نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳۸، بهـار ۱۴۰۲
ص‌ص: ۱۳۱~۱۴۶

اثرات افزودن سطوح مختلف دانه جو آسیاب شده بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تخمیری و تولید گاز سیلاژ کنگرفرنگی

مریم مریمی[۱]، فرشید فتاح نیا[۲]، پوریا دادور[۳]*، سیدرضا موسوی[۴] و هوشنگ جعفری[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش مهندسی علوم دامی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۲- دانشیار بخش مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۳- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران.
۴- کارشناس آزمایشگاه بخش مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت : تیر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش : مرداد ۱۴۰۱

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۶۱۴۸۸۴۸
Email: p.dadvar@areeo.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ ASJ.2022.359175.2237

چکیده

باتوجه به محدودیت منابع آب، استفاده از گیاهان مقاوم به خشکی ازجمله کنگرفرنگی می‌تواند به عنوان علوفه در تغذیه نشخوارکنندگان مفید باشد. این پژوهش باهدف بررسی اثر افزودن سطوح مختلف دانه جو آسیاب شده بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تخمیری و مولفه‌های تولید گاز سیلاژ کنگرفرنگی در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. بدین منظور، پس از خرد کردن علوفه کنگرفرنگی، دانه جو آسیاب شده در سطوح صفر، ۵ و ۱۰ درصد به علوفه کنگرفرنگی اضافه و به مدت ۶۰ روز در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ٤ تکرار سیلو شد. علوفه ذرت نیز با همین شرایط ولی بدون افزودنی سیلو شد. ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولیدگاز، غلظت نیتروژن آمونیاکی،pH و ظرفیت بافری سیلاژها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح دانه جو آسیاب شده ، ماده خشک و عصاره اتری سیلاژ کنگرفرنگی افزایش و مقدار پروتئین و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی آن کاهش یافت. سیلاژ ذرت کمترین میزان pH و بیشترین نمره فلیگ را در مقایسه با سایر سیلاژها داشت و با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی به طور معنی‌داری pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی کاهش یافت. میزان پساب با افزایش دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کربوهیدرات محلول در آب و ضریب تخمیر در سیلوی کنگرفرنگی بدون افزودنی دارای کمترین مقدار بود. در بین سیلاژهای کنگر فرنگی، سیلاژ دارای ۱۰ درصد دانه جو آسیاب شده بیشترین حجم تولید گاز، پتانسیل تولید گاز، انرژی قابل‌متابولیسم و کمترین عامل تفکیک را داشت. نتایج نشان داد که استفاده از دانه جو آسیاب شده تا سطح ۱۰ درصد فراسنجه‌های تخمیر در سیلاژ کنگرفرنگی را بهبود بخشیده و سبب می‌شود که سیلاژ کنگرفرنگی ویژگی یک سیلاژ مطلوب را داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: سیلاژ ذرت، ضریب تخمیر، کنگرفرنگی، نمره فلیگ.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 138 pp: 131-146

Effects of adding different levels of milled barley grain on chemical composition, fermentation parameters and gas production of artichoke silage

By: Maryam Maryamy[1], Farshid Fatahnia[2], Poorya Dadvar[3*], Seyed Reza Mosavi[4] and Hoshang Jafary[3]

1- 1: MSc. student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

2- 2: Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

3- 3: Assistant Professor, Department of Animal Science Research, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran.

4- 4: Laboratory technician, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. * Corresponding author: Poorya Dadvar, E mail: pooryadadvar@yahoo.com

5-

Received: July 2022 **Accepted: August 2022**

Due to the limited water resources, use of drought-resistant plants such as artichoke can be useful as fodder in ruminants' nutrition. This research aimed to investigate the effects of adding different levels of milled barley grain on chemical composition, fermentation parameters and *in vitro* gas production of artichoke silage. For this purpose, after chopping artichoke fodder, milled barley grain was added to the artichoke fodder at zero, 5 and 10% levels and ensiled for 60 days in a completely randomized design with four replications. Corn fodder was also ensiled under the same conditions but without additives. Chemical composition, gas production parameters, ammonia nitrogen concentration, pH and buffering capacity of silages were measured. The results showed that with the increase in the level of milled barley grain, dry matter and ether extract of artichoke silage increased and the amount of protein and insoluble fibers in its neutral and acidic detergent decreased. Corn silage had the lowest pH and the highest Flieg point compared to other silages and adding milled barley grain to artichoke silage significantly reduced pH and ammonia nitrogen concentration. The amount of effluent decreased significantly with increasing milled barley grain into artichoke silage. Water soluble carbohydrates and fermentation coefficient were the lowest in artichoke silage without additives. Among the artichoke silages, silage with 10% milled barley grain had the highest gas production volume, gas production potential, metabolizable energy and the lowest partitioning factor. The results showed that the use of milled barley grain up to 10% level improved fermentation parameters in artichoke silage and makes artichoke silage have the characteristic of a desirable silage.

Key words: corn silage, fermentation coefficient, artichoke, Flieg score

مقدمه

از جمله محدودیت‌های اصلی که گسترش صنعت دامپروری را در اکثرکشورهای جهان محدود می‌کند، ناکافی بودن منابع خوراک دام است. با توجه به این محدودیت، شناسایی منابع علوفه‌ای جدید از برنامه‌های مهم و مورد توجه می باشد (استادیان و امیری فرد، ۱۳۹۳). کنگر فرنگی (*Cynara Scolymus*) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و از خانواده کاسنیان، با رشد زیاد و مقاوم به شوری و خشکی است (Frutos و همکاران، ۲۰۱۹). کنگرفرنگی منبع غنی از آنتی اکسیدان‌های طبیعی، ویتامین‌ها (C)، فلاوونوئیدها (لوتئولین، گلیکوزید)، کاروتنوئیدها، هیدروکسی سینامیک اسید و سوبستراهای پروبیوتیک (فروکتان، اینولین، و الیگوفروکتوز) می‌باشد (Ehsani و همکاران، ۲۰۱۹). این گیاه علاوه بر خواص دارویی، به علت تولید غنچه‌خوراکی و برگچه‌های گوشتی برای انسان قابل استفاده بوده و به دلیل تولید قسمت‌های رویشی زیاد، به پتانسیل علوفه‌ای آن نیز توجه شده است (ضیایی و همکاران، ۱۳۸۳). این گیاه همچنین می‌تواند به صورت علوفه سبز و یا سیلویی با قابلیت

هضم ماده آلی بالا در تغذیه حیوانات نشخوارکننده مورد استفاده قرار گیرد (Christaki و همکاران، ۲۰۱۲). کنگرفرنگی و محصولات جانبی آن به‌طور سنتی در مناطقی که این گیاه در دسترس است، در جیره دام‌ها گنجانده می‌شود. با این حال، طبیعت فصلی و محتوای بالای آب موجود در این گیاه، استفاده از آن را در تغذیه حیوانات محدود می‌کند (Jaramillo و همکاران، ۲۰۱۰). به همین دلیل، در تحقیقات زیادی، ظرفیت سیلو کردن گیاه کنگرفرنگی و ویژگی‌های تخمیری و تغذیه‌ای سیلاژ این گیاه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است (Meneses و همکاران، ۲۰۰۷؛ Fateh و همکاران، ۲۰۰۹؛ Sallam و همکاران، ۲۰۰۸).

سیلو کردن روشی برای کاهش از دست دادن ارزش تغذیه‌ای علوفه، بهبود مصرف خوراک، و حفظ طولانی مدت علوفه از طریق تخمیر خود به خودی اسید لاکتیک تحت شرایط بی هوازی است (Bolsen و همکاران، ۱۹۹۶). با تکثیر سریع باکتری‌های تولید کننده اسیدلاکتیک، کربوهیدرات‌های موجود در مواد اولیه سیلو به اسیدهای آلی (و عمدتا اسید لاکتیک) تبدیل می‌شوند، که منجر به کاهش سریع pH و مهار رشد میکروارگانیسم‌های مضر می‌گردد و در نهایت یک وضعیت پایدار برای حفظ کیفیت علوفه به دست می‌آید (Bao و همکاران، ۲۰۱۶). در طول فرایند سیلو کردن، وجود کربوهیدرات‌های تخمیری کافی، به عنوان بستر تخمیر در مراحل اولیه جهت تولید اسید لاکتیک که بتواند میزان pH را کاهش داده و کیفیت سیلاژ را بهبود بخشد، بسیار مهم و حیاتی است (Bai و همکاران، ۲۰۱۱). با این حال، برای علوفه با کیفیت پایین و بدون افزودنی، دستیابی به یک تخمیر با کیفیت مشکل به نظر می‌رسد (Agarussi و همکاران، ۲۰۱۹). دانه غلاتی مانند جو و ذرت به علت دارا بودن کربوهیدرات قابل تخمیر فراوان، یک مکمل عالی برای اضافه کردن به سیلو بوده و موجب بهبود کیفیت سیلاژ می‌گردد. علاوه بر این استفاده از این دانه‌ها باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین باکتریایی سیلاژ و کاهش آمونیاک شکمبه‌ای حیوان می‌گردد (Boyles و همکاران، ۲۰۰۲). هدف از انجام مطالعه‌ی حاضر بررسی اثر افزودن سطوح مختلف دانه جو آسیاب شده بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تخمیری و مولفه‌های تولید گاز سیلاژ کنگرفرنگی در مقایسه با سیلوی ذرت بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایلام انجام پذیرفت. ابتدا مقدار ۲۰۰ کیلوگرم علوفه کنگرفرنگی (یک ساله) از ایستگاه تحقیقاتی چرداول واقع در ۲۵ کیلومتری شهر ایلام برداشت شد. جهت تهیه سیلاژ کنگرفرنگی، علوفه جمع‌آوری شده در اندازه‌های ۲ تا ۳ سانتی‌متری چاپر شده و در ظرف‌های مخصوص با ظرفیت حدود ۸ کیلوگرم در شرایط خلاء سیلو شد. از دانه جو آسیاب شده در سطوح صفر، ۵ و ۱۰ درصد به عنوان افزودنی به سیلوها استفاده گردید. از سیلاژ علوفه ذرت نیز به عنوان الگوی رایج برای مقایسه تیمارها استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱)سیلاژ کنگرفرنگی بدون افزودنی، ۲) سیلاژ کنگرفرنگی با ۵ درصد دانه جو آسیاب شده، ۳) سیلاژ کنگرفرنگی با ۱۰ درصد دانه جو آسیاب شده و ۴) سیلاژ ذرت علوفه‌ای بدون افزودنی بودند. درب سیلوها پس از ۶۰ روز باز شد و مقدار ۱۰۰ گرم نمونه از هر سیلاژ جهت تعیین ترکیب شیمیایی شامل مقدار ماده خشک، پروتئین خام و عصاره اتری طبق روش‌های استاندارد (AOAC، ۲۰۰۵) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی براساس روش ون-سوست (Van soest و همکاران، ۱۹۹۱) تهیه شد. به منظور اندازه‌گیری pH سیلوها، ۲۰ گرم از هر سیلو با ۱۸۰ میلی‌لیتر آب مقطر توسط یک مخلوط کن هموژنیزه شد. سپس محتویات از دو لایه پارچه عبور داده شده و pH آن‌ها بلافاصله با استفاده از دستگاه pH متر ثبت شد (Higginbotham و همکاران، ۱۹۹۸). میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها به‌وسیله روش فنل-هیپوکلریت (Broderik and kang، ۱۹۸۰) تعیین گردید. نمره فلیگ سیلاژ نیز طبق معادله ۱ محاسبه گردید (Denek and Can، ۲۰۰۶):

(معادله ۱)

نمره فلیگ = ۲۲۰ + (۲ × ماده خشک) − (۱۵ × pH) − (۴۰

کربوهیدرات‌های محلول در آب با روش فنل سولفوریک اندازه گیری شد (Dubois و همکاران، ۱۹۵۶). اندازه‌گیری ظرفیت بافری بر اساس مقدار باز مورد نیاز (میلی‌اکی والان سود در گرم ماده خشک نمونه) جهت افزایش pH از ۴ به ۶ انجام شد (Playne and McDonald، ۱۹۶۶). جهت بررسی قابلیت سیلو شدن علوفه کنگرفرنگی، ضریب تخمیر (FC) براساس محتوی ماده خشک، کربوهیدرات محلول در آب و ظرفیت بافری سیلو طبق معادله ۲ محاسبه گردید (Weissbach and Honig، ۱۹۹۶).

(معادله ۲) ظرفیت بافری/(کربوهیدرات محلول در آب × ۸) + درصد ماده خشک = ضریب تخمیر

ظرفیت نگهداری آب سیلاژها، بر اساس روش ارائه شده توسط Giger-Reverdin (۲۰۰۰) محاسبه گردید. برای اندازه گیری میزان پساب، ۷۲ ساعت پس از سیلو کردن و طی روزهای ۱۵، ۳۰ و ۶۰ فرایند سیلو کردن، سیلاژها از طریق مسیر خروجی باز شدند و پساب جمع شده در استوانه‌های مدرج اندازه‌گیری شد. برای انجام آزمون تولید گاز، شیرابه شکمبه از دو رأس گوسفند فیستولاگذاری شده که به مدت دو هفته با جیره غذایی حاوی ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره عادت‌دهی شده بودند، پیش از خوراک‌دهی وعده‌ی صبح توسط پمپ خلا گردآوری شد. شیرابه شکمبه توسط پارچه چهار لایه صاف شد و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه انتقال داده شد. میزان ۲۵۰ میلی‌گرم نمونه خوراک آسیاب شده با اندازه ذرات یک میلی‌متر به درون هر بطری (ویال ۱۰۰ میلی لیتری) انتقال داده شد (سه تکرار به ازای هر تیمار). بطری‌های کشت با پنج میلی‌لیتر مایع شکمبه و ۲۵ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی تلقیح شد و جهت حصول اطمینان از شرایط بی-هوازی، تحت گازدهی مداوم با گاز دی‌اکسیدکربن، به وسیله درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی به طور محکم بسته و در بنماری با دمای ۳۹ درجه نگهداری شدند. میزان گاز تولیدی در بطری‌ها توسط دستگاه فشارسنج در زمان‌های دو، چهار، شش، هشت، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه‌گیری شد. برای اندازه-گیری فراسنجه‌های تولید گاز از معادله ۳ استفاده شد (Ørskov and McDonald، ۱۹۷۹):

(معادله۳)

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

در این معادله، b گاز تولیدی از بخش تخمیر پذیر (میلی‌لیتر)، c نرخ تولید گاز در ساعت، t زمان نگهداری برحسب ساعت و P میزان گاز تولیدی (میلی لیتر) در زمان مورد نظر است. میزان قابلیت هضم ماده آلی بر پایه معادله ۴ برآورد شد (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷):

(معادله ۴) ماده آلی اولیه/(ماده آلی باقی مانده بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون- ماده آلی اولیه) = OMD

که در این معادله، OMD میزان قابلیت هضم ماده آلی (بر حسب میلی‌گرم) پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون می‌باشد. انرژی قابل متابولیسم سیلاژهای مورد آزمایش بر اساس معادله ۵ محاسبه گردید(Menke and Steingass، ۱۹۸۸):

(معادله ۵) (عصاره اتری×۰/۰۱۸۷) + (پروتئین خام× ۰/۰۰۶۹) + (تولیدگاز ۲۴ ساعت×۰/۱۲۰۶) + ۲/۴۳ = ME

که در این معادله ME: انرژی قابل متابولیسم، بر حسب مگاکالری بر کیلوگرم ماده خشک می‌باشد.

آنالیز آماری

داده‌های این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۵) نسخه ۹/۲ و با رویه GLM تجزیه و میانگین‌ها به کمک آزمون توکی در سطح خطای ۵ درصد مقایسه شدند. داده‌ها براساس مدل آماری زیر تجزیه و تحلیل شدند:

$$Y_{ij}=\mu+T_i+e_{ij}$$ (معادله ۶)

در این مدل، Y_{ij}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین، T_i: اثر تیمار و e_{ij}: اثر خطای باقی‌مانده است.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی سیلاژهای آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. با افزودن سطوح مختلف دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی محتوای ماده خشک تمایل به افزایش داشت ($P<۰/۰۱$). بیشترین مقدار ماده خشک مربوط به سیلاژ ذرت

علوفه‌ای و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار کنگرفرنگی بدون افزودنی بود (به ترتیب با مقدار ماده خشک ۳۱/۲۰ و ۲۰/۸۰ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر). میزان ماده خشک مطلوب برای تولید سیلاژ با کیفیت بالا در دامنه ۳۵۰ -۲۰۰ گرم بر کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (Denek and Can، ۲۰۰۶). در این مطالعه، مقدار ماده خشک در تمامی تیمارها بعد از سیلو کردن در دامنه ذکرشده قرار داشت. از سویی دیگر میزان پساب تولید شده در این آزمایش (جدول ۴) نشان می‌دهد که افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلوی کنگرفرنگی، با افزایش ماده خشک سیلاژ، ضایعات سیلو را کاهش می‌دهد. نتایج آزمایش حاضر در توافق با سایر گزارشات بود (Jones و همکاران، ۱۹۹۰، نظام دوست و همکاران، ۱۳۹۷). آنها گزارش کردند افزودن دانه جو به سیلاژ به علت جذب رطوبت توسط دانه جو آسیاب‌شده موجب افزایش ماده خشک سیلاژ می‌گردد. افزودن دانه جو آسیاب‌شده در افزایش مقدار ماده آلی سیلاژها معنی‌دار بود که این افزایش می-تواند به دلیل بالاتر بودن ماده آلی در دانه جو و نسبت این افزونی در سیلاژ باشد. در مطالعه ایوبی و همکاران (۱۴۰۰) نیز افزایش در میزان ماده آلی سیلاژ کنگر محلی با افزودن آرد جو و همچنین ملاس به سیلو، مشاهده گردید. پروتئین خام سیلاژ ذرت پائین‌ترین میزان نسبت به سایر سیلاژهای مورد آزمایش در تحقیق حاضر بود. به طور کلی علوفه ذرت میزان پروتئین پائین‌تری نسبت به علوفه کنگرفرنگی دارد. کاهش در میزان پروتئین خام سیلاژ کنگرفرنگی حاوی ۱۰ درصد پودر جو نسبت به سیلاژ کنگرفرنگی بدون افزودنی نشان‌دهنده این مساله است که احتمالا افزودن دانه جو آسیاب شده مواد مغذی سیلاژ را رقیق کرده و از طرفی فرایند پروتئولیز را در طی تخمیر افزایش داده است. به طور کلی افزودن پودر جو به سیلاژ کنگرفرنگی موجب تجزیه پروتئین‌های علوفه می‌گردد که وسعت این تجزیه بسته به نوع گیاه، محتوی ماده خشک و درجه حرارت سیلو متفاوت است (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱). محققان گزارش کردند که طی فرایند سیلو کردن، پروتئولیز وسیعی در نتیجه عمل پروتئازهای گیاهی و میکروبی رخ می‌دهد و پروتئین‌های گیاهی به نیتروژن غیر پروتئینی تجزیه می‌شوند (Yuan و همکاران، ۲۰۱۷). از طرف دیگر، در آزمایشی افزودن ملاس و دانه جو به سیلاژ علوفه گراس‌ها، تاثیر معنی‌داری در میزان پروتئین خام نداشت (Kaya و همکاران، ۲۰۰۹). درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی درسیلاژ ذرت نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی بیشترین بود که دلیل این اختلاف بیشتر بودن این ترکیبات در علوفه ذرت می‌باشد. در سیلاژهای کنگرفرنگی با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلو، درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی کاهش یافت ($P<0/01$). علت این کاهش را می‌توان پایین بودن الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در دانه جو دانست که با افزودن آن به سیلو منجر به کاهش میزان این الیاف در سیلاژ می‌شود (بیابانی و همکاران، ۱۳۹۸). از سویی دیگر، دانه جو به علت دارا بودن سطح بالایی از کربوهیدرات‌های قابل تخمیر، منجر به کاهش pH در سیلو و در نتیجه افزایش هیدرولیز همی سلولز به کربوهیدرات محلول شده و در نتیجه تجزیه همی‌سلولز در سیلو را به دنبال خواهد داشت (Liu و همکاران، ۲۰۱۲).

جدول ۱- ترکیب شیمیایی سیلاژهای مورد آزمایش (درصد)

فراسنجه‌ها	سیلاژ کنگرفرنگی			سیلاژ ذرت علوفه‌ای	خطای استاندارد میانگین	سطح احتمال
	شاهد (بدون افزودن دانه جو)	۵ درصد جو	۱۰ درصد جو			
ماده خشک	۲۰/۸۰^{c}	۲۱/۸۸^{b}	۲۳/۰۵^{b}	۳۱/۲۰^{a}	۰/۵۲	۰/۰۱
ماده آلی	۸۲/۸۷^{d}	۸۴/۴۹^{c}	۸۶/۴۳^{b}	۹۱/۷۱^{a}	۰/۸۲	۰/۰۰۱
پروتئین خام	۱۳/۰۱^{a}	۱۲/۴۵^{ab}	۱۲/۱۷^{b}	۶/۱۹^{c}	۰/۱۸	۰/۰۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۳۵/۸۶^{b}	۳۵/۱۶^{b}	۳۳/۸۶^{c}	۶۲/۰۰^{a}	۰/۵۳	۰/۰۰۱
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۲۸/۲۶^{a}	۲۲/۸۶^{b}	۱۸/۲۸^{c}	۲۸/۶۰^{a}	۰/۶۴	۰/۰۰۶
عصاره اتری	۲/۶۷^{c}	۲/۹۷^{b}	۳/۲۹^{a}	۲/۱۹^{b}	۰/۱۸	۰/۰۰۱

^{a,b,c,d}حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است.

بالاتر بودن الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژ ذرت نسبت به سیلاژ کنگرفرنگی قابل پیش‌بینی بود. چرا که ذرت علوفه‌ای در مقایسه با علوفه کنگرفرنگی قبل از سیلو کردن میزان الیاف بیشتری داشت (۸۸/۷ در برابر ۳۵/۳). همراستا با نتایج تحقیق حاضر، در تحقیقی افزودن سطوح مختلف دانه جو به سیلاژ تفاله نعناع و کاسنی سبب کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژهای مورد نظر شد (بیابانی و همکاران، ۱۳۹۷). در مقابل، Tekin and Kara (۲۰۲۰) گزارش کردند که افزودن دانه جو و ملاس به سیلاژ گوجه فرنگی تغییری در میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی ایجاد نکرد، لیکن سبب افزایش در میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شد.

در این آزمایش با استفاده از دانه جو آسیاب شده در سیلاژ کنگرفرنگی درصد عصاره اتری سیلاژ کنگرفرنگی تمایل به افزایش داشت ($P<۰/۰۱$). به طوری که بیشترین مقدار عصاره اتری در سیلاژ کنگرفرنگی حاوی ۱۰ درصد دانه جو آسیاب شده بود. به طور کلی از تجزیه کربوهیدرات‌های محلول در آب در طی تخمیر سیلاژ، اسیدهای‌آلی به وجود می‌آیند که در زمان اندازه‌گیری عصاره اتری در اتر حل شده و جزو چربی‌ها محاسبه می‌شوند (تیموری چمه‌بن و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیق حاضر، احتمالا افزودن دانه جو به دلیل داشتن کربوهیدرات قابل تخمیر بیشتر موجب تخمین بالاتری از عصاره اتری در این سیلاژ شده است. مخالف با نتایج این آزمایش، کردی (۱۳۸۹) سطوح متفاوت آرد جو را در سیلاژ تفاله مرکبات استفاده کرد و نتایج نشان داد آرد جو اثر معنی‌داری در میزان عصاره اتری سیلاژ نداشت.Tekin and Kara (۲۰۲۰) نیز با افزودن جو به سیلاژ گوجه فرنگی تغییر معنی‌داری در چربی سیلاژ مشاهده نکردند. به طور کلی در تحقیقات دیگری نیز که روی سایر افزودنی-ها مانند اوره و ملاس بر ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی کنگرفرنگی انجام شده (Gebhardt، ۲۰۰۲؛ صادقیان و همکاران، ۱۳۹۵) گزارش شده که این گونه افزودنی‌ها موجب بهبود ارزش غذایی علوفه کنگرفرنگی شده و مصرف آن در نشخوارکنندگان بیش از مصرف کنسانتره بوده است.

مطابق با نتایج به دست آمده در جدول ۲، pH سیلاژ ذرت نسبت به سایر سیلاژهای مورد آزمایش کمتر بود. در بین سیلاژهای کنگرفرنگی نیز با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلو، میزان pH کاهش یافت که این تغییرات همسو با مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب در این جیره‌ها بود. دانه جو به عنوان یک منبع کربوهیدراتی محلول در آب، سبب رشد باکتری و تکثیر آنها در سیلو شده و به دنبال آن با تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر حاصل از تخمیر مواد آلی pH سیلو کاهش می‌یابد (Chen و همکاران، ۲۰۱۴). در تحقیق صادقیان و همکاران (۱۳۹۵) گزارش شده است که با افزودن ۱۰ درصد ملاس به سیلاژ کنگرفرنگی، pH به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. آنها علت این امر را تولید بیشتر اسیدهای آلی در این سیلاژ بیان کردند.

جدول ۲- فراسنجه‌های تخمیری سیلوهای مورد آزمایش

فراسنجه‌ها	سیلاژ کنگرفرنگی			سیلاژ ذرت علوفه‌ای	خطای استاندارد میانگین	سطح احتمال
	شاهد (بدون افزودن دانه جو)	۵ درصد جو	۱۰ درصد جو			
pH	۵/۵[a]	۵/۲۵[b]	۵/۰۷[c]	۴/۴۵[d]	۰/۰۵	۰/۰۴
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌مول در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۱۹/۴۸[a]	۱۷/۸۵[b]	۱۶/۲۱[c]	۱۳/۸۵[d]	۰/۱۹	۰/۰۰۱
نمره فلیگ	۳۰/۸۳[c]	۳۸/۷۶[b]	۴۳/۴۷[b]	۸۹/۲۸[a]	۰/۹۶	۰/۰۰۱

[a,b,c,d]حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است.

مطابق با گزارش McDonald و همکاران (۱۹۹۱)، عدم کاهش در pH سیلاژ، منجر به تخمیر لاکتات به موادی با ارزش غذایی پائین (مانند بوتیرات) می‌گردد. لیکن افزودن موادی با قابلیت تخمیر بالا (مانند دانه جو) به سیلاژ سبب فراهمی سوبستراهایی برای میکروارگانیسم‌های موجود در محیط سیلو شده و در نهایت سبب افزایش مقدار اسیدهای چرب فرار تولیدی در تیمارهای دارای این مواد می‌شود. در تحقیق صادقیان و همکاران (۱۳۹۵) افزودنی‌های مختلف (از جمله اوره و ملاس) در سطوح متفاوت در سیلاژ کنگرفرنگی توانست غلظت اسیدهای چرب فرار را افزایش داده و کیفیت سیلاژ را بالا ببرد. آنها بیان کردند که گیاه کنگرفرنگی قابلیت بسیار خوبی جهت سیلو شدن با افزودنی‌های متفاوت دارد. مطالعه ایوبی و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان داد هم قصیل جو و هم آرد جو استفاده شده در سیلاژ کنگر محلی توانست میزان pH سیلاژ را کاهش داده و موجب افزایش ماده آلی در این سیلاژ گردد. همچنین در مطالعه دیگری با افزودن ملاس به سیلاژ ارزن، مقدار کل اسیدهای چرب فرار در سیلو افزایش پیدا کرد (اربابی و قورچی، ۱۳۸۱). Pettersson and Lindgren (۱۹۹۰) گزارش کردند که pH و نیتروژن آمونیاکی با افزایش مواد تخمیری قابل دسترس در سیلو کاهش می‌یابند. مقدار نیتروژن آمونیاکی با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی به طور معنی داری کاهش پیدا کرد ($P<0/01$). کاهش نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ کنگرفرنگی با افزودن دانه جو به سیلاژ احتمالا به علت وجود قندهای محلول بیشتر در این سیلوها باشد. چرا که در غلظت‌های بالاتر کربوهیدرات‌های محلول در سیلاژ فرایند تخمیر سریعتر اتفاق افتاده و در نتیجه‌ی کاهش سریع pH، فعالیت آنزیم‌ها و عمل پروتئولیز متوقف شده است (Merry و همکاران، ۱۹۹۶). بیشترین و کمترین مقدار نیتروژن آمونیاکی به ترتیب مربوط به سیلاژ کنگرفرنگی بدون افزودنی و سیلوی ذرت بود (به ترتیب ۱۹/۳۸ و ۱۳/۸۵). از سویی دیگر چون کنگرفرنگی دارای پروتئین بیشتری نسبت به ذرت علوفه‌ای می‌باشد، درنتیجه پروتئین بیشتری در سیلاژ آماده تجزیه شدن و تبدیل شدن به ازت آمونیاکی است (McDonald و همکاران، ۲۰۱۱). از طرفی، طبق مطالعات انجام شده، علوفه‌های لگومینه با سطح پروتئینی بالاتر، ظرفیت بافری بیشتری دارند. کاهش سریع pH، منجر به جلوگیری از تخمیر اسید بوتیریک و تولید نیتروژن آمونیاکی می‌شود (Lima و همکاران، ۲۰۱۰؛ Jahanzad و همکاران، ۲۰۱۶ و Budakli، ۲۰۱۶). در مطالعه حاضر، سیلاژ کنگرفرنگی بدون دانه جو آسیاب شده مقادیر بالاتری از pH، پروتئین و نیتروژن آمونیاکی را نشان دادند. به این ترتیب با افزایش میزان pH در این سیلاژ، امکان تکثیر باکتری‌های نامطلوب مانند کلستریدیا و انتروباکتر افزایش یافته و این مساله تخمیر ثانویه را افزایش داده (از جمله فرایند پروتئولیز) و آمونیاک را به عنوان یک محصول جانبی تولید می‌کند (Lima و همکاران، ۲۰۱۰).

نمره فلیگ به عنوان یک شاخص کیفی برای تمامی سیلاژها در نظر گرفته می‌شود و در تحقیق حاضر با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی نمره فلیگ به طور معنی‌داری افزایش

یافت (P<۰/۰۱). البته بهترین سیلاژ با درنظر گرفتن این شاخص، سیلاژ ذرت علوفه‌ای برآورد گردید. نمره فلیگ در سیلاژ ذرت بیشترین مقدار (۸۹/۲۸) را میان سایر تیمارهای آزمایشی به خود اختصاص داد که به دلیل pH پایین‌تر و ماده خشک بالاتر در این سیلاژ بود. قدوسی و همکاران (۱۳۹۶) سیلاژ ساقه و برگ موز را با خرمای ضایعاتی مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که این سیلاژ نمره فلیگ ۱۰۰ را به خود اختصاص داد. این در حالی است که نمره فلیگ سیلاژ تفاله مرکبات با افزودن سبوس گندم به عنوان یک ماده جاذب الرطوبه تغییر معنی‌داری پیدا نکرد (کردی، ۱۳۸۹). در مطالعات متعددی بهبود و افزایش نمره فلیگ سیلاژ با افزودن مواد جاذب الرطوبه گزارش شده است (برزمینی و همکاران، ۱۳۹۵؛ Bezabih Yitbarek and Tamir، ۲۰۱۴).

خصوصیات فیزیکی سیلاژهای مورد آزمایش در جدول ۳ آورده شده است. کربوهیدرات‌های محلول در آب در سیلاژ ذرت نسبت به سایر سیلاژهای مورد آزمایش بیشتر بود. در بین سیلاژهای کنگرفرنگی نیز با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلو، مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب افزایش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۱) که این روند افزایشی همسو با کاهش میزان pH در این جیره‌ها بود. دانه جو به عنوان یک منبع کربوهیدراتی محلول در آب، سبب رشد باکتری و تکثیر آنها در سیلو شده و به دنبال آن pH سیلو کاهش می‌یابد. در واقع با افزودن کربوهیدرات‌های قابل تخمیر به سیلوی علوفه، میزان ماده خشک و تولید اسید افزایش یافته و این امر موجب افت سریع pH و متعاقب آن محتوی کربوهیدرات محلول در آب بیشتری در سیلاژ می‌شود (Chen و همکاران ۲۰۱۴).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که ظرفیت نگهداری آب در سیلاژ ذرت بیشترین مقدار بود و همچنین با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی ظرفیت نگهداری آب تمایل به کاهش داشت (P<۰/۰۱). عامل اصلی در ظرفیت نگهداری آب در سیلوها و مواد سیلویی، الیاف دیواره سلولی، پکتین، نشاسته و لیگنین است که با آن رابطه مستقیم دارند (Giger-Reverdin، ۲۰۰۰). طبق مطالعات انجام شده، پس از شکستن دیواره سلولی در طی فرایند سیلو کردن، ظرفیت نگهداری آب عمدتاً به رطوبت اجزای تشکیل دهنده سیلو بستگی دارد (Greenhill، ۱۹۶۴). در مطالعه حاضر، سیلاژ ذرت بیشترین میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی را دارا بود و بنابراین نسبت به سایر سیلاژها ظرفیت نگهداری آب بالاتری داشت. از سوی دیگر در سیلاژ کنگرفرنگی با افزودن دانه جو آسیاب‌شده میزان فیبرنامحلول در شوینده خنثی و اسیدی کاهش یافت و این می‌تواند دلیل کاهش ظرفیت نگهداری آب در سیلاژ کنگرفرنگی حاوی ۱۰ درصد دانه جو آسیاب شده باشد.

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی سیلاژهای مورد آزمایش

فراسنجه‌ها	سیلاژ کنگرفرنگی			سیلاژ ذرت	خطای	سطح
	شاهد (بدون افزودن دانه جو)	۵ درصد جو	۱۰ درصد جو	علوفه‌ای	استاندارد میانگین	احتمال
کربوهیدرات محلول در آب (درصد ماده خشک)	۴/۱۴^{c}	۴/۵۰^{c}	۵/۴۵^{b}	۸/۶۴^{a}	۰/۵۳	۰/۰۰۱
ظرفیت نگهداری آب (لیتر بر کیلوگرم)	۳/۷۰^{b}	۳/۰۳^{c}	۲/۷۵^{d}	۴/۱۵^{a}	۰/۰۸	۰/۰۰۱
ظرفیت بافری سیلاژ (میلی اکی والان)	۶۴۵/۳۲^{a}	۴۹۸/۴۴^{b}	۳۹۳/۵۶^{c}	۲۴۵/۴۴^{d}	۵/۶۷	۰/۰۰۱
ضریب تخمیر	۲۰/۸۵^{c}	۲۱/۹۵^{c}	۲۳/۱۶^{b}	۳۱/۴۷^{a}	۰/۲۰	۰/۰۰۱

^{a,b,c,d}حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است.

به این دلیل که خوراک‌ها وضعیت اسید- باز شکمبه را از طریق pH، ظرفیت بافری و تحریک تولید بزاق تحت تاثیر قرار می-دهند، لذا ارزیابی ظرفیت بافری و pH خوراک برای پیش‌بینی استفاده از مکمل بافری در جیره به منظور کنترل تعادل اسید- باز ضروری به نظر می‌رسد (Le Ruyet و همکاران، ۱۹۹۲). ظرفیت بافری در این تحقیق تحت تاثیر افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی قرار گرفت (P<۰/۰۱). به طوری که بیشترین ظرفیت بافری مربوط به سیلاژ کنگرفرنگی بدون افزودنی و کمترین آن مربوط به سیلاژ ذرت بود (۶۴۵/۳۲ در برابر ۲۵۴/۴۴). ظرفیت بافری موادی که قابلیت سیلو شدن دارند یکی از خصوصیاتی است که سرعت عبور از مرحله تخمیر اسید بوتیریک و رسیدن به تخمیر اسید لاکتیک را تعیین می‌کند (Pinho و همکاران، ۲۰۰۴). حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد از خصوصیت بافری یک گیاه با سطح پروتئین آن گیاه ارتباط مستقیم دارد و با افزایش پروتئین موجود در گیاه ظرفیت بافری افزایش می‌یابد (Addah و همکاران، ۲۰۱۰). بر این اساس، سیلاژ کنگرفرنگی با سطح پروتئین بالاتر نسبت به سیلوی ذرت، می‌تواند ظرفیت بافری بیشتری داشته باشد. همچنین بین سیلاژهای کنگرفرنگی، قابل پیش بینی بود که سیلاژ شاهد که در آن افزودنی استفاده نشده است، ظرفیت بافری بالاتری نسبت به سیلوهای حاوی دانه جو آسیاب شده داشته باشد. زیرا میزان پروتئین سیلاژ کنگرفرنگی با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلو کاهش یافت (جدول ۱). در تحقیق بیابانی و همکاران (۱۳۹۸) تفاله کاسنی سیلو شده با ۳۰ درصد جو کمترین و سیلاژ تفاله کاسنی با ۱۰ درصد جو بیشترین میزان ظرفیت بافری را داشتند که تفاوت در این نتایج را به وجود آنیون-هایی مثل نمک‌های اسیدهای آلی، سولفات‌ها و نیترات‌ها در این تفاله ها مرتبط دانستند.

با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی، ضریب تخمیر به صورت معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۱). همچنین در مورد سیلاژ ذرت نیز نسبت به تمامی سیلاژهای کنگرفرنگی ضریب تخمیر بالاتری داشت، زیرا ظرفیت بافری پایین‌تر و ماده خشک بالاتری نسبت به سیلاژهای کنگرفرنگی داشت. ضریب تخمیر پایین‌تر در سیلاژ کنگرفرنگی بدون افزودنی به دلیل ماده خشک پائین‌تر و همچنین ظرفیت بافری بالای این سیلاژ می‌باشد. چرا که تعامل بین محتوای ماده خشک، غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب و ظرفیت بافری سیلو می‌تواند تعیین کننده شکست و یا موفقیت تخمیر یک سیلو باشد. طبق معادله ضریب تخمیر، در مقایسه با ماده خشک بالاتر، غلظت نسبتاً بالای کربوهیدرات محلول در آب برای تخمیر موفق سیلو مورد نیاز است. Sun و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که افزودن باکتری به سیلاژ فراورده‌های فرعی گیاه اویار سلام تغییر معنی داری در ضریب تخمیر سیلاژ ایجاد نکرد. Zehra Saricicek and Kilic (۲۰۰۹) اظهار داشتند افزودن سطوح مختلف اسید بر سیلاژ ذرت سبب کاهش نرخ تخمیر شد.

در سیلاژ کنگرفرنگی بدون افزودنی، در تمامی زمان‌های نمونه-گیری پساب زیادی تولید شده بود (جدول ۴)، درحالی‌که در سیلوهای دارای دانه جو آسیاب شده میزان پساب به‌طور معنی-داری (P<۰/۰۱) کمتر بود که می‌تواند به دلیل ماهیت جذب کنندگی رطوبت توسط دانه جو باشد. نظام دوست و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند افزودن دانه جو به سیلاژ موجب افزایش ماده خشک سیلاژ می‌گردد.

جدول ٤- میزان پس آب تولیدی سیلاژهای مورد آزمایش در زمان‌های مختلف پس از سیلو کردن (میلی لیتر)

زمان‌های پس از سیلو کردن	سیلاژ کنگرفرنگی			سیلاژ ذرت علوفه‌ای	خطای استاندارد میانگین	سطح احتمال
	شاهد (بدون افزودن دانه جو)	۵ درصد جو	۱۰ درصد جو			
۷۲ ساعت	۵/۴۷^{a}	۴/۷۲^{b}	۳/۵۵^{c}	۱/۲۰^{d}	۰/۰۸	۰/۰۰۱
۱۵ روز	۱۰/۴۲^{a}	۸/۷۷^{b}	۵/۶۹^{c}	۳/۷۱^{d}	۰/۱۰	۰/۰۰۱
۳۰ روز	۱۲/۳۳^{a}	۱۰/۱۶^{b}	۷/۵۱^{c}	۴/۲۲^{d}	۰/۹۶	۰/۰۰۱
۶۰ روز	۱۳/۹۲^{a}	۱۲/۱۵^{b}	۹/۹۵^{c}	۳/۸۷^{d}	۰/۲۷	۰/۰۰۱

^{a,b,c,d}حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است.

Khorvash و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه خود بر روی انواع افزودنی-های خوراکی و غیر خوراکی در سیلاژ ذرت نشان دادند که با افزودن جو آسیاب شده درسطوح ۱۰ و ۱۵ درصد به این سیلاژ میزان پساب کاهش یافت. عموما تحقیقات روی سیلاژهای مختلف نشان داده‌اند که افزودن دانه غلات (به صورت آسیاب شده یا ورقه‌ای) سبب کاهش تولید پساب حاصل از سیلو کردن می‌شود. Murdoch و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند که تولید پساب سیلوی یونجه همراه با افزودن بلغور جو (۲۲ کیلوگرم در هر تن محصول) کاهش یافت. همچنین Appleton and Done (۱۹۸۷) اظهار داشتند که وجود جوی غلطک زده در سیلاژ چاودار پساب حاصل را تا ۷۰ درصد کاهش می‌دهد. گزارش شده است که عمدتاً در طی تخمیر باکتریایی قندها در طول سیلو و تبدیل آن‌ها به اتانول، مقداری آب تولید شده و این تجمع آب منجر به افزایش پساب و ضایعات سیلو و کاهش غلظت ماده خشک سیلو می-گردد (Pedroso و همکاران، ۲۰۰۸).

تاثیر افزودن دانه جو آسیاب شده بر میزان گاز تولیدی سیلاژهای آزمایشی در جدول ۵ نشان داده شده است. بالاترین میزان تولید گاز در طول ۹۶ ساعت انکوباسیون مربوط به سیلاژ ذرت بود. در بین سیلاژهای کنگرفرنگی در تمامی ساعات انکوباسیون، بیشترین میزان تولید گاز مربوط به سیلاژ کنگرفرنگی حاوی ۱۰ درصد دانه جو آسیاب شده بود ($P<۰/۰۱$). تولید گاز به شدت تحت تاثیر ترکیب شیمیایی مواد است و عوامل مختلفی در میزان گاز تولیدی در شکمبه دخیل هستند. به طوری که افزایش در نسبت کربوهیدرات‌های فیبری و ساختمانی و کاهش کربوهیدرات‌های غیر فیبری از میزان تولید گاز می‌کاهد. کاهش تولید گاز به علت دسترسی کمتر میکروارگانیسم‌ها به منابع کربوهیدرات محلول می‌باشد (Sommart و همکارن، ۲۰۰۰). دانه جو به علت دارا بودن مقدار بیشتر نشاسته، سریع‌تر تخمیر شده و میزان بیشتری گاز تولید می‌کند (افشارحمیدی و همکاران، ۱۳۹۳). در بین مولفه‌های تولید گاز، بیشترین پتانسیل تولید مربوط به سیلاژ ذرت و پس از آن سیلاژ کنگرفرنگی حاوی ۱۰ درصد دانه جو آسیاب شده بود ($P<۰/۰۱$). در واقع همراستا با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی، پتانسیل تولید گاز نیز افزایش یافت. این در حالی است که نرخ تولید گاز در سیلاژ ذرت کمترین بود ($P<۰/۰۱$). بالاتر بودن پتانسیل تولید گاز در جیره دارای ۱۰ درصد دانه جو آسیاب شده نسبت به سایر سیلاژهای کنگرفرنگی را شاید بتوان به سرعت بالاتر کاهش pH در این تیمار مرتبط دانست. سرعت بیشتر کاهش pH سبب حفظ مواد مغذی و جلوگیری از فعالیت پروتئازها می‌گردد (McDonald و همکارن، ۱۹۹۱).

جدول ۵- حجم و مولفه‌های تولید گاز سیلاژهای مورد آزمایش

فراسنجه‌ها	سیلاژ کنگرفرنگی			سیلاژ ذرت علوفه‌ای	خطای استاندارد میانگین	سطح احتمال
	شاهد (بدون افزودن دانه جو)	۵ درصد جو	۱۰ درصد جو			
کل گاز تولیدی ۹۶ ساعت (میلی لیتر)	۵۳/۵۱^{d}	۵۷/۳۲^{c}	۶۲/۰۹^{b}	۷۲/۸۵^{a}	۱/۰۷۹	۰/۰۰۰۱
پتانسیل تولید گاز (میلی لیتر)	۵۲/۸۲^{c}	۵۵/۶۸^{c}	۵۹/۹۰^{b}	۷۴/۶۴^{a}	۱/۱۵۳	۰/۰۰۰۱
نرخ تولید گاز (بر ساعت)	۰/۰۵۹^{b}	۰/۰۶۸^{a}	۰/۰۷۲^{a}	۰/۰۳۹^{c}	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱
ماده آلی واقعا هضم‌شده (میلی‌گرم)	۵۷/۱۶^{d}	۶۵/۹۰^{c}	۷۱/۰۰^{b}	۷۷/۰۱^{a}	۲/۴۷	۰/۰۰۱
عامل تفکیک (میلی‌گرم بر میلی لیتر)	۴/۲۷^{a}	۳/۷۵^{b}	۳/۱۴^{c}	۲/۹۶^{d}	۰/۲۵	۰/۰۰۲
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاکالری / کیلوگرم)	۲/۶۶^{b}	۲/۷۳^{ab}	۲/۸۹^{a}	۲/۹۱^{a}	۰/۳۱	۰/۰۰۱

^{a,b,c,d}حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است.

از طرفی دانه جو به علت دارا بودن مقدار نشاسته بیشتر سریعتر تخمیر شده و در نتیجه مقدار گازی که تولید می‌کند بیشتر است (افشار حمیدی و همکاران، ۱۳۹۳). به طور کلی، تفاوت در ماهیت خوراک و ترکیب شیمیایی آن مانند میزان فیبر، پروتئین خام، نشاسته، ماده آلی و کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی می‌تواند میزان تولید گاز را تحت تاثیر قرار دهد (Getachew و همکارن، ۱۹۹۸). در آزمایشی که ایوبی‌فر و همکاران (۱۴۰۰) روی افزودنی‌های مختلف در سیلاژ کنگر محلی انجام دادند، نشان دادند بیشترین پتانسیل تولید گاز در ۲۱ روز پس از سیلو کردن، مربوط به تیمار حاوی آرد جو و قصیل جو بود. با مقایسه بین سیلاژهای تفاله کاسنی وسیلاژهای تفاله نعناع با افزودن سطوح مختلف دانه جو نشان داده شد که اثر آن‌ها بر میزان پتانسیل تولید گاز معنی‌دار نبود (بیابانی و همکاران، ۱۳۹۸).

مطابق با نتایج حاضر، بیشترین عامل تفکیک مربوط به سیلاژ کنگرفرنگی بدون افزودنی و کمترین آن مربوط به سیلاژ ذرت علوفه‌ای بود (P<۰/۰۱). در مقابل ماده آلی واقعا هضم شده در این تحقیق به طور معنی داری در سیلاژ ذرت بالاتر و در سیلاژ کنگرفرنگی بدون افزودنی کمتر بود (P<۰/۰۱). با افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی ماده آلی واقعا هضم شده افزایش و عامل تفکیک کاهش یافت. بالاتر بودن عامل تفکیک در سیلاژ کنگرفرنگی بدون افزودنی به علت کمتر بودن ماده قابل تخمیر و همچنین پایین‌تر بودن گاز تولیدی در این سیلاژ بود. چرا که عامل تفکیک به عنوان نسبت سوبسترای واقعی هضم شده به حجم گاز تولیدی محاسبه شده و همچنین می‌تواند بازتابی از تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه به ازای هر واحد سوبسترای قابل هضم باشد (Blummel و همکارن، ۱۹۹۷). منطبق با نتایج این آزمایش گزارش شده که دامنه عامل تفکیک برای خوراک‌های متعارف بین ۲/۷۴ تا ۴/۶۵ گزارش شده است و البته در برخی خوراک‌های حاوی تانن عامل تفکیک بالاتر از حد متعارف نیز گزارش شده است (Blummel و همکارن، ۱۹۹۷) که ممکن است مربوط به شرکت این مواد ضدتغذیه‌ای در فرایند هضم باشد. ایوبی‌فر و همکاران (۱۴۰۰) در تحقیق خود کمترین عامل تفکیک در روزهای متفاوت پس از سیلو کردن را مربوط به سیلاژ کنگر محلی حاوی قصیل جو بیان کردند. از سویی دیگر، در تحقیقات انجام شده، محققین اظهار داشتند که عامل تفکیک بالاتر نشان دهنده تولید متان کمتر نیز می‌باشد که در نتیجه آن اتلاف انرژی در دام نیز کمتر است (Blummel و همکارن، ۱۹۹۷؛ Makkar، ۲۰۰۵؛ Getachew و همکاران، ۱۹۹۸). انرژی قابل متابولیسم سیلاژ کنگرفرنگی به طور معنی‌داری با افزودن دانه جو آسیاب شده تمایل به افزایش داشت (P<۰/۰۱). بر اساس معادله ۵، افزایش تولید گاز و افزایش درصد عصاره اتری در سیلاژ کنگرفرنگی حاوی ۱۰ درصد دانه جو آسیاب‌شده می‌تواند علت

این افزایش در انرژی قابل‌متابولیسم باشد. افزودن سطوح مختلف سبوس گندم به سیلاز تفاله مرکبات موجب افزایش انرژی قابل متابولیسم، گوارش‌پذیری ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر شد که ممکن است به علت افزایش کربوهیدرات و چربی با افزودن سبوس گندم به سیلاژها باشد (کردی و همکاران، ۱۳۹۳) و همسو با نتایج حاصل از پژوهش حاضر در سیلاژ کنگرفرنگی حاوی سطوح بالاتر دانه جو آسیاب شده بود. صادقیان و همکاران (۱۳۹۵) در آزمایشی مقدار انرژی قابل متابولیسم حاصل از آزمایش تولیدگاز سیلاژ کنگرفرنگی را حدود ۳/۵ مگاکالری بر کیلوگرم گزارش نمودند. آنها گزارش کردند که افزودن ملاس به سیلوها هیچ تاثیر معنی داری بر انرژی قابل متابولیسم سیلاژها نداشت.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در این تحقیق افزودن جو به سیلاژ کنگرفرنگی باعث افزایش ماده خشک سیلاژ و کاهش پساب گردیده است و نیز باعث کاهش pH سیلاژ و کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و به تبع آن افزایش نمره فلیگ شده است، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزودن دانه جو آسیاب شده به سیلاژ کنگرفرنگی، باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی سیلاژ گردید. همچنین آزمایشات در خصوص تولید گاز سیلاژها بیانگر این مساله بود که کل گاز تولیدی، پتانسیل تولید گاز و انرژی قابل متابولیسم در سیلاژ کنگرفرنگی با ۱۰ درصد دانه جو آسیاب‌شده بالاتر از سایر سیلاژهای کنگرفرنگی بود و بنابراین می‌تواند به عنوان یک سیلاژ با ویژگی مطلوب مورد استفاده دام‌ها قرار گیرد. آزمایشات درون تنی استفاده از سیلاژ کنگرفرنگی و همچنین سنجش سطح خوشخوراکی این سیلاژ در مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از همکاری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایلام و همچنین کارشناسان آزمایشگاه تغذیه و فیزیولوژی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور و آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه ایلام سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

استادیان، ص.، امیری فرد، ر. (۱۳۹۳). سیلوی کنگر و کاربرد آن در تغذیه دام. انتشارات مدیریت هماهنگی ترویج استان کهکیلویه و بویراحمد. ص ۴.

اربابی، س. و قورچی، ت. (۱۳۸۸). اثر سطوح مختلف ملاس بر ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی سیلاژ ارزن دم روباهی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۶: ۱۱-۲۵.

افشار حمیدی، ب.، پیرمحمدی، ر. و منصوری، ه. (۱۳۹۳). اثر پودر گیاه آویشن بر فراسنجه‌های هضمی و مقدار تولید گازهای متان و دی اکسیدکربن حاصل از تخمیر برخی اقلام خوراکی در شرایط آزمایشگاهی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی. ۲۴(۴): ۱۶۳-۱۷۵.

ایوبی فر، م.، قره باش، آ.، بیات کوهسار، ج.، و فریور، ف. (۱۴۰۰). تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم سیلاژ کنگر. پژوهش در نشخوارکنندگان. ۹(۳): ۱-۲۴.

برزمینی، ح.، مصطفی‌لو، ی.، بیات کوهسار، ج. و قنبری، ف. (۱۳۹۵). بررسی ترکیب شیمیایی، خصوصیات تخمیری و تولید گاز تفاله گوجه فرنگی سیلو شده با تفاله چغندر قند یا تفاله خشک مرکبات. تحقیقات دام و طیور. ۲: ۱۵-۱.

بیابانی، ن.، فتاح نیا، ف.، تأسلی، گ.، بهرامی یکدانگی، م. و میرزایی الموتی، ح. (۱۳۹۸). اثر افزودن سطوح مختلف جو بر فراسنجه‌های تولید گاز، جمعیت پروتوزوآ و کیفیت سیلاژ تفاله نعناع و سیلاژ تفاله کاسنی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی. ۲۹(۲):۳۱-۴۲.

تیموری چمه‌بن، ا.، تیموری یانسری، ا.، چاشنی دل، ی. و جعفری صیادی، ع. (۱۳۹۶). بررسی ترکیب شیمیایی، ویژگی‌های کیفی و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای تفاله پرتقال سیلو شده با کاه گندم و اوره. نشریه پژوهش‌های تولیدات دامی. ۸(۱۵): ۸۴-۹۵.

صادقیان، م.، علامه، س.ک. و بحرینی‌نژاد، ب. (۱۳۹۵). بررسی ترکیبات شیمیایی و خصوصیات سیلویی علوفه کنگرفرنگی با و بدون اوره و ملاس. نشریه پژوهش و سازندگی. ۲۹: ۱۴۵-۱۵۴.

ضیایی، س.ع.، دست‌پاک، آ.، نقدی‌بادی، ح.، پورحسینی، ل.، همتی‌مقدم، ا. و غروی نایینی، م. (۱۳۸۳). مروری بر گیاه کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.). فصلنامه گیاهان دارویی. ۴(۱۳):۱۰-۱.

قدوسی، م.، دیانی، ا.، خضری، ا.، شریفی حسینی، م.، و طهماسبی، ر. (۱۳۹۸). قابلیت هضم، جمعیت پروتوزوآ و فراسنجه‌های تخمیری شکمبه در گوسفندان تغذیه شده با سیلاژ برگ و ساقه درخت موز با خرمای غیرخوراکی. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). ۳۲(۱۲۲): ۱۵۹-۱۷۲.

کردی، م. (۱۳۸۹). اثر مواد افزودنی مختلف بر مولفه‌های شیمیایی و تخمیری سیلاژ تفاله مرکبات و تأثیر منابع مختلف پکتینی بر عملکرد گاوهای شیرده هلشتاین. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. مشهد. ایران.

کردی، م.، ناصریان، ع.ع.، ولی زاده، ر. و طهماسبی، ع.م. (۱۳۹۳). تأثیر سطوح مختلف تفاله چغندرقند بر ترکیب شیمیایی، ویژگی‌های تخمیر، تجزیه پذیری شکمبه‌ای و تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی سیلوی تفاله مرکبات. پژوهش در نشخوارکنندگان. ۲(۱): ۱۷-۳۲.

نظام دوست، م.، قورچی، ت.، اربابی، س.، زره داران، س.، و سیدالموسوی، س. (۱۳۹۷). بررسی افزودن ملاس و دانه جو و تاخیر در سیلو بر فراسنجه‌های کمی و کیفی سیلاژ کلزا. علوم دامی (پژوهش و سازندگی). ۳۱(۱۱۹): ۱۶۹-۱۸۲.

ولی زاده، ر. (۱۳۸۲). بیوشیمی سیلاژ. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد. ایران.

Addah, W., Baah, J., Groenewegen, P., Okine, E., McAllister, A. (2010). Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. *Canadian Journal of Animal Science*. 91: 133-146.

Agarussi, M.C.N., Pereira, O.G., da Silva, V.P., Leandro, E.S., Ribeiro, K.G., Santos, S.A. (2019). Fermentative profile and lactic acid bacterial dynamics in non-wilted and wilted alfalfa silage in tropical conditions. *Molecular Biology Reports*. 46:451–460.

AOAC, 2005. Official methodss of analysis. Association of Official Analytical Chemists, 14th Ed. Washington, DC.

Appleton, M., Done, D. (1987). The effect of an inoculant silage additive on the fermentation of grass and animal performance. In SILAGE CONFERENCE.

Bai, C.S., Zhang, R.Z., Jiang, C., Yan, R., Han, J.G., Zhu, Y., Zhang, Y.J. (2011). Characterization of carbohydrate fractions and fermentation quality in ensiled alfalfa treated with different additives. *African Journal of Biotechnology*. 10:9958–9968.

Bao, W., Mi, Z., Xu, H., Zheng, Y., Kwok, L.Y., Zhang, H., Zhang, W. (2016). Assessing quality of *Medicago sativa* silage by monitoring bacterial composition with single molecule, real-time sequencing technology and various physiological parameters. *Scientific Reports*. 6:1–8.

Bezabih Yitbarek, M., Tamir, B. (2014). Silage Additives: Review. *Journal of Applied Sciences*. 4: 258-274.

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

Bolsen, K.K., Ashbell, G., Weinberg, Z.G. (1996). Silage fermentation and silage additives- review. *Asian Australian Journal of Animal Sience*. 9:483–494.

Boyles, S. L., Anderson, V. L. and Koch, L. B. (2002). Feeding barley to cattle. Ohio State University Extension, Department of Horticulture and crop science, Columbus, Ohio. p 24.

Broderick, G.A. Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Jornal of Dairy Science*. 63:64-75.

Budakli, C.E. (2016). Nutritive values of soybean silages ensiled with maize at different rates. *Legume Research.* 39: 810–813.

Chen, L., Guo, G., Yuan, X., Shimojo, M., Yu, C., Shao. T. (2014). Effect of applying molasses and propionic acid on fermentation quality and aerobic stability of total mixed ration silage prepared with whole-plant corn in Tibet. *Journal of Dairy Science*. 27: 349-356.

Christaki, E., Bonos, E., Florou-Paneri, P. (2012). Nutritional and functional properties of *Cynara* Crops (Globe Artichoke and Cardoon) and their potential applications: A review. *International Journal of Applied Science and Technology*. 2: 64-70.

Denek, N., Can, A. (2006). Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat straw and wheat grain for Awassi sheep. *Small Ruminant Research.* 65: 260-265.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebes, P.A., Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry.* 28: 350-356.

Ehsani, J., Mortazavian, A.M., Khomeiri, M., Nejad, A.G. (2019). Effects of artichoke (*Cynara scolymus* L.) extract addition on microbiological and physico-chemical properties of probiotic yogurt. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 4:536–541.

Fateh, E., Chaeichi, M.R., Sharifi-Ashorabadi, D., Mazaheri, A.A., Jafari, Z. (2009). Effect of organic and chemical fertilizers on forage yield and quality of global artichoke (*Cynera scolymus* L.). *Crop Science*. 1: 40-48.

Frutos, M.J., Ruiz-Cano, D., Valero-Cases, E., Zamora, S., Pérez-Llamas, F. (2019). Artichoke (*Cynara scolymus* L.). In Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements. Academic Press. pp: 135-138.

Gebhardt, R. (2002). Prevention of taurolithocholate induced hepatic bile canalicular distortions by HPLC-characterized extracts of artichoke (*Cynarascolymus*) leaves. *Planta Medica*. 68: 776-779.

Getachew, G., Blummel, M., Makker, H.P.S. and Becker, K. (1998). *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Journal of Animal Feed Science and Technology*. 72: 261-2810.

Giger-Reverdin, S. (2000). Characterisation of feedstuffs for ruminants using some physical parameters. *Animal Feed Science and Technology*. 86: 53-69.

Greenhill, W.L. (1964). Plant juices in relation to silage fermentation. III. Effect of water activity of juice. *Grass and Forage Science*. 19: 336–339.

Higginbotham, G.E., Mueller, S.C., Bolsen, K.K., Depeters, E.J. (1998). Effect of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science.* 81: 2185-2191.

Jahanzad, E., Sadeghpour, A., Hashemi, M., Keshavarz, R.A., Hosseini, M.B., Barker, A.V. (2016). Silage fermentation profile, chemical composition and economic evaluation of millet and soya bean grown in monocultures and as intercrops. *Grass and Forage Science*.71: 584–594.

Jaramillo, D.P., Buffa, M.N., Rodríguez, M., Pérez-Baena, I., Guamis, B., Trujillo, A.J. (2010). Effect of the inclusion of artichoke silage in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. *Dairy Science*. 93: 1412-1419.

Jones, D., Jones, R., Moseley, G. (1990). Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance. *The Journal of Agricultural Science*. 115: 399-408.

Kaya, I., Unal, Y., Sahin, T. (2009). The effects of certain additives on the grass silage quality, digestibility and rumen parameters in rams. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 8: 1780-1783.

Khorvash, M., Colombatto, D., Beauchemin, K.A., Ghorbani, G.R., Samei, A. (2005). Use of absorbents and inoculants to enhance the quality of corn silage. *Canadian Journal of Animal Science*. 86:97-107.

Le Ruyet, P., Tucker, B.W., Hogue, G.F., Aslam, M., Lema, M. (1992). Influence of dietary fiber and buffer value index on the ruminal milieu of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 75: 2394-2408.

Lima, R., Lourenco, M., Diaz, R.F., Castro, A., Fievez, V. (2010). Effect of combined ensiling of sorghum and soybean with or without molasses and lactobacilli on silage quality and *in vitro* rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*. 155: 122-131.

Liu, Q., Chen, M., Zhang, J., Shi, S., Cai, Y. (2012). Characteristics of isolated lactic acid bacteria and their effectiveness to improve stylo (*Stylosanthes guianensis* Sw.) silage quality at various temperatures. *Animal Science Journal*. 83: 128-135.

Makkar, H.P.S. (2005). *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. *Journal of Animal Feed Science and Technology*. 123: 291-302.

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. (2011). Animal Nutrition. 5th Ed. Publisher Prentice Hall. U.K.

McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (1991). The biochemistry of Silage. 2th Ed. Chalcombe Publications. Marlow, UK.

Meneses, M., Megıas, M.D., Madrid, J., Martınez-Teruel, A., Hernandez, F., Oliva, J. (2007). Evaluation of the phytosanitary, fermentative and nutritive characteristics of the silage made from crude artichoke (*Cynara scolymus* L.) by-product feeding for ruminants. *Small Ruminant Research*. 70: 292-296.

Menke, K.H., Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value from chemical analysisand *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal research and development*. 28: 7– 55.

Merry, R.J., Winters, A.L. Thomas, P.I. Muller, M., Muller, T. (1996). Degradation of fructans by epiphytic and inoculated lactic acid bacteria during ensilage of normal and sterile hybrid ryegrass. *Journal o Applied Bacteriology*. 79:583–591.

Murdoch, J.C., Balch, D.A., Foot, A.S., Rowland, S.J. (1955). The ensiling of lucerne with addition of formic and glycollic acids, molasses and barley meal, and with wilting. *Grass and Forage Science*. 10(2): 139-150.

Orskov, E.R., McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Food Engineering*. 80: 1-10.

Pedroso, A.F., Nussio, L.G., Loures, D.R.S., Paziani, S.F., Ribeiro, J.L., Mari, L.J., Zoopellatto, M., Schmidt, P., Mattos, W.R.S., Horii, J. (2008). Fermentation losses and aerobic stability of sugarcane silages treated with chemical or bacterial additives. *Scientia Agricola*. 65:589–594.

Pettersson, K.L., Lindgren, S. (1990). The influence of the carbohydrate fraction and additives on silage quality. *Grass Forage Science*. 45:223–233.

Pinho, E.Z., Costa, C., Arrigoni, M.D.B., Silveira, A.C., Padovani, C.R., Pinho, S.Z. (2004). Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*Manihot esculenta Crantz*). *Journal of Science Agriculture*. 61: 364-370.

Playne, M.J., McDonald, P. (1966). The buffering constituents of herbage of silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.17: 164-209.

Sallam, S.M.A., Bueno, I.C.S., Godoy, P.B., Nozella, E.F., Vitti, D.M.S.S. AlAbdalla, A.L. (2008). Nutritive value in the value assessment of the artichoke (*Cynara scolyms*) by-products as an alternative feed resource for ruminant. *Tropical and subtropical groecosystem*. 8: 181-189.

SAS, 2005. SAS User's Guide.SAS Institute Inc. Version 9.1. Cary, NC, USA.

Sommart, K., Parker, D.S., Rowlinson, P., Wanapat, M. (2000). Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an *in vitro* system using casava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. *Asian-Aust Journal Animal Science*. 13:1084-1093.

Sun, J., Wang, T., Huang, F, Liu, Y., Shi, W., Ma, C., Zhong, J. (2021). Silage fermentation: A potential microbial approach for the forage utilization of *Cyperus esculentus* L. by-product. *Fermentation*. 7: 273.

Tekin, M., Kara, K. (2020). The forage quality and the *in vitro* ruminal digestibility, gas production, organic acids, and some estimated digestion parameters of tomato herbage silage with molasses and barley. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 44: 201-213.

Van Soest, P., Robertwon, J.B., Lewis, B.A. (1991). Methods of dietary fibre, neutral detergent fibre and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.

Weissbach, F., Honig, H. (1996). About the prediction and control of course of fermentation in the ensilage of green fodder from extensive cultivation. *Landbauforsch. Volk.* 1:10–17.

Yuan, X., Wen, A, Desta, S.T., Wang, J., Shao, T. (2017). Effects of sodium diacetate on the fermentation profile, chemical composition and aerobic stability of alfalfa silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 30: 804.

Zehra Saricicek, B., Kilic, U. (2009). The effects of different additives on silage gas production, fermentation kinetics and silage quality. *Journal of Applied Sciences*. 62: 11-18.