

بررسی تولید گاز علوفه جو هیدروپونیک در شرایط برون تنی

کوهی خور ۱، ز. وکیلی^{*۲}، ع. ر. دانش مسگران ۳، م؛ و ناصریان ۴، ع. ع.

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲، ۳ و ۴- عضو هیئت علمی گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

*آدرس پست الکترونیک نویسنده‌ی پاسخگو: savakili@um.ac.ir

چکیده

ارزش تغذیه ای علوفه هیدروپونیک جو در مقایسه با دانه جو، یونجه و سیلاژ ذرت به صورت تعیین ترکیب شیمیایی و فراسنجه های تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از دو رأس گاو نر هلشتاین دارای فیستولای دائمی تعیین شد. فراسنجه های تولید گاز در زمان های صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه گیری شد. بررسی ترکیبات شیمیایی نشان داد که درصد پروتئین خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، همی سلولز و سلولز علوفه هیدروپونیک جو در مقایسه با دانه جو افزایش ولی درصد ماده خشک و کربوهیدرات غیر فیبری، کاهش و درصد لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی، چربی خام و خاکستر تفاوت معنی داری نداشت ($P < 0.05$). علوفه هیدروپونیک جو در مقایسه با یونجه و سیلاژ ذرت دارای درصد ماده خشک، چربی خام، خاکستر، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی، همی سلولز و سلولز کمتر و درصد پروتئین خام و کربوهیدرات غیر فیبری بیشتری بود ($P < 0.05$). تولید گاز، پتانسیل تولید گاز، قابلیت هضم ماده آلی، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و تجزیه پذیری ماده خشک پس از ۲۴ ساعت علوفه هیدروپونیک جو در مقایسه با یونجه و سیلاژ ذرت افزایش و درمقایسه با دانه جو کاهش یافت ولی نرخ تولید گاز تفاوتی نداشت ($P < 0.05$)

واژه های کلیدی: تولید گاز، دانه جو، سیلاژ ذرت، علوفه هیدروپونیک جو و یونجه.

مقدمه

در منطقه خراسان رضوی به دلیل کم آبی، تولید علوفه برای تغذیه دام از اهمیت خاصی برخوردار است. از سوی دیگر قابلیت های روش کاشت هیدروپونیک می تواند دامداران را در حل این مشکل یاری نماید. در این روش دامدار می تواند با اختصاص فضای کوچک، سیستم ساده سرمایه، آبیاری و نور، مقدار قابل توجهی علوفه پرورش دهد که بر اساس گزارشات این مقدار به ازای هر کیلو دانه جو طی شش روز به ۴/۹۳ کیلوگرم و طی هشت روز به ۷/۲۱ کیلوگرم می رسد (۷). بر طبق گزارشات آب مصرفی این روش کم است و میزان آن به ازای هر کیلوگرم علوفه ۲-۲/۵ لیتر گزارش شده است که می توان آن را با بهبود روش آبیاری به ۱ تا ۲ لیتر کاهش داد (۱). پتانسیل موجود در این روش که ما را به سوی استفاده از آن سوق می دهد، افزایش فعالیت آنزیمی طی عمل جوانه زنی می باشد که علاوه بر رفع اجزاء نامطلوب تغذیه ای، موجب تبدیل ماکرو مولکول های پروتئین، کربوهیدرات و لیپید به مونومرهای سازنده آنها می شود (۵ و ۹). کاهش ماده خشک و افزایش فیبر خام و پروتئین خام نیز در گزارشات وجود دارد که احتمال داده می شود افزایش در فیبر خام و پروتئین خام به جبران کاهش ماده خشک باشد (۱۳ و ۱۶). همچنین همچنین سنتز ویتامین های ب کمپلکس، ث و کانیز گزارش شده است نیز گزارش شده است (۸ و ۱۵). همچنین گزارش کردند که مواد معدنی کلسیم و سدیم نیز میل به افزایش داشتند (۱۵ و ۱۶)؛ و بارسلوز و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که جوانه زنی دانه جو موجب تولید اسیدهای آمینه قابل دسترس می گردد (۴). به نظر می رسد علوفه جو هیدروپونیک با فراهمی مواد مغذی قابل دسترس برای حیوان بتواند در تغذیه دام مفید واقع شود. براساس گزارش جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی با دارا بودن ۱۲/۴۷، ۱۳/۶۵ و ۱۶/۶۸ درصد به ترتیب از سهم سطح زیر کشت، برداشت و تولید کشور از نظر میزان برداشت از اراضی کشت شده و تولید جو در کشور در رتبه نخست جای دارد (۲).

با وجود پتانسیل بالای تولید جو در استان و خصوصیات روش هیدروپونیک می‌توان از علوفه جو هیدروپونیک برای کاهش هزینه‌های پرورش دام در استان استفاده نمود. بر این اساس هدف این مطالعه تعیین محتوای تغذیه‌ای علوفه جو هیدروپونیک و فراسنجه‌های تجزیه پذیری علوفه جو هیدروپونیک به روش آزمون تولید گاز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع آوری و آماده سازی نمونه‌ی آزمایشی

مواد خوراکی شامل یونجه و سیلاژ ذرت از گاو‌داری دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی و علوفه هیدروپونیک جو به همراه دانه جو منشاء (رقم ریحان) از شرکت دیده پردازان قدر پویا تهیه گردید. نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. نمونه خشک با آسیاب دارای الک یک میلی متری آسیاب شد و جهت انجام آنالیز شیمیایی و آزمایشات تولید گاز مورد استفاده قرار گرفت.

آنالیز شیمیایی

در این مرحله تخمین درصد ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر، چربی و لیگنین نامحلول در شوینده‌ی اسیدی بر طبق روش‌های ذکر شده در AOAC انجام شد (۳). همچنین درصد فیبر نامحلول در شوینده‌ی خنثی و فیبر نامحلول در شوینده‌ی اسیدی به روش ون سوست و همکاران برآورد گردید (۱۹). میزان محتوای سلولز و همی سلولز بر اساس رابطه استپلس تعیین شد (۱۸). تخمین میزان کربوهیدرات‌های غیر فیبری بر اساس رابطه NRC برآورد گردید (۱۴). مقادیر ماده آلی قابل هضم (OMD) و انرژی قابل هضم (ME) با استفاده از رابطه پیشنهاد شده‌ی منک و استینگاس و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA) بر طبق رابطه ماکار محاسبه شد (۱۰ و ۱۱).

$$Cellulose = ADF - ADL \quad (۱)$$

$$Hemicellulose = NDF - ADF \quad (۲)$$

$$NFC = 100 - [Ash + EE + NDF + CP] \quad (۳)$$

$$OM\% = 14.88 + (0.889 \times GP) + (0.45 \times CP) + (0.0651 \times XA) \quad (۴)$$

$$ME \left(\frac{MJ}{Kg} \right) = 2.20 + (0.136 \times GP) + (0.0057 \times CP) + (0.0029 \times CP^2) \quad (۵)$$

$$SCFA(m Mol) = (0.0222 \times GP) + 0.0425 \quad (۶)$$

که در این روابط XA درصد خاکستر، GP کل تولید گاز در ۲۴ ساعت (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، CP درصد پروتئین خام، NDF درصد فیبر نامحلول در شوینده‌ی خنثی، EE درصد چربی خام، ASH درصد خاکستر، ADF درصد فیبر نامحلول در شوینده‌ی اسیدی و ADL درصد لیگنین نامحلول در شوینده‌ی اسیدی است.

تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی

اندازه گیری مقدار تولید گاز با استفاده از فشار سنج و بطری‌های شیشه‌ای محتوی بزاق مصنوعی (بر اساس منک و استینگاس ۱۹۷۹) و مایع شکمبه صاف شده به نسبت ۲:۱ (حدود ۳۰ میلی لیتر) و ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک از نمونه آسیاب شده انجام شد (۱۲). مایع شکمبه از دو رأس گاو نر دارای فیستولای شکمبه‌ای و قبل از خوراک صبح بدست آمد. همچنین ۴ تکرار به عنوان بلانک برای تصحیح گاز تولید شده توسط ذرات باقیمانده در مایع شکمبه در نظر گرفته شد. سر بطری‌های شیشه‌ای با استفاده از درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی به طور کامل بسته و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد حمام بن ماری قرار داده شد. فشار گاز تولید شده در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ اندازه گیری شد. سپس تولید تجمعی گاز بر حسب زمان محاسبه و بر اساس برازش بهینه سازی شده‌ی $P = b \times (1 - e^{-ct})$ به کمک نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹،۲ مقدار تولید گاز (b) و نرخ تولید گاز در زمان (c) به دست آمد و شکل نمودار آن با استفاده از نرم افزار Excel رسم شد (۱۷).

بحث و نتیجه گیری

ترکیب شیمیایی

جدول ۱ اطلاعات مربوط به ترکیب شیمیایی علوفه‌ی هیدروپونیک جو، یونجه، سیلاژ ذرت و دانه‌ی جو را نشان می‌دهد. درصد پروتئین خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، همی سلولز و سلولز علوفه هیدروپونیک جو در

مقایسه با دانه جو افزایش ولی درصد ماده خشک و کربوهیدرات غیر فیبری، کاهش و درصد لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی، چربی خام و خاکستر تفاوت معنی داری نداشت ($P < 0.05$). علوفه هیدروپونیک جو در مقایسه با یونجه و سیلاژ ذرت محتوی درصد ماده خشک، چربی خام، خاکستر، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی، همی سلولز و سلولز کمتر و درصد پروتئین خام و کربوهیدرات غیر فیبری بیشتری داشت ($P < 0.05$).

جدول ۱- ترکیب شیمیایی (براساس درصد ماده خشک) علوفه هیدروپونیک جو، یونجه، سیلاژ ذرت و دانه جو.

P-Value	SEM	دانه جو	علوفه ی هیدروپونیک جو	سیلاژ ذرت	یونجه	ترکیبات شیمیایی
<0.0001	0.703	95/51 ^a	13/64 ^c	26/47 ^b	94/40 ^a	ماده خشک
<0.0001	0.137	11/30 ^c	15/19 ^a	6/98 ^d	11/96 ^b	پروتئین خام
0.0002	0.248	2/99 ^c	3/06 ^c	4/40 ^b	5/51 ^a	چربی خام
0.0003	0.479	2/86 ^c	3/65 ^c	5/22 ^b	7/91 ^a	خاکستر
<0.0001	1/144	56/19 ^a	34/30 ^b	24/20 ^c	15/22 ^d	کربوهیدرات غیر فیبری
<0.0001	1/035	26/67 ^c	42/80 ^b	59/20 ^a	59/40 ^a	فیبر نامحلول در شوینده ی خنثی
<0.0001	0.357	9/05 ^d	17/10 ^c	32/22 ^b	50/20 ^a	فیبر نامحلول در شوینده ی اسیدی
<0.0001	0.257	0/40 ^c	0/50 ^c	3/50 ^b	9/10 ^a	لیگنین نامحلول در شوینده ی اسیدی
<0.0001	1/156	17/61 ^b	26/70 ^a	26/98 ^a	9/20 ^c	همی سلولز
<0.0001	0.536	8/65 ^d	16/60 ^c	28/72 ^b	41/10 ^a	سلولز

a,b,c,d- در هر ردیف بین اعداد با حروف متفاوت، اختلاف معنی دار وجود دارد ($P < 0.05$).
۱- میانگین-خطای استاندارد

تولید گاز

میزان تولید گاز، نرخ تولید گاز، انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، تجزیه پذیری ماده خشک پس از ۲۴ ساعت برای علوفه هیدروپونیک جو به ترتیب ۶۴/۶۲ میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک، ۰/۰۶۴ میلی لیتر در ساعت، ۹/۸۵ مگاژول در کیلوگرم، ۰/۶۲/۳۱، ۰/۱۱/۰۴ و ۰/۳۰/۵۰ بود. میزان تولید گاز، پتانسیل تولید گاز، ماده آلی قابل هضم، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و تجزیه پذیری ماده خشک پس از ۲۴ ساعت علوفه هیدروپونیک جو در مقایسه با یونجه و سیلاژ ذرت افزایش و درمقایسه با دانه جو کاهش یافت ولی نرخ تولید گاز تفاوتی نداشت ($P < 0.05$).

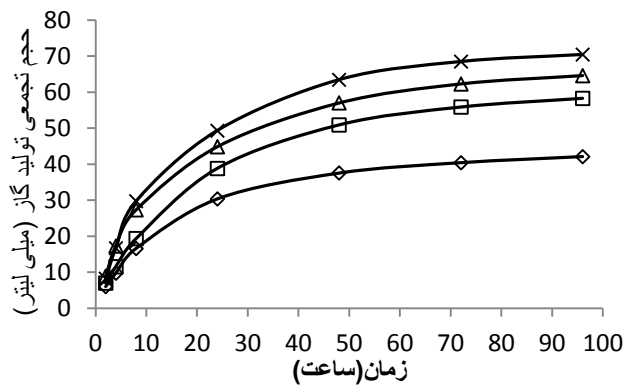
جدول ۲- فراسنجه های تولید گاز و حجم تجمعی گاز علوفه هیدروپونیک جو، یونجه، سیلاژ ذرت و دانه جو پس از ۹۶ ساعت در شرایط برون تنی (میلی لیتر گاز به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک).

P-Value	SEM	دانه جو	علوفه ی هیدروپونیک جو	سیلاژ ذرت	یونجه	مورد
<0.0001	1/186	70/46 ^a	64/63 ^b	58/34 ^c	42/16 ^d	کل تولید گاز طی ۹۶ ساعت انکوباسیون
<0.0001	0.003	68/80 ^a	62/16 ^b	57/74 ^c	41/16 ^d	پتانسیل تولید گاز
0.0007	1/094	0/061 ^a	0/064 ^a	0/050 ^b	0/066 ^a	نرخ تولید گاز (میلی لیتر بر ساعت به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)
<0.0001	0.099	9/93 ^a	9/85 ^a	8/03 ^b	7/43 ^c	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)
<0.0001	0.657	64/54 ^a	62/31 ^b	53/31 ^c	48/10 ^d	قابلیت هضم ماده آلی (درصد)
<0.0001	0.016	1/14 ^a	1/04 ^b	0/91 ^c	0/72 ^d	اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (درصد)
<0.0001	1/188	59/50 ^a	30/50 ^b	22/63 ^c	27/00 ^b	تجزیه پذیری ماده خشک ۲۴ ساعت (درصد)
0.0004	4/870	74/81 ^a	62/51 ^{ab}	57/73 ^b	40/63 ^c	تجزیه پذیری ماده خشک ۹۶ ساعت

. a,b,c,d. در هر ردیف بین اعداد با حروف متفاوت، اختلاف معنی دار وجود دارد ($P < 0.05$).

۱- میانگین خطای استاندارد

روند تجمعی تولید گاز مواد خوراکی طی ۹۶ ساعت انکوباسیون در شرایط برون تنی در شکل ۴-۱ نشان داده شده است. می‌توان مشاهده کرد که علوفه هیدروپونیک جو به لحاظ تولید گاز روندی بین روند تولید گاز سیلاژ ذرت و دانه جو را بروز داده است.



شکل ۱- روند تجمعی تولید گاز مواد خوراکی طی ۹۶ ساعت انکوباسیون در شرایط برون تنی برای یونجه (x)، سیلاژ ذرت (□)، علوفه ی هیدروپونیک جو (△) و دانه ی جو (◇).

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش به طور کلی نشان می‌دهد که علوفه هیدروپونیک جو نسبت به یونجه و سیلاژ ذرت با کاهش بخش فیبری و با توجه به مقدار تولید گاز در ۲۴ ساعت که به عنوان شاخصی در تعیین محتوی ماده آلی قابل هضم و انرژی قابل متابولیسم مورد استفاده قرار گرفت، هضم شکمبه ای مناسب‌تری را بروز داد. به نظر می‌رسد دلیل این عملکرد ویژه میزان بالای همی سلولز آن در کنار کربوهیدرات غیر فیبری بالای آن باشد؛ و از این رو باتوجه به فراسنجه های مطلوب دیگر مانند پروتئین مناسب می‌تواند جایگزین مناسبی برای بخش فیبری جیره باشد.

فهرست منابع

۱. گل محمدی، ح. ع.، طباطبایی، ن.، فضائلی، ح.، مدرسی، م. ۱۳۸۸. استفاده از علوفه سبز تولیدی به روش آبکشت در تغذیه دام. چهارمین همایش منطقه ای ایده های نو در کشاورزی، صفحات ۲۹-۳۰.
۲. وزارت جهاد کشاورزی، د. ۱۳۸۸. نتایج طرح آمار گیری نمونه ای گندم و جو سال زارعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور برنامه ریزی، اقتصاد و بین المللی دفتر آمار و فناوری اطلاعات.
3. AOAC. 2005. *Official Methods Analysis*. (18th ed, Ed.) Gaithersburg, Maryland, USA: AOAC International.
4. Barcelos, M. de F. P., E. V. de B. V. Boas and M. A. C. Lima., 2002. Nutritional aspects of combined sprouts of soybean and corn. *Ciencia e Agrotecnologia*, 26: 817-825.
5. Chavan, J., and Kadam, S. S., 1989. Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 28(5) : 401-437.
6. Fahey, J. W., Y. Zhang and P. Talalay., 1997. Broccoli sprouts: An exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 94: 10367-10372.
7. Fazaeli, H., H. A. Golmohammadi, S. N. Tabatabayee and M. Asghari-Tabrizi. 2012. Productivity and Nutritive Value of Barley Green Fodder Yield in Hydroponic System. *World Applied Sciences Journal*. 16(4) : 531-539.
8. Koehler, P., G. Hartmann, H. Wierser and M. Rychlik. 2007. Changes of folates, dietary fibre and proteins in wheat as affected by germination. *J. Agric. Food Chem*. 55: 4678-4683.

9. Lorenz, K., 1980. Cereal sprouts: composition, nutritive value, food applications. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 13(4) : 353-385.
10. Makkar, H., 2004. Recent advances in the invitro gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. Rome, Italy: *Food and Agriculture organization of the United Nations.*
11. Menke, K.H., and Y.H. Stingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Developments.* 28: 7-55.
12. Menke, K.H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass., 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *Journal of Agricultural Science.* 93: 217-222.
13. Morgan, J., R.R. Hunter and R. O'Haire. 1992. Limiting factors in hydroponic barley grass production. *In the proceeding of the 8th International congress on soil less culture.* (pp. 241-261).
14. NRC. 2001. *Nutrient requirements of beef cattle.* Washington D.C. National Academic Press.
15. Plaza, L., B. de Ancos and M.P. Carro. 2003. Nutritional and health-related compmmds in sprouts and seeds of soybean(Glycin max), Wheat, (Triticum aestivum L.) and alfalfa (Medicaga sativa) treated by a new drynigmethod. *Eur. Food Res. Technol.* 216: 138-144.
16. Peer, D.J., and S. Leeson. 1985. Feeding value of hydroponically sprouted barley for poultry and pigs. *Animal Feed Science and Technology.* 13: 183-190.
17. SAS. 2002. *The SAS System for Windows ,Release 9.2.* SAS Institute, Inc., Cary, NC.
18. Staples C.R., Fernando R.L., Fahey G.C., Berger L.L., Jaster E.H., 1984. Effects of intake of a mixed diet by dairy steers on digestion events. *journal of dairy science.* 67: 995-1006.
19. Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science.* 74: 3583-3597.

Z.Koohikhor¹, A.R. Vakili², M.Danesh Mesgaran³ and A.A.Naserian⁴

¹Ms.D. Student in Ruminant Nutrition

^{2,3,4}Professor, Dept. of Anim Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Abstract

Nutritional value of hydroponic barley forage was determined in comparison with barley grain, alfalfa and corn silage by determination of chemical composition and in vitro gas production using two fistulated Holstein bull. Gas production was measured at 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 hours. Evaluation of Chemical compositions indicated that CP, NDF, ADF, hemicellulose and cellulose of hydroponic barley forage in compared with barley grain increased but NFC, DM, ADL, EE and ash had no significant differences ($P < 0/05$). Hydroponic barley forage in versus alfalfa and corn silage had less DM, EE, ash, NDF, ADF, ADL hemicellulose and cellulose and more CP and NFC ($P < 0/05$). Gas production, gas production potential, OMD, SCFA and dry matter degradability 24 hour of hydroponic barley forage in compared with alfalfa and corn silage increased but there was no difference about gas production rate ($P < 0/05$).

Key words: alfalfa, barley grain, corn silage, gas production and hydroponic barley forage.