نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۵، زمستان ۱۴۰۳
ص‌ص: ۱۰۳~۱۱۸

ویژگی‌های سیلویی و ارزش غذایی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده حاوی سطوح مختلف پسماند پوست‌گیری پسته با روش برون‌تنی

• فاطمه اکبری[1]، امید دیانی[2*]، محمدمهدی شریفی‌حسینی[3] و زهره حاج‌علیزاده[4]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی علوم‌دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

۲-استاد گروه مهندسی علوم‌دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

۳-استادیار گروه مهندسی علوم‌دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

۴-دانش‌آموخته دکتری، گروه مهندسی علوم‌دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

تاریخ دریافت : دی ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۳۴۳۱۳۲۲۶۹۳

Email: odayani@uk.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2024.364398.2361

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین اثر افزودن سطوح متفاوت پسماند پوست‌گیری پسته بر ترکیب شیمیایی، خصوصیات تخمیری و مؤلفه‌های تولید گاز جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در شرایط برون‌تنی انجام شد. جیره ها با نسبت ۶۰ درصد مواد خشبی (یونجه، کاه و علوفه ذرت) و ۴۰ درصد کنسانتره‌ای بر اساس ماده خشک با چهار سطح پسماند پسته (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ بر اساس ماده خشک) با هم مخلوط و در سطل‌های پلاستیکی دو لیتری سیلو شد و طی زمان‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از سیلو شدن، مورد ارزیابی و نمونه گیری قرار گرفتند. ویژگی‌های سیلویی، ترکیب شیمیایی، تخمیرپذیری (با روش آزمون تولید گاز)، غلظت نیتروژن آمونیاکی، درصد اسید لاکتیک و انرژی قابل متابولیسم نمونه‌ها تعیین شد. داده‌ها در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی تجزیه آماری شدند. نتایج نشان داد افزودن ۱۵ درصد پسماند پوست‌گیری پسته در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده سبب کاهش میزان ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی، غلظت نیتروژن آمونیاکی و درصد اسید لاکتیک سیلاژها گردید (P<۰/۰۵). در مقابل، با افزودن پسماند پسته میزان pH، چربی خام، خاکستر و انرژی قابل متابولیسم افزایش یافت (P<۰/۰۵). همچنین، جیره کاملاً مخلوط سیلوشده بدون پسماند، دارای بالاترین نمره ارزیابی حسی نسبت به سایر جیره‌ها بود (P<۰/۰۵). حجم گاز تولیدشده و گوارش‌پذیری ماده خشک در شرایط برون‌تنی در ۴۵ روز پس از سیلو کردن با افزایش پسماند پسته در جیره‌ها کاهش یافت (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج، این پژوهش می‌توان تا ۱۰ درصد از پسماند پوست-گیری پسته در سیلاژهای خوراک کامل استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ارزش غذایی، بقایای پسته، سیلاژ کاملاً مخلوط.

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by **Research Journal of Livestock Science** (https://asj.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

Research Journal of Livestock Science No 145 pp: 103-118

Silage characteristics and nutritional value of total mixed rations silage containing different levels of pistachio peeling residues by *in vitro* method

By: [1]Fatemeh Akbari, [2]Omid Dayani*, [3]Mohammad Mehdi Sharifi Hosseini and [4]Zohreh Hajalizadeh
1. MSc. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
2. Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran. (odayani@uk.ac.ir).
3. Assistant Professor of Animal Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
4. PhD., Department of Animal Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

Received: January 2024 **Accepted: May 2024**

This study aimed to determine the effect of adding different levels of pistachio peeling residues (PPR) on chemical composition, *in vitro* fermentation characteristics, and gas production components of total mixed ration silage (TMRS). The rations were prepared by mixing 60% fodder material (alfalfa, straw, and corn silage) and 40% concentrate based on dry matter (DM) with four levels of PPR (0%, 5%, 10%, and 15%) and ensiled in two-liter containers for evaluation and sampling at three times interval (30, 45, and 60 days). Silage characteristics, chemical composition, fermentability (by gas test), NH_3-N concentration, lactic acid, and ME of the samples were measured. Data was statistically analyzed using of a completely randomized experiment for each period of time. Results showed that using of 15% PPR in TMRS decreased DM, OM, NDF, ADF, NH_3-N, and lactic acid content significantly ($P<0.05$). However, pH, ash, EE, and ME were increased by adding different levels of PPR in TMRS ($P<0.05$). Additionally, TMRS without PPR had the highest sensory evaluation compared to other silages ($P<0.05$). Gas production and *in vitro* apparent DM digestibility decrease in 45 days after ensiling by adding PPR to TMRS ($P<0.05$). Based on the results, it is possible to use up to 10% of the PPR in TMRS.

Key words: Nutritive value, Pistachio residues, Total mixed ration silage.

مقدمه

باتوجه به محدودیت منابع خوراک دام در کشور، استفاده بهینه از بقایای محصولات کشاورزی، در تغذیه دام امری ضروری است (فضائلی و همکاران، ۱۴۰۱). در سال‌های اخیر، افزایش هزینه خوراک دام یک چالش جدی برای دامداران شده‌است. بنابراین، استفاده از محصولات فرعی کشاورزی، به عنوان بخشی از علوفه‌های رایج اهمیت زیادی دارد (Duan و همکاران، ۲۰۱۹). از جمله بقایای کشاورزی که در ایران دارای تولید بالایی است می‌توان به پوست‌پسته اشاره نمود. براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۱، تولید پسته در ایران ۲۸۷۳۳۹ تن و در استان کرمان ۳۶۸۰۲ تن بوده‌است. کشور ایران در رتبه دوم تولید پسته جهان قرار دارد. پسماند پوست‌گیری پسته از لحاظ دارا بودن پروتئین، چربی، فیبر و اسیدهای چرب غیراشباع بسیار حائز اهمیت هستند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۲). چندین مطالعه ترکیب شیمیایی انواع مختلف بقایای پسته را گزارش کرده‌اند (Alkhtib و همکاران، ۲۰۱۷؛ Hokmabadi، ۲۰۱۸؛ Elakremi و همکاران، ۲۰۲۰؛ Taghizadeh-Alisaraei و همکاران، ۲۰۱۷). کربوهیدرات، ترکیبات فنلی و پروتئین خام مهم‌ترین اجزای موجود در پسماند پسته هستند. علاوه بر این، ویتامین‌ها و

مواد معدنی ارزشمندی مانند فسفر، نیتروژن، پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس در پسماند پسته وجود دارد، که عموماً کمتر از ۱۰ درصد هستند (Hokmabadi، ۲۰۱۸؛Taghizadeh-Alisaraei و همکاران، ۲۰۱۷). براساس گزارش Toghiani و همکاران (۲۰۲۳)، پسماند پسته دارای ۱۳/۳ درصد پروتئین خام، ۱۱/۴ درصد خاکستر، ۲۲/۱۳ درصد الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و ۱۸/۲۹ درصد الیاف نامحلول در شوینده‌اسیدی است. چالش عمده برای استفاده‌ی مناسب از این پسماند رطوبت بالا (۷۵-۷۰ درصد) و مقادیر بالای تولید پسماند پسته در مدت زمان محدود، مشکلات خشک کردن، روش‌های سنتی دفع و آلودگی محیط زیست در طول دوره نگهداری می‌باشد، که استفاده از این ماده را به‌عنوان خوراک دام محدود می‌کند (Bagheripour و همکاران، ۲۰۰۸).

جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده به‌عنوان یک روش جدید تهیه خوراک در جهان مورد توجه قرار گرفته است که می‌توان از این طریق از بقایای کشاورزی با رطوبت بالا مانند پسماند پوست‌گیری پسته استفاده نمود. جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده از طریق مخلوط کردن علوفه با رطوبت بالا، محصولات فرعی کشاورزی، مواد کنسانتره‌ای، مواد معدنی، ویتامین‌ها و مواد افزودنی حاصل می‌شوند. استفاده از جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده به‌دلیل برطرف کردن نیازهای تغذیه‌ای دام، در دهۀ اخیر رو به افزایش است (Schingoethe، ۲۰۱۷). از مزایای فناوری جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده می‌توان به صرفه‌جویی در نیروی انسانی برای آماده‌سازی خوراک و خوراک دادن روزانه دام‌ها، یکنواختی در تمام قسمت‌های جیره کاملاً مخلوط، افزایش قابلیت‌هضم، خوش‌خوراک شدن مواد بدخوراک، استفاده بهینه از پسماندها، کاهش ضایعات و اتلاف مواد مغذی سیلاژها در اثر جاری شدن پساب و مدیریت علمی خوراک دادن دام ها اشاره‌کرد (Bueno و همکاران، ۲۰۲۰؛ Weinberg و همکاران، ۲۰۱۱). سیلوکردن اغلب پسماندها به‌دلیل رطوبت بیش از حد با مشکلات فنی و اقتصادی مواجه می‌باشد. فناوری تولید جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده می‌تواند راه حلی برای چالش‌های مزبور محسوب شود. به‌طوری‌که، از مخلوط پسماند و دیگر اقلام خوراکی، جیره‌های غذایی کامل تهیه و به‌صورت سیلاژ بسته‌بندی شود (فضائلی، ۱۴۰۲). با توجه به حجم قابل توجه پسماند پسته و رطوبت بالای آن، هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثر افزودن سطوح متفاوت پسماند مزبور در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده بر ویژگی های سیلویی و ارزش غذایی جیره های مورد نظر بود.

مواد و روش‌ها

پسماند پوست‌گیری پسته (پوست‌رویی پسته، برگ، شاخه) از کارخانه فرآوری و بسته‌بندی پسته غفلتی واقع در شهرستان فیض‌آباد استان خراسان رضوی تهیه و به ایستگاه تحقیقات علوم‌دامی دانشگاه شهید باهنر کرمان منتقل شد. مواد علوفه‌ای و کنسانتره‌ای با چهار سطح پسماند پسته (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵) بر اساس تأمین ۵۵ درصد رطوبت و ۴۵ درصد ماده خشک با هم مخلوط و به‌خوبی به‌هم زده شدند و سپس در سطل‌هایی با گنجایش دو لیتر سیلو شدند (جدول ۱). نسبت علوفه به کنسانتره در جیره‌ها به‌ترتیب ۶۰ به ۴۰ بود. نمونه‌برداری از سیلاژها با پنج تکرار، در زمان‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از سیلوکردن برای تعیین ویژگی‌های سیلویی و ترکیبات شیمیایی شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، ماده آلی و خاکستر (AOAC، ۲۰۰۵) و الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی (Van Soest، ۱۹۹۴) انجام شد. میزان pH به‌وسیله pH متر قلمی دیجیتال (مارک Boeco مدل BT-675) (Eguchi و همکاران، ۲۰۰۸) و غلظت نیتروژن آمونیاکی با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل CE292 Series2 شرکت CECI) (Broderick و Kang، ۱۹۸۰) اندازه‌گیری شد. ارزیابی حسی سیلاژها بر اساس بو، ساختمان ظاهری و رنگ انجام شد (Eliş و Özyazici، ۲۰۱۹). نقطه فلیگ سیلاژها (Flieg point) طبق رابطۀ (۱) محاسبه گردید (Denek و Can، ۲۰۰۶):

Flieg point= ۲۲۰+(۲× DM- ۱۵) - (۴۰ ×pH) (رابطهٔ ۱)

گوارش‌پذیری ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم نمونه‌ها با استفاده از رابطه‌های زیر برآورد شد (Linn و Martin، ۱۹۸۹؛ Ohshima و همکاران، ۱۹۹۵).

DDM (%) = ۸۸/۹-[۰/۷۷۹×%ADF (on a DM basis)] (رابطهٔ ۲)

ME (MJ/kg DM) =۰/۱۶ × DDM (%) -۰/۸ (رابطهٔ ۳)

در این رابطه: DDM= ماده خشک قابل‌هضم (درصد)، ME= انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) و ADF= الیاف نامحلول در شوینده‌اسیدی (درصد بر اساس ماده خشک) بود.

جهت تعیین درصد اسید لاکتیک سیلاژها از روش رنگ‌سنجی و دستگاه اسپکتوفتومتری استفاده شد (Madrid و همکاران، ۱۹۹۹). با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از آزمون گاز، کینتیک تخمیر و تولید گاز، فراسنجه‌های تولید گاز و بازده تولید گاز تعیین شد (Fedorah و Hurdy، ۱۹۸۳). تولید گاز در شرایط برون‌تنی مطابق با روش Menke و Stingass (۱۹۸۸) در زمان‌های صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون، تعیین شد. فراسنجه‌های تولید گاز با استفاده از رابطه $P= b (1-e^{-ct})$ برآورد گردید (Ørskov و McDonald، ۱۹۷۹). در این رابطه، b گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر (میلی‌لیتر)، c نرخ تولید گاز در ساعت، t زمان نگهداری برحسب ساعت و P میزان گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان مورد نظر است.

انرژی قابل متابولیسم، گوارش‌پذیری ماده آلی، مصرف ماده خشک، ارزش نسبی خوراک و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده با استفاده از رابطه‌های تولید گاز در ۲۴ ساعت محاسبه شد (Menke و همکاران، ۱۹۷۹):

ME (Mcal/Kg) = ۲/۲ + ۰/۱۳۶ × GP + ۰/۰۵۴۷ × CP (رابطهٔ ۴)

OMD (%DM) = ۱۴/۸۸ + (۰/۸۸۹ × GP) + (۰/۰۴۴۸ × CP) + (۰/۰۶۵۱ × XA) (رابطهٔ ۵)

DMI (%) = ۱۲۰ ÷ %NDF (رابطهٔ ۶)

RFV (%) = (DDM × DMI) ÷ ۱/۲۹ (رابطهٔ ۷)

SCFA (mM/200 mg DM) = ۰/۰۲۲۲ GP –۰/۰۰۴۲۵ (رابطهٔ ۸)

در این روابط GP گاز تولیدشده از ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه پس از ۲۴ ساعت، CP درصد پروتئین‌خام و XA درصد خاکستر در نمونه ماده خوراکی می‌باشد.

جدول ۱ اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های کاملا مخلوط سیلوشده (براساس درصد ماده خشک)

اجزاء خوراک (درصد)	سیلاژهای آزمایشی			
	۱	۲	۳	۴
یونجه خشک، خردشده	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
ذرت علوفه‌ای، خردشده	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰
کاه گندم، خردشده	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
دانه جو، آسیاب‌شده	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
دانه ذرت، آسیاب‌شده	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
پسماند پوست‌گیری پسته	۰	۵	۱۰	۱۵
کنجاله سویا	۴	۴	۴	۴
سبوس گندم	۴	۴/۰۷	۴/۱۳	۴/۲
اوره	۰/۷	۰/۶۳	۰/۵۷	۰/۵
جوش‌شیرین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
بنتونیت	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
کربنات‌کلسیم	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مکمل معدنی و ویتامینی[۲]	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵
نمک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ترکیب شیمیایی				
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاکالری درکیلوگرم)[۳]	۲/۴۳	۲/۴۱	۲/۳۹	۲/۳۶
ماده خشک (درصد)	۴۵/۸۲	۴۵/۰۶	۴۵/۳۰	۴۵/۵۴
پروتئین خام (درصد)	۱۲/۵۲	۱۲/۵۲	۱۲/۵۵	۱۲/۵۵
چربی خام (درصد)	۲/۳۰	۲/۶۸	۳/۰۶	۳/۴۵
مادهٔ آلی (درصد)	۹۰/۳۵	۹۰/۳۶	۹۰/۳۷	۹۰/۳۸
الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی (درصد)	۴۵/۱۴	۴۴/۰۲	۴۲/۸۹	۴۱/۷۸
الیاف نامحلول در شوینده‌اسیدی (درصد)	۲۸/۱۸	۲۷/۶۸	۲۷/۱۹	۲۶/۷۰

[۱] سیلاژهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱) جیره شاهد (جیره بدون پسماند پوست‌گیری پسته)، ۲) جیره دارای ۵ درصد پسماند پوست‌گیری پسته، ۳) جیره دارای ۱۰ درصد پسماند پوست‌گیری پسته و۴) جیره دارای ۱۵ درصد پسماند پوست‌گیری پسته.

[۲] دارای ویتامین A (۵۰۰۰۰۰ IU)، ویتامین D3 (۱۰۰۰۰۰ IU)، ویتامین E (۱۰۰ IU) و عناصر معدنی بر اساس میلی‌گرم شامل: Ca (۲۰۰۰)، P (۹۰۰۰۰)، Na (۵۰۰۰۰)، Mg (۱۹۰۰۰)، Zn (۳۰۰۰)، Mn (۳۰۰)، Fe (۳۰۰۰)، Cu (۳۰۰)، Co (۱۰۰)، I (۹۰)، Se(۰/۱).

[۳] انرژی قابل متابولیسم محاسبه‌شده است.

تجزیه آماری

داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی با پنج تکرار با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ (۲۰۰۵) و با رویه GLM تجزیه و میانگین‌ها به کمک آزمون توکی حداقل میانگین مربعات در سطح خطای ۵ درصد مقایسه شدند. داده‌ها براساس مدل آماری $Y_{ij}=\mu+T_i+e_{ij}$ بررسی شدند. در این مدل Y_{ij} مقدار مربوط به مشاهده‌های فراسنجه‌های تولید گاز و سایر فاکتورهای مورد اندازه‌گیری، μ میانگین به‌دست آمده، T_i اثر تیمار و e_{ij} اثر خطای باقی‌مانده است. اثرات سطوح متفاوت پسماند پسته در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در تمامی متغیرها به اثرات خطی (linear) و درجه دو (quadratic) متعامد تفکیک شد.

نتایج و بحث

ترکیب و خصوصیات سیلاژها

در این تحقیق ترکیب شیمیایی پسماند پوست‌گیری پسته به‌صورت تازه و ذرت علوفه‌ای، پیش از سیلوکردن، مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). تجزیه شیمیایی نشان داد پسماند پوست‌گیری پسته از ماده خشک بالایی برخوردار بود، که برای رسیدن به ماده خشک مطلوب در سیلو و ترکیب آن با ذرت علوفه‌ای مناسب می‌باشد. درصد چربی خام در ذرت علوفه‌ای پائین در مقابل در پسماند پوست‌گیری پسته نسبتاً بالا بود که با نتایج دیگران مطابقت داشت (حاج‌علیزاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ SoltaniNezhad و همکاران، ۲۰۱۶؛ Toghiani و همکاران، ۲۰۲۳). در این آزمایش، درصد الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی پسماند پوست‌گیری پسته با یافته‌های دیگر محققین مطابقت داشت (صالحی‌چنار، ۱۴۰۱؛ حاج‌علیزاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ SoltaniNezhad و همکاران، ۲۰۱۶).

جدول ۲ ترکیب شیمیایی پسماند پوست‌گیری پسته و ذرت علوفه‌ای (بر اساس درصد ماده خشک) پیش از سیلوکردن

	ترکیب شیمیایی (درصد)							
ماده خوراکی	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	ماده آلی	الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی	الیاف نامحلول در شوینده‌اسیدی	انرژی قابل متابولیسم
پسماند پوست-گیری پسته	۴۵/۵۷ ± ۲/۰۵	۱۱/۰۲ ± ۱/۰۲	± ۱/۶۵ ۸/۹۰	± ۰/۹۰ ۶/۶۸	۹۳/۳۲ ± ۲/۲۵	۳۶/۳۸ ± ۲/۳۵	۲۳/۰۸ ± ۱/۷۵	۲/۳۷ ± ۰/۱۹
ذرت علوفه‌ای	۲۸/۰۴ ± ۱/۹۵	۸/۶۵ ± ۱/۴۵	± ۱/۰۲ ۴/۸۱	± ۰/۸۵ ۶/۵۲	۹۳/۴۸ ± ۲/۳۰	۴۶/۰۳ ± ۲/۵۵	۲۴/۰۸ ± ۱/۶۵	۲/۵۰ ± ۰/۱۸

ترکیب شیمیایی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در جدول ۳ آورده شده‌است. در تمام زمان‌های سیلوکردن با افزایش سطح پسماند پوست‌گیری پسته، ماده خشک کاهش یافت ($P<0/05$). به‌طوری‌که، بیشترین مقدار ماده خشک مربوط به جیره دارای ۵ درصد پسماند و کمترین مقدار مربوط به جیره دارای ۱۵ درصد پسماند بود. در زمان سیلوکردن، بخشی از منابع مغذی مانند کربوهیدرات‌های قابل‌تخمیر توسط آنزیم‌های میکروبی و تنفس گیاه تجزیه می‌گردند که منجر به کاهش تولید اسید لاکتیک، افزایش pH و به‌دنبال آن اتلاف ماده خشک سیلاژ می‌شود (Selwet، ۲۰۰۹). همراستا با نتایج تحقیق حاضر، Fitri و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند میزان ماده خشک در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده با افزایش سطح پسماند خرمالو به‌طور خطی کاهش یافت.

در تحقیق حاضر، میزان چربی خام با افزایش سطح پسماند پوست-گیری پسته در جیره‌ها در تمامی روزهای پس از سیلوکردن، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$). بالا بودن میزان چربی خام می‌تواند به‌دلیل بالا بودن نسبی درصد چربی پوست‌پسته باشد (حاج‌علیزاده و همکاران، ۱۳۹۳). در آزمایشی، Xu و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند میزان چربی خام در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده با افزایش سطح پسماند حاصل از سس سویا به-صورت خطی افزایش یافت. همچنین، نتایج تحقیق صالحی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد سیلوکردن محصولات فرعی پسته از دو واریتهٔ پسته اکبری و پسته اوحدی سبب افزایش چربی خام سیلاژها شد.

میزان پروتئین خام جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. چنین روندی به‌دلیل یکسان بودن پروتئین خام جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده مورد انتظار بود. مطابق با نتایج حاضر، مختارپور و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند سیلوکردن محصول فرعی پسته تأثیری بر میزان پروتئین خام نداشت. طی تحقیقی، Fang و همکاران (۲۰۲۰) سطوح

متفاوت تفاله سیب را در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده اضافه کردند و هیچ تغییری در پروتئین خام جیره‌ها مشاهده نکردند. همچنین، Kondo و همکاران (۲۰۱۶) ترکیب مواد مغذی جیره-های کاملاً مخلوط سیلوشده در دوره‌های مختلف سیلوکردن را بررسی و گزارش کردند تغییری در میزان پروتئین خام جیره‌ها در روزهای متفاوت سیلوکردن (۳۰ و ۹۰ روز) مشاهده نشد.

افزودن پسماند پوست‌گیری پسته به جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده سبب کاهش الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی شد (P<۰/۰۵). این کاهش را می‌توان به‌دلیل پایین بودن الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی در پسماند پسته دانست که با افزودن آن به سیلو منجر به کاهش میزان این الیاف در سیلاژها می‌شود. نتایج تحقیق Bagheripour و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد میزان الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی پوست‌پسته، پس از ۳۰ و ۶۰ روز سیلو کردن، به‌صورت خطی کاهش یافت.

در این آزمایش، افزایش سطح پسماند پوست‌گیری پسته در جیره-های کاملاً مخلوط سیلوشده سبب افزایش میزان خاکستر و کاهش مقدار ماده آلی شد (P<۰/۰۵). بین مقدار خاکستر و ماده آلی خوراک ارتباط معکوس وجود دارد و با افزایش خاکستر مقدار ماده آلی کاهش می‌یابد. افزایش خاکستر و کاهش ماده آلی در سیلاژهای مورد بررسی در این تحقیق می‌تواند به‌دلیل غلظت متفاوت ماده آلی و خاکستر مواد خوراکی مورد استفاده در جیره-های آزمایشی باشد. چون پسماند پوست‌گیری پسته دارای خاکستر بیشتر و ماده آلی کمتری نسبت به ذرت علوفه‌ای بوده لذا منجر به افزایش خاکستر سیلاژها شده‌است. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، افزودن سبوس برنج در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده سبب افزایش میزان خاکستر و کاهش غلظت ماده آلی شد (فضائلی و همکاران، ۱۴۰۱). طی تحقیقی، Fitri و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند محتوای خاکستر جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده با افزایش سطح پوست خرمالو افزایش یافت.

جدول ۳ ترکیب شیمیایی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده با سطوح مختلف پسماند پوست‌گیری پسته در روزهای ۳۰، ٤٥ و ٦٠ پس از سیلوکردن

زمان سیلوکردن (روز)	درصد پسماند در سیلاژ	ماده خشک	پروتئین خام	ماده آلی	چربی خام	خاکستر	الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی	الیاف نامحلول در شوینده‌اسیدی
۳۰	صفر	۴۳/۷۱^{ab}	۱۲/۴۸	۸۶/۳۸	۵/۰۸^{c}	۱۳/۶۲	۴۸/۸۳^{a}	۲۶/۵۹^{a}
	۵	۴۵/۲۲^{a}	۱۲/۴۱	۸۵/۹۷	۶/۰۲^{b}	۱۴/۰۳	۴۵/۴۱^{ab}	۲۴/۷۲^{ab}
	۱۰	۴۵/۱۹^{a}	۱۲/۵۳	۸۵/۸۱	۶/۱۳^{b}	۱۴/۱۹	۴۴/۲۷^{ab}	۲۴/۶۴^{ab}
	۱۵	۴۱/۸۴^{b}	۱۲/۵۷	۸۵/۳۳	۶/۵۴^{a}	۱۴/۶۷	۴۴/۰۰^{b}	۲۳/۱۶^{b}
	خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۹۵۰	۰/۲۲۱	۰/۳۲۴	۰/۰۸۰	۰/۳۶۰	۱/۲۲۱	۱/۱۱۰
	تیمار	۰/۰۶۶	۰/۱۰۸	۰/۰۴۷	۰/۰۱	۰/۰۴۷	۰/۰۵۶	۰/۲۴۱
	خطی	۰/۷۸	۰/۶۹	۰/۴۸	۰/۰۱	۰//۳۱	۰/۰۱	۰/۰۵
	درجه دو	۰/۰۳	۰/۹۸	۰/۶۳	۰/۰۱	۰/۹۴	۰/۲۱	۰/۸۶
۴۵	صفر	۴۲/۶۴^{a}	۱۲/۴۷	۸۷/۱۵^{a}	۵/۱۷	۱۲/۸۵^{b}	۵۱/۴۶^{a}	۲۸/۸۱^{a}
	۵	۴۲/۸۶^{a}	۱۲/۳۳	۸۶/۳۸^{a}	۶/۲۵	۱۳/۶۲^{ab}	۴۷/۳۸^{b}	۲۶/۲۲^{ab}
	۱۰	۴۲/۲۶^{a}	۱۲/۵۲	۸۶/۱۵^{a}	۵/۳۵	۱۳/۸۵^{a}	۴۶/۶۵^{b}	۲۵/۶۴^{ab}
	۱۵	۳۸/۸۵^{b}	۱۲/۵۹	۸۵/۸۴^{b}	۶/۱۰	۱۴/۱۶^{a}	۴۴/۶۲^{b}	۲۵/۱۶^{b}
	خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۸۷۰	۰/۲۷۱	۰/۴۵۲	۰/۱۷۰	۰/۲۷۲	۰/۷۷۰	۱/۰۸۰
	تیمار	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۲۱۴	۰/۰۰۵	۰/۲۱۴	۰/۰۱	۰/۰۰۵
	خطی	۰/۴۸	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۰۱
	درجه دو	۰/۰۲	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۳۶	۰/۸۶	۰/۰۷	۰/۱۱
۶۰	صفر	۴۰/۷۷^{ab}	۱۲/۴۶	۸۶/۰۴^{a}	۳/۴۷^{b}	۱۳/۹۶^{b}	۴۹/۰۰^{a}	۳۱/۰۹^{a}
	۵	۴۲/۰۶^{a}	۱۲/۴۹	۸۵/۹۹^{a}	۴/۴۵^{a}	۱۴/۰۱^{ab}	۴۶/۰۹^{b}	۲۸/۶۵^{b}
	۱۰	۴۱/۷۸^{a}	۱۲/۵۱	۸۵/۸۸^{a}	۴/۹۳^{a}	۱۴/۱۲^{ab}	۴۴/۱۹^{b}	۲۷/۱۴^{b}
	۱۵	۳۹/۶۲^{b}	۱۲/۵۶	۸۵/۰۲^{b}	۴/۷۵^{a}	۱۴/۹۸^{a}	۴۳/۲۵^{b}	۲۶/۶۶^{b}
	خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۴۹۱	۰/۲۴۴	۰/۳۶۲	۰/۲۷۰	۰/۳۶۵	۰/۴۲۲	۱/۴۴۳
	تیمار	۰/۰۱۰	۰/۰۹۰	۰/۰۳۵	۰/۰۲۵	۰/۰۳۵	۰/۰۱	۰/۰۱
	خطی	۰/۴۵	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۱	۰/۰۳
	درجه دو	۰/۱۶	۰/۵۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۲۹	۰/۰۴	۰/۱۲

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند.

خصوصیات تخمیری و انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها در جدول ۴ آورده شده‌است. تمامی سیلاژهای حاوی پسماند پوست‌گیری پسته از نظر بافت فیزیکی، حالت تردی خود را حفظ نموده و با فشردن نمونه‌ها به‌صورت دستی، شواهدی از سستی و له‌شدگی مشاهده نشد. سیلاژها دارای رنگ زیتونی و بوی ترشی ملایم لاکتیکی بودند. در این آزمایش، جیره کاملاً مخلوط سیلوشده دارای ۱۵ درصد پسماند بالاترین میزان pH را دارا بود (P<۰/۰۵). به‌گفته‌ی Kung و همکاران (۲۰۱۸) عوامل مختلفی از جمله ظرفیت بافری بالا یا تخمیر محدود می‌تواند سبب افزایش pH شود. طی پژوهشی، Bretschneider و همکاران (۲۰۱۵) pH جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده بر پایه ذرت علوفه‌ای را ۴/۳۸ گزارش کردند که با نتایج حاضر مطابقت دارد.

با افزایش سطح پسماند پوست‌گیری پسته، نقطه فلیگ جیره‌ها به‌صورت خطی کاهش یافت (P<۰/۰۵)، به‌گونه‌ای که جیره‌شاهد بیشترین و جیره دارای ۱۵ درصد پسماند پسته کمترین نقطه فلیگ را به خود اختصاص دادند. کاهش نقطه فلیگ با افزایش سطح پسماند در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده می‌تواند به‌دلیل pH بالاتر و ماده خشک کمتر باشد. با این حال، نقطه فلیگ جیره‌ها نشان‌دهنده کیفیت خوب آن‌ها است. مطابق با نتایج حاضر، Chenو همکاران (۲۰۱۶) نقطه فلیگ جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده بر پایه علوفه ذرت را ۱۰۰ بیان کردند. در تحقیقی، Chen و همکاران (۲۰۱۵) نقطه فلیگ جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده بر پایه جو و ماشک معمولی را ۹۷ گزارش کردند. همچنین حاج‌علیزاده و همکاران (۱۳۹۳) نقطه فلیگ سیلاژ بقایای حاصل از پوست‌گیری پسته را ۹۵/۴۴ برآورد کردند.

میزان انرژی قابل متابولیسم جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده با افزودن پسماند پوست‌گیری پسته به جیره‌ها به‌طور خطی افزایش یافت (P<۰/۰۵) (جدول ۳). افزایش انرژی قابل متابولیسم می‌تواند به‌دلیل افزایش عصاره عاری از نیتروژن و تجزیه الیاف نامحلول در شوینده‌اسیدی توسط باکتری‌های داخل سیلو و کاهش آن، در سیلاژ باشد (نوراللهی و همکاران، ۱۴۰۰).

در مطالعه حاضر، غلظت اسید لاکتیک جیره‌های آزمایشی، با افزایش پسماند پوست‌گیری پسته به‌صورت خطی کاهش یافت (P<۰/۰۵). احتمالاً سوبسترای لازم برای باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک با محدودیت مواجه بوده است (نوراللهی و همکاران، ۱۴۰۰) گزارش شده در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده معمولاً غلظت اسید لاکتیک تولیدی در مقایسه با سیلاژ ذرت پایین‌تر است و به‌ندرت به بالاتر از هشت درصد در ماده خشک می‌رسد (Chen و همکاران، ۲۰۱۶؛ Weinberg و همکاران، ۲۰۱۱). با این‌حال افزودن موادی مانند اوره، مواد معدنی و بافرها (بی‌کربنات سدیم) که سبب بلا رفتن ظرفیت بافری سیلاژ می‌شوند، تولید اسید لاکتیک را تحریک نموده و منتج به تولید بیشتر آن می‌شود. طی پژوهشی، Fitri و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند غلظت اسید لاکتیک در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده با افزایش سطح پوست خرمالو به‌صورت خطی کاهش یافت. طی آزمایشی، Xu و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند افزایش سطح تفاله‌های چای سبز مرطوب در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده سبب کاهش میزان اسید لاکتیک شد. همچنین، Zanine و همکاران (۲۰۲۲) از آرد و یا کنجاله باباسو در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده استفاده و گزارش کردند غلظت اسید لاکتیک در جیره‌ی کاملاً مخلوط سیلوشده نسبت به جیره شاهد کمتر بود.

غلظت نیتروژن آمونیاکی سیلاژها تحت تأثیر سطوح پسماند پوست‌گیری پسته قرار نگرفت (جدول ۳). نیتروژن آمونیاکی سیلاژ یکی از معرف های ارزیابی کیفی تخمیر در سیلاژ می‌باشد. به گفتهٔ McDonald (۱۹۹۱)، مقادیر طبیعی نیتروژن آمونیاکی بین صفر تا ۱۰۰ گرم بر کیلوگرم نیتروژن کل است. در پژوهش حاضر، pH مطلوب و کیفیت مناسب تخمیر، فعالیت باکتری‌های تجزیه‌کننده پروتئین را کاهش داده و سبب عدم افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی گردیده است.

جدول ٤ خصوصیات تخمیری و ارزیابی حسی جیره‌های کاملا مخلوط سیلوشده با سطوح مختلف پسماند پوست‌گیری پسته در روزهای ۳۰، ٤٥ و ٦٠ پس از سیلوکردن

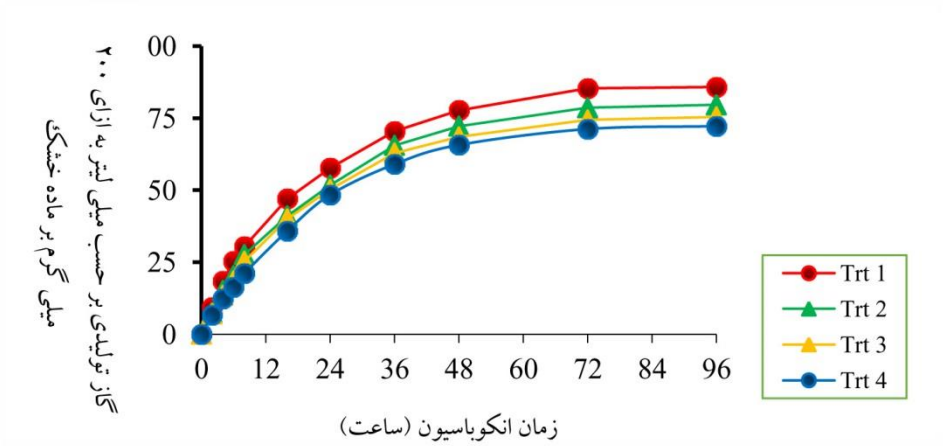
زمان سیلو کردن (روز)	سطح پسماند پوست‌گیری پسته (درصد)	pH	نقطه فلیگ Flieg point	انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری درکیلوگرم)	اسید لاکتیک (درصد در ماده خشک)	نیتروژن آمونیاکی (گرم بر کیلوگرم از کل نیتروژن)	ارزیابی حسی
۳۰	صفر	۴/۳۳^{c}	۱۲۳/۷۶^{a}	۲/۳۴^{c}	۹/۴۶^{a}	۲۳/۳۷	۲۰
	۵	۴/۳۴^{c}	۱۱۷/۱۸^{b}	۲/۳۷^{b}	۷/۱۵^{b}	۲۰/۱۹	۱۹/۵۰
	۱۰	۴/۴۴^{b}	۱۲۰/۵۹^{ab}	۲/۴۳^{ab}	۶/۹۸^{b}	۲۱/۹۰	۱۹
	۱۵	۴/۵۱^{a}	۱۰۷/۸۰^{c}	۲/۴۵^{a}	۴/۲۹^{c}	۲۲/۵۹	۱۹
	خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۰۱۰	۱/۲۵۴	۰/۰۲۱	۰/۵۷۰	۱/۶۰۳	۰/۷۵۵
	تیمار	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۱۰۷
	خطی	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۶۳	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۶۷
	درجه دو	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۷۸	۰/۳۷
۴۵	صفر	۴/۳۵^{c}	۱۱۸/۰۴^{a}	۲/۲۷	۷/۵۳^{a}	۲۳/۱۷	۲۰
	۵	۴/۴۳^{bc}	۱۰۶/۵۹^{b}	۲/۳۱	۶/۷۵^{ab}	۲۲/۵۹	۱۹/۵۰
	۱۰	۴/۴۸^{ab}	۱۱۰/۰۵^{ab}	۲/۳۲	۶/۲۳^{ab}	۲۲/۸۱	۱۹/۵۰
	۱۵	۴/۵۹^{a}	۹۷/۶۰^{c}	۲/۳۳	۵/۳۳^{b}	۲۳/۵۲	۱۹/۷۵
	خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۰۲۲	۲/۵۲۴	۰/۰۳۰	۰/۷۱۲	۱/۶۴۳	۰/۲۷۰
	تیمار	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۰۵	۰/۰۴۰	۰/۱۲۷	۰/۲۴۹
	خطی	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۵۴	۰/۳۷
	درجه دو	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۷۶	۰/۴۷	۰/۱۹	۰/۶۷
۶۰	صفر	۴/۴۲^{c}	۱۰۸/۸۷^{a}	۲/۲۳^{c}	۶/۱۸^{a}	۲۱/۴۳	۲۰
	۵	۴/۷۱^{b}	۹۹/۲۶^{b}	۲/۲۸^{b}	۴/۲۱^{b}	۱۹/۸۱	۱۹/۵۰
	۱۰	۴/۷۲^{b}	۹۷/۸۷^{b}	۲/۲۹^{b}	۴/۴۸^{b}	۲۲/۱۳	۲۰
	۱۵	۴/۹۷^{a}	۸۵/۴۲^{c}	۲/۳۴^{a}	۴/۰۸^{b}	۲۰/۹۷	۱۹/۵۰
	خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۰۳۱	۱/۸۷۲	۰/۰۹	۰/۴۲۳	۱/۱۷۰	۰/۳۵۲
	تیمار	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳۰	۰/۴۲۶	۰/۲۶۹
	خطی	۰/۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۶۸	۰/۲۷
	درجه دو	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۷۷	۱/۰۰

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند.

تولید گاز

میزان تولید گاز ۳۰ روز پس از سیلو کردن، در شکل ۱ آورده شده‌است. حجم گاز تولیدشده طی ساعت‌های مختلف اندازه-گیری (از ۲ تا ۹۶ ساعت) تحت تأثیر سطح پسماند پوست‌گیری پسته قرار گرفت (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که تمامی جیره‌های آزمایشی در ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون، تولید گاز بیشتری داشتند. میزان حجم گاز تولیدی پس از ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون دارای روندی مشابه بود و با افزایش سطح پسماند پسته در جیره‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که، میزان حجم گاز تولیدی به‌ترتیب در ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون از جیره شاهد ۸۱/۲۴ و ۸۲/۸۹، جیره دارای ۵ درصد پسماند پسته ۷۵/۶۰ و ۸۰/۴۲، جیره دارای ۱۰ درصد پسماند پسته ۷۵/۴۰ و ۷۹/۰۶، و جیره دارای ۱۵ درصد پسماند ۷۲/۲۹ و ۷۵/۶۰ میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک به‌دست آمد. افزایش تولید گاز بیانگر بالا بودن انرژی قابل متابولیسم و نیتروژن قابل‌تخمیر و نیز سایر مواد مغذی برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (Getachew و همکاران، ۱۹۹۸).

حجم گاز تولیدی از جیره شاهد بیشترین و از جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۱۵ درصد پسماند پسته کمترین بود. این امر ممکن است به‌دلیل کاهش کربوهیدرات‌های محلول در آب در طی سیلوکردن باشد (Bagheripour و همکاران، ۲۰۰۸)، که سوبسترای حیاتی برای رشد میکروارگانیسم‌های شکمبه است. مختارپور و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند با سیلوکردن محصولات فرعی پسته حجم گاز تولیدی در شرایط آزمایشگاهی در ساعت‌های ۴۸، ۷۲ و ۹۶ پس از انکوباسیون کاهش یافت. همچنین Fitri و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند با افزایش سطح پسماند خرمالو در جیره‌های آزمایشی حجم کل تولید گاز کاهش یافت.



شکل ۱- روند گاز تولیدی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلو شده دارای سطوح متفاوت پسماند پوست‌گیری پسته در ۳۰ روز پس از سیلو کردن (میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک نمونه).

Trt1) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده بدون پسماند پوست‌گیری پسته (شاهد)، Trt2) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۵ درصد پسماند پوست‌گیری پسته، Trt3) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۱۰ درصد پسماند پوست‌گیری پسته، Trt4) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۱۵ درصد پسماند پوست‌گیری پسته .

داده‌های مربوط به فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش‌پذیری جیره های آزمایشی در جدول ۵ آورده شده‌است. انرژی قابل متابولیسم، گوارش‌پذیری ماده آلی، اسیدهای چرب زنجیره کوتاه و ارزش غذایی نسبی جیره‌ها در هیچ یک از زمان‌های سیلوکردن تحت تأثیر سطح پسماند پوست‌گیری پسته قرار نگرفتند. این در حالی است که در ۴۵ روز پس از سیلوکردن، گوارش‌پذیری ماده خشک جیره‌های دارای ۱۰ و ۱۵ درصد پسماند پسته در مقایسه با جیره‌ی بدون پسماند به‌طور معنی‌داری کمتر بود (P<۰/۰۵). طی پژوهشی، Thadei و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند غلظت تانن خوراک رابطه‌ی خطی منفی با تجزیه‌پذیری ماده خشک آن دارد. سیدمومن (۱۳۸۴) بیان کرد تانن موجود در محصولات فرعی پسته سبب کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک و ماده آلی شد.

جدول ۵ فراسنجه‌های تولید گاز جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در شرایط برون‌تنی (*in vitro*) در روزهای ۳۰، ۴۵ و ۶۰ پس از سیلوکردن

زمان سیلو کردن (روز)	سطح پسماند پوست‌گیری پسته (درصد)	انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم	گوارش‌پذیری ماده آلی (گرم در کیلوگرم)	اسیدهای چرب زنجیر کوتاه (میلی‌مول)	گوارش‌پذیری ماده خشک (درصد)	ماده خشک مصرفی (درصد وزن بدن)	ارزش نسبی خوراک
۳۰	صفر	۲/۴۳	۸۱/۱۱	۱/۱۶	۷۲/۴۷	۲/۵۳	۱۴۲/۱۳
	۵	۲/۴۵	۸۱/۴۷	۱/۱۷	۷۱/۳۱	۲/۴۷	۱۳۶/۵۳
	۱۰	۲/۳۶	۸۰/۰۰	۱/۱۱	۷۲/۸۷	۲/۳۵	۱۳۲/۷۴
	۱۵	۲/۳۴	۷۹/۲۱	۱/۰۹	۷۱/۵۷	۲/۵۱	۱۳۹/۲۵
	خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۱۳۱	۳/۴۶۴	۰/۰۸۱	۰/۹۲۳	۰/۰۸۰	۲/۲۹۲
	تیمار	۰/۴۵۹	۰/۶۶۶	۰/۷۲۳	۰/۰۴۸	۰/۱۵۹	۰/۵۳۶
	خطی	۰/۵۶	۰/۶۵	۰/۵۰	۰/۹۶	۰/۶۳	۰/۶۲
	درجه دو	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۴۴	۰/۱۹	۰/۲۵
۴۵	صفر	۲/۳۳	۷۸/۷۸	۱/۰۸	۷۱/۴۴^{a}	۲/۶۱	۱۴۴/۵۴
	۵	۲/۲۷	۷۶/۳۶	۱/۰۴	۷۰/۳۶^{aD}	۲/۵۷	۱۴۰/۱۷
	۱۰	۲/۳۲	۷۷/۹۳	۱/۰۹	۶۹/۳۴^{D}	۲/۶۰	۱۳۹/۷۵
	۱۵	۲/۳۱	۷۸/۵۰	۱/۰۷	۶۹/۰۰^{D}	۲/۵۲	۱۳۴/۷۹
	خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۱۱۱	۲/۳۲۲	۰/۰۷۶	۰/۶۰۵	۰/۰۹۲	۲/۵۳۶
	تیمار	۰/۷۲۳	۰/۶۰۰	۰/۷۲۷	۰/۲۰۶	۰/۶۸۷	۰/۶۱۶
	خطی	۱/۰۰	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۰۵	۰/۵۹	۰/۳۴
	درجه دو	۰/۸۲	۰/۶۵	۰/۸۹	۰/۱۹	۰/۸۳	۰/۶۱
۶۰	صفر	۲/۲۷	۷۷/۰۹	۱/۰۴	۷۱/۸۶	۲/۶۱	۱۴۵/۳۹
	۵	۲/۳۳	۷۸/۴۹	۱/۰۹	۷۲/۴۰	۲/۵۷	۱۴۴/۲۳
	۱۰	۲/۲۳	۷۶/۷۵	۱/۰۲	۷۲/۱۹	۲/۶۱	۱۴۶/۰۵
	۱۵	۲/۲۹	۷۷/۸۲	۱/۰۶	۷۰/۴۷	۲/۶۷	۱۴۵/۸۵
	خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۱۲۴	۲/۴۰۴	۰/۰۸۰	۰/۸۴۲	۰/۱۰۱	۲/۷۹۸
	تیمار	۰/۸۲۶	۰/۸۹۰	۰/۹۰۳	۰/۰۵۸	۰/۷۵۸	۰/۶۲۸
	خطی	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۷۲	۰/۶۲	۰/۶۸
	درجه دو	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۰۷	۰/۶۳	۰/۹۶

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند.

فراسنجه‌های کینیتیک تولید گاز جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در جدول ۶ آورده شده‌است. در تمام زمان‌های سیلوکردن، بین جیره‌ها هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری در بخش بالقوه تولید گاز (b) و نرخ ثابت تولید گاز (c) مشاهده نشد. مطابق با نتایج حاضر طی تحقیقی، Zhao و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند پتانسیل تولید گاز و ثابت نرخ تولید گاز تحت تأثیر سطوح متفاوت پوسته ساقه بامبو در جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده قرار نگرفت.

جدول ٦ فراسنجه‌های کینیتیک تولید گاز جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده (میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک نمونه) در روزهای ۳۰، ٤٥ و ٦٠ پس از سیلوکردن در شرایط برون‌تنی (*in vitro*)

فراسنجه تولید گاز	زمان سیلوکردن (روز)	سطح پسماند پوست‌گیری پسته در جیره (درصد)				سطح معنی‌داری		
		صفر	۵	۱۰	۱۵	خطای استاندارد میانگین‌ها	تیمار	خطی	درجه دوم
b بخش بالقوه تولید گاز	۳۰	۷۹/۴۸	۷۴/۵۵	۷۴/۲۱	۶۸/۵۴	۱/۵۵۵	۰/۲۳۲	۰/۰۵	۰/۹۲
(میلی‌لیتر)	۴۵	۸۱/۲۵	۷۶/۶۷	۷۶/۰۵	۷۲/۹۶	۲/۶۹۷	۰/۲۲۶	۰/۰۵	۰/۷۸
	۶۰	۷۴/۴۸	۸۲/۲۸	۷۸/۸۱	۷۴/۴۸	۱/۲۱۲	۰/۵۹۹	۰/۸۸	۰/۲۴
c نرخ ثابت تولید گاز	۳۰	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۲۰۴	۰/۳۱	۰/۰۷
(میلی‌لیتر در ساعت)	۴۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۳۷۳	۰/۸۳	۰/۱۵
	۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۵۸۸	۰/۴۳	۰/۸۴

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد ویژگی‌های سیلویی و گوارش‌پذیری جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده بر پایه ذرت علوفه‌ای و پسماند پوست‌گیری پسته در شرایط برون‌تنی در محدوده مناسبی بود. بنابراین، می‌توان جیره‌های کاملاً مخلوط با ۱۰ درصد پسماند پوست‌گیری پسته را به‌مدت ۴۵ روز سیلو و در تغذیهٔ دام مصرف نمود هر چند جهت تکمیل اطلاعات نیاز به انجام آزمایش درون‌تنی روی دام خواهد بود.

منابع

حاج‌علیزاده، ز.، دیانی، ا.، طهماسبی، ر.، و خضری، ا. (۱۳۹۳). بررسی ترکیب شیمیایی سیلاژ بقایای حاصل از پوست گیری پسته و اثر آن بر مصرف خوراک، خصوصیات تخمیری شکمبه و فراسنجه‌های خونی گوسفند. *پژوهش‌های علوم دامی (دانش کشاورزی)*. (۲۴)۸۱: ۹۴ -۹۳.

رحیمی، ع.، ناصریان، ع.، ولی‌زاده، ر.، طهماسبی، ع.، و شهدادی، ع. (۱۳۹۲). تأثیر استفاده از پوسته پسته و پلی‌اتیلن گلیکول بر مصرف و هضم خوراک، فراسنجه‌های خونی، تولید و پروفیل اسیدهای چرب شیر در بزهای شیرده سانن. *پژوهش‌های علوم دامی* ایران. (۳)۶: ۲۳۸-۲۲۸.

سیدمومن، س.، نیک‌خواه، ع.، زاهدی‌فر، م.، صالحی، م.، و فروغ-عامری، ن. (۱۳۸۳). مطالعه تاثیر سطوح مختلف فرآورده‌های فرعی پسته و تانن موجود در آن بر رشد بدن و تولید کرک بز های رائینی. *پژوهش و سازندگی*، (۱۷)۴: ۱۰۲-۹۲.

صالحی‌چنار، ج. (۱۴۰۱). اثرافزودنی‌های‌خوراکی بر خصوصیات ظاهری و شیمیایی سیلاژ پوست پسته و عملکرد آن در بره‌های ماده بلوچی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

صالحی، ع.، یوسف‌الهی، م.، میرزایی، ح.، حق‌پرور، ر.، و معصومی، م. (۱۳۹۱). بررسی تاثیر سیلوکردن بر ارزش غذایی پسماندهای دو واریته پسته در خراسان رضوی با استفاده از روش *in situ*. همایش علوم دامی ایران.

فضائلی، ح. (۱۴۰۲). سیلاژ خوراک کامل/فناوری نوین در مدیریت تغذیه دام (چاپ دوم). تهیه شده در موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی. ص. ۱۵.

فضائلی، ح.، باغجری، ا.، سرمدی، ع.، و طاهری‌پور، ج. (۱۴۰۱). خصوصیات سیلویی و ارزش غذایی سیلاژ خوراک کامل بر پایه تفاله پرتقال با نسبت‌های مختلف کاه گندم و افزودنی‌های متفاوت. *علوم دامی*. (۱۳۴) ۳۵: ۷۴-۵۹.

مختارپور، ا.، ناصریان، ع.، ولی‌زاده، ر.، و طهماسبی، ع. (۱۳۹۱). اثر اوره و پلی‌اتیلن گلیکول بر خصوصیات شیمیایی پوست‌پسته سیلوشده. چهارمین کنگره علوم‌دامی. ص. ۶۲-۵۵.

نوراللهی، ف.، طهماسبی، ر.، دیانی، ا.، و خضری، ا. (۱۴۰۰). بررسی ارزش تغذیه‌ای سیلاژ مخلوط کاکتوس علوفه‌ای-یونجه توسط تکنیک تولید گاز و تاثیر مدت زمان سیلوکردن بر کیفیت آن در تغذیه نشخوارکنندگان. *علوم دامی*. (۱۳۳)۳۴: ۵۹-۷۲.

وزارت جهاد کشاورزی، مرکز آمار فناوری اطلاعات و ارتباطات، آمارنامه کشاورزی، (۱۴۰۱). جلد سوم، گزارش محصولات باغی قارچ و گلخانه‌ای. ص ۸۲-۸۱.

Alkhtib, A., Wamatu, J., Kaysi, Y., Mona, M. and Rischkowsky, B. (2017). Pistachio (pistacia vera) by-products as ruminant feed: a review on production, management and utilization in arid and semi-arid areas in the middle east. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 5(6): 718-729. http://doi.org/10.18006/2017.5(6).718.729

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International, Maryland, USA.

Bagheripour, E., Rouzbehan, Y. and Alipour, D. (2008). Effects of ensiling, air-drying and addition of polyethylene glycol on *in vitro* gas production of pistachio by-products. *Animal Feed Science and Technology*. 146(3-4): 327-336. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.01.002

Bretschneider, G., Mattera, J., Cuatrin, A., Arias, D., and Wanzenried, R. (2015). Effect of ensiling a total mixed ration on feed quality for cattle in smallholder dairy farms. *Archivos de medicina veterinaria*. 47(2): 225-229. https://doi.org/10.4067/S0301-732X2015000200015

Broderick, G.A. and Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*. 63(1): 64-75. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8

Bueno, A.V.I., Lazzari, G., Jobim, C.C. and Daniel, J.L.P. (2020). Ensiling total mixed ration for ruminants: A review. *Agronomy*. 10(6): 879. https://doi.org/10.3390/agronomy10060879

Chen, L., Guo, G., Yu, C., Zhang, J., Shimojo, M. and Shao, T. (2015). The effects of replacement of whole plant corn with oat and common vetch on the fermentation quality, chemical composition and aerobic stability of total mixed ration silage in Tibet. *Animal Science Journal*. 86(1): 69-76. https://doi.org/10.1111/asj.12245

Chen, L., Yuan, X.J., Li, J. Wang, S., Dong, Z. and Shao, T. (2016). Effect of lactic acid bacteria and propionic acid on conservation characteristics, aerobic stability and *in vitro* gas production kinetics and digestibility of whole-crop corn based total mixed ration silage. *Journal of Integrative Agriculture*. 15 (7):1592-1600. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61482-X

Denek, N. and Can, A. (2006). Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat straw and wheat grain for Awassi sheep. *Small Ruminant Research*. 65(3): 260-265. https://doi.org/10.1016/j.small rumres.2005.06.024

Duan, Y., Zhou, A., Wen, K., Liu, Z., Liu, W., Wang, A. and Yue, X. (2019). Upgrading VFAs bioproduction from waste activated sludge via co-fermentation with soy sauce residue. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*. 13: 1-10. https://doi.org/10.1007/s11783-019-1086-7

Eguchi, K., Hattori, I., Sawai, A., Muraki, M. and Sato, K. (2008). Fermentation quality of purple corn [Zea mays] silage. *Japanese Journal of Grassland Science*. 54(2).

Elakremi, M., Sillero, L., Ayed, L., Labidi, J. and Moussaoui, Y. (2020). Chemical composition of leaves and hull from Pistacia Vera L. an evaluation of phenolic content and antioxidant properties of their extracts. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-128147/v1

Eliş, S. and Özyazici, M.A. (2019). Determination of the silage quality characteristics of different switchgrass (Panicum virgatum L.) cultivars. Applied Ecology & Environmental Research, 17(6). http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1706-1575515773

Fang, J., Xia, G. and Cao, Y. (2020). Effects of replacing commercial material with apple pomace on the fermentation quality of total mixed ration silage and its digestibility, nitrogen balance and rumen fermentation in wethers. *Grassland Science*. 66(2): 124-131. https://doi.org/10.1111/grs.12258

Fedorah, P.M. and Hrudey, S.E. (1983). A simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultures in serum bottles. Environmental Technology. 4(10): 425-432. https:// doi.org/10.1080/09593338309384228

Fitri, A., Obitsu, T., Sugino, T. and Jayanegara, A. (2020). Ensiling of total mixed ration containing persimmon peel: Evaluation of chemical composition and *in vitro* rumen fermentation profiles. *Animal Science Journal*. 91(1): e13403. https://doi.org/10.1111/asj.13403

Getachew, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. (1998). The *in vitro* gas coupled with ammonia measurement for evaluation of nitrogen degradability in low quality roughages using incubation medium of different buffering capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 77(1): 87-95. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199805)

Hokmabadi, H. (2018). Pistachio wastes in Iran and the potential to recapture them in value chain. *Pistachio and Health Journal*. 1(4): 1-12. DOI:10.22123/phj.2019.151263.1018

Kondo, M., Shimizu, K., Jayanegara, A., Mishima, T., Matsui, H., Karita, S., et al. (2016). Changes in nutrient composition and *in vitro* ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperatures and periods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 96(4):1175-1180. https://doi.org/10.1002/jsfa.7200

Kung, J.L., Shaver, R.D., Grant, R.J. and Schmidt, R.J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*. 101(5): 4020-4033. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909

Linn, J.G. and Martin, N.P. (1989). Forage Quality Test and Interpretation. University of Minnesota.

Madrid, J., Martinez-Teruel, A., Hernandez, F. and Megias, M.D. (1999). A comparative study on the determination of lactic acid in silage juice by colorimetric, high-performance liquid chromatography and enzymatic methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79(12): 1722-1726. https://conservancy.umn.edu/handle/11299/207442

McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (1991). *The biochemistry of silage*. 2nd ed. Chalcombe Publications. Marlow, UK.

Menke, H.H. and Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28: 7-55. https://doi.org/10.4236/ijoc.2013.32011.

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 feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The Journal of Agricultural Science.* 93(1): 217-222. https://doi.org/10.1017/S0021859600086305

Ohshima, S., Fukuma, Y., Suzuki, T., Funaba, M. and Abe, M. (1995). Validity of NRC method for estimating metabolizable energy value of laboratory dry canine diets. *Experimental Animals*. 44(1): 37-41. https://doi.org/10.3390/agronomy10060879

Ørskov, E.R. and McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science.* 92(2): 499-503. https://doi.org/10.1017/S0021859600063048

SAS. 2005. SAS User's Guide. Statistics. Version 9.1.3 Edition. SAS Inst., Inc., Cary NC.

Schingoethe, D.J. (2017). A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science.* 100(12): 10143-10150.

Selwet, M. (2009). Effect of propionic and formic acid mixtures on the fermentation, fungi development and aerobic stability of maize silage. *Polish Journal of Agronomy*. 1: 37-42.

SoltaniNezhad, B., Dayani, O., Khezri, A., and Tahmasbi, R. (2016). Performance and carcass characteristics in fattening lambs feed diets with different levels of pistachio by-products silage with wasted date. *Small Ruminant Research.* 137: 177-182. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.03.015

Taghizadeh-Alisaraei, A., Assar, H. A., Ghobadian, B. and Motevali, A. (2017). Potential of biofuel production from pistachio waste in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 72: 510-522. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.111

Thadei, C., Kimambo, A. and Mushi, D. (2001). Relationship between tannins concentration in plant materials and their effects on protein degradation in the rumen. In *TSAP Proceedings.* 28: 1-11.

Toghiani, J., Fallah, N., Nasernejad, B., Mahboubi, A., Taherzadeh, M.J. and Afsham, N. (2023). Sustainable pistachio dehulling waste management and its valorization approaches: A Review. *Current Pollution Reports*. 9(1): 60-72. https://doi.org/10.1007/s40726-022-00240-9

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1994). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science.* 74: 358-359. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

Weinberg, Z.G., Chen, Y., Miron, D., Raviv, Y., Nahim, E., Bloch, A. and Miron, J. (2011). Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film–A commercial scale experiment. *Animal Feed Science and Technology.* 164(1-2):125-129. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.016

Xu, G., Han, Z., Wang, S., Dai, T., Dong, D., Zong, C., et al. (2022). Soy sauce residue in total mixed ration silage: Fermentation characteristics, chemical compositions, *in vitro* digestibility and gas production. *Italian Journal of Animal Science.* 21(1): 1058-1066. https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2090286

Zanine, A., Portela, Y., Ferreira, D., Parente, M., Parente, H., Santos, E., et al. (2022). Babassu byproducts in total mixed ration silage based on sugarcane for small ruminants diets. *Agronomy*. 12(7): 1641. https://doi.org/10.3390/agronomy12071641

Zhao, J., Dong, Z., Chen, L., Wang, S. and Shao, T. (2020). The replacement of whole-plant corn with bamboo shoot shell on the fermentation quality, chemical composition, aerobic stability and *in vitro* digestibility of total mixed ration silage. *Animal Feed Science and Technology*. 259: 114348. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114348