



بررسی ترکیب شیمیایی و اثر سطوح مختلف بوته کامل خیار بر کینتیک تخمیر شکمبه و گوارش پذیری مواد مغذی در شرایط آزمایشگاهی

ایوب عزیزی^{۱*}، زهرا امینی فرد^۲، افروز شریفی^۳

۱- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۲- دانشجوی دکتری تغذیه دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۳- عضو هیأت علمی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۰۹)

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر تعیین ارزش غذایی بوته کامل خیار و سپس بررسی اثر سطوح مختلف آن در جیره بر فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر شکمبه با استفاده از شیرابه شکمبه گاو در شرایط برون تنی بود. برای این منظور، ابتدا ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیر برون تنی بوته خیار با کاه گندم و یونجه مقایسه شد. سپس، اثر جایگزینی سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد بوته خیار به جای بخش علوفه‌ای جیره غذایی بر فراسنجه‌های هضم و تخمیر بررسی شد. نتایج نشان داد که بوته خیار میزان ماده خشک، ماده آلی و لیگنین کمتری نسبت به یونجه و کاه گندم داشت ($P < 0.05$)، اما محتوای پروتئین خام آن به مراتب از کاه گندم بیشتر بوده و قابل مقایسه با یونجه بود. میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بوته خیار به طور معنی داری کمتر از کاه گندم بود ($P < 0.05$)، اما تفاوتی با یونجه نداشت. هرچند، میزان کربوهیدرات‌های غیر الیافی آن به طور معنی داری کمتر از یونجه، اما بیشتر از کاه گندم بود ($P < 0.05$). کل حجم تولید گاز، پتانسیل تولید گاز، گوارش پذیری ماده خشک و ماده آلی و سنتز پروتئین میکروبی با انکوباسیون بوته خیار به طور قابل توجهی بیشتر از کاه گندم بوده، اما کمتر از یونجه به دست آمد ($P < 0.05$). در کل، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بوته خیار دارای ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای به مراتب بیشتری در مقایسه با کاه گندم بوده و محتوای پروتئین خام آن نیز قابل مقایسه با یونجه است. همچنین، کاربرد این پسماند در تغذیه نشخوارکنندگان تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک جیره قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بوته خیار، تخمیر، ترکیب شیمیایی، تولید گاز، گوارش پذیری

* نویسنده مسئول: azizi.ay@lu.ac.ir

مقدمه

کمیاب منابع خوراک دام و علوفه با کیفیت در بسیاری از کشورهای دنیا منجر به افزایش هزینه‌های تولید خوراک دام شده است. این امر به ویژه در ایران که کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود صنعت پرورش دام و طیور را بیشتر تحت تأثیر قرار داده است. در این شرایط، هنر علم دامپروری استفاده صحیح و مناسب از ضایعات کشاورزی و باغی در تغذیه دام، به منظور کاهش وابستگی حیوانات به دانه غلات است که در سال‌های اخیر نیز قیمت آنها به طور قابل توجهی افزایش یافته است. پسماندها و بقایای میوه و سبزیجات می‌توانند نقش مهمی را به عنوان منابع خوراکی غیرمعمول در تغذیه نشخوارکنندگان جهت پوشش دادن بخشی از کمبود خوراک دام کشور ایفا نمایند (Wadhwa and 2013, Bakshi). خیار با نام علمی *Cucumis sativus* از خانواده کدوئیان بوده، گیاهی علفی و یکساله است که دارای ساقه خزنده و پوشیده از خارهای نازک و خشن است. آن همچنین دارای برگ‌های بزرگ و دندانه‌دار است. منشأ اولیه خیار کشور هندوستان بوده و سپس از آنجا به نقاط دیگر جهان راه یافته است. بر اساس آمارنامه کشاورزی ایران (۱۳۹۵)، کل سطح زیر کشت خیار آبی و دیم در کشور حدود ۷۴ هزار و ۴۴۵ هکتار است. میزان تولید سالانه میوه خیار در کشور بیش از ۱/۵ میلیون تن تخمین زده شده است (آمارنامه کشاورزی ایران، ۱۳۹۵). پس از برداشت محصول، معمولاً بوته آن که شامل برگ‌ها و ساقه‌ها است بدون استفاده در سر زمین‌های کشاورزی و یا گلخانه‌ها باقی می‌ماند. بر اساس آمارهای موجود، حدود ۷۰ درصد گلخانه‌های کشور زیر کشت محصول خیار هستند که سالانه حجم بسیار زیادی از بقایا و پسماندهای این میوه تولید می‌شود (آمارنامه کشاورزی ایران، ۱۳۹۵). متأسفانه، آمار دقیقی از تولید پسماندهای خیار در ایران در دست نیست و این ضایعات معمولاً به صورت زباله به محیط زیست دفع می‌شوند، که افزایش آلودگی‌های زیست محیطی را به دنبال دارد.

اثر استفاده از میوه خیار در تغذیه نشخوارکنندگان در مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته و آثار مثبت آن به شکل تولید خوراک بلوک از این ضایعات در شرایط آزمایشگاهی و روی دام زنده نشان داده شده است (Romero-Huelva

2013; et al., 2012)، اما تاکنون مطالعات بسیار اندکی درباره بررسی ارزش تغذیه‌ای بوته خیار به عنوان خوراک در تغذیه دام صورت گرفته است. بر اساس جداول ترکیبات شیمیایی منابع خوراک دام و طیور ایران، میزان ماده خشک، ماده آلی، خاکستر خام، پروتئین خام، الیاف خام، چربی خام و عصاره عاری از ازت بوته خیار به ترتیب ۲۱، ۷۶/۶، ۲۳/۴، ۱۶/۱، ۱۶/۲، ۱/۵۵ و ۴۲/۸ درصد ماده خشک و انرژی خام آن ۳۱۹۷ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (عباسی، ۱۳۹۵). ترکیبات شیمیایی گزارش شده برای این پسماند نشان می‌دهد که دارای ارزش تغذیه‌ای بالقوه مناسبی جهت بررسی بیشتر در تغذیه دام است.

تاکنون مطالعات اندکی درباره اثر تغذیه بوته کامل خیار در تغذیه نشخوارکنندگان و به ویژه اثر آن بر فراسنجه‌های تولید گاز، تخمیر و قابلیت هضم مواد مغذی در شکمبه صورت گرفته است. لذا در مطالعه حاضر، ابتدا ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر بوته خیار تعیین شد. سپس اثر سطوح مختلف این ضایعات در جیره بر هضم و تخمیر مواد مغذی در شرایط برون‌تنی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه طی سال‌های ۹۷-۹۶ در ایستگاه پرورش دام و آزمایشگاه تغذیه دام تکمیلی دانشگاه لرستان صورت گرفت. ابتدا ترکیب شیمیایی بوته خیار با دو ماده خوراکی علوفه‌ای مرسوم دیگر یعنی کاه گندم و یونجه مقایسه شد. نمونه‌های بوته کامل خیار از گلخانه‌های کشت و صنعت لرستان واقع در ۱۵ کیلومتری شهر خرم‌آباد پس از برداشت محصول خیار تهیه شده و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های بوته خیار همراه با کاه گندم و یونجه در آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. اجزاء خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف بوته خیار در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین ترکیب شیمیایی بوته خیار، کاه گندم و یونجه در جدول ۲ ارائه شده است. سپس، بر اساس نتایج حاصله، سطوح مختلفی از این ضایعات جایگزین بخش علوفه‌ای (شامل کاه گندم و یونجه) یک جیره غذایی کامل شد. جهت انجام آزمون تولید گاز از دو رأس گاو بومی لری خشک و غیر آبستن فیستولاگذاری

۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون اندازه‌گیری شد. برای تعیین فراسنجه‌های تولید گاز از فرمول زیر استفاده شد (Blümmel *et al.*, 1997a):

$$P = b(1 - e^{-ct})$$

که در معادله مذکور، b گاز تولیدی از بخش قابل تخمیر خوراک (میلی‌لیتر)، c نرخ تولید گاز در ساعت، t زمان انکوباسیون بر حسب ساعت و P حجم گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان مورد نظر است. پنج تکرار باقیمانده از هر تیمار آزمایشی جهت تعیین فراسنجه‌های تخمیر استفاده شد. برای این منظور پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (Vercoe, 2010)، ابتدا حجم گاز تولیدی هر ویال ثبت شد. سپس درب هر ویال باز شده و میزان pH به وسیله دستگاه pH متر (مدل 744؛ شرکت Metrohm سوئیس) ثبت شد. برای تعیین میزان قابلیت هضم ماده خشک محتوای هر ویال با ۲۰۰۰g به مدت ۲۰ دقیقه در دمای چهار درجه سلسیوس سانتیفریوژ شد. بر اساس میزان بقایای خشک شده هر ویال، درصد گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک (IVDMD) به صورت زیر تعیین شد:

$$\text{IVDMD (\%)} = (\text{وزن } - \text{وزن بقایا پس از انکوباسیون}) \times 100$$

درصد گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم (ME) تیمارهای آزمایشی به ترتیب بر اساس معادلات زیر تخمین زده شد (Menke and 1988 Steingass):

$$\text{IVOMD (g/kg OM)} = 148.8 + 8.89 \text{ GAS} + 4.50 \text{ CP} + 6.51 \text{ XA}$$

$$\text{ME (MJ/kg DM)} = 2.20 + 0.136 \text{ GAS} + 0.057 \text{ CP} + 0.0029 \text{ CP}^2$$

که در معادلات بالا، IVOMD گوارش‌پذیری ماده آلی، GAS حجم گاز خالص تولیدی برای ۲۰۰ میلی‌گرم سوبسترا پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، CP محتوای پروتئین خام به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک، XA خاکستر خام به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک و ME انرژی قابل متابولیسم است.

تولید توده میکروبی بر اساس فرمول زیر تخمین زده شد (Blümmel *et al.*, 1997b):

$$\text{MP (mg/kg DM)} = \text{ADS (mg)} - [\text{GP (ml)} \times 2.2]$$

شده به عنوان دهنده مایع شکمبه استفاده شد. گاوهای مذکور ابتدا حداقل به مدت دو هفته با یک جیره غذایی حاوی ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره تغذیه شدند. سپس سه ساعت پس از خوراکدهی وعده صبح، با قرار دادن دست به داخل شکمبه از راه فیستولا، محتویات شکمبه از بخش‌های مختلف شکمبه جمع‌آوری شد. جیره آزمایشی گاوها حاوی ۴۰ درصد کاه گندم، ۱۰ درصد سیلاژ ذرت، ۱۰ درصد یونجه خشک، ۲۷ درصد بلغور ذرت، ۱۱ درصد سبوس گندم، ۰/۹ درصد اوره، ۰/۵۵ درصد کربنات کلسیم، ۰/۲۵ درصد مواد معدنی و ویتامینه و ۰/۲۵ درصد نمک بر حسب ماده خشک بود که بر اساس جداول احتیاجات تغذیه‌ای گاو خشک فرموله شده بود و در حد نگهداری تغذیه شدند (NRC, 2001). محتوای پروتئین خام و انرژی قابل متابولیسم جیره آزمایشی تغذیه شده به ترتیب ۱۲ درصد و ۲ مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک بود. محتویات شکمبه در یک فلاسک عایق که از قبل به وسیله گاز دی‌اکسید کربن بی‌هوازی شده بود، در دمای ۳۹ درجه سلسیوس سریعاً (در کمتر از ۳۰ دقیقه) به آزمایشگاه منتقل شد. محتویات مربوطه قبل از تزریق به داخل ویال‌های آزمایشی به وسیله چهار لایه پارچه پنبه صاف شد. دو مرحله آزمون تولید گاز و هر کدام در سه دوره (Run) مجزا صورت گرفت. در مرحله اول، ارزش تغذیه‌ای بوته خیار با کاه گندم و یونجه (سه تیمار آزمایشی، ۱۰ تکرار در هر تیمار) مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین فراسنجه‌های آزمون تولید گاز، میزان ۲۵۰ میلی‌گرم نمونه جیره کاملاً خشک آسیاب و ریز شده به داخل هر ویال قرار داده شد (Marten and Barnes, 1980). سپس، هر ویال که از قبل دمای آن با قرار دادن در بن‌ماری به ۳۹ درجه سلسیوس رسیده بود، با ۵ میلی‌لیتر مایع شکمبه صاف شده و ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی تلقیح شد (Marten and 1980 Barnes). سه ویال نیز به عنوان بلانک (حاوی فقط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی) در نظر گرفته شد. پس از بستن درب ویال‌ها به وسیله دستگاه پرس، انکوباسیون آن‌ها در بن‌ماری با دمای حدود ۳۹ درجه سلسیوس شروع شد. حجم گاز تولیدی در ویال‌ها (پنج تکرار در هر تیمار) به وسیله دستگاه فشارسنج در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲،

(and Kang, ۵) برای این منظور، نمونه‌های سوپرناتانت (۵ میلی‌لیتر) سریعاً با یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شده و در دمای ۲۰- درجه سلسیوس تا زمان تجزیه نگهداری شدند.

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تولید گاز، گوارش‌پذیری مواد مغذی و فراسنجه‌های تخمیر با استفاده از رویه MIXED و به وسیله نرم افزار آماری SAS (2005) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. مدل آماری طرح آزمایشی به صورت زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + Run_j + e_{ijk}$$

در این مدل Y_{ijk} ، μ ، T_i ، Run_j و e_{ijk} به ترتیب مقدار مشاهده شده، میانگین کل، اثر ثابت تیمار آزمایشی نام، اثر تصادفی دوره زام و اثر خطای آزمایشی بود. در بخش اول پژوهش یعنی مقایسه بوته خیار با کاه گندم و یونجه، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد (جدول ۲ و ۳). در بخش دوم تحقیق یعنی کاربرد سطوح مختلف بوته خیار در جیره غذایی گاو گوشتی، آثار خطی و غیر خطی استفاده از پسماند مذکور با استفاده از مقایسات اورتوگونال (متعامد) تعیین شد (جدول ۴).

نتایج و بحث

همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده است میزان ماده خشک، ماده آلی و لیگنین بوته خیار کمتر از یونجه و کاه گندم بود ($P < 0.05$). همچنین میزان پروتئین خام پسماند مذکور به مراتب از کاه گندم بیشتر بوده و با یونجه قابل مقایسه بود ($P < 0.05$). میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بوته خیار به طور معنی‌داری کمتر از کاه گندم بود ($P < 0.05$)، اما تفاوتی با یونجه نداشت. میزان چربی خام بوته خیار کمتر از یونجه بوده ($P < 0.05$)، اما تفاوت معنی‌داری با کاه گندم نداشت. هر چند، میزان کربوهیدرات‌های غیر الیافی آن به طور معنی‌داری کمتر از یونجه، اما بیشتر از کاه گندم بود ($P < 0.05$).

که در این معادله، MP پروتئین میکروبی (میلی‌گرم در گرم ماده خشک)، ADS سوپسترای تجزیه شده ظاهری (میلی‌گرم)، GP میزان گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون و ۲/۲ عامل استوکیومتری بر حسب میلی‌گرم کربن، هیدروژن و اکسیژن مورد نیاز برای تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است.

غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تولیدی بر اساس فرمول زیر تخمین زده شدند (Getachew *et al.*, 2002):

$$SCFA \text{ (mmol/ g DM)} = 0.0222 \times GP \text{ (ml)} - 0.0042$$

که در آن، SCFA اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر (میلی‌مول در گرم ماده خشک) و GP حجم گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون است.

در سری دوم آزمون تولید گاز، اثر سطوح صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد بوته خیار در ماده خشک که جایگزین بخش علوفه‌ای (کاه گندم و یونجه) جیره غذایی گاو گوشتی شده بود، بررسی شد. در این مرحله نیز مانند مرحله اول، مایع شکمبه برای انکوباسیون جیره‌های آزمایشی مذکور، از گاوهای فیسولاگذاری شده که با یک جیره پایه مشابه تغذیه می‌شدند، تهیه شد. آزمون تولید گاز مشابه با مرحله اول بود با این تفاوت که به دلیل کنسانتره‌ای بودن جیره‌ها در این مرحله (Vercoe, 2010)، فراسنجه‌های تخمیر در زمان ۱۶ ساعت پس از آغاز انکوباسیون تعیین شدند. مقدار ماده خشک، خاکستر خام و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بر اساس روش‌های AOAC تعیین شد (AOAC, 1990). الیاف نامحلول در شوینده خنثی با استفاده از روش استاندارد و محلول شوینده خنثی تعیین شد (Van Soest *et al.*, 1991). محتوای کربوهیدرات‌های غیر الیافی با استفاده از فرمول زیر تخمین زده شد (McDonald *et al.*, 2011):

$$NFC \text{ (\%)} = 100 - [NDF \text{ (\%)} + CP \text{ (\%)} + EE \text{ (\%)} + Ash \text{ (\%)}]$$

که در آن، NFC درصد کربوهیدرات غیر الیافی، NDF درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی، CP درصد پروتئین خام، EE درصد چربی خام و Ash درصد خاکستر خام است. غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه بر اساس روش فنل-هیپوکرایت اندازه‌گیری شد (Broderick 1980)

جدول ۱- اجزای خوراکی، ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم (گرم در کیلوگرم ماده خشک یا واحد ذکر شده) جیره‌های آزمایشی انکوبه شده حاوی سطوح مختلف بوته کامل خیار

Table 1. Feed ingredients, chemical composition and metabolizable energy (g/kg or as stated) of incubated experimental diets containing different levels of whole cucumber plant (WCP)

	Level of WCP in the diet (g/kg DM)				
	Control	50	100	150	200
Feed ingredients					
Alfalfa	150	130	80	30	0
Wheat straw	100	70	70	70	50
WCP	0	50	100	150	200
Corn grain	140	140	140	140	140
Barley, ground	350	355	350	360	360
Soybean meal	80	75	70	70	70
Wheat bran	150	150	150	150	150
Vitamin-mineral supplement	10	10	10	10	10
Salt	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Sodium bicarbonate	10	10	10	10	10
Dicalcium phosphate	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Chemical composition					
Dry matter	921	887	854	821	786
Organic matter	920	913	905	898	890
Crude protein	135	137	135	136	137
Neutral detergent fibre (NDF)	337	335	335	332	330
Acid detergent fibre (ADF)	168	165	165	160	159
Non fibre carbohydrates (NFC)	418	422	429	431	433
Metabolizable energy (Mcal/kg DM)	2.54	2.55	2.53	2.52	2.49

جدول ۲- مقایسه ترکیب شیمیایی بوته کامل خیار، یونجه و کاه گندم (گرم در کیلوگرم ماده خشک یا واحد ذکر شده)

Table 2. Comparison of chemical composition of whole cucumber plant (WCP), alfalfa and wheat straw (WS) (g/kg DM or as stated)

	WCP	Alfalfa	WS	SEM	P-value
Dry matter (g/kg fresh weight)	235 ^b	936 ^a	946 ^a	7.31	<0.01
Organic matter	751 ^b	902 ^a	904 ^a	9.88	<0.01
Crude protein	145 ^a	146 ^a	32.2 ^b	5.21	<0.01
Neutral detergent fibre	439 ^b	408 ^b	717 ^a	6.98	<0.01
Acid detergent fibre	361 ^b	334 ^b	463 ^a	11.2	<0.01
Ether extract	8.27 ^b	11.7 ^a	7.35 ^b	0.331	0.02
Non fibre carbohydrates	165 ^b	334 ^a	121 ^c	5.34	<0.01
Lignin	56.5 ^b	79.6 ^a	86.2 ^a	2.21	<0.01

^{a-c} Means with different superscripts within the same row differ significantly ($P < 0.05$). Each value is the average of four replicates.

دیگر مشاهده نشد ($P > 0.05$). در بین خوراکی‌های مورد بررسی، بیشترین میزان غلظت آمونیاک و اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر با انکوباسیون یونجه حاصل شد، اما آن اختلافی با بوته خیار نداشت ($P > 0.05$).

نتایج اثر جایگزینی سطوح مختلف بوته خیار بجای بخش علوفه‌ای جیره (کاه گندم و یونجه) بر خصوصیات تخمیر شکمبه در جدول ۴ نشان داده شده است. در هیچ کدام از سطوح جایگزینی، اختلاف معنی‌داری بین فراسنجه‌های تولید گاز (حجم کل تولید گاز، پتانسیل و نرخ تولید گاز)،

بر اساس نتایج جدول ۳، کل حجم تولید گاز (پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون)، پتانسیل تولید گاز (b)، گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی و سنتز پروتئین میکروبی با انکوباسیون بوته خیار به طور قابل توجهی بیشتر از کاه گندم بوده، اما کمتر از یونجه به دست آمد ($P < 0.05$). هر چند، از نظر نرخ تولید گاز (c) بیشترین میزان در یونجه بدست آمده، اما اختلافی بین بوته خیار و کاه گندم وجود نداشت ($P > 0.05$). کمترین میزان pH با انکوباسیون یونجه حاصل شد، اما از این نظر اختلافی بین دو خوراک آزمایشی

مطالعه دیگری (Soto *et al.*, 2015)، محتوای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و چربی خام ضایعات خیار به ترتیب ۳۷، ۸۹، ۱۶/۳، ۱۶/۸، ۱۳/۱، ۲/۵ و ۱/۳ درصد ماده خشک گزارش شده است که شاخص‌های الیاف آن کمتر از نتایج مطالعه حاضر است. بر اساس نتایج پژوهش موسوی و همکاران (۱۳۹۲)، میزان ماده آلی ضایعات میوه و تره‌بار ۸۴ درصد بدست آمد که این امر نشان‌دهنده بیشتر بودن میزان خاکستر خام در بوته خیار است. همچنین در مطالعه مذکور، محتوای پروتئین خام ضایعات مذکور قابل مقایسه با نتایج بدست آمده برای بوته خیار در مطالعه حاضر است. از نظر میزان الیاف نیز بوته خیار میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بیشتری نسبت به ضایعات میوه و تره‌بار داشته، اما میزان عصاره عاری از ازت و لیگنین کمتری نسبت به آن دارد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲). به هر حال، وجود اختلاف در ترکیب شیمیایی بوته خیار در مطالعات مختلف احتمالاً به دلیل نوع واریته، منطقه جغرافیایی، نوع خاک، زمان برداشت گیاه و نسبت برگ به ساقه باشد (Salem, 2012). در کل، نتایج ترکیب شیمیایی بوته خیار نشان می‌دهد که این پسماند میزان خاکستر خام بیشتری نسبت به کاه گندم و یونجه دارد که این موضوع ممکن است محتوای ماده آلی و به تبع، میزان انرژی آن را تحت تأثیر قرار دهد. اما میزان پروتئین خام قابل توجه و لیگنین کمتر آن احتمالاً بتواند کمتر بودن میزان ماده آلی را جبران نماید.

گوارش‌پذیری مواد مغذی (گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی) و سایر فراسنجه‌های تخمیر (تخمین انرژی قابل متابولیسم، pH، غلظت آمونیاک، اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر و توده میکروبی) مشاهده نشد ($P > 0.05$). در بسیاری از مطالعات صورت گرفته از تکنیک تولید گاز آزمایشگاهی برای بررسی اختلاف بین ترکیب شیمیایی اقلام خوراکی مختلف، و از این راه تعیین ارزش تغذیه‌ای آن‌ها، استفاده شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان‌دهنده اثر مطلوب استفاده از بوته خیار به عنوان یک ماده خوراکی مناسب در تغذیه نشخوارکنندگان است، زیرا عمده فراسنجه‌های تخمیر شکمبه با انکوباسیون آن به طور قابل توجهی بیشتر از کاه گندم بود و نیز در برخی صفات با یونجه قابل مقایسه بود. علت این امر احتمالاً به دلیل محتوای پروتئین خام، کربوهیدرات‌های غیر الیافی و انرژی قابل متابولیسم بیشتر و لیگنین کمتر نسبت به کاه گندم بوده است. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، در پژوهشی محتوای ماده خشک، ماده آلی، خاکستر خام، پروتئین خام، الیاف خام، چربی خام و عصاره عاری از ازت بوته خیار به ترتیب ۲۱، ۷۶/۶، ۲۳/۴، ۱۶/۱، ۱۶/۲، ۱/۵۵ و ۴۲/۸ درصد ماده خشک و انرژی خام آن ۳۱۹۷ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (عباسی، ۱۳۹۵). هر چند، بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، در مطالعه دیگری، محتوای ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و عصاره عاری از ازت بوته خیار به ترتیب ۵۳/۰، ۱۸/۶، ۳۶/۸، ۳۵/۳ و ۲۵/۲ درصد ماده خشک گزارش شده است (El-Waziry *et al.*, 2013).

جدول ۳- اثر بوته کامل خیار، یونجه و کاه گندم بر فراسنجه‌های تولید گاز، تخمیر و گوارش‌پذیری مواد مغذی

Table 3. Effect of whole cucumber plant (WCP), alfalfa and wheat straw (WS) on gas production (GP), fermentation and nutrients digestibility

	WCP	Alfalfa	WS	SEM	P-value
Total GP (mL)	53.3 ^b	75.3 ^a	44.4 ^c	1.91	<0.01
b	54.7 ^b	75.5 ^a	54.2 ^c	2.33	0.01
c	0.062 ^{ab}	0.075 ^a	0.048 ^b	0.005	<0.01
IVDMD (%)	48.9 ^b	64.1 ^a	38.4 ^c	1.77	<0.01
IVOMD (%)	49.5 ^b	63.9 ^a	39.7 ^c	1.85	<0.01
ME (Mcal/kg DM)	1.67 ^b	1.98 ^a	1.44 ^c	0.045	<0.01
pH	6.39 ^{ab}	6.26 ^b	6.59 ^a	0.065	0.02
Ammonia-N (mg/dL)	17.4 ^a	18.4 ^a	11.5 ^b	1.21	<0.01
SCFA (mmol/g DM)	3.34 ^a	4.56 ^a	2.61 ^b	0.065	<0.01
MPS (mg/g DM)	521 ^b	586 ^a	335 ^c	11.9	<0.01

b, potential of GP from insoluble fraction (ml); c, rate of gas production (/h); IVDMD, *in vitro* dry matter disappearance; IVOMD, *in vitro* organic matter disappearance; ME, metabolizable energy; SCFA, short chain fatty acids; MPS, microbial protein synthesis; SEM, standard error of means; means within the same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

درباره کاربرد ضایعات خیار در تغذیه نشخوارکنندگان اطلاعات بسیار اندکی وجود دارد. در مطالعه‌ای (El- Waziry *et al.*, 2013) با انکوباسیون بوته خیار، حجم گاز تولیدی پس از ۷۲ ساعت به میزان ۳۳ میلی‌لیتر گزارش شد که تفاوتی با گاز تولیدی بوته گوجه و بوته خیار سیلو شده نداشت. همچنین، پتانسیل تولید گاز بین تیمارهای آزمایشی مذکور تحت تأثیر قرار نگرفت. میزان انرژی قابل متابولیسم بوته خیار و بوته سیلو شده به ترتیب ۱/۳۵ و ۰/۶۸ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک بدست آمد که کمتر از میزان بدست آمده در مطالعه حاضر است. همچنین در مطالعه مذکور، قابلیت هضم ماده آلی بوته تازه ۴۰ درصد گزارش شد که از نتایج آزمایش حاضر کمتر است. در مطالعه‌ای (Romero-Huelva *et al.*, 2012) جایگزینی ۳۵ درصد بخش کنسانتره بزهای شیری با خوراک بلوک حاوی ضایعات خیار و گوجه‌فرنگی ضمن کاهش هزینه تولید خوراک و متان، سبب بهبود کیفیت بلوک نیز شد. همچنین در این مطالعه، جایگزین نمودن ضایعات خیار و گوجه به صورت خوراک بلوک با کنسانتره تأثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی و میزان شیر تولیدی بزها نداشت که سودمندی کاربرد این ضایعات را نشان می‌دهد.

جایگزینی سطوح مختلف ضایعات خیار بجای بخش کنسانتره‌ای جیره غذایی بزهای شیری تا سطح ۲۵ درصد ماده خشک سبب تعدیل نمودن اکوسیستم شکمبه از راه افزایش تولید گاز و نسبت مولی پروپیونات و کاهش نسبت بوتیرات در مقایسه با تیمار شاهد شده است (Soto *et al.*, 2015). در مطالعه مذکور، افزودن سطوح مختلف ضایعات گوجه‌فرنگی تا سطح ۲۵ درصد بجای جو نیز سبب افزایش تولید گاز و نسبت مولی استات شکمبه نسبت به تیمار شاهد در شرایط آزمایشگاهی شده است (Soto *et al.*, 2015). در کل (Soto *et al.*, 2015) نتیجه‌گیری کردند که جایگزین نمودن ۲۵ درصد کنسانتره جیره بزها با ضایعات گوجه بدون تأثیر قابل توجه بر تخمیر شکمبه و جمعیت میکروبی قابل توصیه بوده، اما با استفاده از این میزان برای ضایعات خیار پروفیل اسیدهای چرب فرار شکمبه تغییر یافت.

افزایش حجم گاز تولیدی با انکوباسیون بوته خیار نسبت به کاه گندم احتمالاً به محتوای پروتئین خام و ترکیبات دارای هضم آسان بیشتر (جدول ۲) آن بوده که سبب بهبود شرایط هضم و تخمیر مواد مغذی شده است. همچنین، افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی و تولید اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر در بوته خیار مطابق با داده‌های گاز تولیدی آن بود، زیرا مشخص شده است زمانی گاز تولید می‌شود که سوبستراهای آسان هضم به استات و بوتیرات تخمیر شوند (Getachew *et al.*, 1998). کاهش pH شکمبه با انکوباسیون بوته خیار و یونجه در مقایسه با کاه گندم احتمالاً به دلیل گاز تولیدی بیشتر در آنها بوده است. تولید گاز به طور غیر مستقیم نشان‌دهنده افزایش تولید استات و بوتیرات بوده (Getachew *et al.*, 1998) که آنها نیز در پی آن سبب افت pH شکمبه می‌شوند. در مطالعه حاضر غلظت آمونیاک مایع شکمبه با انکوباسیون خوراک‌های آزمایشی بیشتر از ۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود. مشخص شده است که غلظت آمونیاک بیش از ۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر برای حداکثر رشد میکروبی شکمبه مورد نیاز است (Satter and Slyter, 1974). با انکوباسیون بوته خیار و یونجه، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه نسبت به کاه گندم به طور قابل توجهی بیشتر بود که این امر احتمالاً به دلیل محتوای پروتئین خام بیشتر آن‌ها بوده است (جدول ۲). با توجه به محتوای پروتئین خام مشابه بوته خیار (۱۴/۵ درصد) و یونجه (۱۴/۶ درصد)، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه با انکوباسیون بوته خیار حدود ۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر کمتر بوده است که علت این امر احتمالاً وجود ترکیبات فنولیک و به ویژه محتوای تانن این ضایعات بوده است که سبب باند کردن بخشی از پروتئین خام خوراک و کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای آن شده است.

اثرات مطلوب جایگزینی سطوح مختلف بوته خیار بجای بخش علوفه‌ای جیره غذایی (کاه گندم و یونجه) تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک در مطالعه حاضر نشان داده شد زیرا تمام فراسنجه‌های تولید گاز، هضم و تخمیر مواد مغذی مورد بررسی تحت تأثیر سطح بوته خیار در جیره قرار نگرفت (جدول ۴). این امر نشان‌دهنده کاربرد مطلوب و اقتصادی این پسماند در تغذیه نشخوارکنندگان است.

جدول ۴- اثر جیره‌های حاوی سطوح مختلف بوته کامل خیار بر هضم و تخمیر شکمبه با استفاده از آزمون تولید گاز
Table 4. Effect of diets containing whole cucumber plant (WCP) on rumen digestion and fermentation using gas production (GP) technique

	Level of WCP in the diet (g/kg DM)					SEM	Contrast	
	Control	50	100	150	200		Linear	Quadratic
Total GP (mL)	66.8	63.5	70.8	66.5	69.7	3.54	0.21	0.14
b	67.4	65.8	71.2	67.1	69.9	3.69	0.22	0.15
c	0.081	0.084	0.086	0.076	0.077	0.008	0.32	0.17
IVDMD (%)	59.5	60.9	61.9	61.4	61.7	1.55	0.21	0.41
IVOMD (%)	58.9	59.3	60.1	58.6	59.7	1.76	0.16	0.22
ME (Mcal/kg DM)	2.01	1.99	2.17	2.02	2.08	0.098	0.33	0.41
pH	6.11	6.15	6.12	6.21	6.10	0.078	0.23	0.33
Ammonia-N (mg/dL)	19.4	19.7	18.6	18.8	19.1	1.25	0.34	0.27
SCFA (mmol/g DM)	5.41	5.37	5.61	5.44	5.58	0.19	0.19	0.36
MPS (mg/g DM)	553	561	563	544	548	12.1	0.18	0.19

b, potential of GP from soluble fraction (ml); c, rate of gas production (/h); IVDMD, *in vitro* dry matter disappearance; IVOMD, *in vitro* organic matter disappearance; ME, metabolizable energy; SCFA, short chain fatty acids; MPS, microbial protein synthesis; SEM, standard error of means.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بوته خیار ارزش تغذیه‌ای قابل توجهی نسبت به کاه گندم داشته و از نظر پروتئین خام نیز قابل مقایسه با یونجه است. همچنین، جایگزین نمودن بخش علوفه‌ای جیره با این پسماند تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک توجیه اقتصادی داشته و بنابراین توصیه می‌شود. به هر حال، جهت تأیید یافته‌های حاضر تعیین عوامل ضدتغذیه‌ای و پروفیل مواد معدنی بوته خیار و نیز انجام مطالعات بیشتر در شرایط دام زنده لازم به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

از مسئولین محترم دانشگاه لرستان به خاطر فراهم نمودن زمینه پژوهش حاضر تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

کریمی مسکونی (۱۳۹۵) در پژوهشی با بررسی اثر سطوح مختلف ملاس بر ترکیب شیمیایی و خصوصیات تغذیه‌ای بوته خیار نشان داد که سطح مکمل‌سازی ۱۵ درصد سبب بهبود ترکیب شیمیایی شده و از این راه، تولید گاز و گوارش‌پذیری مواد مغذی بهبود یافت. در مطالعه مشابهی، پس از انکوباسیون شکمبه‌ای ۴۸ ساعته ضایعات میوه و تره‌بار، میزان تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی به ترتیب ۷۲ و ۷۳ درصد گزارش شده که بیشتر از مقادیر گزارش شده در آزمایش حاضر است (جدول ۳ و ۴).

فهرست منابع

- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۵. وزارت جهاد کشاورزی. جلد اول. ۱۲۵ ص.
عباسی ا، فضائی ح، زاهدی فر م، میرهادی س. ا، گرامی ع، تیمورنژاد ن، و علوی س. م. ۱۳۹۵. جداول ترکیبات شیمیایی منابع خوراک دام و طیور ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۸۰ ص.
کریمی مسکونی ن. ۱۳۹۵. اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی و گوارش‌پذیری آزمایشگاهی بوته خیار و سیلاژ آن. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه جیرفت.
موسوی س. غ، محمدزاده ح، فتاح‌نیا ف، و شکری ع. ن. ۱۳۹۲. تعیین ترکیبات شیمیایی، انرژی و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پسماندهای میوه و تره‌بار در گوسفندان فیستولادار کردی. تحقیقات تولیدات دامی، ۴: ۱۳-۲۳.

Association of Official Analytical Methods. 1990. Official methods of analysis, K. Helrich, 15th ed., AOAC, Arlington, VA.

- Blümmel M., Steingass H. and Becker K. 1997a. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77: 911-921.
- Blümmel M., Makkar H. P. S. and Becker, K. 1997b. *In vitro* gas production: A technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 77: 24-34.
- Broderick G. and Kang J. H. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*, 63: 64-75.
- El-Waziry A. M., Alkoaik F., Khalil, A. I., Metwally H. and Al-Mahasneh M. A. 2013. Evaluation of tomato and cucumber wastes as alternative feeds for ruminants using gas production technique *in vitro*. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advance*, 8: 821-826.
- Getachew G., Blümmel 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: contents of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and *in vitro* gas production. *Journal of Agricultural Science*, 139: 341-352.
- Marten G. C. and Barnes R. F. 1980. Prediction of energy digestibility of forages with *in vitro* rumen fermentation and fungal enzymes systems. In: Pidgen WJ Balch CC and Graham M (Eds), *Standardization of analytical methodology for feeds*. (pp 61-71) International Development Research Center, Ottawa.
- McDonald P., Edwards R. A., Greenhalgh J. F. D., Morgan C. A., Sinclair L. A. and Willkenson R. G. 2011. *Animal Nutrition*, 7th ed., Longman publisher, UK. 693 pp.
- Menke K. H. and Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28: 7-55.
- NRC. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th Revised Edition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- Salem A. Z. M. 2012. Oral administration of leaf extracts to rumen liquid donor lambs modifies *in vitro* gas production of other tree leaves. *Animal Feed Science and Technology*, 176: 94-101.
- SAS. 2005. *User's Guide: Statistics*, Version 9.0 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Soto E. C., Khelil H., Carro M. D., Yaniz-Ruiz D. R. and Molina-Alcaide E. 2015. Use of tomato and cucumber waste fruits in goat diets: effects on rumen fermentation and microbial communities in batch and continuous cultures. *The Journal of Agricultural Science*, 153: 343-352.
- Van Soest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Vercoe P. E., Makkar H. P. S. and Schlink A. C. 2010. *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies. Springer Verlag GmbH.
- Wadhwa M. and Bakshi M. P. S. 2013. Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. FAO, RAP Publication.



Investigating chemical composition and effect of different dietary levels of whole cucumber plant on rumen fermentation kinetics and nutrients digestibility *in vitro*

A. Azizi^{1*}, Z. Aminifard², A. Sharifi³

1. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

2. Ph.D Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

3. Animal Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center AREEO, Ahvaz, Iran

(Received: 08-01-2019 – Accepted: 29-01-2019)

Abstract

This study was conducted to evaluate nutritive value of whole cucumber plant (WCP) and then, assessing its different dietary levels effects on *in vitro* gas production and rumen fermentation parameters using cow rumen liquor. For this purpose, firstly chemical composition and rumen fermentation kinetics of WCP were compared with wheat straw (WS) and alfalfa hay. After that, the effects of substituting levels of 0, 5, 10, 15 and 20% WCP for forage part of the diet were investigated on *in vitro* digestion and fermentation parameters. Results indicated that WCP had lower dry matter (DM), organic matter (OM) and lignin contents than alfalfa and WS ($P<0.05$). However, its crude protein (CP) was considerably higher than WS and also was comparable with alfalfa CP content. Neutral detergent fibre and acid detergent fibre contents of WCP were lower than WS ($P<0.05$), but they were similar to alfalfa. Incubation of WCP showed higher total gas production (GP), potential of GP (b), DM and OM digestibility and microbial mass production than WS, while they were lower than alfalfa ($P<0.05$). In conclusion, results of present study showed that WCP has favourable chemical composition and nutritive value compared to WS, and its CP content also is comparable with alfalfa. Moreover, its incorporation in ruminant nutrition up to 20% of diet is recommended.

Keywords: Cucumber plant, Fermentation, Chemical composition, Gas production, Digestibility

*Corresponding author: azizi.ay@lu.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2019.12214.1374