تحقیقات تولیدات دامی

سال دهم/شماره اول/بهار ۱۴۰۰ (۳۶-۲۵)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

بررسی ارزش غذایی و امکان سیلوپذیری گیاه خودروی خرفه (*Portulaca oleracea* L.) بدون یا مخلوط با سبوس گندم

محسن کاظمی[1*]

۱- استادیار، گروه علوم دامی، مجتمع آموزش عالی تربت‌جام

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۸/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۲۹)

چکیده

خرفه (*Portulaca oleracea* L.) علف هرزی است که قابلیت رویش در بیشتر نقاط ایران را دارد، اما اطلاعات اندکی درباره ارزش تغذیه‌ای این گیاه وجود دارد. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف تعیین ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی علف تازه و سیلاژ خرفه بدون یا مخلوط با سبوس گندم انجام شد. خرفه در مرحله گل‌دهی برداشت شد و بخشی از آن در محفظه‌های پلی‌اتیلنی به مدت ۶۰ روز سیلو شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) خرفه تازه، ۲) سیلاژ خرفه بدون افزودنی، ۳) سیلاژ خرفه+۱۶ درصد سبوس گندم (وزن تر) و ۴) سیلاژ خرفه+۳۲ درصد سبوس گندم (وزن تر) بود. دامنه پروتئین خام از ۱۹/۲۷ درصد تا ۲۶/۸۶ درصد برای چهار تیمار متغیر بود. بیشترین مقدار pH (۴/۷۲) و نیتروژن آمونیاکی (۱۰/۸۵ درصد نیتروژن کل) در سیلاژ بدون افزودنی مشاهده شد، ولی غلظت اسید لاکتیک و کل اسیدهای چرب فرار در سیلاژهای دارای سبوس گندم بیشتر بود ($P<۰/۰۵$). با سیلو شدن خرفه، میزان تجزیه‌پذیری حقیقی ماده آلی (۷۱/۰۳ درصد) و ماده خشک (۷۰/۰۵ درصد) و پتانسیل تولید گاز (۲۸/۹۰ میلی‌لیتر)، در مقایسه با علف تازه کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). در مجموع، علف خرفه، پروتئین و قابلیت هضم مناسبی برای تغذیه دام داشت. اگرچه ارزش تغذیه‌ای علف تازه خرفه در مقایسه با سیلاژ آن بالاتر بود، اما به دلیل مشکل خشک شدن، سیلو کردن می‌تواند روش مناسبی برای نگهداری آن باشد. سیلاژ خرفه بدون افزودنی دارای ماده خشک اندک و همراه با کپک‌زدگی بود، اما افزودن سبوس گندم، کیفیت سیلاژ خرفه را در حد قابل قبولی بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: تخمیر، تغذیه، سبوس گندم، سیلاژ، محیط کشت ثابت

* نویسندهٔ مسئول: phd1388@gmail.com

doi: 10.22124/ar.2021.14939.1469

مقدمه

شرایط آب و هوایی و کمبود منابع آبی، هزینه‌های مربوط به خوراک دام را در بسیاری از کشورهای دنیا افزایش داده است. بنابراین استفاده از منابع جایگزین علوفه‌ای با ارزش غذایی مناسب، برای غلبه بر این مشکلات، ضروری به نظر می‌رسد. علوفه‌های هرزِ قابل رویش در شرایط آب و هوایی گرم و خشک می‌توانند جایگزین مناسبی برای سایر علوفه‌ها باشند. از جمله این گیاهان می‌توان خرفه را نام برد.

خرفه، گیاهی یکساله و گوشتی است که به وفور در سرتاسر دنیا به ویژه مناطق استوایی و یا نیمه استوایی به صورت خودرو قابل رویش است و به عنوان یک سبزی خوراکی در بسیاری از کشورهای آسیایی و حوزه مدیترانه، مورد مصرف قرار می‌گیرد (Zhou *et al.*, 2015). این گیاه دارای ترکیبات مغذی از قبیل اسیدهای چرب امگا ۳ و مواد آنتی‌اکسیدان فراوان است (Palaniswamy *et al.*, 2001). همچنین در بسیاری از کشورها از آن در طب سنتی برای کاهش تب و به عنوان ضدعفونی کننده و ضد انگل استفاده می‌شود (Lee *et al.*, 2012). از آنجایی که این گیاه مصارف دارویی فراوانی داشته، سازمان بهداشت جهانی از آن با نام "نوش‌داروی جهانی" یاد می‌کند. خرفه در عین حال که یک ماده فارماکولوژیکی خوب محسوب می‌شود، از پتانسیل بالایی برای تغذیه حیوانی و انسانی نیز برخوردار است (Zhou *et al.*, 2015). در مطالعه‌ای، میزان ماده خشک، پروتئین خام، NDF، ADF و ماده آلی برای گیاه خرفه به ترتیب معادل ۱۱/۹۴، ۲۵، ۲۵/۵۰، ۲۲/۳۴ و ۷۲ درصد گزارش شد (Kazemi *et al.*, 2009). همچنین غلظت خاکستر، پروتئین خام، چربی خام، الیاف خام و کل کربوهیدرات‌ها در گیاه خرفه (برگ و ساقه) به ترتیب معادل ۲۲/۶۶، ۲۳/۴۷، ۵/۲۶، ۸ و ۴۰/۶۷ درصد گزارش شده است (Aberoumand, 2009). در مطالعه دیگری، دامنه رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر در یک بازه زمانی سه ساله به ترتیب معادل ۸۹/۹-۸۱/۲، ۲۶/۷-۲۱/۱، ۷/۳-۳/۵ و ۲۴/۸-۱۴ درصد گزارش شده است (Ezekwe *et al.*, 1999).

به دلیل وجود رطوبت فراوان (Ezekwe *et al.*, 1999) و بافت گوشتی خرفه، خشک کردن آن به راحتی گیاهانی مانند یونجه نیست و استفاده از دستگاه‌های خشک‌کن نیز می‌تواند هزینه‌بر باشد. بنابراین، شاید بتوان از روش سیلو کردن برای ذخیره آن استفاده نمود. ذخیره‌سازی مواد خوراکی به شکل سیلاژ به ویژه هنگامی‌که دسترسی به علوفه کم باشد، ضروری است، اما گاه منجر به کاهش عملکرد دام می‌شود (Oliveira *et al.*, 2018). از سوی دیگر، می‌توان از مواد جاذب رطوبت برای کاهش خروج پساب، حفظ محتوای ماده خشک و حفظ ارزش غذایی سیلاژ (Kaiser *et al.*, 2004) استفاده نمود. تأثیر مثبت سبوس گندم به عنوان یک ماده جاذب رطوبت در سیلو به وسیله محققان متعددی گزارش شده است (Razak *et al.*, 2012; Elahi *et al.*, 2018).

اطلاعات اندکی در مورد ارزش تغذیه‌ای گیاه خرفه برای نشخوارکنندگان وجود دارد و تاکنون مطالعه‌ای در مورد کیفیت سیلاژ آن انجام نشده است. همچنین، تأثیر افزودن مواد جاذب رطوبت مانند سبوس گندم بر ارزش غذایی سیلاژ خرفه تاکنون بررسی نشده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی ارزش تغذیه‌ای علف تازه خرفه برداشت شده در مرحله گل‌دهی و امکان سیلو کردن این گیاه بدون یا مخلوط با سبوس گندم بود.

مواد و روش‌ها

چندین نمونه کامل از گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L.) در زمان گل‌دهی (تقریباً معادل ۵۰ پایه گیاهی) از پنج مزرعه خربزه در تربت‌جام (با فاصله نزدیک به هم) به صورت تصادفی (از سطح دو سانتیمتری خاک) جمع‌آوری، مخلوط و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد. در ابتدا نمونه‌ای از پایه‌های گیاهی جمع‌آوری شده به داخل آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت انتقال داده شد. سایر نمونه‌های گیاهی با استفاده از دستگاه خردکن دستی به ابعاد تقریبی دو سانتی‌متری تبدیل و در داخل محفظه‌های پلی‌اتیلنی با گنجایش ۱۵۰۰ گرم انتقال داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) خرفه تازه، ۲) سیلاژ خرفه بدون افزودنی، ۳) سیلاژ خرفه+۱۶ درصد سبوس گندم (وزن تر) و ۴) سیلاژ خرفه+۳۲ درصد سبوس گندم (وزن تر) بودند. تعداد چهار تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. سبوس گندمِ درشت از کارخانه تولید آرد شهرستان کاشمر تهیه شد. پس از پر نمودن سیلو و فشرده‌سازی، بلافاصله درب آن بسته شد و به مدت ۶۰ روز در فضای آزمایشگاهی نگهداری شد.

پس از اتمام زمان سیلو، درب لوله‌های پلی‌اتیلنی باز شده و بلافاصله اقدام به نمونه‌گیری از محتوای داخلی آن‌ها شد. به منظور تعیین pH سیلاژهای آزمایشی، میزان ۵۰ گرم نمونه با ۴۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر با کمک همزن برقی به مدت پنج دقیقه هم زده شد و بلافاصله پس از صاف شدن، pH آن تعیین شد. مقدار یک میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۲۵ درصد (وزن/حجم) به پنج میلی‌لیتر عصاره صاف شده اضافه شد و تا زمان انجام آزمایش نهایی برای تعیین اسیدهای چرب فرار (Total volatile fatty acid: TVFA) در فریزر با دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۶). برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی سیلاژ، میزان ۱۰ میلی‌لیتر عصاره سیلاژ با ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و تا زمان تجزیه در فریزر با دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شد. به منظور تعیین درصد ماده خشک سیلاژ، مقدار ۵۰ گرم از نمونه داخل آون با دمای ۶۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شد و پس از حصول اطمینان از عدم تغییر وزن نمونه داخل آون، در نهایت اقدام به توزین و تعیین درصد ماده خشک نمونه‌ها شد (Kleinschmit and Kung, 2006).

میزان پروتئین خام نمونه‌های سیلاژ و نمونه شاهد بر اساس روش کجلدال اندازه‌گیری شد (AOAC, 1999). الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و اسیدی (ADF) به کمک دستگاه اندازه‌گیری الیاف خام (گل پونه صفاهان اصفهان، ایران) و با فناوری انکوم و کیسه‌های داکرونی تعیین شدند (Ankom, 2006a,b). درصد خاکستر (Ash) با سوزاندن در کوره الکتریکی، اندازه‌گیری شد (AOAC, 1999). کربوهیدرات‌های محلول در آب با روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری شدند (Dubios *et al.*, 1956). اسیدهای لاکتیک و استیک سیلاژها بر اساس روش توصیه شده Koc and Koskuntuna (2008) تعیین شدند. در این روش، ۱۰۰ گرم سیلاژ کاملاً خرد شده در داخل بالن به حجم یک لیتر رسانده شد و به مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق گذاشته شد. سپس محتویات بالن پس از تکان ملایم، با پارچه متقال چهار لایه صاف شد. در ادامه، قند این عصاره با اضافه کردن آب آهک و سولفات مس، حذف شد. برای تعیین اسید استیک، ۲۰۰ میلی‌لیتر از عصاره قبلی (بدون قند) داخل بالن ریخته شد و پنج میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۴۸ درصد به آن اضافه شد و چند دقیقه مخلوط شد. محلول حاصله در دستگاه تقطیر کجلدال (بخشی، ایران) قرار داده شد و ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول تقطیر شده (به مدت ۲۰ دقیقه) در بالن مربوطه جمع‌آوری شد (D1) و پس از ۱۰ دقیقه، ۵۰ میلی‌لیتر محلول دیگر (تقطیر شده) نیز جمع‌آوری شد (D2). برای تعیین اسید لاکتیک، ۵۵ میلی‌لیتر محلول تقطیر شده با ۵۵ میلی‌لیتر محلول کروم، مخلوط و به مدت پنج دقیقه جوشانده شد. مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر به این محلول اضافه شد و به دستگاه کجلدال انتقال داده شد و با گذشت ۱۰ دقیقه، ۵۰ میلی‌لیتر مایع تقطیر شده جمع‌آوری شد (D3). هر یک از محلول‌های حاصله (D1، D2 و D3) با اضافه کردن چند قطره معرف فنل فتالئین، با هیدرکسید سدیم ۰/۰۵ نرمال تا زمان رسیدن به صورتی کم‌رنگ، تیتر شدند. در نهایت، میزان اسیدهای استیک و لاکتیک با استفاده از معادلات زیر محاسبه شد:

$$\text{Asetic acid (A)}, \% = 0.0962 \times D2 - 0.0213 \times D1$$

$$\text{Butyric acid (B)}, \% = 0.0431 \times D1 - 0.0680 \times D2$$

$$\text{Lacic acid (L)}, \% = 0.1230 \times D3 - (0.0086 \times A + 0.0029 \times B)$$

عدد حاصل از تیتراسیون هر یک از محلول‌های D1، D2 و D3 قبل از اینکه در معادلات بالا جای‌گذاری شوند، در عدد ۱/۲۵ ضرب شدند. برای محاسبه درصد اسید لاکتیک، A و B به ترتیب درصد اسیدهای استیک و بوتیریک بودند.

محلول‌های مورد نیاز برای آزمون تولید گاز و تعیین قابلیت هضم حقیقی ماده خشک (TDMD) و ماده آلی (TOMD) بر اساس روش استاندارد تهیه شدند (Menke and Steingass, 1988). در فرآیند آزمایشگاهی تولید گاز، حجم و فشار گاز ثبت شد (Theodorou *et al.*, 1994). مایع شکمبه از دو رأس گوسفند نر بلوچی (۳۰±۳/۵ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای که با یک جیره غذایی در حد نگهداری (شامل کاه جو و یک کنسانتره تجاری با انرژی معادل ۱۰/۱۵ مگاژول/کیلوگرم ماده خشک) تغذیه می‌شدند، جمع‌آوری شد. میزان ۲۰۰ میلی‌گرم از هر یک از تیمارها (آسیاب شده با مش یک میلیمتری) به داخل شیشه‌های با گنجایش ۱۲۰ میلی‌لیتر ریخته و سپس مقدار ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط بزاق مصنوعی-مایع شکمبه (با نسبت دو به یک) به داخل شیشه‌ها ریخته شد (Menke and Steingass, 1988).

بلافاصله درب آن‌ها با کمک درپوش‌های لاستیکی و کپ‌های آلومینیومی بسته شده و به حمام آب گرم با دمای ۳۹ درجه سلسیوس انتقال داده شدند (Theodorou *et al.*, 1994). میزان تولید گاز در زمان‌های ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون با کمک فشارسنج دیجیتالی (ENV PTB330، انگلستان) ثبت و همزمان حجم گاز با کمک سرنگ مدرج ثبت شد.

پس از اتمام زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون (چهار شیشه مجزا از آزمون تولید گاز)، درب شیشه‌ها باز و بلافاصله محتوای هضم نشده هر شیشه با پارچه پلی استری (قطر ۴۵ میکرون) صاف و با کمک محلول NDF، اقدام به شستشوی نمونه‌ها شد و در نهایت نمونه‌های باقیمانده از شستشو با محلول NDF به داخل کروزه‌های از قبل توزین شده انتقال و پس از خشک شدن کامل نمونه، درصد قابلیت هضم حقیقی ماده خشک محاسبه و در ادامه پس از خاکستر کردن نمونه‌های داخل کروزه در دمای ۵۵۰ درجه به مدت چهار ساعت، درصد قابلیت هضم حقیقی ماده آلی نیز محاسبه شد. همچنین pH محتوای شیشه‌ها بلافاصله بعد از صاف شدن، اندازه‌گیری شد و پنج میلی‌لیتر از نمونه صاف شده همراه با پنج میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و تا زمان اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی به روش کجلدال (Komolong *et al.*, 2001) در فریزر ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شدند. نمونه‌گیری از محیط کشت و ذخیره‌سازی آن‌ها برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار کل (TVFA) بر اساس روش Getachew *et al.* (2004) انجام شد و در نهایت، تعیین مقدار TVFA موجود در سیلاژ و محیط کشت به کمک دستگاه شیشه‌ای مارخام (بخشی، ایران) انجام شد (Barnett and Reid, 1957).

از محیط کشت مشابه آزمون تولید گاز (Menke and Steingass, 1988) برای تعیین فراسنجه‌های میکروبی استفاده شد و برای تعیین شاخص تفکیک‌پذیری (PF_{24}) از رابطه زیر استفاده شد (Makkar, 2010):

$$PF = TOMD/IVGP = c - (a - b)/IVGP$$

که در این رابطه، c، b و a به‌ترتیب برابر با ماده‌ی آلی خام ریخته شده در هر شیشه، مقدار خاکستر مواد هضم نشده حقیقی در هر شیشه (میلی‌گرم) و مقدار ماده خشک هضم نشده حقیقی در هر شیشه (میلی‌گرم) است.

همچنین میزان توده میکروبی تولیدی نیز بر اساس رابطه زیر (Makkar, 2010) محاسبه شد:

$$MMY\ (\text{میلی‌گرم}) = [c - (a - b)] - [NG\ (\text{میلی‌لیتر}) \times 2.2]$$

که در این رابطه، MMY معادل میلی‌گرم توده میکروبی تولید شده، NG معادل میلی‌لیتر گاز خالص تولیدی در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون و ۲/۲ نیز ضریب استوکیومتری است. بازده تولید توده میکروبی از تقسیم میلی‌گرم توده میکروبی تولیدی بر میلی‌گرم ماده آلی حقیقی هضم شده و ضرب آن در عدد ۱۰۰، محاسبه شد. داده‌های این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به کمک نرم‌افزار SAS (نسخهٔ ۹/۱) تجزیه شدند (SAS, 2002). اختلاف آماری بین تیمارها در سطح پنج درصد و با استفاده از آزمون دانکن تعیین شد. داده‌های حاصل از آزمون گاز بر اساس معادله $Y = b(1 - e^{-ct})$ تجزیه شدند که در آن، Y= حجم گاز تولیدی در زمان t، b= گاز تولید شده از بخش دارای پتانسیل تولید گاز پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، c= ثابت نرخ تولید گاز برای b (درصد در ساعت) و t= زمان انکوباسیون (ساعت) بودند (Ørskov and McDonald, 1979).

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیری علوفه و سیلاژ خرفه در محیط سیلو: ترکیب شیمیایی خرفه تازه و سیلو شده بدون یا همراه با سبوس گندم در جدول ۱ ارائه شده است. پروتئین خام، NDF و ADF در علف تازه (تیمار یک) و سیلاژ خرفه بدون افزودنی (تیمار دو) یکسان بود، اما سیلو کردن خرفه بدون افزودنی باعث افزایش معنی‌دار غلظتِ خاکستر نسبت به علف خرفه شد ($P<۰/۰۵$). افزودن سبوس گندم منجر به افزایش درصد ماده خشک و NDF و کاهش پروتئین خام، خاکستر و ADF سیلاژها نسبت به تیمار دو شد ($P<۰/۰۵$). به نظر می‌رسد که بخشی از افزایش درصد ماده خشک در تیمار دو نسبت به یک، مربوط به وجود شیر تخلیه در انتهای محفظه سیلو باشد که از راه آن، شیرابه‌های جمع شده در انتهای محفظه سیلو به بیرون هدایت می‌شد. گزارش شده است زمانی که میزان رطوبت مواد سیلو شونده بین ۷۰-۶۵ درصد باشد، هیچ‌گونه شیرابه‌ای در اثر سیلو کردن تولید

نخواهد شد (Ojeda and Montejo, 2001). در مطالعه فعلی، ماده خشک علف خرفه ۱۰/۱۲ درصد برآورد شد، و خروج پساب از سیلاژ شاهد (تیمار دو؛ بدون جاذب) رخ داد. معمولاً سیلاژهای پررطوبت، نیازمند زمان بیشتری برای تخمیر هستند و احتیاج به سطح بیشتری از کربوهیدرات‌های محلول برای کاهش pH دارند (Kung and Shaver, 2001).

در تمامی تیمارها، مقدار پروتئین خام خرفه بیشتر از ۸۰ گرم در هر کیلوگرم ماده خشک بود که این مقدار پروتئین، می‌تواند جوابگوی نیازهای میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای برای حمایت از رشد متعادل آن‌ها باشد (Norton, 1998). در مطالعه حاضر، اگرچه در اثر سیلو کردن گیاه خرفه به تنهایی، میزان پروتئین خام تغییر ننمود، ولی گزارش شده است که حفظ پروتئین در سیلاژ ذرت و یا علوفه به صورت پروتئین حقیقی یا پپتیدها می‌تواند در نتیجه کاهش فعالیت پروتئازی که از راه کاهش سریع pH در محیط سیلو اتفاق می‌افتد، محقق شود (Guo *et al.*, 2008). کاهش درصد پروتئین خام و خاکستر خام در سیلاژهای حاوی سبوس نسبت به سیلاژ شاهد را می‌توان به ترتیب مربوط به درصد پروتئین و خاکستر کمتر سبوس نسبت به خرفه ارتباط داد. در موعد برداشت و استفاده از سیلاژ، این امکان برای باکتری‌های بی‌هوازی موجود در سطح گیاه مهیا است که مواد آلی موجود در علوفه را مورد تجزیه و تخمیر قرار دهند که این امر، کاهش ارزش تغذیه‌ای سیلوها را به دنبال خواهد داشت (McDonal *et al.*, 1991). در مطالعه حاضر نیز به نظر می‌رسد که فعالیت میکروارگانیسم‌های هوازی بقدری بوده که توانسته بخش مهمی از مواد آلی موجود در گیاه خرفه را تجزیه کرده که متعاقباً یک افزایش معنی‌دار در میزان خاکستر در تیمار دو نسبت به یک مشاهده شد.

اگرچه در مطالعه‌ای، سیلو کردن برخی از ضایعات کشاورزی منجر به کاهش NDF آن‌ها شد (Bagheripour *et al.*, 2008)، ولی در مطالعه فعلی، تغییری در محتوای NDF علف خرفه قبل و بعد از سیلو شدن، مشاهده نشد. بخشی از افزایش NDF و کاهش ADF در سیلاژهای دارای سبوس گندم نسبت به سیلاژ خرفه بدون افزودنی به ترتیب مربوط به درصد بالاتر NDF (۳۸/۴۸ در مقابل ۲۵/۶۲) و درصد پایین‌تر ADF (۱۴ در مقابل ۲۱/۷۵) سبوس گندم در مقایسه با علف خرفه است.

برخی فراسنجه‌های تخمیری سیلاژ خرفه بدون یا با سبوس گندم در جدول ۲ ارائه شده است. با افزودن سبوس (تیمارهای سه و چهار)، میزان pH و نیتروژن آمونیاکی کاهش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) نسبت به سیلاژ بدون افزودنی نشان داد، ولی کربوهیدرات‌های محلول در آب، کل اسیدهای چرب فرار (TVFA) و اسید لاکتیک افزایش یافتند ($P<۰/۰۵$). غلظت اسیدهای استیک و بوتیریک نیز در بین تیمارهای آزمایشی تغییر یافتند ($P>۰/۰۵$). اگرچه ظرفیت بافری خرفه در این مطالعه اندازه‌گیری نشد، ولی pH تعیین شده برای سیلاژ خرفه ۴/۷۲ بود که در بازه pH سیلاژ یونجه قرار داشت. عموماً pH سیلاژ یونجه به دلیل محتوای پایین قندها و بالا بودن ظرفیت بافری آن به زیر ۴/۴ نمی‌رسد و pH سیلاژ یونجه خوب در بازه ۴/۸-۴/۴ در نوسان است (Ohshima *et al.*, 1997).

جدول ۱- ترکیب شیمیایی خرفه تازه و سیلو شده بدون یا همراه با سبوس گندم (درصد ماده خشک)

Table 1. Chemical composition of the fresh and ensiled purslane without or with wheat bran (% of DM)

Item	DM	CP	NDF	ADF	Ash
Treatment 1	10.12^{d}	26.65^{a}	25.62^{c}	21.75^{a}	19.26^{b}
Treatment 2	11.57^{c}	26.86^{a}	25.65^{c}	21.42^{a}	22.22^{a}
Treatment 3	21.22^{b}	20.83^{b}	33.02^{b}	17.07^{b}	10.63^{c}
Treatment 4	29.95^{a}	19.27^{c}	35.27^{a}	15.78^{b}	8.68^{d}
SEM	0.43	0.40	0.44	0.40	0.29
P-value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

[a-d] Means in the same column with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

Treatments included: 1) Fresh purslane, 2) Purslane silage without additive, 3) Purslane silage+16% wheat bran (fresh weight), and 4) Purslane silage+32% wheat bran (fresh weight).

DM (% of fresh weight)= Dry matter; CP= Crude protein; NDF= Neutral detergent fiber; ADF= Acid detergent fiber; SEM= Standard error of mean.

The contents of dry matter, crude protein, ash, NDF, and ADF in wheat bran were 91, 16.64, 4.93, 38.48, and 14%, respectively.

در مطالعه دیگری، pH مناسب برای یک سیلاژ خوب کمتر از ۴/۲ گزارش شده (Tian *et al.*, 2014)، که در پژوهش حاضر، pH مطلوب در سیلاژهای دارای سبوس گندم مشاهده شد. سرعت کاهش pH سیلاژ، یک عامل کلیدی در ممانعت از فعالیت کلستریدیوم‌ها و کاهش اتلاف مواد طی فرآیند تخمیر است (Carpintero, 1979). گزارش شده است که مهمترین دلیل کاهش pH محیط سیلو، مربوط به تولید بیشتر اسید لاکتیک بوده (McDonald *et al.*, 1991; McDonald *et al.*, 2002) و احتمالاً بخشی از کاهش pH در سیلاژهای دارای سبوس گندم مربوط به همین مسأله باشد. از طرفی با کاهش بیشتر pH، شرایط برای رشد باکتری‌هایی همچون انتروباکترها و مخمرها نامطلوب گشته، به طوری‌که در این مطالعه، تیمار چهار دارای کمترین مقدار pH بوده و از ظاهری بدون کپک توأم با بوی مناسب برخوردار بود. سیلاژهای با محیط اسیدی از راه تولید بیشتر اسیدهای لاکتیک، پروپیونیک و بوتیریک، مانع رشد و فعالیت مخمرها می‌شوند (McDonald *et al.*, 1991; McDonald *et al.*, 2002) و این اسیدها می‌توانند با نفوذ به درون سلول‌های قارچی، مانع رشد آن‌ها شوند (McDonald *et al.*, 2002). گزارش شده است که در سیلاژهای با کیفیت خوب، میزان اسید لاکتیک در حدود ۶۰ درصد کل TVFA بوده و غلظتی بین سه تا شش درصد ماده خشک دارند (Seglar, 2003). در مطالعه حاضر، غلظت اسید لاکتیک در سیلاژ خرفه بدون افزودنی (تیمار دو) کمتر از دامنه ایده‌آل سه تا شش درصد تعیین شد، ولی تیمارهای حاوی سبوس گندم از درصد اسید لاکتیک بالاتری برخوردار بوده و در دامنه ایده‌آل مذکور قرار گرفتند. مقدار مطلوب برای اسیدهای استیک و بوتیریک در سیلاژها عموماً به ترتیب بین سه تا چهار درصد (اسید استیک) و کمتر از ۰/۵ درصد گزارش شده است و افزایش آن به بالاتر از این اعداد به منزله تخمیر ناهمگن و نامطلوب خواهد بود (Dordevic *et al.*, 2017). در مطالعه حاضر، درصد اسید استیک در سیلاژ دارای ۱۶ درصد سبوس گندم در دامنه مطلوب سه تا چهار درصد قرار داشت و سیلاژ شاهد از درصد اسید بوتیریک بالاتری (۰/۷۱ درصد ماده خشک) نسبت به وضعیت مطلوب گزارش شده برای آن (کمتر از ۰/۵ درصد) برخوردار بود. همچنین گزارش شده است که افزایش سطح اسید استیک در سیلاژ، مانع از رشد کپک‌ها و قارچ‌ها شده و از این مسیر در بهبود پایداری هوازی سیلاژ مؤثر خواهد بود (Danner *et al.*, 2003). معمولاً رطوبت بیش از ۷۰ درصد در سیلاژ منجر به افزایش فعالیت باکتری‌های تولید کننده اسید بوتیریک، از دست رفتن مواد مغذی و متعاقباً، کاهش مصرف آن‌ها به وسیله دام و کاهش عملکرد دام می‌شود (Muller *et al.*, 2007). در مطالعه حاضر، سیلاژ خرفه بدون افزودنی (به علت وجود رطوبت بالا) از درصد اسید بوتیریک بالاتر (۰/۷۱ درصد ماده خشک)، کیفیت ظاهری نامناسب و بوی ناخوشایندی برخوردار بود.

کربوهیدرات‌های محلول در آب (WSC) موجود در سیلاژ، از جمله مهمترین منابع انرژی برای میکروارگانیسم‌ها طی فرآیند تخمیر هستند (McDonald *et al.*, 2002). در مطالعه فعلی، بالاترین سطح کربوهیدرات‌های محلول در آب، در تیمارهای سه و چهار مشاهده شد که شاید بخشی از این افزایش نسبت به تیمار دو، مربوط به افزودن سبوس گندم (به دلیل داشتن کربوهیدرات محلول بیشتر) به سیلاژ خرفه باشد.

جدول ۲- برخی فراسنجه‌های تخمیری سیلاژ خرفه بدون یا با سبوس گندم

Table 2. Some fermentation parameters of the purslane silage with or without wheat bran

Item	pH	Ammonia nitrogen (% of total nitrogen)	TVFA (% of DM)	WSC (% of DM)	Lactic acid (% of DM)	Butyric acid (% of DM)	Acetic acid (% of DM)
Treatment 2	4.72^{a}	10.85^{a}	3.10^{b}	1.54^{c}	2.27^{b}	0.71^{a}	2.29^{c}
Treatment 3	4.13^{b}	9.35^{b}	4.30^{a}	2.03^{b}	3.22^{a}	0.28^{b}	3.86^{b}
Treatment 4	3.94^{c}	9.08^{b}	4.67^{a}	2.63^{a}	3.51^{a}	0.22^{b}	4.29^{a}
SEM	0.05	0.15	0.16	0.13	0.15	0.04	0.07
P-value	<0.0001	0.0004	0.001	0.003	0.003	0.0005	<0.0001

[a-c] Means in the same column with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

Treatments included: 1) Fresh purslane, 2) Purslane silage without additive, 3) Purslane silage+16% wheat bran (fresh weight), and 4) Purslane silage+32% wheat bran (fresh weight).

TVFA= Total volatile fatty acids; WSC= Water soluble carbohydrates; SEM= Standard error of mean.

وجود نیتروژن آمونیاکی در محیط کشت و سیلاژ، شاخصی از فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیکی (Sucu *et al.*, 2016) و تجزیه پپتیدها و اسیدهای آمینه با میکروارگانیسم‌های کلستریدیومی است (McDonald *et al.*, 1991). در مطالعه فعلی، احتمالاً بخشی از افزایش نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ خرفه بدون افزودنی در مقایسه با تیمارهای دارای سبوس گندم، مربوط به افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیکی (به دلیل رطوبت بالاتر و تخمیر شدیدتر؛ Kung *et al.*, 2018) و نیز میزان بیشتر پروتئین خام در آن است. نیتروژن آمونیاکی موجود در سیلاژ یکی از شاخص‌های مهم در برآورد کیفیت تخمیر سیلاژ است (Charmley, 2001) و مقدار ایده‌آل برای آن کمتر از ۱۰ درصد نیتروژنِ کل برآورد شده است (Kung *et al.*, 2018). در مطالعه فعلی، غلظت نیتروژن آمونیاکی سیلاژهای دارای سبوس گندم (جدول ۲) در دامنه ایده‌آل (کمتر از ۱۰ درصد نیتروژن کل) قرار داشت. تولید اسیدهای چرب فرار کافی در محیط سیلو می‌تواند مانع از رشد کپک‌ها و مخمرهای بی‌هوازی شود (Zhang *et al.*, 2009). در مطالعه فعلی بر خلاف سیلاژ شاهد (تیمار دو)، سیلاژهای دارای سبوس گندم دارای کپک‌زدگی نبوده و از درصد TVFA بالاتری نسبت به تیمار دو برخوردار بودند. همچنین بخشی از تغییرات TVFA در بین تیمارهای آزمایشی (جدول ۲)، می‌تواند مربوط به تغییر در ماهیت سیلوها به دلیل افزودن سبوس گندم به آن‌ها باشد.

برخی فراسنجه‌های تخمیری و تولید گاز ناشی از انکوباسیون برون‌تنی علوفه و سیلاژ خرفه در محیط کشت: برخی فراسنجه‌های تخمیری برآورد شده در محیط کشت در اثر انکوباسیون علف و سیلاژ خرفه در جدول ۳ ارائه شده است. میزان pH محیط کشت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P>0/05$). سیلو کردن خرفه منجر به کاهش معنی‌دار TVFA و قابلیت هضم حقیقی ماده آلی و ماده خشک در مقایسه با علف خرفه (تیمار یک) شد ($P<0/05$)، ولی شاخص تفکیک‌پذیری (PF) و بازده تولید توده میکروبی (EMMY) افزایش نشان داد ($P<0/05$). اختلافی برای توده میکروبی تولیدی (MMY) در بین تیمارهای یک و دو مشاهده نشد ($P>0/05$). میزان نیتروژن آمونیاکی محیط کشت نیز در اثر سیلو کردن خرفه، نسبت به قبل از سیلو شدن، افزایش نشان داد ($P<0/05$). در اثر افزودن سبوس گندم به سیلاژ خرفه، میزان TVFA، TOMD، TDMD، PF، MMY و EMMY در مقایسه با سیلاژ خرفه بدون افزودنی (تیمار یک) افزایش نشان داد ($P<0/05$).

گزارش شده است که تفاوت در قابلیت هضم ماده خشک، بستگی به ترکیب شیمیایی خوراک و کاهش میزان الیاف خام آن (شامل NDF و ADF) دارد (Lia *et al.*, 2014). در مطالعه حاضر بخشی از کاهشِ TOMD و TDMD در اثر سیلو کردن خرفه (تیمار دو)، می‌تواند مربوط به افزایش میزان خاکسترِ آن (کاهش ماده آلی) در مقایسه با علفِ خرفه (تیمار یک) باشد.

جدول ۳- برخی فراسنجه‌های تخمیری برون‌تنی برآورد شده در محیط کشت در اثر انکوباسیون علف و سیلاژ خرفه

Table 3. Some of the *in vitro* fermentation parameters estimated in the media during incubation of forage and purslane silage

Item	pH	Ammonia nitrogen (mg/dL)	TVFA	TOMD	TDMD	PF	MMY	EMMY
Treatment 1	6.94	15.91^{c}	35.05^{a}	78.04^{a}	77.55^{a}	5.94^{c}	99.34^{b}	62.90^{c}
Treatment 2	6.90	16.35^{a}	32.30^{c}	71.03^{b}	70.05^{b}	6.97^{b}	103.38^{b}	68.44^{b}
Treatment 3	6.85	16.25^{ab}	32.93^{bc}	76.48^{a}	74.55^{a}	7.66^{a}	124.37^{a}	71.26^{a}
Treatment 4	6.82	16.12^{b}	33.75^{b}	77.28^{a}	76.15^{a}	7.37^{ab}	125.06^{a}	70.06^{ab}
SEM	0.05	0.05	0.33	1.35	1.29	0.18	1.47	0.80
P-value	0.45	0.002	0.002	0.02	0.02	0.0007	<0.0001	0.0004

[a-c] Means in the same column with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

Treatments included: 1) Fresh purslane, 2) Purslane silage without additive, 3) Purslane silage+16% wheat bran (fresh weight), and 4) Purslane silage+32% wheat bran (fresh weight).

TVFA (mmol/L)= Total volatile fatty acids; TOMD (%)= True organic matter digestibility; TDMD (%)= True dry matter digestibility; PF (mg TOMD/ml gas production)= Partitioning factor; MMY (mg)= Microbial mass yield; EMMY (%)= Efficiency of microbial mass yield.

از آنجایی‌که یک رابطه معکوس بین قابلیت هضم ماده خشک با میزان ADF گزارش شده است (Madibela and Modiakgotla, 2006)، بنابراین افزایش TOMD و TDMD در سیلاژهای دارای سبوس گندم نسبت به سیلاژ شاهد می‌تواند مربوط به سطوح پایین‌تر ADF در آن‌ها باشد. مقدار پایین PF، در واقع بیان‌کننده پایین بودن بازده تولید توده میکروبی در محیط کشت بوده و این بدین معنی است که سهم بیشتری از ماده خوراکی هضم شده در جهت تولید گاز نسبت به تولید توده میکروبی مصرف شده است (Sallam *et al.*, 2009). در مطالعه فعلی، بالاترین میزان PF در سیلاژهای دارای سبوس گندم مشاهده شد که به معنای بهبود راندمان تخمیر در اثر انکوباسیون این تیمارها (سه و چهار) در محیط کشت است. در مطالعه حاضر، بخشی از افزایش تولید TVFA در اثر انکوباسیون تیمار یک در محیط کشت را می‌توان به افزایش قابلیت هضم ماده خشک این تیمار نسبت داد، کما اینکه در مطالعه Raghuvansi *et al.* (2007)، افزایش در TVFA نیز به افزایش قابلیت هضم پروتئین خام و همی‌سلولز جیره نسبت داده شد. به نظر می‌رسد در مطالعه حاضر بخشی از کاهشِ غلظت نیتروژن آمونیاکیِ محیط کشت (جدول ۳) در اثر انکوباسیون تیمار چهار، مربوط به وجود پروتئین خام کمتر در آن (جدول ۱) نسبت به تیمار دو باشد (Frank *et al.*, 2002). افزایش PF به منزله تولید گاز کمتر و تولید توده میکروبی بیشتر در شرایط انکوباسیون است (Pawar *et al.*, 2014)، در صورتی که در این مطالعه، علف خرفه علاوه بر داشتن PF پایین‌تر، از میزان تولید توده میکروبی کمتری (MMY) نیز برخوردار بود. افزایش بازده تولید پروتئین (EMMY) در سیلاژهای دارای سبوس گندم نیز به منزله افزایش MMY در آن‌ها است.

بر اساس جدول ۴، سیلو کردن خرفه به تنهایی (تیمار دو) منجر به کاهش پتانسیل تولید گاز و تولید گاز در زمان‌های ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انکوباسیون در مقایسه با علف خرفه (تیمار یک) شد ($P<۰/۰۵$). ثابت نرخ تولید گاز (C) در بین تیمارهای آزمایشی تغییر ننمود ($P>۰/۰۵$). افزودن سبوس گندم به سیلاژ خرفه (تیمارهای سه و چهار) منجر به افزایش پتانسیل تولید گاز در مقایسه با تیمار دو شد ($P<۰/۰۵$). میزان NDF موجود در تیمارهای دارای سبوس گندم بیشتر از تیمار یک بود که این مسأله می‌تواند توجیه‌کننده کاهش میزان پتانسیل تولید گازِ این تیمارها نسبت به تیمار یک باشد (Larbi *et al.*, 1998). همچنین، گزارش شده است که کاهش ماده آلی قابل تخمیر، می‌تواند منجر به کاهش تولید گاز در شرایط *in vitro* شود (Gosselink *et al.*, 2004). بنابراین به نظر می‌رسد که بخشی از کاهش پتانسیل تولید گاز و یا کاهش تولید گاز در زمان‌های ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انکوباسیون برای سیلاژ خرفه بدون افزودنی (تیمار دو) نسبت به علف خرفه (تیمار یک)، مربوط به کاهش ماده آلی قابل تخمیر آن در محیط کشت باشد.

نتیجه‌گیری کلی

علف خرفه به ویژه به دلیل داشتن پروتئین و قابلیت هضم بالا، ارزش تغذیه‌ای مناسبی برای دام دارد، اما به دلیل دارا بودن بافت گوشتی، کاهش رطوبت و خشک کردن آن دشوار است و سیلو کردن می‌تواند جایگزین مناسبی برای

جدول ۴- برخی فراسنجه‌های تولید گاز ناشی از انکوباسیون علف و سیلاژ خرفه

Table 4. Some of the gas production parameters during incubation of forage and purslane silage

Item	Gas 12h	Gas 24h	Gas 48h	Gas 72h	B	C
Treatment 1	17.30^{a}	26.63^{a}	31.38^{a}	35.17^{a}	34.74^{a}	0.062
Treatment 2	13.90^{b}	21.67^{c}	25.98^{b}	28.43^{c}	28.90^{c}	0.062
Treatment 3	14.03^{b}	22.80^{bc}	27.23^{b}	31.82^{b}	31.79^{b}	0.051
Treatment 4	15.08^{ab}	24.28^{b}	28.47^{b}	33.55^{ab}	33.17^{ab}	0.053
SEM	0.74	0.60	0.76	0.93	0.85	0.004
P-value	0.04	0.002	0.006	0.005	0.007	0.16

$^{a-c}$ Means in the same column with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

Treatments included: 1) Fresh purslane, 2) Purslane silage without additive, 3) Purslane silage+16% wheat bran (fresh weight), and 4) Purslane silage+32% wheat bran (fresh weight).

Gas 12, 24, 48, 72 h (ml/200 mg DM)= Cumulative gas production after 12, 24, 48 and 72 h, respectively; B (ml/200 mg DM)= Potential gas production; C (/h)= Constant rate of gas production.

نگهداری آن باشد. در مجموع، سیلاژ خرفه بدون افزودنی دارای ماده خشک اندک، حاوی کپک، بو و قوام نامناسب و ظاهری آبکی بود، اما افزودن سبوس گندم، کیفیت سیلاژ خرفه را در حد قابل قبولی بهبود بخشید. همچنین بر اساس نتایج موجود، ارزش تغذیه‌ای علف خرفه (تیمار یک) در مقایسه با سیلاژ آن (تیمار دو) بالاتر بود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل نتایج طرح تحقیقاتی مصوب در شورای پژوهشی مجتمع آموزش عالی تربت‌جام بوده که نویسنده مقاله، از مجتمع آموزش عالی تربت‌جام به خاطر حمایت‌های مالی آن، تشکر و قدردانی می‌نماید.

فهرست منابع

کریمی م.، بشارتی م.، تقی‌زاده ا.، و صفری ر. ۱۳۹۶. اثر افزودنی باکتریایی تولید کننده اسید لاکتیک ناهمگن بر ترکیبات شیمیایی و خصوصیات تخمیری مخلوط یونجه پلاسیده شده به همراه تفاله پرتقال. تحقیقات تولیدات دامی، ۶(۱): ۳۷-۲۷.

Aberoumand A. 2009. Nutritional evaluation of edible *portulaca oleracia* as plant food. Food Analytical Methods, 2: 204-207.

ANKOM Technology. 2006a. Acid detergent fiber in feeds-filter bag technique method 5. Available at https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_12_ADF_A2000.pdf

ANKOM Technology. 2006b. Neutral detergent fiber in feeds-filter bag technique method 6. Available at https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_6_NDF_A200.pdf

AOAC. 1999. Official methods of analysis. 16th edition, Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA.

Bagheripour E., Rozbehan Y. and Alipour D. 2008. Effect of ensiling, air-drying and addition of polyethylene glycol on *in vitro* gas production of pistachio by-products. Animal Feed Science and Technology, 146: 327-336.

Barnett A. J. G. and Reid R. 1957. Studies on the production of volatile fatty acids from grass in artificial rumen. 1. Volatile fatty acids production from fresh grasses. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 48: 315-321.

Carpintero C. M., Henderson A. R. and McDonald P. 1979. Effect of some pre-treatments on proteolysis during the ensiling of herbage. Grass Forage Science, 34: 311-315.

Charmley E. 2001. Towards improved silage quality-A review. Canadian Journal of Animal Science, 81: 157-168.

Danner H., Holzer M., Mayrhuber E. and Braun R. 2003. Acetic acid increases stability under aerobic conditions. Applied and Environmental Microbiology, 69(1): 562-567.

Dordevic S., Mandic V., Stanojevic D. and Jovanovic-Ljeskovic N. 2017. Effects of *Lactobacillus plantarum* inoculants on maize silage quality. Biotechnology in Animal Husbandry, 33(1): 115-125.

Dubios A., Giles M. K. A., Hamilton J. K., Ronerts P. A. and Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, 28: 350-356.

Elahi, M. Y., Yusuf A. O., Torshabi A., Fazaeli H., Dehghani M. R. and Salem A. Z. M. 2018. Ensiling pretreatment of banana waste by-products: Influences on chemical composition and environmental rumen biogas and fermentation. Waste and Biomass Valorization, 10: 3363-3371.

Ezekwe M. O., Omara-Alwala T. R. and Membrahtu T. 1999. Nutritive characterization of purslane accessions as influenced by planting date. Plant Foods for Human Nutrition, 54: 183-191.

Frank B., Gustafsson G. and Persson M. 2002. Feeding dairy cows for decreased ammonia emission. Livestock Production Science, 76: 171-179.

Getachew G., Robinson P. H., DePeters E. J. and Taylor S. J. 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 111(1-4): 57-71.

Gosselink J. M. J., Dulphy J. P., Poncet C., Tamminga S. and Cone J. W. 2004. A comparison of *in situ* and *in vitro* methods to estimate *in vivo* fermentable organic matter of forages in ruminants. NJAS Wageningen Journal of Life Sciences, 52: 29-45.

Guo X. S., Ding W. R., Han J. G. and Zhou H. 2008. Characterization of protein fractions and amino acids in ensiled alfalfa treated with different chemical additives. Animal Feed Science and Technology, 142: 89-98.

Kaiser A. G., Piltz J. W., Burns H. M. and Riffiths G. 2004. Top fodder successful silage. Orange: Dairy Australia and New South Wales, Department of Primary Industries. 486p.

Kazemi M., Tahmasbi A. M., Valizadeh R., Naserian A. A. and Moheghi M. M. 2009. Assessment of nutritive value of four dominant weed species in range of Khorasan distinct of Iran by *in vitro* and *in situ* techniques. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8: 2286-2290.

Kleinschmit D. H. and Kung Jr. L. 2006. The effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage. Journal of Dairy Science, 89: 3999-4004.

Koc F. and Coskuntuna L. 2003. The comparison of the two different methods on the determination of organic acids in silage fodders. Journal of Animal Production, 44(2): 37-47.

Komolong M. K., Barber D. G. and McNeill D. M. 2001. Post-ruminal protein supply and N retention of weaner sheep fed on a basal diet of lucerne hay (*Medicago sativa*) with increasing levels of quebracho tannins. Animal Feed Science and Technology, 92(1-2): 59-72.

Kung L. Jr. and Shaver R. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. Focus on Forage, 3(13): 1-5.

Kung L. Jr., Shaver R. Grant R. J. and Schmidt R. J. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. Journal of Dairy Science, 101: 4020-4033.

Larbi A., Smith J. W., Kurdi I. O., Adeknle I. O., Raji A. M. and Ladipo D. O. 1998. Chemical composition, rumen degradation, and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. Animal Feed Science and Technology, 72: 81-96.

Lee A. S., Kim J. S., Lee Y. J., Kang D. and Lee H. S. 2012. Anti-TNF-α activity of *Portulaca oleracea* in vascular endothelial cells. International Journal of Molecular Sciences, 13(5): 5628-5644.

Lia M., Zi X., Zhou H., Hou G. and Cai Y. 2014. Effects of sucrose, glucose, molasses and cellulase on fermentation quality and *in vitro* gas production of king grass silage. Animal Feed Science and Technology, 197: 206-212.

Madibela O. R. and Modiakgotla E. 2004. Chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility of indigenous finger millet (*Eleusine coracana*) in Botswana. Livestock Research for Rural Development, 16(4).

Makkar H. P. S. 2010. *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. In: *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies (Eds.). Springer, New York, USA. pp. 106-144.

McDonald P., Henderson A. R. and Heren S. J. E. 1991. The biochemistry of silage (2nd ed.). United Kingdom: Chalcombe publication.

McDonald P., Edwards R. A., Greenhalgh J. F. D. and Morgan C. A. 2002. Animal nutrition (6nd ed.). United Kingdom: Longman. pp. 451-464.

Menke K. H. and Steingass H. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28: 7-55.

Muller C. E., Pauly T. M. and Uden P. 2007. Storage of small bale silage and haylage–influence of storage period on fermentation variables and microbial composition. Grass and Forage Science, 62(3): 274-283.

Norton B. W. 1998. The nutritive value of tree legumes. In: Gutteridge, R.C., Shelton, H.M. (Eds.), Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Tropical Grassland Society of Australia Inc., Queensland, Australia.

Ohshima M., Kimura E. and Yokota H. 1997. A method of making good quality silage from direct cut alfalfa by spraying previously fermented juice. Animal Feed Science and Technology, 66: 129-137.

Ojeda F. and Montejo I. 2001. Conservacio´n de morera (*Morus alba*) como ensilaje (Storage of morera (*Morus alba*) as silage). I. Efecto sobre los compuestos nitrogenados. Pastos y Forrajes, 24: 147-155.

Oliveira A. P. D., Bagaldo A. R., Loures D. R. S., Bezerra L. R., Moraes S. A., Yamamoto S. M., Araujo F. L., Cirne L. G. and Oliveira R. L. 2018. Effect of ensiling gliricidia with cassava on silage quality, growth performance, digestibility, ingestive behavior and carcass traits in lambs. Animal Feed Science and Technology, 241: 198-209.

Ørskov 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.

Palaniswamy U. R., McAvoy R. J. and Bible B. B. 2001. Stage of harvest and polyunsaturated essential fatty acid concentrations in purslane (*Portulaca oleraceae*) leaves. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(7): 3490-3493.

Pawar M. M., Kamra D. N., Agarwal N. and Chaudhary L. C. 2014. Effects of essential oils on *in vitro* methanogenesis and feed fermentation with buffalo rumen liquor. Agricultural Research, 3: 67-74.

Raghuvansi S. K. S., Prasad R., Mishra A. S., Chaturvedi O. H., Tripathi M. K., Misra A. K., Saraswat B. L. and Jakhmola R. C. 2007. Effect of inclusion of tree leaves in feed on nutrient utilization and rumen fermentation in sheep. Bioresource Technology, 98: 511-517.

Razak O. A., Masaaki H., Yimamu A. and Meiji O. 2012. Potential water retention capacity as a factor in silage effluent control: experiments with high moisture by-product feedstuffs. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 25(4): 471-8.

Sallam S. M. A., Bueno I. C. S., Brigide P., Godoy P. B., Vittii D. M. M. S. and Abdalla A. L. 2009. Efficiency of *eucalyptus* oil on *in vitro* ruminal fermentation and methane production. Nutritional and Foraging Ecology of Sheep and Goats, 85: 267-272.

SAS Institute. 2002. SAS user's Guide: statistics. Statistical Analysis Systems Institute Inc. Cary NC.

Seglar W. J. 2003. Fermentation analysis and silage quality testing, In: Proceedings of the Minnesota Dairy Health, College of Veterinary Medicine, University of Minnesota, May 2003.

Sucu E., Kalkan H., Canbolat O. and Filya I. 2016. Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. Revista Brasileira de Zootecnia, 45(10): 596-603.

Theodorou M. K., Williams B. A., Dhanoa M. S., McAllan A. B. and France J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feed. Animal Feed Science and Technology, 48: 185-197.

Tian J., Yu Y., Yu Z., Shao T., Na R. and Zhao M. 2014. Effects of lactic acid bacteria inoculants and cellulase on fermentation quality and *in vitro* digestibility of *Leymus chinensis* silage. Grassland Science, 60: 199-205.

Zhang T., Li L., Wang X., Zeng Z., Hu Y. and Cui Z. 2009. Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on fermentation, aerobic stability, bacteria diversity and ruminal degradability of alfalfa silage. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 25: 965-971.

Zhou Y. X., Xin H. L., Rahman K., Wang S. J., Peng C. and Zhang H. 2015. *Portulaca oleracea* L.: A Review of phytochemistry and pharmacological effects. BioMed Research International, 2015: 1-11.

Animal Production Research

Vol. 10, No. 1, 2021 (25-36)

University of Guilan

Research paper

Investigating the nutritional value and ensiling possibility of purslane as a weed plant (*Portulaca oleracea* L.) with or without wheat bran

M. Kazemi[1*]

1. Assistant Professor, Department of Animal Science, Higher Education Complex of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran

(Received: 07-11-2019 – Accepted: 17-04-2020)

Abstract

Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is a weed forage that can grow in most parts of Iran; however, the nutritional value of this plant has been less considered. Therefore, the present study aimed to determine the chemical composition and *in vitro* fermentation parameters of fresh and ensiled *portulaca oleracea* with or without wheat bran. Purslane was harvested during the flowering stage and ensiled in polyethylene containers for 60 days. Experimental treatments included: 1) fresh purslane, 2) purslane silage without additive, 3) purslane silage+16% wheat bran (fresh weight), and 4) purslane silage+32% wheat bran (fresh weight). The crude protein of the four treatments ranged from 19.27% to 26.86%. The highest concentration of ammonia nitrogen (10.85% of total nitrogen) and pH (4.72) of silage extract were observed in silage without additive, but the concentrations of lactic acid and total volatile fatty acids were highest in the silages containing wheat bran (P<0.05). After ensiling, the true digestibility of organic matter (71.03%) and dry matter (70.05%), as well as potential gas production (28.90 mL), showed a significant decrease compared to fresh purslane (P<0.05). In general, purslane had a favorite protein content and digestibility in animal feeding. Although the nutritional value of fresh purslane was higher in comparison with silage, ensiling can reduce the problems of drying. Purslane silage without additive had low dry matter content and contained mildew, but the quality of purslane was improved when wheat bran was added to the silage.

Keywords: Fermentation, Nutrition, Wheat bran, Silage, *In vitro* batch culture

[*]Corresponding author: phd1388@gmail.com

doi: 10.22124/ar.2021.14939.1469