲۱۱/۱۹ و ۱۳۷/۰۱ گرم درکیلوگرم و مقدار تولید گاز در ۲۴ ساعت انکوباسیون به ترتیب ۲۱۸/۴۲ و ۱۳۱/۱۷ میلی‌لیتر بود. همچنین انرژی قابل متابولیسم در ملاس و ویناس به ترتیب ۱۱/۲۳ و ۷/۱۸ مگاژول در کیلوگرم بود. هر چهار مقادیر یاد شده در ملاس به طور معنی‌داری بیشتر از ویناس بود (P<۰/۰۵).

مقدار قند کلی موجود در ملاس حدود ۵۰ درصد است که قسمت بیشتر آن را ساکاروز تشکیل می‌دهد. در صورتی‌که در فرآیند الکل‌سازی به‌دلیل این که میکرو-ارگانیسم‌هایی چون قارچ‌ها، باکتری‌ها، مخمرها و کپک‌ها، انرژی و مواد مغذی مورد نیاز خود را برای تولیدمثل از محتوای قند ملاس تأمین می‌کنند، قندهای محلول باقی‌مانده در ویناس به مراتب کمتر از ملاس است (ستاری نجف آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). مقادیر بالاتر تولید گاز و فراسنجه‌های تولید گاز می‌تواند به‌دلیل مقادیر بالاتر کربوهیدرات‌های محلول (Miron *et al.*, 2002) در ملاس نسبت به ویناس باشد. از نتایج این آزمایش استنباط می‌شود که با توجه به محتوای بیشتر کربوهیدرات سهل‌الهضم موجود در ملاس نسبت به ویناس، میکروارگانیسم‌های شکمبه به‌عنوان منبع انرژی از آن استفاده می‌کنند. به این دلیل میزان گاز تولیدی و پارامترهای تخمینی در ملاس بیشتر از ویناس است. از طرف دیگر مشخص شد که محتوای پروتئین‌خام بالاتر ویناس نسبت به ملاس نتوانسته است اختلاف فوق در تولید گاز بین ملاس و ویناس را جبران نماید. در تأیید این موضوع نشان داده شد که اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و گازهای تولید شده (به طور عمده متان و دی‌اکسید کربن) حاصل تخمیر کربوهیدرات‌ها هستند و چربی‌ها و پروتئین نقش اندکی در تولید مواد حاصل از تخمیر دارند (Getachew *et al.*, 2002). منشأ اصلی گاز تولیدی ناشی از تبدیل کربوهیدرات‌ها به استات، پروپیونات و بوتیرات است، اما در این بین تبدیل کربوهیدرات به استات و بوتیرات نقش مهم‌تری در میزان گاز تولیدی دارد (Blummel and Orskov, 1993). همچنین گزارش شد که تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی نشان‌دهنده بالا بودن انرژی قابل متابولیسم برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (ستاری نجف‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳).

تولید گاز در جیره‌های حاوی سطوح مختلف ملاس و ویناس نیشکر: روند تولید گاز تجمعی در جیره‌های حاوی سطوح مختلف ملاس و ویناس در ساعات مختلف انکوباسیون در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در تمامی ساعات انکوباسیون، تولید گاز در جیره حاوی ۱۵ درصد ویناس افزایش معنی‌داری نسبت به جیره شاهد (۲۰ درصد ملاس + صفر درصد ویناس) داشت (P<۰/۰۵). در جدول ۶ پتانسیل تولید گاز و نرخ گاز تولید شده در جیره‌های آزمایشی نشان داده شده است. طبق نتایج به‌دست آمده، اختلاف معنی‌داری در پتانسیل و نرخ تولید گاز بین جیره‌ها طی ۱۲۰ ساعت انکوباسیون مشاهده نشد (P>۰/۰۵). عدم اختلاف معنی‌دار بین جیره‌های آزمایشی از نظر پتانسیل تولید گاز و نرخ تولید گاز احتمالاً ناشی از موازنه کردن جیره‌ها از نظر انرژی قابل متابولیسم است.

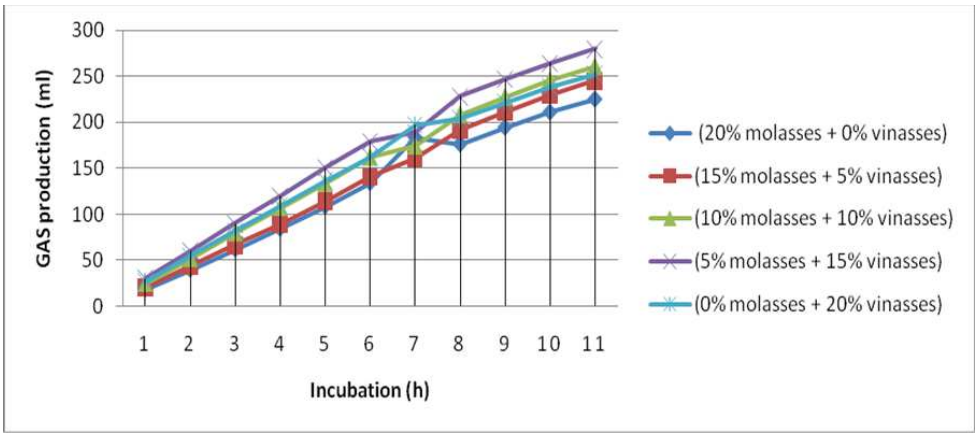

Fig. 2. The volume of gas produced (ml) by the diets in different incubation times

شکل۲- حجم گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در جیره‌های آزمایشی در زمان‌های مختلف انکوباسیون

جدول ۶- مقایسه **میانگین** پتانسیل تولید گاز و نرخ گاز تولید شده در جیره‌های آزمایشی بعد از ۱۲۰ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۹ درجه

Table 6. Comparison of mean of potential for gas production and gas production rate in the experimental diets after 120 h incubation at 39 °C

		Gas production parameters[1]	
Treatment		GPR (ml/ h)	PGP (ml)
(20% molasses + 0% vinasses)		0.0373	239.70
(15% molasses + 5% vinasses)		0.0372	223.69
(10% molasses + 10% vinasses)		0.0392	239.92
(5% molasses + 15% vinasses)		0.0402	236.57
(0% molasses + 20% vinasses)		0.0353	266.89
SEM[2]		0.003	14.613
P value	Linear	0.61	0.99
	Quadratic	0.74	0.38
	Cubic	0.32	0.27
	Quartic	0.91	0.98

[1]GPR= Gas production rate, PGP= Potential of gas production. [2]SEM: Standard error of means.

فراسنجه‌های تولید گاز در جیره‌های حاوی ملاس و ویناس نیشکر: همان‌گونه که در جدول ۷ نشان داده شده است مقدار عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و راندمان تولید توده میکروبی در سطح ۱۰ درصد ویناس نسبت به جیره شاهد (۲۰ درصد ملاس+صفر درصد ویناس) به طور معنی‌داری کمتر بود ($P<۰/۰۵$). سایر جیره‌ها تفاوت معنی‌داری با جیره شاهد از این نظر نداشتند ($P>۰/۰۵$). بین جیره‌های مختلف آزمایشی از نظر تجزیه‌پذیری دیواره سلولی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۸، مقادیر اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و تولید گاز در ۲۴ ساعت انکوباسیون در سطح ۱۵ درصد ویناس افزایش معنی‌داری نسبت به جیره شاهد (۲۰ درصد ملاس+ صفر درصد ویناس) داشتند ($P<۰/۰۵$). طبق این نتایج، در سطح ۱۰ درصد ویناس، عامل تفکیک و توده میکروبی کاهش معنی‌داری نسبت به جیره شاهد داشته است ($P<۰/۰۵$). در صورتی‌که مقدار گاز تولیدی و سایر فراسنجه‌ها در دو جیره اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند.

می‌توان چنین استنباط نمود که ماده آلی هضم شده در سطح ۱۰ درصد ویناس، بیشتر به سمت تولید گاز و اسیدهای چرب رفته است تا تولید توده میکروبی. در چنین حالتی بازدهی استفاده از کربن و نیتروژن کاهش می‌یابد (Makkar, 2004). محققین گزارش دادند هر چه مقدار ضریب تفکیک پایین‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که ماده آلی تجزیه شده بیشتر به سمت تولید اسیدهای چرب فرار رفته تا تولید توده میکروبی (Blummel *et al.*, 1997)، که این نتیجه مطابق با نتایج آزمایش حاضر است (جداول ۷ و ۸).

جدول ۷- مقایسه **میانگین** ماده آلی واقعاً هضم شده، کارآیی توده زیستی میکروبی، توده زیستی میکروبی، عامل تفکیک و تجزیه‌پذیری دیواره سلولی در جیره‌های آزمایشی بعد از ۱۲۰ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۹ درجه

Table 7. Comparison of mean of really digested organic matter, efficiency of microbial biomass, microbial biomass, partitioning factor and degradability of cell wall in the experimental diets after 120 h incubation at 39 °C

Treatment		Gas production parameters[1]				
		RDOM (g/kg)	EMB (%)	MB (mg)	PF (mg/ml)	DCW (%)
(20% molasses+0%vinasses)		391.10[ab]	36.57[a]	143.13[a]	3.47[a]	74.57
(15% molasses+5%vinasses)		375.85[ab]	28.07[ab]	106.78[ab]	3.07[ab]	84.47
(10% molasses+10%vinasses)		315.28[b]	9.07[b]	28.75[b]	2.42[b]	78.04
(5% molasses+15%vinasses)		435.15[a]	29.05[ab]	127.21[ab]	3.11[ab]	72.12
(0% molasses+20%vinasses)		341.25[ab]	17.22[ab]	64.21[ab]	2.71[ab]	75.62
SEM[2]		25.99	5.84	25.99	0.207	4.079
P value	Linear	0.09	0.02	0.03	0.01	0.57
	Quadratic	0.49	0.49	0.54	0.64	0.16
	Cubic	0.09	0.30	0.20	0.25	0.10
	Quartic	0.03	0.51	0.05	0.07	0.83

[1]RDOM= Really digested organic matter, EMB= Efficiency Of microbial biomass, MB= Microbial biomass, PF= Partitioning factor and DCW= Degradability of cell wall.
[2]SEM: Standard error of means.

جدول ۸- مقایسه میانگین انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در جیره‌های مختلف آزمایشی

Table 8. The amounts of gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and short-chain fatty acids of the experimental diet

Treatment		Gas production parameters[1]			
		GP_{24}(ml)	ME (MJ/Kg)	DOM (g/Kg)	SCFA (mmol)
(20% molasses+0%vinasses)		134.38[b]	9.29[b]	136.03[b]	2.98[b]
(15% molasses+5%vinasses)		141.20[b]	9.53[b]	143.38[b]	3.13[b]
(10% molasses+10%vinasses)		161.91[ab]	10.80[ab]	162.64[ab]	3.59[ab]
(5% molasses+15%vinasses)		178.79[a]	11.57[a]	178.50[a]	3.97[a]
(0% molasses+20%vinasses)		161.65[ab]	10.85[ab]	164.11[ab]	3.59[ab]
SEM[2]		10.07	1.24	8.95	0.223
P value	Linear	0.13	0.001	0.001	0.001
	Quadratic	0.55	0.001	0.002	0.001
	Cubic	0.16	0.001	0.008	0.001
	Quartic	0.90	0.001	0.10	0.001

[1]GP_{24}= Gas production after 24 h, ME= Metabolizable energy, DOM= Digestibility of organic matter and SCFA= short-chain fatty acids.
[2]SEM: Standard error of means.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد در تمامی ساعات انکوباسیون میزان تولید گاز تجمعی در جیره‌های آزمایشی حاوی ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد ویناس نسبت به جیره شاهد یکسان بود (شکل ۲). این در حالی است که انکوباسیون ملاس و ویناس به تنهایی به علت محتوای کربوهیدرات و انرژی قابل متابولیسم بالاتر ملاس در مقایسه با ویناس (جدول ۵)، به‌طور معنی‌داری منجر به تولید گاز تجمعی بالاتر ملاس در تمامی ساعات انکوباسیون شد (شکل ۱). بالاتر بودن حجم گاز تولید شده می‌تواند به‌علت بالاتر بودن میزان تخمیر و تجزیه مواد خوراکی به وسیله میکروارگانیسم‌های شکمبه باشد (Agarwal *et al.*, 1991).

نکته قابل توجه در این مطالعه افزایش معنی‌دار مقدار تولید گاز، انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب زنجیر کوتاه در جیره حاوی ۱۵ درصد ویناس نسبت به جیره شاهد است (جدول ۶). این موضوع نشان‌دهنده وجود یک همبستگی مثبت بین پارامترهای یاد شده است. پژوهشگران گزارش کردند که با افزایش گاز تولیدی، قابلیت هضم ماده آلی نیز افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده این موضوع است که تولید گاز یک بخش

لاینفک از تخمیر مواد خوراکی است (Opatpatanakit *et al*., 1994; Sunvold *et al*., 1995). عوامل فیزیولوژیکی مانند سن دام، رفتارهای تغذیه‌ای، سطح تولید، سلامت دام، ماهیت و روابط بین جمعیت‌های میکروبی مختلف و همچنین عوامل خارجی از قبیل ترکیب شیمیایی جیره غذایی، ماهیت جیره، مقدار خوراک، تعداد دفعات خوراک، تغییر جیره غذایی، تغییر فصل، تغییرات در طول شبانه‌روز و عوامل جغرافیایی می‌توانند نسبت و تراکم گروه‌های مختلف میکروارگانیسم‌های شکمبه را تحت تأثیر قرار دهند (Russell *et al*., 1988). با مقاسیه ترکیب غذایی جیره شاهد و جیره حاوی ۱۵ درصد ویناس (جدول ۱) می‌توان چنین استنباط نمود که کاهش مقدار ملاس (از ۲۰ به ۵ درصد) و افزایش مقدار ویناس (از صفر به ۱۵ درصد)، باعث شده است که مقدار کربوهیدرات‌های سهل‌الهضم موجود در ملاس در این جیره نسبت به جیره شاهد کاهش، ولی در مقابل، محتوای مواد آلی از جمله اسیدهای آمینه، نیتروژن غیرپروتئینی، ویتامین‌ها و مواد معدنی مانند گوگرد موجود در ویناس که مواد مغذی مورد نیاز جهت فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه محسوب می‌شوند افزایش یابد. مطالعات آزمایشگاهی مشخص کرده‌اند میکروارگانیسم‌هایی که کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی را تخمیر می‌کنند، ۶۶ درصد از نیتروژن مورد نیاز خود را از پپتیدها و اسیدهای آمینه و ۳۴ درصد از آن را از آمونیاک به‌دست می‌آورند (Getachew *et al*., 2002). با توجه به سطح بالاتر ویناس و محتوای بیشتر اسیدآمینه در جیره حاوی ۱۵ درصد ویناس می‌توان گفت شرایط بهتری برای رشد و نمو و فعالیت این میکروارگانیسم‌ها نسبت به جیره شاهد وجود دارد.

کیفیت و کمیت محصولات تخمیری شکمبه به نوع و فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه و آن هم به نوع و مقدار سوبسترای قابل دسترس در جیره بستگی دارد (Getachew *et al*., 2002). میکروارگانیسم‌های شکمبه برای رشد مطلوب، به منبع پروتئین (نیتروژن) و کربوهیدرات به‌صورت همزمان احتیاج دارند. اگر میزان پروتئین قابل تجزیه خوراک کم باشد تولید پروتئین میکروبی و تخمیر کربوهیدرات‌ها کاهش می‌یابد. حتی اگر کربوهیدرات سهل‌الهضم به میزان کافی در جیره وجود نداشته باشد ولی میزان پروتئین قابل تجزیه کافی باشد تخمیر مناسب انجام نخواهد شد (Getachew *et al*., 2002). بنابراین مهم‌ترین عامل در ایجاد یک الگوی تخمیری مناسب در شکمبه، دسترسی بهینه و همزمان به منبع کربوهیدراتی و منبع نیتروژن و دیگر مواد مغذی جهت فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه است. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق به نظر می‌رسد مناسب‌ترین این فراهمی، با جیره ۴ (۵ درصد ملاس+ ۱۵ درصد ویناس) تأمین شده است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه نتایج به دست آمده در آزمایش حاضر می‌توان نتیجه گرفت نه تنها جایگزین کردن کامل ملاس با ویناس به نسبت ۲۰ درصد ماده خشک در جیره (صفر درصد ملاس + ۲۰ درصد ویناس)، هیچگونه تأثیر منفی روی فراسنجه‌های تولید گاز نداشت بلکه این جایگزینی در سطح ۱۵ درصد (۵ درصد ملاس+ ۱۵ درصد ویناس) حتی منجر به افزایش ارزش غذایی جیره حاصل نسبت به جیره شاهد شد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان که زمینه انجام این تحقیق را فراهم نمود کمال تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

فهرست منابع

رفیعی طاقانکی م.، چاجی م.، محمد آبادی ط. و ساری م. ۱۳۹۲. مقایسه قابلیت هضم پیت نیشکر عمل‌آوری شده با بخار تحت فشار توسط باکتری‌ها یا میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو هلشتاین و گاومیش خوزستان. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱(۱): ۷۵-۵۳.

ستاری نجف آبادی ف.، مروج ح. و زالی ا. ۱۳۹۳. اثر مقادیر مختلف ویناس بر عملکرد تولیدی و صفات کیفی تخم‌مرغ مرغ‌های تخمگذار تجارتی. تحقیقات تولیدات دامی، ۳(۲): ۲۷-۱۹.

صیادی س.، شیوازاد م.، زالی ا. و مروج ح. ۱۳۹۳. اثرات ویناس تخمیری بر اجزای لاشه جوجه های گوشتی. ششمین کنگره علوم دامی ایران. دانشگاه تبریز.

فدایی م. ۱۳۹۴. شرکت الکل‌سازی فناوران اروند.

لشکری س. و تقی زاده ا. ۱۳۹۲. تخمین ترکیب شیمیایی، تجزیه پذیری و فراسنجه‌های تخمیری تفاله مرکبات با استفاده از روش کیسه نایلونی و تولید گاز. پژوهش‌های علوم دامی، ۲۳(۱): ۲۸-۱۵.

Agarwal N., Kewalramani N., Kamra D. N., Agarwal D. K. and Nath K. 1991. Hydrolytic enzymes of buffalo rumen comparison of cell free rumen fluid, bacterial and protozoal fractions. Buffalo Journal, 7(2): 203-207.

Blummel M., Makkar H. P. S. and Becker K. 1997. *In vitro* gas production: a technique revisited. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 77: 24-34.

Blummel M. and Orskov E. R. 1993. Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Animal Feed Science and Technology, 40: 109–119.

Chaji M. and Mohammadabadi T. 2012. Determination of rumen fungi growth on steamtreated sugarcane pith by quantitative competitive polymerase chain reaction. Animal Feed Technology, 12: 47-53.

Getachew G., Blummel M., Makkar H. P. S. and Becker K. 1998. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Animal Feed Science and Technology, 72: 261-281.

Getachew G., Makkar H. P. S. and Becker K. 2002. Tropical browses: content of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acids and in vitro gas production. Journal of Agricultural Science, 139: 341-352.

Hidalgo K. 2009. Vinasse in feed: Good for animal and environment. Feed Technology, 13: 5.

Karalazos A. and Swan H. 1977. The nutritional value for sheep of molasses and condensed molasses solubles. Animal Feed Science and Technology, 2: 143-152.

Makkar H. P. S. 2004. Recent advances in the *in vitro* gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. Assessing Quality and Safety of Animal Feeds. FAO, Animal Production and Health Series 160. FAO, Rome. 55-88.

Menke K. H. and Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28: 6-55.

Miron J. Yosef E. and Ben-Ghedalia D. 2001. Composition and *in vitro* digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds. Journal of Agricultural Food Chemical, 49: 2322-2326.

NRC. 2007. Nutrient Requirements of lamb. 7th ed, National Academy Press. Washington, DC. USA.

Olivera M. P. 1998. Use of in vitro gas production technique to assess the contribution of both soluble and insoluble fraction on the nutritive value of forage. A thesis submitted to the University of Aberdeen, Scotland, in partial fulfillment of the degree of Master of Science in Animal Nutrition.

Orskov E. R. and McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science, 92: 499-503

Opatpatanakit Y., Kellaway R. C., Lean I. J., Annison G. and Kirby A. 1994. Microbial fermentation of cereal grains *in vitro*. Australia Journal of Agricultural Research. 45: 1247-1263.

Russell J. B., Strovel H. J. and Chen G. 1988. Enrichment and isolation of a ruminal bacterium with a very high specific activity of ammonia production. Applied and Environmental Microbiology, 54: 872-877.

Sunvold G. D., Hussein H. S., Fahey J. R. G. C., Merchen N. R. and Reinhart G. A. 1995. *In vitro* fermentation of cellulose, beet pulp, citrus pulp, and citrus pectin using fecal inoculum from cats, dogs, horses, humans, and pigs and ruminal fluid from cattle. Journal of Animal Science, 73: 3639-3648.

Vuyst A., Moreels A. and Arnould R. 1971. Value of vinasse in feeding growing cattle. Centre de Recherches Zootechniques, Universite de Louvain. 8-12.

Yalcin S., Eltan O., Karsli M. A. and Yalcin S. 2010. The nutritive value of modified dried vinasse (Pro Mass) and its effects on growth performance, carcass characteristics and some blood biochemical parameters in steers. Preventive Veterinary Medicine, 161: 245-252.

Animal Production Research

Vol. 6, No. 3, 2017 (73-83)

Effect of different dietary inclusions levels of sugarcane molasses and vinasses on *in vitro* gas production parameters

Gh. Saniei[1,2*], M. Bujarpur[3], J. Fayazi[3], M. Zahedifar[4]

1. Ph.D Graduated Student of Animal Science Department, Faculty of Animal Science and Food Technology, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
2. Researcher of Agricultural Research and Education Center and Natural Resources of Dezful Safi Abad, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran
3. Associate Professor of Animal Science Department, Faculty of Animal Science and Food Technology, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
4. Associate Professor of Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

(Received: 26-03-2017 – Accepted: 07-11-2017)

Abstract

This study was conducted to compare the nutritive value of molasses and vinasses by *in vitro* gas production technique using rumen fluid collected from three fistulated mature male sheep. The experiment used the completely randomized design with 5 treatments and 6 replications. Rumen fluid was collected from three fistulated mature male sheep.The experimental diets included: diet 1) basal diet + 20% molasses + 0% vinasses (control), diet 2) basal diet + 15% molasses +5% vinasses, diet 3) basal diet + 10% molasses + 10% vinasses, diet 4) basal diet + 5% molasses + 15% vinasses, and diet 5) basal diet + 0% molasses + 20% vinasses. Potential of gas production, rate of gas production, metabolizable energy, digestibilityof organic matter and short-chain fatty acids from molasses were more than those from vinasses (P<0.05). Partitioning Factor, microbial biomass and microbial biomass efficiency at level of 10% vinasses was less compared to the control (P<0.05). The volume of gas production from diet containing 15% vinasses was greater than the control throughout the fermentation period (P<0.05). Metabolizable energy, organic matter digestibility and short-chain fatty acids from the diet containing 15% vinasses was significantlyhigher compared to the control (P<0.05). Generally, substitution of vinasses with molasses up to 15% increased the nutritional value of the diets.

Keywords: Gas production, Molasses, Vinasses, Digestibility

*Corresponding author: Ghsaniei47@yahoo.com