Vol 25, No. 4, Winter 2023

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

The study of chemical and nutritional characteristics of pea (*Pisum sativum* L.) pod silage and its effect on the performance of finishing Zandi lambs

Seyed Hamid Mousavi Esfiokhi[1] | Mohammad Reza Sahlabadi[2] | Behzad Khorrami[3]✉

1. Department of Animal and Poultry Science, Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: hamidmousavi98@ut.ac.ir
2. Department of Animal and Poultry Science, Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: mr.sahlabadi@ut.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Animal and Poultry Science, Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: bkhorrami@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 31 July 2023
Received in revised
24 November 2023
Accepted 24 November 2023
Published online
25 December 2023

Keywords:
Blood parameters
Digestibility
Fattening lambs
Pea pod silage
Performance

ABSTRACT

Introduction: Today, due to the increasing demand for livestock products as well as the difficulty of supplying livestock feedstuff, the use of new by-product sources of agricultural products is taken into consideration by nutritionists. On the other hand, the use of residues and by-products of agricultural industries have found an important role in the ruminant nutrition systems because of their significant amount of nutrients and lower cost. In addition, if these residues are used in livestock feeding, environmental pollution will also be reduced. Therefore, considering the need to identify and introduce new sources of feed, the relatively extensive production of peas in the country and the non-use of its residues and waste in livestock feeding, and since there is no complete information regarding the effect of using pea pod silage in ruminants, this research was conducted with the aim of determining the nutritional value of pea pod silage and its effect on performance, blood parameters and carcass characteristics of fattening lambs.

Material and Methods: Pea pods were collected from canning factories in Tehran province and ensiled in nylon bags. After 60 days, the silos were opened and ensiled samples were evaluated for chemical properties as well as pH. Rumen degradability and fermentation characteristics of pea pod silage (PPS) were measured by using a nylon bag technique and an in vitro gas production method, respectively. Rumen degradability of dry matter (DM) was determined by incubation of five g sample in duplicate for 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 h in the rumen of fistulated Zandi male sheep. For in vitro gas production technique, 200 mg of PPS was incubated for 96 h at 39° C, and cumulative gas volumes were recorded after 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 36, 48, 72 and 96 h of incubation. To estimate the gas production parameters, an exponential model was fitted for data. In the last stage of the experiment, to investigate the effect of PPS on performance, digestibility of nutrients, blood parameters and carcass characteristics, 24 Zandi male lambs (initial BW, 33.5 ±1.5 kg) were used in a completely randomized design over 75 days. Experimental treatments were: 1) control; (basal diet) 2- pea pod silage (PPS replaced wheat straw and alfalfa in the basal diet).

Results and Discussion: The amount of dry matter, crude protein, ether extract, ash, neutral detergent fiber and acid detergent fiber of PPS were determined 20, 11.8, 1.8, 8, 62 and 20.2 percent, respectively, and PH was 6.02. The findings of other researchers indicated that the chemical composition of pea residues could be affected by soil type, regional climate, harvesting method and stages, variety type, and processing method. The results obtained from degradability of DM indicated that fraction "a" (rapidly degradable), "b" (slowly degradable) and "c" (constant degradable rate) were estimated 24.7%, 58.3% and 0.05/h, respectively. The potentially rumen degradable was also estimated 82.9%. In vitro gas production parameters (potential gas production, rate of gas production), organic matter digestibility, short-chain fatty acids, net energy for lactation and metabolizable energy values of PPS were 58.6 ml/g of DM, 0.053 ml/h, 94.6%, 1.89 mmol/g of DM, 9.51 and 14.5 MJ/kg of DM, respectively. The use of PPS in the diet of feedlot lambs improved the final weight and daily weight gain ($P<0.05$), which may be due to the increase in the DM digestibility of the diet containing PPS. Also, feed conversion ratio in the PPS treatment improved somewhat and tended to decrease ($P=0.08$). The amount of DM digestibility was affected by the treatment ($P<0.05$), but digestibility of other nutrients was not affected by the experimental treatment. Blood parameters (cholesterol, triglyceride, HDL and LDL) were not affected by the experimental treatments, except for the glucose, which significantly decreased by feeding PPS ($P<0.05$). The experimental treatments had no significant effect on carcass performance, weight of heart, liver, kidney, testis, tail and fat.

Conclusion: The results of this study showed that the use of pea pod silage up to 20% in replacement with wheat straw and alfalfa can improve the performance of fattening lambs. Therefore, it can be used as a cost-effective alternative forage in feeding fattening lambs without having adverse effect on their health and performance.

Cite this article: Mousavi Esfiokhi, S. H., Sahlabadi, M. R., & Khorrami, B. (2023). The study of chemical and nutritional characteristics of pea (*Pisum sativum* L.) pod silage and its effect on the performance of finishing Zandi lambs. *Journal of Animal Production*, 25 (4), 375-388.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.363118.623753

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.363118.623753

دوره بیست و پنجم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۲

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲x-۹۹۴

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

بررسی ویژگی‌های شیمیایی و تغذیه‌ای سیلاژ غلاف نخودفرنگی و تأثیر آن بر عملکرد بره‌های پرواری زندی

سید حمید موسوی اسفیوخی[۱] | محمدرضا سهل‌آبادی[۲] | بهزاد خرمی[۳]✉

۱. گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: hamidmousavi98@ut.ac.ir

۲. گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: mr.sahlabadi@ut.ac.ir

۳. نویسنده مسئول، گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: bkhorrami@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۰/۰۴

کلیدواژه‌ها:

بره پرواری

سیلاژ غلاف نخودفرنگی

عملکرد

فراسنجه‌های خونی

قابلیت هضم

چکیده

به‌منظور بررسی ویژگی‌های شیمیایی و تغذیه‌ای سیلاژ غلاف نخودفرنگی و تأثیر آن بر عملکرد بره‌های پرواری، از ۲۴ رأس بره نر زندی به‌مدت ۷۵ روز در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (جیره پایه) و سیلاژ غلاف نخودفرنگی (جایگزینی به میزان ۲۰ درصد با کاه گندم و یونجه در جیره پایه) بودند. میزان ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی سیلاژ غلاف نخودفرنگی به‌ترتیب ۲۰/۰، ۱۱/۸، ۱/۸، ۸/۰، ۶۲/۰ و ۲۰/۲ درصد تعیین گردید. پتانسیل تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و پتانسیل تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی سیلاژ غلاف نخودفرنگی پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون به‌ترتیب ۸۳ درصد و ۵۸/۶ میلی‌لیتر در گرم ماده خشک برآورد گردید. استفاده از سیلاژ غلاف نخودفرنگی در جیره بره‌های پرواری وزن پایانی و میانگین افزایش وزن روزانه را بهبود بخشید ($P<0/05$). استفاده از سیلاژ غلاف نخودفرنگی باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک جیره گردید ($P<0/05$)، اما قابلیت هضم سایر مواد مغذی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. فراسنجه‌های خونی شامل کلسترول، تری‌گلیسرید، HDL و LDL تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند به‌جز گلوکز که با تغذیه سیلاژ غلاف نخودفرنگی کاهش یافت ($P<0/05$). تیمارهای آزمایشی هیچ تأثیر معنی‌داری بر صفات لاشه نداشتند. براساس نتایج حاصل از این مطالعه، استفاده از سیلاژ غلاف نخودفرنگی در جایگزینی با علوفه‌های رایج مانند کاه گندم و یونجه می‌تواند باعث بهبود عملکرد بره‌های پرواری و همچنین کاهش هزینه‌های پرورش گردد.

استناد: موسوی اسفیوخی، سید حمید؛ سهل‌آبادی، محمدرضا و خرمی، بهزاد (۱۴۰۲). بررسی ویژگی‌های شیمیایی و تغذیه‌ای سیلاژ غلاف نخودفرنگی و تأثیر آن بر عملکرد بره‌های پرواری زندی. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۵ (۴)، ۳۸۸-۳۷۵. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.363118.623753

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

امروزه به‌علت افزایش روز افزون نیاز به محصولات دامی و هم‌چنین کمبود نهاده‌های دامی به‌عنوان یکی از چالش‌های عمده در صنعت دام کشور، استفاده از منابع جدید و فرآورده‌های فرعی محصولات کشاورزی در تغذیه دام‌ها موردتوجه ویژه متخصصین تغذیه دام و پرورش‌دهندگان قرار گرفته است. استفاده از پسماندها و فرآورده‌های فرعی صنایع کشاورزی به‌دلیل داشتن مقادیر قابل‌توجه مواد مغذی و هزینه نسبی کم‌تر نقش مهمی در سیستم‌های تغذیه‌ای نشخوارکنندگان پیدا کرده‌اند (Depeters *et al*., 1997). از سوی دیگر، در صورت استفاده از این پسماندها در تغذیه دام از آلودگی‌های زیست‌محیطی نیز کاسته می‌شود. زیرا این پسماندها معمولاً در محیط زیست رها شده و باعث ایجاد آلودگی‌های خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شوند (Grasser *et al*., 1995). از جمله این پسماندها می‌توان به بقایای نخودفرنگی اشاره نمود. نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) از خانواده حبوبات که با نام‌های نخود سبز فرنگی و نخود باغچه‌ای نیز شناخته می‌شود گیاهی علفی، یکساله و بالارونده است که به رنگ سبز، خاکستری یا متمایل به قهوه‌ای مشاهده می‌شود (Elzebroek & Wind, 2008). میزان ماده‌خشک، چربی خام، پروتئین‌خام، خاکستر، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی غلاف نخودفرنگی به‌ترتیب ۸۷/۵، ۲/۵، ۱۰/۰، ۸/۰، ۴۰/۳ و ۲۳/۷ درصد گزارش شده است (سیف دواتی و همکاران، ۱۳۹۶). براساس آمار و اطلاعات معتبر گزارش‌شده، بالاترین سهم تولید نخودفرنگی در جهان مربوط به کشور چین و پس از آن هند می‌باشد. میزان تولید نخودفرنگی در ایران در سال ۲۰۱۴ برابر با ۳۴۴۲۳ تن بوده است (FAO, 2014). فرآورده فرعی بعد برداشت نخودفرنگی که به‌صورت دستی قابل‌استحصال و تفکیک بوده بخش‌های ساقه، برگ‌ها و غلاف عاری از دانه سبز می‌باشد. دانه سبز برای اهداف تغذیه انسانی و تهیه کنسرو جداسازی می‌شود و بخش باقیمانده شامل غلاف خالی گیاه نخود سبز یا فرنگی می‌باشد. در خصوص استفاده از بقایای غلاف نخودفرنگی در تغذیه دام، آزمایش‌های محدودی صورت گرفته است. از سوی دیگر، به‌منظور حفظ سطح مواد مغذی و نیز کاهش غلظت ترکیبات فنلی و سایر ترکیبات ضدمغذی موجود در محصولات فرعی کشاورزی در تغذیه دام، انتظار می‌رود با سیلو نمودن این بقایا بتوان نتیجه مؤثرتری را بر عملکرد دام مشاهده کرد. بنابراین، با توجه به ضرورت شناسایی و معرفی منابع جدید خوراکی، تولید قابل‌توجه نخودفرنگی در کشور و عدم استفاده از بقایا و ضایعات آن در تغذیه دام، و از آنجایی‌که اطلاعات کاملی در رابطه با تأثیر استفاده از سیلاژ غلاف نخودفرنگی در نشخوارکنندگان وجود ندارد، این پژوهش با هدف تعیین ارزش غذایی سیلاژ غلاف نخودفرنگی و تأثیر آن بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و خصوصیات لاشه بره‌های پرواری انجام گرفت.

۲. پیشینه پژوهش

مطالعات گذشته نشان می‌دهد نخودفرنگی از خصوصیات شیمیایی قابل‌قبول (حدود ۱۵ درصد پروتئین خام و ۶۵ درصد قابلیت هضم ماده آلی) و کیفیت مناسبی در تغذیه نشخوارکنندگان برخوردار است (Goelema *et al*., 1998; Reed *et al*., 2004). در پژوهشی که به‌منظور معرفی ضایعات زراعی نخودفرنگی و استفاده در تغذیه دام انجام گرفت میزان پروتئین خام، چربی خام و فیبر نامحلول در شوینده خنثی به‌ترتیب ۱۴/۳، ۲/۶ و ۳۳/۲ درصد و قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و فیبر نامحلول در شوینده خنثی به‌ترتیب ۶۵/۹، ۶۳/۴، ۵۱، ۶۰/۵ و ۴۸/۲ درصد برآورد گردید (کاویان و همکاران، ۱۳۸۴). به‌نظر می‌رسد علوفه‌های لگومینه سیلو شده می‌توانند به‌عنوان یک منبع پروتئینی بالقوه مورداستفاده قرار گیرند، اگر چه میزان پروتئین قابل تجزیه در شکمبه را افزایش می‌دهند (Dewhurst *et al*., 2003). برخی نتایج نشان می‌دهند که می‌توان از بقایای نخودفرنگی به‌عنوان منبع علوفه‌ای تا سطح ۷۵ درصد در جیره بره‌ها استفاده نمود بدون این که مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی تحت تأثیر قرار گیرد (Bastida Garcia *et al*., 2011).

تولید سیلاژ نخودفرنگی کامل به‌دلیل برداشت و سیلوکردن دشوار آن، خیلی موردتوجه قرار نگرفته است. تغذیه سیلاژ حبوبات و غلات به‌دلیل انرژی مناسب و پروتئین قابل تخمیر آسان در شکمبه، می‌تواند سبب بهبود مواد مغذی شود (Wilkins & Jones, 2000). در یک مطالعه از سطوح مختلف بقایای علوفه نخودفرنگی در مزرعه به‌صورت خشک‌شده در تغذیه گوسفند استفاده شد و به میزان ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد در جیره جایگزین کاه یولاف، دانه سورگوم و کنجاله سویا گردید. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی و خصوصیات تخمیری شکمبه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در کل با توجه به‌ویژهیات شیمیایی محصولات فرعی و بقایای نخودفرنگی و هم‌چنین رفتار تغذیه‌ای گوسفند، این بقایا به‌عنوان یک علوفه با کیفیت متوسط قابلیت استفاده به‌ویژه در جیره‌های در سطح نگهداری را دارا می‌باشد. بنابراین، تصمیم به استفاده از بقایای نخودفرنگی در جیره دام‌ها بستگی به هزینه، فراهمی و خصوصیات مواد مغذی جیره دارد (Bastida Garcia *et al*., 2011).

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر شامل چند مرحله انجام آزمایش بود که از اواسط اردیبهشت‌ماه تا اواخر مهرماه سال ۱۴۰۰ انجام گرفت. پس از جدانمودن دانه سبز نخودفرنگی، بخش باقیمانده غلاف خالی گیاه نخودفرنگی بود که در این پژوهش مورداستفاده قرار گرفت. غلاف‌های نخودفرنگی از ضایعات کارخانجات تولیدی کنسروسازی و ضایعات خانگی نخودفرنگی سطح استان تهران جمع‌آوری شد و پس از آن در کیسه‌های نایلونی سیلو گردید. ترکیب شیمیایی سیلاژ غلاف نخودفرنگی در آزمایشگاه تغذیه دام دانشکده فناوری کشاورزی دانشگاه تهران تعیین گردید. سپس کیسه‌گذاری و تعیین تجزیه‌پذیری ماده خشک نمونه‌های سیلاژ و تولید گاز به‌روش آزمایشگاهی انجام گرفت و مرحله آخر این پژوهش، در رابطه با بررسی تأثیر سیلاژ غلاف نخودفرنگی بر عملکرد بره‌های نر پرواری زندی، در واحد گوسفندداری مزرعه طلاچین پارس واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب‌غرب شهرستان رباط‌کریم استان تهران انجام شد. غلاف‌های نخودفرنگی توسط دستگاه چاپر (Model JAGUAR 850, Hamburg, Germany) خرد و در کیسه‌های نایلونی ۳۰ کیلوگرمی سیلو شد. پس از گذشت ۶۰ روز از فرایند سیلوکردن، از سیلاژ آزمایشی نمونه‌برداری شد. نمونه‌های به‌دست‌آمده پس از این که در آون به‌مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور کامل خشک شدند با استفاده از آسیاب (Standard model 4; Thomas Co., New Jersey, U.S.A) دارای الک یک میلی‌متری خرد و سپس محتوای‌ماده‌خشک، پروتئین خام (روش کجلدل)، عصاره اتری (روش سوکسله) و خاکستر خام براساس روش‌های توصیه‌شده استاندارد آزمایشگاهی (AOAC, 2005) اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین برای تعیین فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی روش پیشنهادی Van Soest *et al.* (1991) مورداستفاده قرار گرفت. pH نمونه‌های آزمایشی نیز با استفاده از دستگاه pHمتر (METROHM 727 PH LAB, Herisau, Switzerland) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژ غلاف نخودفرنگی از دو رأس گوسفند نر اخته فیستوله‌گذاری‌شده نژاد زندی با میانگین وزن ۲±۴۱ کیلوگرم استفاده شد. دام‌ها با یک جیره کاملاً مخلوط حاوی ۷۵ درصد علوفه و ۲۵ درصد کنسانتره (محتوی ۵۵ درصد کاه گندم، ۲۰ درصد یونجه خشک، ۱۳ درصد دانه جو، ۱۱ درصد سبوس گندم، ۰/۳ درصد مکمل ویتامینه– معدنی، ۰/۵ درصد دی‌کلسیم‌فسفات و ۰/۲ درصد نمک) در دو نوبت ۸:۰۰ صبح و ۱۸:۰۰ عصر در سطح تأمین احتیاجات نگهداری تغذیه شدند. در این آزمایش، پنج گرم نمونه خشک آسیاب‌شده در کیسه‌های نایلونی (از جنس پلی‌استر در ابعاد ۱۰×۵ سانتی‌متر و قطر منافذ ۴۵ میکرون) در سه تکرار و زمان‌های صفر، دو، چهار، هشت، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت شکمبه‌گذاری شد. برازش داده‌ها با استفاده از معادله Ørskov & McDonald (1979) (رابطه ۱) انجام شد و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری محاسبه گردید.

رابطه ۱) $P=a+b\ (1-e^{-ct})$

در این معادله، a، بخش سریع تجزیه و محلول در آب؛ b، بخش نامحلول و کند تجزیه؛ c، نرخ تجزیه‌پذیری (درصد در ساعت) و P، میزان تجزیه‌پذیری پس از t ساعت انکوباسیون.

برای اندازه‌گیری تولید گاز حاصل از تخمیر نمونه سیلاژ غلاف نخودفرنگی در شرایط آزمایشگاهی از روش توصیه‌شده Menke & Steinggass (1988) استفاده شد. ابتدا نمونه‌ها توسط آسیاب با الک با قطر منافذ یک میلی‌متر به‌صورت یکنواخت آسیاب شدند. مایع شکمبه دو ساعت قبل از خوراک وعده صبح از دو رأس گوسفند نر زندی دارای فیستولای شکمبه‌ای تغذیه‌شده در سطح نگهداری جمع‌آوری شد. مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از هر نمونه سیلاژ با۵۰ میلی‌لیتر مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی (به نسبت ۱ به ۲) در بطری‌های شیشه‌ای ۱۲۰ میلی‌لیتری بی‌هوازی‌شده تحت جریان مداوم گاز دی‌اکسیدکربن ریخته شد و درب آن‌ها با استفاده از درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی کاملاً بسته شده و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۹۶ ساعت مورد انکوباسیون قرار گرفت. برای تصحیح گاز تولیدشده ناشی از ذرات باقیمانده در مایع شکمبه، پنج تکرار به‌عنوان بلانک در نظر گرفته شد و فشار گاز تولیدی در زمان‌های دو، چهار، شش، هشت، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بعد از آغاز انکوباسیون با استفاده از فشارسنج کمی قرائت شد. در نهایت به‌منظور تعیین فراسنجه‌های تخمیری یا تولید گاز نمونه‌های سیلاژ غلاف نخودفرنگی از معادله Ørskov & McDonald (1979) استفاده شد. هم‌چنین انرژی قابل متابولیسم، میزان اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر، انرژی خالص شیردهی و ماده آلی قابل هضم به‌ترتیب با استفاده از روابط (۲)، (۳)، (۴) و (۵) محاسبه شدند (Menke & Steinggass, 1988).

رابطه ۲) $ME\ (MJ/kg\ DM) = 2.20 + (0.136 \times GP) + (0.057 \times CP) + (002859 \times CP^2)$

رابطه ۳) $SCFA\ (mmol/g\ DM) = (0.0222 \times GP) - 0.00425$

رابطه ۴) $NEL\ (MJ/kg\ DM) = -0.36 + (0.1149 \times GP) + (0.0054 \times CP) + (0.0139 \times EE) - (0.0054 \times Ash)$

رابطه ۵) $DOM(\%\ DM) = 9.00 + (0.9991 \times GP) + (0.0595 \times CP) + (0.0181 \times Ash)$

که در این رابطه‌ها، GP، میلی‌لیتر گاز تولیدی به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک در طول ۲۴ ساعت انکوباسیون؛ CP، مقدار پروتئین خام (درصد ماده خشک)؛ ME، انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)؛ SCFA، اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر (میلی‌مول بر میلی‌گرم ماده خشک)؛ NEL، انرژی انرژی خالص شیردهی (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)؛ DOM، قابلیت هضم ماده آلی؛ EE، مقدار چربی خام (درصد ماده خشک)؛ وAsh، مقدار خاکستر (درصد ماده خشک) می‌باشد.

در آزمایش پایانی جهت بررسی تأثیر سیلاژ غلاف نخودفرنگی بر عملکرد بره‌های پرواری از ۲۴ رأس بره نر نژاد زندی با میانگین وزنی ۱/۵±۳۳/۵ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. بره‌ها با جیره‌های حاوی ۳۰ درصد علوفه و ۷۰ درصد کنسانتره تغذیه شدند. طول دوره آزمایش ۷۵ روز بود که دو هفته به‌منظور عادت‌پذیری در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (جیره پایه) و سیلاژ غلاف نخودفرنگی (سیلاژ غلاف نخودفرنگی به میزان ۲۰ درصد در جیره پایه جایگزین کامل کاه گندم و ۱۰ درصد یونجه شد) بودند. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول (۱) نشان داده شده است. در طول دوره آزمایش، جیره‌های آزمایشی دو نوبت در روز در ساعات ۷:۰۰ صبح و ۱۷:۰۰ عصر در اختیار بره‌ها قرار گرفتند. بره‌ها در تمام مدت آزمایش در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شده و به‌طور آزاد به آب سالم دسترسی داشتند. باقیمانده خوراک روزانه جمع‌آوری و توزین و میزان خوراک مصرفی به‌صورت روزانه ثبت شد. وزن‌کشی بره‌ها نیز به‌صورت هفتگی برای تعیین افزایش وزن روزانه انجام شد و

ضریب تبدیل خوراک محاسبه گردید. خون‌گیری از بره‌ها در روزهای صفر، ۳۷ و ۷۵ آزمایش حدود دو ساعت پس از مصرف خوراک از سیاهرگ گردنی و با استفاده از لوله‌های بدون ماده ضدانعقاد گرفته شد. نمونه‌های خون به‌سرعت در آزمایشگاه و با ۳۰۰۰ دور به‌مدت ۱۵ دقیقه برای استخراج سرم سانتریفوژ شدند. سپس نمونه‌های سرم در ویال‌های کوچک در فریزر منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا اندازه‌گیری متابولیت‌های خون در آزمایشگاه نگهداری شدند. در پایان غلظت تری‌گلیسرید، گلوکز، نیتروژن اوره‌ای و کلسترول خون با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Autoanalyzer, Hitachi 911, Japan) و توسط کیت‌های تشخیصی اختصاصی (شرکت پارس‌آزمون، تهران، ایران) اندازه‌گیری شدند. در هفته پایانی دوره پروار، به‌مدت چهار روز برای هر تیمار نمونه خوراک و مدفوع دام‌ها برای اندازه‌گیری قابلیت هضم به‌روش خاکستر نامحلول در اسید، برداشته شد و در فریزر منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا پایان دوره آزمایش نگهداری شد. از خاکستر نمونه‌های به‌دست‌آمده به‌عنوان مارکر داخلی برای اندازه‌گیری قابلیت هضم استفاده شد (Goddard & McLean, 2001). در پایان دوره، بره‌ها بعد از ۲۰ ساعت گرسنگی و تعیین وزن بدن ناشتا، کشتار شدند و وزن لاشه، دنبه، چربی احشایی، وزن دستگاه گوارش خالی و پر، قلب، بیضه، کلیه و کبد اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی	
	شاهد	سیلاژ
اجزای جیره (درصد)		
سیلاژ غلاف نخودفرنگی	۰	۲۰
یونجه خشک	۲۰	۱۰
کاه گندم	۱۰	۰
دانه جو	۴۴	۴۴
سبوس گندم	۱۵	۱۵
کنجاله سویا	۱۰	۱۰
مکمل ویتامینی و مواد معدنی*	۰/۳	۰/۳
دی کلسیم فسفات	۰/۵	۰/۵
نمک	۰/۲	۰/۲
ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک)		
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)	۲/۶۲	۲/۸۲
ماده خشک (درصد)	۸۷/۲	۸۹/۵
خاکستر خام (درصد)	۷/۲	۷/۳
پروتئین خام (درصد)	۱۳/۶	۱۳/۶
عصاره اتری (درصد)	۲/۴	۲/۲
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۳۴/۴	۳۵/۴
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۲۲/۴	۲۲/۵
کلسیم (درصد)	۰/۷۰	۰/۸۰
فسفر (درصد)	۰/۵۰	۰/۵۰

* هر کیلوگرم مکمل حاوی ۷۵۰۰۰۰ واحد ویتامین A، ۹۰۰۰۰ واحد ویتامین D3، ۲۵۵۰ واحد ویتامین E، کلسیم ۱۲۰۰۰۰ میلی‌گرم، فسفر ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم، آهن ۴۳۰۰ میلی‌گرم، منگنز ۳۴۰۰ میلی‌گرم، روی ۴۳۰۰ میلی‌گرم، مس ۵۰۰ میلی‌گرم، کبالت ۱۵ میلی‌گرم، ید ۴۰ میلی‌گرم و سلنیوم ۲۴ میلی‌گرم.

داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار آماری SAS (2004) در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شدند. آنالیز داده‌های مربوط به فراسنجه‌های خونی و عملکرد با رویه MIXED model (داده‌های تکرارشده در زمان) (رابطه ۶) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش توکی در سطح ۰/۰۵ انجام گرفت.

رابطه ۶) $Y_{ijk}= \mu+T_i+\sigma_{ij}+tk+(T\times t)_{ik}+\varepsilon_{ij}$

که در این رابطه، Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین کل؛ T_i، اثر تیمار؛ σ_{ij}، خطای تصادفی با میانگین صفر و واریانس؛ tk، اثر زمان نمونه‌گیری؛ $(T\times t)_{ik}$، اثر مقابل زمان و تیمار؛ و ε_{ij}، خطای آزمایشی است.

۴. یافته‌های پژوهش

براساس نتایج تجزیه شیمیایی سیلاژ غلاف نخودفرنگی در آزمایش حاضر، مقدار ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی به‌ترتیب ۲۰/۰±۰/۳۲، ۱۱/۸±۰/۴۸، ۸/۲۳±۱/۰، ۸/۰±۱/۰۷، ۶۲/۰±۴۳/۷۰ و ۲۰/۲±۰/۴۲ درصد و PH برابر ۶/۰۲ تعیین شد. نتایج مربوط به فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژ غلاف نخودفرنگی نشان داد که میزان بخش سریع‌تجزیه (a)، بخش کندتجزیه (b) و نرخ تجزیه‌پذیری (c) به‌ترتیب ۲۴/۷، ۵۸/۳ و پنج درصد می‌باشد. میزان پتانسیل تجزیه‌پذیری هم ۸۲/۹ درصد برآورد گردید. طبق نتایج به‌دست‌آمده از آزمون تولید گاز، حجم گاز تولیدی یا پتانسیل تولید گاز پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون سیلاژ غلاف نخودفرنگی ۵۸/۶ میلی‌لیتر در گرم ماده خشک، و نرخ تولید گاز ۰/۰۵۳ میلی‌لیتر در ساعت تعیین گردید. هم‌چنین مقادیر قابلیت هضم ماده آلی، اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر، انرژی خالص شیردهی و انرژی قابل‌متابولیسم به‌ترتیب ۹۴/۶ درصد، ۱/۸۹ میلی‌مول بر گرم ماده خشک، ۹/۵۱ و ۱۴/۵ مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک برآورد شد.

نتایج مربوط به عملکرد و قابلیت هضم بره‌های پرواری در جدول (۲) ارائه شده است. میانگین افزایش وزن روزانه و وزن پایانی بره‌های تغذیه‌شده با سیلاژ غلاف نخودفرنگی نسبت به تیمار شاهد بیش‌تر بود ($P<0/05$). هم‌چنین ضریب تبدیل خوراک در تیمار سیلاژ تا حدودی بهبود یافته و تمایل به کاهش داشت ($P=0/08$). قابلیت هضم ماده خشک جیره حاوی سیلاژ بالاتر از تیمار شاهد بود ($P<0/05$). با این‌حال، قابلیت هضم سایر مواد مغذی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

جدول ۲. اثر سیلاژ غلاف نخودفرنگی بر مصرف خوراک، عملکرد و قابلیت هضم مواد مغذی در بره‌های پرواری زندی

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی		خطای معیار میانگین‌ها	سطح احتمال معنی‌داری
	شاهد	سیلاژ		
صفات عملکردی				
ماده خشک مصرفی (گرم در روز)	۱۶۵۰/۸	۱۷۰۰/۲	۰/۴۸	۰/۴۸
وزن ابتدایی (کیلوگرم)	۳۴/۳	۳۴/۵	۰/۷۰	۰/۸۷
وزن پایانی (کیلوگرم)	۴۴/۰^{b}	۴۵/۶^{a}	۰/۶۴	۰/۰۵
افزایش وزن روزانه (گرم)	۱۶۱/۴^{b}	۱۸۶/۹^{a}	۰/۴۶	۰/۰۴
ضریب تبدیل خوراک	۱۰/۲	۹/۲	۰/۹۵	۰/۰۸
قابلیت هضم (درصد)				
ماده خشک	۶۸/۳^{b}	۷۵/۲^{a}	۱/۲۴	۰/۰۴
پروتئین خام	۶۴/۱	۶۲/۳	۱/۱۸	۰/۴۲
چربی خام	۵۲/۳	۴۸/۲	۲/۲۱	۰/۶۵
فیبر نامحلول در شوینده خنثی	۵۲/۳	۴۵/۶	۲/۰۵	۰/۸۵
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	۳۶/۲	۳۵/۱	۱/۴۸	۰/۵۸

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ردیف در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است ($P<0/05$).

نتایج مربوط به غلظت فراسنجه‌های خونی بره‌های آزمایشی در جدول (۳) گزارش شده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده به‌جز گلوکز سایر متابولیت‌های خونی بره‌های آزمایشی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مقدار گلوکز خون بره‌های

تغذیه‌شده با جیره حاوی سیلاژ غلاف نخودفرنگی کم‌تر از بره‌های تغذیه‌شده با جیره شاهد بود (P<۰/۰۵). نتایج مربوط به‌ویژهیات لاشه شامل وزن لاشه (بدون دنبه)، چربی احشائی، دنبه، بیضه، کبد، کلیه، قلب، شش و دستگاه گوارش بره‌های پرواری بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد که در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۳. اثر سیلاژ غلاف نخودفرنگی بر فراسنجه‌های خونی در بره‌های پرواری زندی

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی		خطای معیار	سطح احتمال معنی‌داری		
(میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	شاهد	سیلاژ	میانگین‌ها	تیمار	زمان	تیمار در زمان
گلوکز	۷۵/۷^{a}	۶۷/۳^{b}	۱/۱۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۵۸
کلسترول	۴۰/۱	۳۸/۷	۱/۰۸	۰/۴۲	۰/۰۴	۰/۱۸
تری‌گلیسرید	۱۸/۵	۱۹/۳	۰/۷۹	۰/۴۶	۰/۰۷	۰/۳۷
نیتروژن اوره‌ای خون	۲۲/۳	۲۸/۶	۰/۴۸	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۷۲
HDL	۲۱/۵	۲۴/۶	۱/۴۶	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۲۸
LDL	۱۲/۶	۱۰/۵	۰/۵۳	۰/۵۸	۰/۲۴	۰/۱۷

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ردیف در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ٤. تأثیر سیلاژ غلاف نخودفرنگی بر صفات لاشه و وزن اندام‌های داخلی بره‌های پرواری زندی

فراسنجه (کیلوگرم)	تیمارهای آزمایشی		خطای معیار میانگین‌ها	سطح احتمال معنی‌داری
	شاهد	سیلاژ		
وزن لاشه (بدون دنبه)	۱۸/۵	۱۹/۱	۰/۶۸	۰/۴۲
چربی احشایی	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۲۸
دنبه	۳/۱۳	۳/۲۷	۰/۴۸	۰/۵۶
بیضه	۰/۲۴	۰/۳۰	۰/۰۴	۰/۴۳
کبد	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۰۳	۰/۲۴
کلیه	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۱۴
قلب	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۴۵
شش	۰/۴۱	۰/۴۴	۰/۰۲	۰/۶۸
دستگاه گوارش	۴/۰۴	۴/۱۹	۰/۴۸	۰/۷۲

۵. بحث

اگرچه برخی پژوهش‌گران میزان ترکیبات شیمیایی بقایای نخودفرنگی را گزارش نموده‌اند، اما اطلاعات اندکی در رابطه با ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی سیلاژ نخودفرنگی یا سیلاژ غلاف نخودفرنگی در تغذیه نشخوارکنندگان وجود دارد. سیف دواتی و همکاران (۱۳۹۵) میزان ترکیبات شیمیایی غلاف نخودفرنگی شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، ماده آلی، خاکستر، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی را به‌ترتیب ۸۷/۵، ۱۰/۰، ۲/۵، ۷۹/۵، ۸/۰، ۴۰/۳ و ۲۳/۷ درصد گزارش نمودند. در پژوهشی مشابه میزان ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی سیلاژ گیاه کامل نخودفرنگی به‌ترتیب ۳۲/۴، ۹۱/۵، ۱۸/۶، ۲۵/۰ درصد و pH برابر ۴/۱ گزارش شد (Hart *et al*., 2011). در پژوهشی مشابه، میزان ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، خاکستر، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی بقایای نخودفرنگی به‌ترتیب ۹۷/۲، ۹۰/۳، ۸/۵، ۹/۷، ۶۲/۷ و ۴۷/۳ درصد گزارش شده است (Alaei *et al*., 2022). سایر پژوهش‌گران میزان ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری، خاکستر و فیبر خام را در سیلاژ غلاف نخودفرنگی به‌ترتیب ۲۷/۵، ۱۲/۸، ۳/۷، ۶/۵ و ۳۰/۴ و در غلاف سبز نخودفرنگی به‌ترتیب ۱۳/۹، ۲/۱، ۶/۶ و ۲۳/۵ درصد ماده خشک گزارش کرده‌اند (Woodman *et al*., 1994). نتایج پژوهش‌های

پیشین نشان می‌دهد ترکیب شیمیایی سیلاژ نخودفرنگی می‌تواند به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر ارقام کشت شده قرار گیرد. علاوه بر این تفاوت در ترکیب شیمیایی نخودفرنگی می‌تواند به‌واسطه تفاوت در نوع خاک، اقلیم منطقه، نحوه و مرحله برداشت، نوع واریته، و نحوه فرآوری آن متفاوت باشد (Mustafa *et al*., 2002). یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفی pH سیلاژ است که با اندازه‌گیری آن می‌توان به مقدار مناسب اسیدلاکتیک تولیدشده در سیلاژ و کیفیت فرایند تخمیر پی برد. با درنظرگرفتن میزان ماده خشک در سیلاژ نخودفرنگی در پژوهش حاضر مقدار pH در دامنه قابل‌قبولی قرار داشته و می‌توان سیلاژ تهیه‌شده را به لحاظ کیفی مناسب ارزیابی نمود.

تعیین تجزیه‌پذیری مواد خوراکی برای تعیین هضم شکمبه‌ای ماده خشک با استفاده از تکنیک کیسه‌های نایلونی (in *situ*) یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌های ارزیابی مواد خوراکی در تغذیه نشخوارکنندگان است (Stern *et al*., 1997). در همین راستا پژوهش‌گران میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک بقایای گیاه نخودفرنگی در مزرعه را با استفاده از دو بره دارای فیستولای شکمبه‌ای تعیین کردند. میزان بخش سریع‌تجزیه (a)، بخش کندتجزیه (b)، نرخ تجزیه‌پذیری (c) و پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک به‌ترتیب ۳۰/۷، ۴۳/۹، ۱/۶ و ۶۴/۲ درصد برآورد گردید (Bastida Garcia *et al*., 2011). نتایج مشابهی توسط Gasca (1987) بر سیلاژ علوفه نخودفرنگی گزارش شده است و میزان بخش سریع تجزیه، بخش کند تجزیه و نرخ تجزیه‌پذیری کاه نخودفرنگی به‌ترتیب ۳۰، ۵۰/۲ و هشت درصد تعیین گردید که به نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر نزدیک می‌باشد. بدون شک نوع واریته، نوع کشت و تولید گیاه، می‌تواند تفاوت‌های گزارش‌شده را توجیه نماید. علاوه بر این، نحوه ذخیره و نگهداری گیاه به‌صورت خشک‌شده یا سیلوشده می‌تواند پتانسیل تجزیه‌پذیری را تغییر دهد (Gasca, 1987). سایر پژوهش‌گران نشان دادند که اعمال فرآوری شیمیایی بر بقایای نخودفرنگی می‌تواند میزان تجزیه‌پذیری آن در شکمبه را تحت تأثیر قرار دهد، و طبق آزمایش انجام‌شده توسط این گروه بخش a، بخش b، c و پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک بقایای نخودفرنگی به‌ترتیب ۱۱/۷، ۳۹/۵، دو و ۵۱/۲ درصد برآورد گردید (Alaei *et al*., 2022). در همین راستا گروهی از پژوهش‌گران میزان بخش سریع‌تجزیه، بخش کندتجزیه و نرخ تجزیه‌پذیری سیلاژ نخودفرنگی سه رقم Lenca، Carneval و Delta را به‌ترتیب ۴۹/۹، ۳۲/۱ و ۷/۷؛ ۵۴/۴، ۳۲/۸ و ۹/۶؛ ۵۴/۱، ۳۱/۳ و ۸/۵ درصد گزارش کرده‌اند (Mustafa *et al*., 2002). این گروه هم‌چنین نشان دادند که تجزیه‌پذیری سیلاژ نخودفرنگی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم کشت‌شده آن قرار می‌گیرد. داده‌ها در رابطه با خصوصیات تجزیه‌پذیری سیلاژ غلاف نخودفرنگی بسیار محدود می‌باشد. اگر چه پژوهشی که در سال ۲۰۰۰ توسط همین گروه انجام گرفت نشان داد که میزان قابلیت تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین سیلاژ نخودفرنگی در مقایسه با سیلاژ یونجه و جو بیش‌تر است، اما میزان تجزیه‌پذیری پروتئین در پژوهش حاضر تعیین نشد.

استفاده از روش تولید گاز به‌واسطه سادگی روش کار در سال‌های اخیر افزایش یافته است و هم‌چنین به‌خاطر عوامل ایجادکننده خطای کم‌تر، نیاز به تعداد نمونه کم‌تر و تولید اطلاعات اضافی (مانند برآورد قابلیت هضم ظاهری، قابلیت هضم حقیقی و انرژی قابل‌متابولیسم) می تواند تکمیل‌کننده مناسبی برای روش کیسه‌های نایلونی باشد. علاوه بر این، مقدار گاز تولیدشده بیانگر گوارش‌پذیری مواد خوراکی مورداستفاده می‌باشد. استفاده از روش تولید گاز تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی قرار می‌گیرد و فرض بر این است که تغییر در فعالیت میکروبی مایع شکمبه ممکن است روی نرخ تخمیر و استئوکیومتری تخمیر اثر بگذارد (Menke & Steinggass, 1988). اطلاعات در زمینه فراسنجه‌های تولید گاز سیلاژ غلاف نخودفرنگی بسیار اندک می‌باشد. براساس گزارش مشابهی که به‌تازگی منتشر شده است، پتانسیل تولید گاز بقایای نخودفرنگی پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون ۱۸۹/۳ میلی‌لیتر در گرم ماده خشک و نرخ تولید گاز ۰/۰۳۶ میلی‌لیتر در ساعت تعیین شد و هم‌چنین مقادیر اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل‌متابولیسم به‌ترتیب ۰/۴۶ میلی‌مول بر ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک، ۳۳/۷ درصد و ۹/۹۵ مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک برآورد گردید (Alaei *et al*., 2022). سیف دواتی و

همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود نمونه‌های خشک غلاف نخودفرنگی را به‌مدت ۹۶ ساعت در داخل سرنگ‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری مورد انکوباسیون قرار دادند و میزان گاز تولیدی از بخش a و b را به‌ترتیب ۲/۰۸ و ۷۵/۲ میلی‌لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک گزارش کردند. در مطالعه یادشده نرخ تجزیه‌پذیری ۰/۰۸ میلی‌لیتر در ساعت و هم‌چنین مقادیر اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل‌متابولیسم به‌ترتیب ۱/۵۲ میلی‌مول بر ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک، ۸۱/۳ درصد و ۱۲/۲ مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک گزارش شد.

ذکر این نکته دارای اهمیت است که وقتی از روش تولید گاز برای تعیین ویژگی‌های هضمی مواد خوراکی استفاده می‌گردد، فرض می‌شود گاز تولیدشده فقط تحت تأثیر ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکی خوراک قرار می‌گیرد و عوامل دیگر تأثیری بر حجم گاز تولیدی ندارند (Menke & Steinggass, 1988). این در حالی است که تغییر در فعالیت میکروبی مایع شکمبه می‌تواند روی نرخ و وضعیت استوکیومتری تخمیر مؤثر باشد. از جمله عواملی که می‌تواند ماهیت مایع شکمبه و فعالیت میکروبی و در پی آن میزان تخمیر و گاز تولیدی را تحت تأثیر قرار دهد می‌توان به گونه دامی دهنده مایع شکمبه، جیره غذایی دام، روش جمع‌آوری و مدت نگهداری مایع شکمبه اشاره نمود (Blümmel *et al*., 1997). تجزیه دیواره سلولی بیش‌تر توسط فعالیت آنزیمی مایع شکمبه محدود می‌شود تا خصوصیات مشخص دیواره سلولی، به‌طورکلی هنگامی که یک ماده خوراکی با مایع شکمبه دارای بافر در شرایط آزمایشگاهی موردانکوباسیون قرار می‌گیرد، کربوهیدرات‌ها به اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر و به‌طور عمده گازهای دی‌اکسیدکربن و متان تخمیر می‌گردند. تولید گاز حاصل از پروتئین در مقایسه با کربوهیدرات‌ها نسبتاً اندک است و سهم چربی نیز قابل چشم‌پوشی است (Wallace *et al*., 2001). فراسنجه‌های تولید گاز مواد خوراکی مختلف نشان‌دهنده تفاوت در ترکیبات شیمیایی، به‌ویژه کربوهیدرات‌های قابل تخمیر، پروتئین خام، دیواره سلولی و غیره می‌باشد (Gurbuz, 2007). از سوی دیگر، بین فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی با حجم گاز تولیدی همبستگی منفی وجود دارد. هم‌چنین میزان قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل‌متابولیسم با افزایش سطح فیبر دیواره سلولی خوراک‌ها کاهش می‌یابد (Wallace *et al*., 2001). ممکن است وجود ترکیبات فنلی مانند تانن‌ها هم در میزان گاز تولیدی تأثیر داشته باشد، البته مقدار ترکیبات مذکور در پژوهش حاضر اندازه‌گیری نشد.

اگرچه برخی پژوهش‌گران از نخودفرنگی به‌عنوان یک منبع پروتئین جایگزین برای کنجاله سویا و کلزا در جیره گاوهای شیری پرتولید استفاده کرده‌اند (Petit *et al*., 1997; Corbett *et al*., 1995)، اما مطالعات بسیار محدودی اثرات استفاده از بقایای صنعتی نخودفرنگی را به‌صورت خشک‌شده یا سیلاژ بر مصرف خوراک و عملکرد دام موردبررسی قرار داده‌اند. نتایج یک مطالعه نشان داد که جایگزینی ۵۰ درصد از سیلاژ گراس در جیره بره‌های پرواری با سیلاژ نخودفرنگی موجب بهبود میانگین افزایش وزن روزانه گردید (Hart *et al*., 2011). سایر یافته‌ها نشان دادند جایگزین‌نمودن سیلاژ نخودفرنگی با یک کیلوگرم سویا در جیره گاوهای شیری تأثیر منفی بر عملکرد آن‌ها نداشت (Sinclair *et al*., 2009). براساس گزارشی در همین راستا، استفاده از بقایای نخودفرنگی مزرعه در جیره گوسفند در سطوح مختلف و جایگزینی با اقلام خوراکی کاه یولاف، دانه سورگوم و کنجاله سویا مصرف ماده خشک را تحت تأثیر قرار نداد (Bastida Garcia *et al*., 2011). با توجه به این‌که در پژوهش حاضر تفاوت معنی‌داری بین مصرف ماده خشک در بره‌های مصرف‌کننده سیلاژ غلاف نخودفرنگی و گروه شاهد وجود نداشت می‌توان بر خوش‌خوراکی این فرآورده جانبی صحه گذاشت. از سوی دیگر، با توجه به عدم تفاوت در خوراک مصرفی تیمارهای آزمایشی، می‌توان افزایش وزن پایانی و میانگین افزایش وزن روزانه بره‌های مصرف‌کننده سیلاژ را به افزایش قابلیت هضم ماده خشک در جیره حاوی سیلاژ غلاف نخودفرنگی نسبت داد.

قابلیت هضم مواد خوراکی یک عامل اساسی در تعیین ارزش غذایی خوراک است، زیرا ارتباط موجود بین مواد مغذی جیره

و انرژی قابل‌دسترس برای حیوان را منعکس می‌کند. استفاده از سطوح مختلف بقایای نخودفرنگی در جیره بره‌های نژاد Rambouillet اثر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی نداشت (Bastida Garcia, 2011). مقایسه قابلیت هضم ترکیب‌های مختلف کاه گندم و نخودفرنگی در جیره گوسفند نشان داد با گنجاندن مقادیر بیش‌تری از نخودفرنگی در جیره به جای کاه گندم قابلیت هضم مواد مغذی جیره افزایش می‌یابد (Adesogan *et al*., 2002). بنابراین، با توجه به میزان فیبر کم‌تر و قابلیت هضم بیش‌تر فیبر موجود در سیلاژ غلاف نخودفرنگی در مقایسه با کاه گندم در پژوهش حاضر به‌دنبال جایگزینی سیلاژ با کاه گندم، قابلیت هضم ماده خشک افزایش یافت که با توجه به دلایل ذکرشده دور از انتظار نبود. مصرف و قابلیت هضم سیلاژ ترکیبی نخودفرنگی بستگی به مرحله بلوغ گیاه در زمان برداشت دارد و بر مبنای این اصل زمانی که نخودفرنگی در مرحله‌ای از بلوغ در حال پرشدن غلاف می‌باشد را برای تهیه سیلاژ توصیه نمودند (Rondahl *et al*., 2006). در همین راستا Pursley *et al*. (2019) با بررسی اثر مرحله بلوغ در هنگام برداشت علوفه نخودفرنگی بر ماده خشک مصرفی و قابلیت هضم مواد مغذی تلیسه‌های گوشتی اظهار داشتند که مرحله بلوغ نخودفرنگی در زمان برداشت هیچ اثری بر مصرف ماده خشک تلیسه‌ها نداشته و ممکن است قابلیت هضم نشاسته را در کل دستگاه گوارش کاهش دهد بدون این‌که تأثیر منفی بر سایر مواد مغذی داشته باشد. برخی گزارش‌ها نشان می‌دهد که تا سطح ۷۵ درصد می‌توان از علوفه نخودفرنگی در جیره گوسفندان استفاده کرد بدون این که تأثیری بر مصرف خوراک، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی داشته باشد (González García *et al*., 2011). بنا بر گزارش Hart *et al*. (2011)، جایگزین‌نمودن ۵۰ درصد از سیلاژ گراس با سیلاژ نخودفرنگی در جیره بره‌های پرواری موجب افزایش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، انرژی و پروتئین خام شد.

اطلاعات کمی در رابطه با تأثیر سیلاژ بقایای نخودفرنگی بر فراسنجه‌های خونی در دسترس می‌باشد. متابولیت‌های پلاسما در بره‌های تغذیه‌شده با هر کدام از تیمارهای آزمایشی در محدوده طبیعی موردانتظار برای گوسفند قرار داشتند (Kahn, 2005). براساس گزارش پژوهشی مشابه به‌جز افزایش غلظت اوره پلاسما در بره‌هایی که با سیلاژ گیاه کامل نخودفرنگی تغذیه شدند، هیچ‌کدام از متابولیت‌های خونی تحت تأثیر قرار نگرفتند (González García *et al*., 2011). گروهی دیگر از پژوهش‌گران نشان دادند استفاده از غلاف نخودفرنگی در رژیم غذایی گوساله‌های ماده آمیخته در مقایسه با جیره ترکیبی شامل علوفه‌های سبز مرسوم مانند جو سبز، شبدر سبز و خردل سبز بر غلظت متابولیت‌های خون مانند گلوکز، پروتئین کل، تری‌گلیسرید و کلسترول تأثیر معنی‌داری ندارد (Dabral *et al*., 2021).

مطالعات گذشته بیش‌تر بر روی استفاده از نخودفرنگی به‌عنوان یک منبع پروتئین در جیره نشخوارکنندگان تمرکز کرده‌اند، اما پژوهش‌های زیادی در مورد تأثیر سیلاژ بقایای نخودفرنگی بر خصوصیات لاشه دام توسط نگارندگان یافت نشد. جایگزینی جزئی و یا کامل کنجاله سویا با نخودفرنگی به‌عنوان منبع اصلی پروتئین در جیره بره‌های پرواری خصوصیات لاشه و کیفیت گوشت را تحت تأثیر قرار نداد (Lanza *et al*., 2002). در آزمایشی مشابه بر روی بره‌های پرواری، نخودفرنگی در سطوح ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ گرم در کیلوگرم جایگزین ذرت در جیره شد و نتایج نشان داد خصوصیات لاشه بره‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته است (Loe *et al*., 2004). در مجموع نتایج پژوهش‌های فوق بیانگر امکان استفاده از نخودفرنگی به‌عنوان منبع پروتئین یا انرژی و جایگزین‌شونده مناسب برای کنجاله سویا و ذرت می‌باشند. در پژوهشی که پژوهش‌گران در ارتباط با اثر سیلاژ گیاه کامل نخودفرنگی بر روی بره‌های نژاد سافولک انجام دادند ضخامت چربی در بره‌های دریافت‌کننده سیلاژ نخودفرنگی هنگامی‌که در جیره جایگزین سیلاژ گراس شد افزایش یافت که به تأمین میزان انرژی و پروتئین بیش‌تر نسبت داده شد (Hart *et al*., 2011).

۶. نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از سیلاژ غلاف نخودفرنگی تا سطح ۲۰ درصد در جایگزینی با کاه گندم و یونجه می‌تواند باعث بهبود عملکرد بره‌های پرواری شود. بنابراین از آن می‌توان به‌عنوان یک علوفه جایگزین بالقوه و مقرون‌به‌صرفه در تغذیه بره‌های پرواری استفاده نمود.

۷. تشکر و قدردانی

از پرسنل مزرعه طلاچین پارس تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

سیف دواتی، جمال؛ اسلامی، زهرا؛ عبدی بنمار، حسین؛ میرزائی آقچه قشلاق و سید شریفی، رضا (۱۳۹۶). اجزای ترکیبات فنولی غلاف نخود سبز (*Pisum sativum* L.) و اثرات آن‌ها بر قابلیت هضم شکمبه‌ای و تولید گاز تحت شرایط آزمایشگاهی. *پژوهش‌های علوم دامی ایران*، ۹ (۳)، ۲۹۹-۲۸۴.

کاویان، عبدالله؛ عباسی، ابولفضل؛ قره باش، آشور محمد؛ پاسندی، محمد و کمالی، رضا (۱۳۸۴). معرفی ضایعات زراعت نخودفرنگی به‌منظور تغذیه دام (ترکیبات شیمیایی و ضرایب هضمی به‌روش *in Vivo*). دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. تهران، ایران.

References

Adesogan, A. T., Salawu, M. B., & Deaville, E. R. (2002). The effect on voluntary feed intake, in vivo digestibility and nitrogen balance in sheep of feeding grass silage or pea-wheat intercrops differing in pea wheat ratio and maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 96, 161–173. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00336-4.

Alaei, A., Ghanbari, F., Bayat Kouhsar, J., & Farivar, F. (2022). Effects of chemical processing on the nutritional value of green pea (*Pisum sativum*) residues. *Journal of Livestock Science and Technologies*, *10*(1), 41-50. DOI: 10.22103/JLST.2022.19100.1400.

AOAC. (2005). Association of official analytical chemist official methods of analysis, AOAC, Washington, DC. 14th Ed.

Bastida Garcia, J. L., Gonzalez-Ronquillo, M., Dominguez Vara, I. A., Romero-Bernal, J., & Castelan Ortega, O. (2011). Effect of field pea (*Pisum sativum* L.) level on intake, digestion, ruminal fermentation and *in vitro* gas production in sheep fed maintenance diets. *Animal science journal*, *82*(5), 654-662.

Blümmel, M., Makkar, H.P.S., & Becker, K. (1997). In vitro gas production: a technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 77, 24-34. https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1997.tb00734.x.

Corbett, R.R., Okine, E.K., & Goonewardene, L.A. (1995). Effects of feeding peas to high-producing dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 75, 625-629.

Dabral, D., Mondal, B.C., Lata, M., & Kumar, A. (2021). Effect of dietary incorporation of green pea (*Pisum sativum* L.) Pods on body weight gain, nutrient utilization and haemato-biochemical constituents in crossbred female calves. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 9(1), 788-793.

Depeters, E.J., Fadel, J.G., & Arosemena, A. (1997). Digestion kinetics of neutral detergent fiber and chemical composition within some selected by-product feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 67, 127-140. https://doi.org/10.1016/0377-8401(96)01145-5.

Dewhurst, R. J., Evans, R. T., Scollan, N. D., Moorby, J. M., Merry, R. J., & Wilkins. R. J. (2003). Comparison of grass and legume silages for milk production. 2. In vivo and in sacco evaluations of rumen function. *Journal of Dairy Science*, 86, 2612-2621. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73856-9.

Elzebroek, T., & Wind, K. (2008). Guide to cultivated plants. CAB International, Oxford shire, UK. FAO Statistical. 1995. Available at http://www.fao.org/corp/statistics/en. *Faostat*. (2015). 496 pages. retrieved from: http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (September 2014). Retrieved on September 25, 2014 from FAO Website: http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E.

Gasca, P.E.E. (1987). Voluntary ingestion and digestion characterization in the rumen of the pea by-product conserved through ensilage or hay. Master thesis. CIHEAM, Zaragoza, Spain. (In Spanish).

Goddard, J.S., & McLean, E. (2001). Acid insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia, Oreochromis aureus. *Aquaculture*, 194(1), 93-98. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00499-3.

Goelema, J.O., Spreeuwenberg, M.A., Hof, G., Van der Poel, A.F.B., & Tamminga, S. (1998). Effect of pressure toasting on the rumen degradability and intestinal digestibility of whole and broken peas, lupins and faba beans and a mixture of these feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 76, 35-50. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00212-0.

González García, U.A., Ronquillo, M.G., Flores, J.G.E., Bastida García, J.L., Salas, N.P., & Salem, A.Z.M. (2011). Inclusion of field pea hay (*Pisum sativum* L.) and in vitro gas production in diets for growing lambs. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 (2011), 989-997.

Grasser, L. A., Garneit, J., & Depeters, E. J. (1995). Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *Journal of Dairy Science*, 78, 962-971. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76711-X.

Gurbuz, Y. (2007). Determination of nutritive value of leaves of several Vitis vinifera varieties as a source of alternative feedstuff for sheep using in vitro and in situ measurements. *Small Ruminant Research*, 71(1-3), 59-66. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.04.009.

Hart, K. J., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G., & Huntington, J. A. (2011). Effect of whole-crop pea (*Pisum sativum* L.) silages differing in condensed tannin content as a substitute for grass silage and soybean meal on the performance, metabolism, and carcass characteristics of lambs. *Journal of animal science*, 89(11), 3663-3676. DOI: 10.2527/jas.2009-2617.

Kahn, C. M. (2005). The Merck Veterinary Manual. 10th ed. Merck and Co. Inc., Rahway, NJ. Khalil, J, Sawaya, W.N., & Hyder, S.Z. (1986). Nutrient composition of Atriplex leaves grown in Saudi Arabia. *Journal of Range Management Archives*, 39(2), 104-107.

Lanza, M., Bella, M., Priolo, A., & Fasone, A. (2003). Peas (*Pisum sativum* L.) as an alternative protein source in lamb diets: growth performances, and carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, 47, 63-68. https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00244-4.

Loe, E.R.., Bauer, M.L., Lardy, G.P., Caton, J.S., Berg, P.T. (2004). Field pea (*Pisum sativum*) inclusion in corn-based lamb finishing diets. *Small Ruminant Research*, 53, 39-45. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.020.

Kavian, A., Abbasi, A., Gharehbash, A. M., Pasandi, M., & Kamali, R. (2005). Introduction of pea farming waste for livestock feeding (chemical composition and digestibility coefficients by *In vivo* method. *2nd National Conference on the study of agricultural product waste*. Tehran. Iran. (In persian).

Menke, K., & Steinggass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value from chemical analyses and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.

Mustafa, A. F., Seguin, P., Ouellet, D. R., & Adelye, I. (2002). Effects of cultivars on ensiling characteristics, chemical composition, and ruminal degradability of pea silage. *Journal of dairy science*, *85*(12), 3411-3419. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74429-9.

Ørskov, E., & 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.

Petit, H.V., Rioux, R., & Ouellet, D.R. (1997). Milk production and intake of lactating cows fed raw or extruded peas. *Journal of Dairy Science*, 80, 3377-3385. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76313-6.

Pursley, A.A., Biligetu, B., Warkentin, T., Lardner H.A., & Penner G.B. (2019). Effect of stage of maturity at harvest for forage pea (*Pisum sativum* L.) on eating behavior, ruminal fermentation, and digestibility when fed as hay to yearling beef heifers. *Translational Animal Science*, 4(1), 149-158. https://doi.org/10.1093/tas/txz167.

Reed, J.J., Lardy, G.P., Bauer, M.L., Gilbery, T.C., & Caton, J.S. (2004). Effect of field pea level on intake, digestion, microbial efficiency, ruminal fermentation, and in situ disappearance in beef steers fed growing diets. *Journal of Animal Science*, 82, 2123-2130. DOI: 10.2527/2004.8272185x.

Rondahl, T., Bertilsson, J., Lindgren, E., & Martinsson, K. (2006) Effects of stage of maturity and conservation strategy on fermentation, feed intake and digestibility of whole-crop pea-oat silage used in dairy production. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 56, 137-147. http://dx.doi.org/10.1080/09064700701284936.

SAS Institute. (2004). SAS®/STAT Software, Release 9.4. SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA.

Seif Devati, J., Eslami, Z., Abdi Benmar, H., Mirzaei Agje Qashlaq, F., & Seyed Sharifi, R. (2018). Components of phenolic compounds of green pea pods (*Pisum sativum* L.) and their effects on ruminal digestibility and gas production under laboratory conditions. *Iran Animal Science Research*, 9(3), 284-299. (In persian).

Sinclair, L. A., Hart, K. J., Wilkinson, R. G., & Huntington, J. A. (2009). Effects of inclusion of whole-crop pea silages differing in their tannin content on the performance of dairy cows fed high or low protein concentrates. *Livestock Science*, 124, 306 313. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.02.011.

Stern, M.D., Bach, A., & Calsamiglia, S. (1997). Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. *Journal of Animal Science*, 75, 2256-2276. DOI: 10.2527/1997. 582256x.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

Wallace, R. J., Wallace, S. J. A., McKain, N., Nsereko, V. L., & Hartnell, G. F. (2001). Influence of supplementary fibrolytic enzymes on the fermentation of corn and grass silages mixed ruminal microorganisms in vitro. *Journal of Animal Science*, 79(7), 1905-1916. DOI: 10.2527/2001.7971905x.

Wilkins, R. J., & Jones, R. (2000). Review article-Alternative home-grown protein sources for ruminants in the United Kingdom. *Animal Feed Science and Technology*, 85, 23-32. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00140-1.

Woodman, H. E., & Evans, R. E. (1944). The chemical composition and nutritive value of the pea-canning by-products (Green pea pods, pea-pod meal, pea-pod silage and molasses silage from pea haulms with pods). *The Journal of Agricultural Science*, *34*(3), 155-164. https://doi.org/10.1017/S0021859600019870.