

ارزش غذایی سیلاژ علوفه تاج خروس (رقم Maria) در مقایسه با سیلاژ ذرت

- حسین شادی
دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
- یوسف روزبهان (نویسنده مسئول)
دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
- جواد رضائی
استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
- حسن فضائی
استاد مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۷

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۹۰۵۴۸۱

Email: rozbeh_y@modares.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2018.121504.1682

چکیده

گیاه تاج خروس رقم ماریا و ذرت علوفه‌ای هر کدام در ۵ تکرار در ظرف‌های پلاستیکی برای ۶۰ روز سیلو شدند. ترکیب شیمیایی، اسید اگزالیک، نیترات و ترکیبات فنولی نمونه‌ها تعیین شد. تخمیرپذیری برون‌تنی و انرژی قابل متابولیسم با روش آزمون گاز، و تجزیه‌پذیری با استفاده از کیسه‌های نایلونی در سه رأس قوچ فیستوله‌دار اندازه‌گیری شد. پروتئین خام در علوفه تازه ذرت و تاج خروس به ترتیب ۸۰ و ۱۹۹، و در سیلاژ آن‌ها به ترتیب ۷۵ و ۱۸۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک بود، که نشان‌دهنده پروتئین خام بیشتر ($P < 0.05$) در علوفه و سیلاژ تاج خروس نسبت به ذرت است. ذرت علوفه‌ای نسبت به تاج خروس مقادیر بیشتری ماده خشک، کربوهیدرات‌های محلول در آب و NDF_{om} داشت، در حالی که خاکستر خام در تاج خروس زیادتر بود ($P < 0.05$). مقدار pH در سیلاژ ذرت و تاج خروس به ترتیب ۳/۸ و ۴/۱ بود ($P < 0.05$). غلظت نیترات، اسید اگزالیک، مجموع ترکیبات فنلی و کل تانن در سیلاژ ذرت کمتر از سیلاژ تاج خروس بود ($P < 0.05$). قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و تجزیه‌پذیری مؤثر در سیلاژ تاج خروس کم‌تر از سیلاژ ذرت بود ($P < 0.05$)، اما تولید پروتئین میکروبی و پروتئین قابل متابولیسم در سیلاژ تاج خروس بیشتر ($P < 0.05$) بود. به‌طور کلی، گیاه تاج خروس رقم ماریا از نظر ترکیب مواد مغذی و فراسنجه‌های تخمیرپذیری با ذرت علوفه‌ای قابل مقایسه بوده، و دارای پروتئین خام بیشتری است. تاج خروس می‌تواند سیلاژ مناسبی برای تغذیه دام در مناطق کم‌آب باشد.

واژه‌های کلیدی: تاج خروس، سیلاژ، تخمیر برون‌تنی، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 121 pp: 303-316

Nutritive value of amaranth (var. Maria) silage in comparison with corn silageBy: Hossein Shadi¹, Yousef Rouzbehan^{2*}, Javad Rezaei³, Hassan Fazaeli⁴

1: MSc Student, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran.

2: Faculty Member, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran.

3: Faculty Member, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran.

4: Academic Staff, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj

Received: February 2018**Accepted: April 2018**

Forage amaranth (var. Maria) and corn were ensiled in plastic bags, for a period of 60 days, with 5 replicates. Chemical composition, oxalic acid, nitrate and phenolic compounds of the samples were measured. *In vitro* ruminal fermentation and ME were determined using a gas production technique, and *in situ* degradability by nylon bags using 3 fistulated rams. Crude protein were 80 and 199 g/kg DM for fresh corn and amaranth, and 75 and 180 g/kg DM for ensiled corn and amaranth, respectively, which indicate higher ($P<0.05$) protein in fresh and ensiled amaranth compared with corn. Forage corn was contained higher DM, WSC and NDF_{om} in comparison with amaranth, while ash was greater in amaranth ($P<0.05$). The pH of corn and amaranth silages was 3.8 and 4.1, respectively. The amounts of nitrate, oxalic acid, total phenolics and total tannin in corn silage were lower than amaranth silage ($P<0.05$). *In vitro* organic matter digestibility, ME and effective degradability of ensiled amaranth were lower ($P<0.05$) than those in corn silage, but microbial protein and metabolizable protein were greater ($P<0.05$) in amaranth silage. Overall, nutrients composition and fermentability parameters of amaranth (var. Maria) were comparable to corn silage, with higher crude protein content. Amaranth can be preserved as a valuable silage to feed ruminants in arid area.

Key words: amaranth, silage, in vitro fermentation, ruminal degradability.

مقدمه

محدودیت منابع آب از یک طرف و بالا بودن نیاز آبی اغلب گیاهان علوفه‌ای رایج از طرف دیگر سبب شده است تا تولید علوفه در کشور با محدودیت مواجه شود. بنابراین، امروزه سعی می‌شود بیشتر از گیاهانی استفاده شود که نیاز آبی کمتر و مقاومت به خشکی بیشتری داشته باشند. یکی از گیاهان مورد توجه در این زمینه تاج‌خروس است (Rezaei و همکاران، ۲۰۱۴).

گیاه تاج‌خروس دارای یک ساقه اصلی بوده که رأس شاخه‌های آن به گل آذین بزرگی ختم می‌گردد. تاج‌خروس به گیاهان تثبیت کننده CO_2 نوع C_4 تعلق دارد و مسیر متابولیسمی C_4 در این گیاه موجب افزایش کارایی مصرف CO_2 تحت دامنه وسیعی از شرایط حرارتی و رطوبتی شده است (Stallknecht و Schulz-Schaeffer، ۱۹۹۳). این گیاه دارای شاخص‌های مناسبی مانند مصرف آب کم، مقاومت زیاد به خشکی، و مقدار

تولید علوفه سبز و خشک زیاد (به ترتیب ۸۵ و ۱۶/۷ تن در هکتار) است (Abbasi و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین مهم‌ترین ویژگی تغذیه‌ای تاج‌خروس، غلظت پروتئین خام زیاد است که بیشتر از علوفه ذرت می‌باشد (Rezaei و همکاران، ۲۰۱۴). بسته به رقم، سن و محیط رشد گیاه، غلظت پروتئین خام در علوفه این گیاه از ۸۰ تا ۲۹۵ گرم در کیلوگرم متفاوت بوده است (Abbasi و همکاران، ۲۰۱۲؛ Rezaei و همکاران، ۲۰۱۳). بر اساس گزارش پژوهش‌گران، مقدار ماده خشک در سیلاژ تاج‌خروس نسبت به ذرت بیشتر (۲۳۵ در مقابل ۲۲۰ گرم در کیلوگرم) بوده است. همچنین pH پایین‌تر (۳/۹ در تاج‌خروس در مقابل ۴ در ذرت)، نیتروژن آمونیاکی کم، اسیدهای چرب فرار مناسب، لاکتات زیادتر (۸۱/۸ در سیلاژ تاج‌خروس در مقابل ۷۶/۷ گرم در کیلوگرم در سیلاژ ذرت) گزارش شده است (Rezaei و همکاران، ۲۰۱۲).

تعیین ترکیب شیمیایی

پیش از تجزیه شیمیایی، نمونه‌های علوفه و سیلاژ در دمای ۵۰ درجه سلسیوس در آون برای رسیدن به وزن ثابت، خشک و سپس با آسیاب مجهز به الک با قطر منافذ یک میلی‌متر آسیاب شدند (Wiley mill, Swedesboro, USA). ماده خشک، خاکستر خام، ماده آلی، پروتئین خام و عصاره اتری در نمونه‌های علوفه تازه و سیلاژ مطابق با روش‌های AOAC (۱۹۹۸)، ADF_{om} و ADL با استفاده از روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱)، و NDF_{om} با استفاده از روش Mertens و همکاران (۲۰۰۲) تعیین گردید. کربوهیدرات‌های محلول، توسط آب مقطر از بافت گیاهی استخراج، و مطابق روش MAFF (۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. برای استخراج اسید اگزالیک، یک گرم نمونه به ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل شد و ۵۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ مولار به آن اضافه شد. ارلن‌ها برای مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب با دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از خنک شدن، حجم با افزودن اسید کلریدریک ۲ مولار به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ (با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه) گردید (Savage و همکاران، ۲۰۰۰). سپس شدت جذب عصاره تهیه شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت شد. برای اندازه‌گیری غلظت کل ترکیبات فنولیک، از روش فولین شیکالتو به‌عنوان معرف و اسید تانیک به‌عنوان استاندارد استفاده شد (Makkar, ۲۰۰۰). برای تعیین ترکیبات فنلی غیر تاننی، پلی وینیل پیریدون نامحلول (PVPP) به عصاره استخراج شده از نمونه گیاهی به نسبت ۵ میلی‌لیتر آب به ۱ میلی‌لیتر PVPP اضافه گردید و غلظت کل تاننها از اختلاف کل ترکیبات فنلی از کل ترکیبات فنلی غیر تاننی محاسبه شد (Makkar, ۲۰۰۰). نترات طبق گزارش Singh (۱۹۸۸) با استفاده از روش کالری‌متری بعد از احیا (روش دی آزو) تعیین شد. برای تعیین تخمیرپذیری برون‌تنی نمونه‌ها از روش تولید گاز آزمایشگاهی استفاده شد. ضریب گوارش پذیری ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم توسط آزمون تولید گاز مطابق با روش Menke و همکاران (۱۹۷۹) تعیین شد. شیرابه شکمبه از ۳ رأس گوسفند شال، مجهز به فیستوله

همکاران، ۲۰۱۴؛ Karimi Rahjerdi و همکاران، ۲۰۱۵).

تاکنون، ارزش غذایی و خصوصیات سیلویی برخی از رقم‌های گیاه تاج‌خروس مانند ارقام Kharkovskiy و Sem بررسی شده است و تحقیقات بر روی رقم‌های جدید با مصرف آب کمتر، تولید بالاتر و ارزش تغذیه‌ای بیشتر ادامه دارد (مهرانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Rahnema و Safaeie, ۲۰۱۷). در همین راستا، تحقیق حاضر بر روی یک رقم جدید و مقایسه آن با سیلاژ ذرت علوفه‌ای صورت گرفت. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، مقایسه ارزش غذایی یک رقم جدید (ماریا) از گیاه تاج‌خروس با ذرت علوفه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

تولید علوفه و تهیه سیلاژ

کشت آزمایشی تاج‌خروس به همراه ذرت علوفه‌ای در روستای شاداب (ارتفاع از سطح دریا حدود ۱۲۵۰ متر) از توابع شهرستان نیشابور واقع در ۱۵ کیلومتری غرب این شهرستان انجام شد. تاج‌خروس رقم ماریا در کنار ذرت علوفه‌ای (رقم ۷۰۴) در تاریخ ۱۰ خرداد ۱۳۹۶ کشت گردید. برداشت علوفه تاج‌خروس در زمان بذردهی و خمیری شدن بذر صورت پذیرفت. علوفه برداشت شده به‌وسیله چابر دستی در اندازه‌های ۲ تا ۴ سانتی‌متر خرد شد و از هر علوفه به مقدار ۲ کیلوگرم نمونه‌برداری شد. هر علوفه در پنج واحد آزمایشی (ظرف‌های پلاستیک با ظرفیت ۲۰ لیتر) سیلو شد. سیلوها پس از گذشت ۶۰ روز (Rezaei و همکاران، ۲۰۰۹) باز شد و ضمن ارزیابی ظاهری، از آن‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت و بلافاصله pH سیلاژ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری pH سیلاژ، ۵۰ گرم از نمونه تازه در بشر ۵۰۰ میلی‌لیتری توزین، و ۱۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. نمونه به خوبی با آب مخلوط شد و این حالت یک ساعت ادامه یافت. در این مدت نمونه به صورت متناوب به‌هم زده شد. پس از گذشت یک ساعت عصاره حاصل در بشر کوچک‌تری ریخته شد و pH محلول با استفاده از pH متر تعیین شد (Faithfull, ۲۰۰۲).

گوسفند فیستوله‌دار نر بالغ نژاد شال (با وزن زنده حدود ۶۰ کیلوگرم) با جیره نگهداری ۶۰ درصد یونجه خشک شده و ۴۰ درصد جو و ذرت بلغور شده به مدت ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت مورد انکوباسیون قرار داده شد و فراسنجه‌های تجزیه پذیری با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Ørskov و McDonald، ۱۹۷۹).

(۱) پتانسیل تجزیه پذیری (Y):

$$Y = a + b(1 - e^{-ct})$$

در رابطه بالا Y تجزیه پذیری، a بخش قابل حل در آب و به سرعت تجزیه شونده، b بخش غیر قابل حل در آب اما بالقوه قابل تجزیه، c مقدار ثابت تجزیه پذیری بخش b در واحد زمان، t زمان و e لگاریتم نپرین است.

(۲) تجزیه پذیری مؤثر (ED):

$$ED \text{ (g/kg DM)} = a + [(b \times c) / (c + k)]$$

در رابطه مذکور، ED تجزیه پذیری مؤثر و k نرخ کسری عبور ذرات از شکمبه بود که مقدار آن برابر با ۰/۰۵ (fraction/h) در نظر گرفته شد.

در نهایت مقدار ERDP، DUP و MP از طریق معادلات ارائه شده توسط AFRC (۱۹۹۲) محاسبه شد.

$$ERDP = 0.8 RDP + SDP$$

$$DUP = 0.9 (UDP - ADIN \times 6.25)$$

$$MP = 0.64 ERDP + DUP$$

تجزیه آماری

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از رویه GLM و توسط نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با ۲ تیمار (تاج خروس و ذرت علوفه‌ای) و ۵ تکرار صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی داری ۵ درصد انجام شد.

مدل آماری استفاده شده به صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود. که در این مدل، Y_{ij} مقدار عددی هر مشاهده، μ میانگین، T_i اثر تیمار و e_{ij} خطای آزمایشی است.

شکمبه تهیه شد. گوارش پذیری ماده آلی (OMD) با استفاده از حجم گاز حاصل از تخمیر ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک در طول ۲۴ ساعت و رابطه زیر محاسبه شد (Steingass و Menke، ۱۹۸۸).

$$OMD = 14/88 + 0/8893 GP + 0/0448 XP + 0/0651 XA$$

OMD: قابلیت هضم ماده آلی، GP: حجم گاز تولیدی تصحیح شده برای ۲۴ ساعت XP (ml/200 mg DM) پروتئین خام (g/kg DM)، XA: خاکستر خام (g/kg DM).

مقدار ME با رابطه زیر محاسبه شد (Steingass و Menke، ۱۹۸۸).

$$ME = 2/2 + 0/1357 GP + 0/0057 XP + 0/00002859 XP^2$$

ME: انرژی قابل متابولیسم (MJ/kg DM)، GP: حجم گاز تولیدی (ml/200 mg DM in 24 h)، XP: پروتئین خام (g/kg DM).

سوبسترای تجزیه شده حقیقی (TDS)، عامل تفکیک (PF) و تولید پروتئین میکروبی بر اساس روش Blummel و همکاران (۱۹۹۷) برآورد شد. برای تعیین PF، مقدار سوبسترای تجزیه شده حقیقی (mg) بر حجم گاز تولیدی خالص (mL) حاصل از تخمیر همان مقدار نمونه تقسیم گردید.

$$TDS = DM_1 - DM_2$$

در رابطه مذکور، TDS سوبسترای تجزیه شده حقیقی، DM_1 وزن ماده خشک پیش از انکوباسیون و DM_2 وزن ماده خشک تجزیه نشده پس از انکوباسیون در سرنگ‌های گاز تست، و جوشانده شده در شوینده خنثی بود.

مقادیر گاز متان تولیدی با استفاده از روش Anele و همکاران (۲۰۱۱) اندازه گیری شد.

تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام با استفاده از کیسه‌هایی از جنس الیاف پلی‌استر مصنوعی، با اندازه قطر منافذ ۴۰ تا ۴۵ میکرون و با ابعاد ۱۰×۲۱ سانتیمتر مطابق با روش استاندارد (AFRC, 1992) برآورد شد. کیسه‌ها داخل شکمبه سه رأس

نتایج و بحث

محتوای پروتئین خام علوفه و سیلاژ تاج خروس بیشتر ($P < 0.05$) از ذرت علوفه‌ای بود (جدول ۱)، که می‌تواند به‌عنوان یک مزیت مهم محسوب شود، مخصوصاً هنگامی که پروتئین به‌عنوان یک عامل محدودکننده در جیره دام مطرح باشد. غلظت پروتئین خام پس از سیلو کردن کاهش یافت که می‌تواند به تجزیه بخشی از پروتئین در اثر فعالیت میکروب‌ها و تولید آمونیاک مربوط باشد (McDonald و همکاران، ۲۰۱۱). محتوای پروتئین خام سیلاژ تاج خروس در پژوهش حاضر نسبت به مقادیر گزارش شده برای رقم‌های Sem و Kharkovskiy (۱۲۰ تا ۱۲۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک؛ Karimi Rahjerdi و همکاران، ۲۰۱۵) به مراتب بیشتر بود. دلیل وجود اختلاف در نتایج محققان مختلف می‌تواند به عواملی مانند تفاوت در رقم گیاه، زمان کاشت و برداشت، نوع و میزان استفاده از کودهای شیمیایی در مزرعه و مدیریت سیلاژ مربوط باشد (Kaiser و همکاران، ۲۰۰۴؛ Abbasi و همکاران، ۲۰۱۲). بر خلاف سیلاژ ذرت، غلظت پروتئین خام در سیلاژ تاج خروس بیشتر از حداقل مورد نیاز پروتئین (۸ درصد از ماده خشک) برای تولید آمونیاک کافی در شکمبه برای حداکثر رشد میکروبی بود (Norton، ۱۹۹۸)؛ که این موضوع می‌تواند یک مزیت در کاربرد سیلاژ تاج خروس باشد.

مقدار عصاره اتری در سیلاژ تاج خروس ماریا بیشتر ($P < 0.05$) از سیلاژ ذرت بود (۷۸/۵ در مقابل ۴۲/۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک). چربی زیاد در جیره نشخوارکنندگان (بیش از ۶ تا ۷ درصد) بر میکروارگانیزم‌های شکمبه اثر منفی دارد (NRC، ۲۰۰۱). بنابراین، بهتر است سیلاژ تاج خروس رقم ماریا را به‌تنهایی به مصرف دام نرساند.

طبق نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر، NDF_{om} در علوفه و سیلاژ تاج خروس کمتر از مقدار آن در ذرت علوفه‌ای بود ($P < 0.05$)، که نشانه‌دهنده پتانسیل نسبتاً خوب این رقم تاج خروس به‌عنوان یک منبع علوفه‌ای است (Rezaei و همکاران، ۲۰۱۴) زیرا مقدار NDF_{om} گیاه با مصرف خوراک رابطه عکس دارد (Allen و Jung، ۱۹۹۵؛ McDonald و

همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین، انتظار نمی‌رود میزان NDF_{om} تاج خروس در زمان تغذیه دام اثر منفی بر مصرف خوراک بگذارد. مقدار NDF_{om} موجود در تاج خروس رقم ماریا نسبت به نتایج به دست آمده (۴۳۹ گرم در کیلوگرم ماده خشک) توسط Olorunnisomo و Ayodele (۲۰۰۹) کمتر، اما در مقایسه با گزارش Seguin و همکاران (۲۰۱۳) بیشتر (به ترتیب برابر ۳۷۷ و ۴۰۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود. فرایند سیلو کردن موجب کاهش مقدار NDF_{om} شد که با نتایج محققان دیگر مطابقت داشت (Aksu و همکاران، ۲۰۰۶). دلیل کاهش غلظت NDF_{om} در اثر سیلو کردن را می‌توان به تجزیه سلولز و همی سلولز در اثر فعالیت میکروب‌ها حین تخمیر و همچنین ایجاد pH اسیدی و هیدرولیز اسیدی در سیلاژ مربوط دانست (Rezaei و همکاران، ۲۰۰۹).

از سوی دیگر، ADF_{om} در علوفه ذرت زیادتر از تاج خروس بود، اما بین سیلاژ دو علوفه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. محتوای ADF_{om} تاج خروس ارقام Kharkovskiy و Sem در مطالعه Karimi Rahjerdi و همکاران (۲۰۱۵) در مقایسه با نتیجه به دست آمده در تحقیق حاضر کمتر است. در اثر سیلو کردن، کاهش جزئی در غلظت ADF_{om} سیلاژ رخ داد، اما شدت (درصد) کاهش در ADF_{om} کمتر از NDF_{om} بود. کاهش غلظت ADF_{om} پس از سیلو کردن احتمالاً به تجزیه محدود بخشی از سلولز در اثر فعالیت میکروب‌ها و همچنین تا حدی به هیدرولیز اسیدی در اثر افت pH در سیلاژ مربوط بوده است (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱، ۲۰۱۱). به هر حال، غلظت لیگنین در علوفه و سیلاژ تاج خروس بیشتر از ذرت علوفه‌ای بود ($P < 0.05$)؛ که ممکن است بر ارزش این رقم خاص برای تغذیه در نشخوارکنندگان تأثیر منفی داشته باشد و در زمان گنجاندن آن در جیره باید به غلظت لیگنین کل مخلوط خوراکی توجه نمود.

غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب (WSC) در علوفه تازه ذرت بیشتر از تاج خروس (به ترتیب ۱۱۱ و ۵۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود ($P < 0.05$). هرچند غلظت WSC در علوفه تاج خروس کمتر از ذرت علوفه‌ای بود، اما به نظر می‌رسد غلظت

hypochondriacus (۱۳۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بیشتر است. با توجه به این که کشت دو گیاه آزمایشی در یک مزرعه انجام شد، زیاد بودن خاکستر خام بیشتر ناشی از ماهیت ذاتی تاج خروس در جذب و ذخیره عناصر معدنی بوده است، که با یافته‌های Rezaei و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. رقم علفه‌ای مذکور می‌تواند منبعی طبیعی از مواد معدنی مورد نیاز دام باشد، اما با توجه به زیاد بودن خاکستر خام تاج خروس، لازم است در زمان استفاده از این گیاه در خوراکدهی دام و تنظیم جیره مراقب تعادل صحیح مواد معدنی مختلف بود. غلظت خاکستر خام در سیلاژ زیادتر از علفه تازه بود که دلیل آن را می‌توان به تجزیه و کاهش ترکیبات آلی (مانند WSC، NDF_{om} و پروتئین خام) طی فرایند تخمیر مربوط دانست (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱) که این امر در واقع موجب افزایش نسبی غلظت بخش معدنی در سیلاژ شده است.

WSC در رقم مذکور برای یک تخمیر خوب کافی باشد، زیرا طبق نظر Haigh و همکاران (۱۹۸۵) برای رخداد تخمیر پایدار در سیلو، غلظت WSC علفه باید بیش از ۳۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک باشد. غلظت WSC هر دو علفه بعد از سیلو کردن کاهش یافت که علت آن تخمیر بی‌هوازی و مصرف قندهای محلول توسط میکروارگانیسم‌ها به‌ویژه باکتری‌های مولد اسید لاکتیک است (Nkosi و همکاران، ۲۰۱۰؛ McDonald و همکاران، ۲۰۱۱).

غلظت خاکستر خام در علفه و سیلاژ تاج خروس زیادتر از ذرت بود ($P < 0.05$). غلظت بالای خاکستر خام در سیلاژ تاج خروس با نتایج ارائه شده توسط Seguin و همکاران (۲۰۱۳) برای رقم‌های Plainsman و D136 (به ترتیب ۱۹۷ و ۲۰۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک) مطابقت دارد، اما نسبت به نتایج به دست آمده توسط Rezaei و همکاران (۲۰۰۹) برای گونه A.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک) علفه تازه و سیلاژ تاج خروس و ذرت علفه‌ای

SEM	سیلاژ		SEM	علفه		فراسنجه‌ها
	تاج خروس	ذرت		تاج خروس	ذرت	
۱/۱	۲۳۶ ^b	۲۵۰ ^a	۱/۸	۲۲۷ ^b	۲۴۲ ^a	ماده خشک
۱/۷	۱۸۰ ^a	۷۵ ^b	۱/۹	۱۹۹ ^a	۸۰ ^b	پروتئین خام
۴/۱	۴۰۱ ^b	۴۹۰ ^a	۳/۷	۴۱۲ ^b	۵۱۵ ^a	NDF _{om}
۲/۵	۲۹۳	۲۹۲	۳/۳	۳۰۰ ^b	۳۱۸ ^a	ADF _{om}
۱/۲۷	۶۵/۰ ^a	۴۸/۷ ^b	۱/۱	۶۶ ^a	۵۱ ^b	لیگنین
۱/۶۰	۱۵/۵	۱۵/۲	۷/۳	۵۸ ^b	۱۱۱ ^a	کربوهیدرات‌های محلول در آب
۱/۲۲	۷۸/۵ ^a	۴۲/۵ ^b	۲/۳۰	۴۷/۵ ^a	۳۲/۵ ^b	عصاره اتری
۴/۳	۱۵۰ ^a	۳۱۷ ^a	۳/۵	۱۸۵ ^b	۳۱۰ ^a	کربوهیدرات‌های غیر الیافی
۱/۰۴	۱۹۱/۵ ^c	۷۶/۲ ^b	۱/۳۳	۱۵۷ ^a	۶۳/۵ ^a	خاکستر خام
۰/۵۸	۴/۱ ^a	۳/۸ ^b	-	-	-	pH

NDF_{om}، الیاف نامحلول در شوینده خنثی فاقد خاکستر خام؛ ADF_{om}، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی فاقد خاکستر خام.

SEM، انحراف استاندارد میانگین‌ها.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Karimi و Rahjerdi و همکاران، ۲۰۱۵). از سوی دیگر، بیان شده که نیترات بیش از ۱۰ تا ۳۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک می‌تواند موجب مسمومیت در دام شود (Sleugh و همکاران، ۲۰۰۱). بر این اساس، مقدار نیترات در علوفه و سیلاژ تاج خروس رقم ماریا در پژوهش حاضر (به ترتیب ۲/۵ و ۰/۳ گرم در کیلوگرم) کم‌تر از حد سمی برای دام است.

غلظت اسید اگزالیك علوفه تاج خروس پس از سیلو شدن تغییر چندانی نشان نداد. اگزالات بیشتر از ۲۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک برای دام سمی است (Rahman و همکاران، ۲۰۱۳) و ممکن است دسترسی مواد مغذی گیاه را کاهش دهد (Knorr و Teutonico، ۱۹۸۵). غلظت اگزالات در تاج خروس رقم ماریا (۸/۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک) اندک بود و تأثیر منفی بر دام نخواهد داشت. از سوی دیگر، غلظت اگزالات در پژوهش حاضر نسبت به نتایج (۱۰/۲ تا ۳۵/۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک) گزارش شده توسط محققان دیگر (Rezaei و همکاران، ۲۰۰۹؛ Abbasi و همکاران، ۲۰۱۲) کمتر بود.

غلظت کل ترکیبات فنلی و تانن کل در علوفه و سیلاژهای آزمایشی ناچیز بود، هرچند ترکیبات مذکور در نمونه‌های تاج خروس بیشتر از ذرت بود ($P < 0/05$). غلظت ترکیبات فنلی در این پژوهش بسیار کمتر از مقادیر گزارش شده توسط Sarmadi و همکاران (۲۰۱۶) برای رقم دیگری از تاج خروس (۱۳/۴ تا ۱۶/۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک به ترتیب) بود. از سوی دیگر، سیلو کردن در پژوهش حاضر موجب کاهش کل ترکیبات فنلی و تانن شد ($P < 0/01$)، که علت آن احتمالاً به فرایند اکسیداسیون و تخریب ترکیبات مذکور در اثر تخمیر بی‌هوازی داخل سیلو مربوط بوده است (Ben Salem و همکاران، ۲۰۰۵).

میزان pH سیلاژها در دامنه مناسب برای یک تخمیر خوب (۳/۸ تا ۴/۲؛ Faithfull، ۲۰۰۲) قرار داشت. میزان pH سیلاژ ذرت کمتر از سیلاژ تاج خروس بود ($P < 0/05$). از سوی دیگر، pH سیلاژ تاج خروس در این تحقیق بیشتر از pH گزارش شده توسط Rezaei و همکاران (۲۰۱۴) بود (۴/۱ در مقابل ۳/۹). در تفسیر باید گفت pH سیلاژ تحت تأثیر مقادیر WSC، ماده خشک، پروتئین خام، کاتیون‌های معدنی و در کل خاصیت بافری گیاه تازه قرار دارد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱؛ Kaiser و همکاران، ۲۰۰۴). در پژوهش حاضر، تاج خروس رقم ماریا حاوی مواد معدنی و پروتئین خام بیشتر، و WSC کمتر در مقایسه با ذرت علوفه‌ای بود. در واقع، غلظت WSC بیشتر در ذرت موجب افزایش فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیکی و احتمالاً تولید اسیدهای تخمیری بیشتری شده که افت بیشتر pH در سیلاژ ذرت را به دنبال داشته است (Kaiser و همکاران، ۲۰۰۴؛ McDonald و همکاران، ۲۰۱۱). از سوی دیگر، احتمالاً پروتئین خام بیشتر در تاج خروس موجب افزایش غلظت آمونیاک در سیلاژ گیاه مذکور شود که به همراه کاتیون‌ها (از بخش عناصر معدنی) در برابر کاهش pH مقاومت نموده (McDonald و همکاران، ۲۰۱۱)، و موجب مشاهده pH زیادتر در سیلاژ تاج خروس شده‌اند.

نیترات، اگزالات و ترکیبات فنلی

غلظت نیترات بین علوفه تاج خروس و علوفه ذرت تفاوت معنی‌داری نداشت. پس از سیلو کردن نیترات در هر دو گیاه نسبت به علوفه تازه کاهش یافت ($P < 0/05$)، که کاهش مذکور به فرایند احیای نیترات به نیتريت توسط برخی از میکروارگانیزم‌ها طی فرایند تخمیر در سیلو مربوط است (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱). کاهش نیترات پس از سیلو شدن تاج خروس

جدول ۲- نیترات و ترکیبات ثانویه در علوفه و سیلاژ تاج خروس و ذرت علوفه‌ای (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

فراسنجه‌ها	علوفه		سیلاژ	
	ذرت	تاج خروس	SEM	ذرت
نیترات	۲/۱	۲/۵	۰/۳۲	۰/۶۹ ^a
ترکیبات فنی	۳/۵ ^b	۱۰/۶ ^a	۰/۱۹	۲ ^b
تانن کل	۲/۰ ^b	۶/۲ ^a	۰/۴۳	۱/۲ ^b
اگزالات	۷/۳	۸/۵	۰/۶۲	۷/۲

SEM، انحراف استاندارد میانگین‌ها.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

فراسنجه‌های تخمیرپذیری آزمایشگاهی و تولید گاز

همان‌گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است، pH شیرابه بین ۶/۷ تا ۶/۸۵ بود که در دامنه مطلوب شکمبه (۶/۱ تا ۶/۸) قرار دارد (Van Soest, ۱۹۹۴). مقادیر گاز تولیدی، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم در سیلاژ ذرت بیشتر از سیلاژ تاج خروس بود ($P < 0.05$)، دلیل تفاوت در گاز تولیدی را می‌توان به اختلاف در غلظت پروتئین خام، NDF_{om} و لیگنین بین دو گیاه مربوط دانست؛ زیرا بین تولید گاز و ترکیباتی مانند پروتئین خام، NDF_{om} و به‌ویژه لیگنین رابطه عکس وجود دارد (Van Soest, ۱۹۹۴). دلیل دیگر کاهش تولید گاز را می‌توان به بیشتر بودن خاکستر خام و عصاره اتری در سیلاژ تاج خروس مربوط دانست، زیرا ترکیبات مذکور می‌توانند تأثیر کاهنده بر تولید گاز داشته باشند (McDonald و همکاران، ۲۰۱۱).

غلظت انرژی قابل متابولیسم کمتر در سیلاژ تاج خروس نسبت به سیلاژ ذرت احتمالاً به مقادیر بیشتر لیگنین و خاکستر خام در این سیلاژ مربوط بوده است؛ زیرا خاکستر خام فاقد انرژی است و لیگنین هم بر رشد میکروبی و تجزیه و گوارش مواد در دستگاه گوارش تأثیر منفی دارد (Van Soest, ۱۹۹۴؛ McDonald و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج به دست آمده توسط Rezaei و همکاران (۲۰۰۹) برای تاج خروس *A. hypochondriacus* نشان‌دهنده مقادیر بیشتر قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم (به ترتیب ۶۶۲ گرم در کیلوگرم، و ۹ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) نسبت به رقم مورد بررسی در این تحقیق است.

شاخص تفکیک (PF)، پروتئین میکروبی (MCP)،

سوبسترای تجزیه شده حقیقی (TDS) و گاز متان

مقدار PF در سیلاژ تاج خروس بیشتر از سیلاژ ذرت علوفه‌ای بود ($P < 0.05$). گزارش شده که هر چه PF بیشتر باشد، تولید متان کمتر و تولید پروتئین میکروبی زیادتر خواهد بود (Makkar, ۲۰۱۰). در پژوهش حاضر نیز سیلاژ تاج خروس با داشتن PF بیشتر، موجب تولید پروتئین میکروبی بیشتر و متان کمتر نسبت به سیلاژ ذرت شده بود؛ یعنی بخش بیشتری از ماده آلی تجزیه شده در سیلاژ تاج خروس وارد توده میکروبی شده و بازده تولید پروتئین میکروبی افزایش یافته، و از سوی دیگر سهم تولید گاز به‌ویژه متان کم شده است (Makkar, ۲۰۱۰).

مقدار TDS در سیلاژ تاج خروس کمتر از سیلاژ ذرت بود که می‌توان همانند قبل دلیل آن را به زیادتر بودن لیگنین و در نتیجه کاهش اتصال باکتری‌ها به خوراک برای تجزیه ماده آلی مرتبط دانست (McDonald و همکاران، ۲۰۱۱). تولید پروتئین میکروبی در سیلاژ تاج خروس بیشتر از سیلاژ ذرت بود ($P < 0.05$). دلیل این تفاوت تا حد زیادی وابسته به غلظت پروتئین خام کمتر در سیلاژ ذرت است زیرا همانگونه که اشاره شد حداقل پروتئین مورد نیاز برای رشد مطلوب میکروبی در شکمبه ۸ درصد است و کمتر بودن آن در سیلاژ ذرت (۷/۵ درصد) احتمالاً باعث عدم تأمین آمونیاک کافی برای رشد باکتری‌ها در شکمبه شده است (Norton, ۱۹۹۸). نتایج تولید پروتئین میکروبی در این

بیشتر در سیلاژ ذرت است، زیرا بین غلظت NDF (میزان خشبی بودن) و تولید متان در شکمبه رابطه مثبت وجود دارد (Robertson و Waghorn، ۲۰۰۲؛ Pinares-Patino و همکاران، ۲۰۰۷).

تحقیق با مشاهدات Babaeinasab و همکاران (۲۰۱۵) و عباسی (۱۳۹۶) (به ترتیب ۱۱۸ و ۳۶۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک) موافق بود.

گاز متان تولیدی با تخمیر برون تنی سیلاژ ذرت بیشتر از سیلاژ تاج خروس رقم ماریا بود ($P < 0.05$)؛ که علت آن وجود NDF

جدول ۳- فرا سنج‌های تولید گاز حاصل از انکوباسیون ۲۴ و ۹۶ ساعته سیلاژ ذرت و تاج خروس

فراسنجه‌ها	ذرت	تاج خروس	SEM
pH	۶/۷۲	۶/۷۴	۰/۶۲۰
GP ₂₄	۵۰ ^a	۲۳ ^b	۱/۶
OMD	۶۷۶ ^b	۵۵۸ ^a	۶/۹
متان	۲۹/۵ ^a	۲۱/۵ ^b	۳/۸۰
ME	۹/۵۷ ^a	۷/۲۸ ^b	۱/۵۴۰
TDS	۶۵۸ ^a	۶۳۷ ^b	۲/۵
PF ₂₄	۲/۶۳ ^b	۵/۵۴ ^a	۱/۵۲
MCP	۱۰۸ ^b	۳۸۴ ^a	۳/۶
انکوباسیون ۹۶ ساعته			
B	۵۷/۳ ^a	۵۵/۰ ^b	۲/۳۷
(h) C	۰/۰۳۰	۰/۰۲۷	۰/۰۰۱

GP₂₄، حجم گاز تولیدی در ۲۴ ساعت؛ OMD، گوارش پذیری ماده آلی (گرم در کیلوگرم ماده آلی)؛ ME، انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)؛ TDS، سوبسترای تجزیه شده حقیقی (میلی گرم در گرم ماده خشک)؛ PF₂₄، عامل تفکیک (میلی گرم ماده آلی تجزیه شده/میلی لیتر گاز تولیدی)؛ MCP، تولید پروتئین میکروبی (میلی گرم در گرم ماده خشک)؛ متان (میلی لیتر به ازای یک گرم ماده خشک).
SEM، انحراف استاندارد میانگین‌ها.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام

از سیلاژ تاج خروس بود (به ترتیب ۰/۰۳۸ و ۰/۰۴۱ در مقابل ۰/۰۲۴ و ۰/۰۲۵ در ساعت) که این خود بر افزایش میزان تجزیه پذیری مؤثر در سیلاژ ذرت مؤثر بوده است (Seguin و همکاران، ۲۰۱۳).

پروتئین قابل تجزیه مؤثر در شکمبه (ERDP)، پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه اما قابل هضم در روده (DUP) و پروتئین قابل متابولیسم (MP) در سیلاژ تاج خروس بیشتر از سیلاژ ذرت بود ($P < 0.05$). این امر به دلیل غلظت بسیار زیادتر پروتئین خام در تاج خروس بود. دلیل دیگر آن به تفاوت در غلظت لیگنین مربوط است، که با بخش های نیتروژنی پیوند می شود و آنها را از دسترس خارج می کند (McDonald و همکاران، ۲۰۱۱). از سوی دیگر، ترکیبات فنلی بیشتر در گیاه تاج خروس نیز ممکن است با بخشی از پروتئین ها پیوند شود و دسترسی آن ها را در شکمبه کاهش دهد (Min و همکاران، ۲۰۰۰؛ McSweeney و همکاران، ۲۰۰۱).

ضرایب تجزیه پذیری در جدول ۴ نشان داده شده است. تجزیه پذیری مؤثر (ED) ماده خشک و پروتئین خام سیلاژ تاج خروس نسبت به سیلاژ ذرت کمتر بود ($P < 0.05$). تجزیه پذیری مؤثر کمتر در سیلاژ تاج خروس را می توان به ۱- لیگنین بیشتر (کاهش کلونیزاسیون باکتریایی برای تجزیه خوراک؛ Sarmadi و همکاران ۲۰۱۶)، ۲- NFC کمتر (NFC با سرعت بیشتری نسبت به NDF تجزیه می شود؛ NRC, 2001) و ۳- تا حدی به غلظت زیادتر ترکیبات فنلی (دارای اثر منفی بر تجزیه پذیری است؛ Hastert و همکاران، ۱۹۸۳؛ Sarwar و همکاران، ۲۰۰۶) در گیاه مذکور نسبت داد. موافق با نتایج پژوهش حاضر، Karimi Rahjerdi و همکاران (۲۰۱۵) نیز تجزیه پذیری کمتری را برای سیلاژ تاج خروس (رقم های Sem و Kharkovskiy) نسبت به سیلاژ ذرت گزارش کردند. به دلیل تفاوت در لیگنین، NFC و ترکیبات ثانویه، نرخ (سرعت) تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام نیز در سیلاژ ذرت بیشتر

جدول ۴- فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام سیلاژ ذرت و تاج خروس.

SEM	تاج خروس	ذرت	فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک (g/kg DM)
۸/۴	۳۱۸ ^b	۴۲۰ ^a	a
۸/۳	۴۴۸ ^a	۳۴۰ ^b	b
۰/۰۰۹	۰/۰۲۴ ^b	۰/۰۳۸ ^a	(/h) c
۸/۷	۴۶۴ ^b	۵۶۶ ^a	ED
			پروتئین خام
۶/۷	۴۱۵ ^b	۴۶۰ ^a	(g/kg CP) a
۶/۲	۴۴۶ ^a	۳۲۴ ^b	(g/kg CP) b
۰/۰۰۶	۰/۰۲۵ ^b	۰/۰۴۱ ^a	(/h) c
۰/۰۶۶	۵۶۴ ^b	۶۰۵ ^a	(g/kg CP) ED
۰/۰۹	۸۶ ^a	۲۵ ^b	(g/kg DM) ERDP
۱/۲	۵۶ ^a	۱۳ ^b	(g/kg DM) DUP
۱/۱۰	۱۱۱ ^a	۲۹/۳ ^b	(g/kg DM) MP

a، بخش قابل حل در آب و به سرعت تجزیه شونده؛ b، بخش غیر قابل حل در آب اما بالقوه قابل تجزیه؛ c، ثابت نرخ تجزیه پذیری بخش b در واحد زمان؛ ED، تجزیه پذیری مؤثر؛ ERDP، پروتئین قابل تجزیه مؤثر در شکمبه؛ DUP، پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه اما قابل هضم در روده؛ MP، پروتئین قابل متابولیسم. SEM، انحراف استاندارد میانگین ها. میانگین های با حروف متفاوت در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند.

نتیجه گیری

در مجموع، ترکیب مواد مغذی و فراسنجه‌های تخمیرپذیری تاج خروس رقم ماریا با ذرت علوفه‌ای قابل مقایسه بود. به‌ویژه، علوفه و سیلاژ تاج خروس نسبت به ذرت حاوی پروتئین خام و پروتئین قابل متابولیسم بیشتری بودند. بنابراین، رقم مذکور می‌تواند به عنوان یک گیاه علوفه‌ای برای تغذیه دام مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (معاونت علمی و فناوری، ریاست جمهوری) به دلیل حمایت مالی از این تحقیق قدردانی می‌نمایند.

منابع

- عباسی، م. (۱۳۹۶). تأثیر پژمردگی، افزودن ملاس و تلقیح باکتری لاکتوباسیلوس بر ارزش غذایی سیلاژ تاج خروس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران. ص ۷۳.
- مهرانی، ا.، فضائلی، ح. و اسدی، ه. (۱۳۹۱). اثر برداشت در مراحل مختلف رشد بر کمیت و کیفیت علوفه ارقام آمارانت و ارزیابی اقتصادی آن. *مجله به زراعی نهال و بذر*. جلد ۲-۲۸، شماره ۲. ص. ۱۸۵-۱۷۳.
- Abbasi, D., Rouzbehan, Y. and Rezaei, J. (2012). Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranth hypochondriacus*). *Animal Feed Science and Technology*. 171:6-13.
- AFRC. (1992). Nutrient requirements of ruminant animals: Protein. AFRC, Technical Committee on Responses to Nutrients, Report No. 10. *Nutrition Abstracts and Reviews*. Series B 62:787-835.
- Jung, H.G. and Allen, M.S. (1995). Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal Animal Science*. 73:2774-2790.
- Anele, U.Y., Südekum, K.-H., Hummel, J., Arigbede, O.M., Oni, A.O., Olanite, J.A., Böttger, C., Ojo, V.O. and Jolaosho, A.O. (2011). Chemical characterization, *in vitro* dry matter and ruminal crude protein degradability and microbial protein synthesis of some cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) haulm varieties. *Animal Feed Science and Technology*. 163:161-169.
- AOAC International. (1998). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th ed. 4th rev. AOAC International, Arlington, VA, USA.
- Babaeinasab, Y., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. and Rezaei, J. (2015). Chemical composition, silage fermentation characteristics, and *in vitro* ruminal fermentation parameters of potato-wheat straw silage treated with molasses and lactic acid bacteria and corn silage. *Journal of Animal Science*. 93:4377-4386.
- Ben Salem, H., Saghrouni, L. and Nefzaoui, A. (2005). Attempts to deactivate tannins in fodder shrubs with physical and chemical treatments. *Animal Feed Science and Technology*. 122:109-121.
- Blummel, M., Makkar, H. and Becker, K. (1997). *In vitro* gas production: a technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 77 (1-5):24-34.
- Faithfull, N.T. (2002). *Methods in Agricultural Chemical Analysis: a practical handbook*. CAB Int., Wallingford, UK.
- Haigh, P.M. and Parker, J.W.G. (1985). Effect of silage additives and wilting on silage fermentation, digestibility and intake, and on live weight change of young cattle. *Grass and Forage Science*. 40(4):429-436.

- Hastert, A.A., Owensby, C.E. and Harbers, L.H. (1983). Rumen microbial degradation of indiangrass and big bluestem leaf blades. *Journal of Animal Science*. 57(6):1626-1634.
- Kaiser, A.G., Piltz, J.W., Burns, H.M. and Griffiths, N.W. (2004). *Successful Silage*, 2nd ed. Dairy Australia and NSW Dept. of Primary Industries, New South Wales, Australia.
- Karimi Rahjerdi, N., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. and Rezaei, J. (2015). Chemical composition, fermentation characteristics, digestibility, and degradability of silages from two amaranth varieties (Kharkovskiy and Sem), corn, and an amaranth-corn combination. *Journal of Animal Science*. 93:5781-5790.
- MAFF. (1982). *The Analysis of Agricultural Materials*, 2nd ed. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, London, UK.
- Makkar, H.P.S. (2000). *Quantification of tannins in tree foliage*. A laboratory manual for the FAO/IAEA co-ordinated research project on use of nuclear and related techniques to develop simple tannin assays for predicting and improving the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniniferous tree foliage. Joint FAO/IAEA of nuclear techniques in food and agriculture. In: Animal Production and Health Sub-programme, FAO/IAEA Working Document. IAEA, Vienna, Austria.
- Makkar, H.P. (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* (pp. 107-144). Springer Netherlands.
- McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (1991). *The Biochemistry of Silage*, 2nd ed. Chalcombe Publications, Marlow, UK.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. and Wilkinson, R.G. (2011). *Animal Nutrition*. 5th ed. Prentice Hall, Essex, UK.
- McSweeney, C.S., Palmer, B., Bunch, R. and Krause, D.O. (2001). Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. *Journal of Applied Microbiology*. 90:78-88.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. and Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science*. (Camb.) 92:217-222.
- 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 Development*. 28, 7-55.
- Mertens, D.R. (2002). Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds using refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal AOAC International*. 85:1217-1240.
- Min, B.R., McNabb, W.C., Barry, T.N. and Peters, J.S. (2000). Solubilization and degradation of ribulose-0,7-bisphosphate carboxylase/oxygenase (EC 4,1,1,39; Rubisco) protein from white clover (*Trifolium repens*) and *Lotus corniculatus* by rumen microorganisms and the effect of condensed tannins on these processes. *Journal of Agricultural Science*. 134 (13):305-317.
- Nkosi, M.T. and Mekuria, F. (2010). Cloud computing for enhanced mobile health applications. Cloud Computing Technology and Science, 2010 IEEE Second International Conference on, 2010.
- Norton, B.W. (1998). The Nutritive value of tree legumes. In: Gutteridge R.C. and Shelton H.M. eds., Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Tropical grass land Society Aus. Inc., St Lucia. Queensland. pp. 15-48. Australia.

- NRC. (2001). *Nutrient Requirements for Dairy Cattle*, 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Olorunnisomo, O.A. and Ayodele, O.J., (2009). Effects of intercropping and fertilizer application on the yield and nutritive value of maize and amaranth forages in Nigeria. *Grass Forage Science*. 64:413-420.
- Pinares-Patino, C.S., DHour, P., Jouany, J.P. and Martin, C. (2007). Effects of stocking rate on methane and carbon dioxide emissions from grazing cattle. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 121:30-46.
- Ørskov, E. 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 (2):499-503.
- Rahnama, A. and Safaeie, A.R. (2017). Performance comparison of three varieties of Amaranth (*Amaranthus Hypochondriacus* L.) at different harvest time. *Journal of Asian Scientific Research*. 7(6):224-230.
- Rahman, M.M., Abdullah, R.B. and Wan Khadijah, W.E. (2013). A review of oxalate poisoning in domestic animals: tolerance and performance aspects. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 97(4):605-614.
- Rezaei, J., Rouzbehan, Y. and Fazaeli, H. (2009). Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with different levels of molasses. *Animal Feed Science and Technology*. 151:153-160.
- Rezaei, J., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. and Zahedifar, M. (2013). Carcass characteristics, non-carcass components and blood parameters of fattening lambs fed on diets containing amaranth silage substituted for corn silage. *Small Ruminant Research*. 114:225-232.
- Rezaei, J., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. and Zahedifar, M. (2014). Effects of substituting amaranth silage for corn silage on intake, growth performance, diet digestibility, microbial protein, nitrogen retention and ruminal fermentation in fattening lambs. *Animal Feed Science and Technology*. 192:29-38.
- Robertson, L.J. and Waghorn, G.C. (2002). Dairy industry perspectives on methane emissions and production from cattle fed pasture or total mixed rations in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 62:213-218.
- Sarmadi, B., Rouzbehan, Y. and Rezaei, J. (2016). Influences of growth stage and nitrogen fertilizer on chemical composition, phenolics, in situ degradability and in vitro ruminal variables in amaranth forage. *Animal Feed Science and Technology*. 215:73-84.
- Sarwar, M., Nisa, M., Ajmal Khan, M. and Mushtaque, M. (2006). Chemical composition, herbage yield and nutritive value of panicum antidotale and pennisetum orientale for nili buffaloes at different clipping intervals. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 19:176-180.
- Savage, G.P., Vanhanen, L., Mason, S.M. and Ross, A.B. (2000). Effect of cooking on the soluble and insoluble oxalic acid content of some New Zealand foods. *Journal Food Composition Analyses*. 13:201-206.
- Seguin, P., Mustafa, A.F., Donnelly, D.J. and Gélinas, B. (2013). Chemical composition and ruminal nutrient degradability of fresh and ensiled amaranth forage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93 (15):3730-3736.
- Singh, J.P. (1988). A rapid method for determination of nitrate in soil and plant extracts. *Plant Soil*. 110:137-139.
- Sleugh, B.B., Moore, K.J., Brummer, E.C., Knapp, A.D., Russell, J. and Gibson, L. (2001). Forage value of various amaranth species at different harvest dates. *Crop Science*. 41:466-472.
- Stallknecht, G. and Schulz-Schaeffer, J. (1993). Amaranth rediscovered. *New Crops*. Wiley, New York: 211-218.

Teutonico, R.A. and Knorr, D. (1985). Amaranth: composition, properties, and applications of a rediscovered food crop. *Food Technology*. 39:49–60.

Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd ed. Cornell University Press, Itacha, NY, USA, pp. 476.

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.

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □