Vol 26, No. 2, Summer 2024

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

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

Evaluation of silage characteristics and nutritive value of total mixed ration silage based on fodder beet and its feeding effect on performance of Afshar male lambs

Reza Khodaverdi[1] | Mohammad Hassan Fathi Nasri[2]✉ | Hassan Fazaeli[3] | Seyed Homayon Farhangfar[4]

1. Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: reza.khodaverdi57@birjand.ac.ir
2. Corresponding Authro, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: hfathi@birjand.ac.ir
3. Animal Science Research Institute of Iran, Karaj, Iran. E-mail: fazaeli@areeo.ac.ir
4. Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: hfarhangfar@birjand.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 20 October 2023
Received in revised form
7 June 2024
Accepted 11 June 2024
Published online 14 July 2024

Keywords:
Aerobic stability
Afshar fattening lamb
Fermentation properties
Fodder beet
TMR silage

ABSTRACT

Introduction: The use of agricultural plants resistant to environmental stresses, such as fodder beet, is inevitable in water shortage conditions. Such products have high moisture, which makes it difficult to store them. Total mixed ration (TMR) silage can be a good solution for this problem. This research was carried out in order to evaluate the feasibility of using of using TMR silage containing 25 or 35% of fodder beet (DM basis) in the feeding of fattening lambs by *in vitro* and *in vivo* methods.

Material and Methods: In the *in vitro* experiment, diets containing two levels of fodder beet (25% and 35%, DM basis) were ensiled as TMR silage for 60 days and some important silage fermentation properties were evaluated. In the *in vivo* study, diet containing 25% fodder beet was used in the feeding of fattening lambs in two forms of TMR silage (60-days silage) and TMR for 70 days.

Results and Discussion: The amount of dry matter, crude protein (CP), neutral detergent fiber, acid detergent fiber , water-soluble carbohydrates, crude fat and ash in the whole plant (aerial organ and root) of fodder beet were 17.1, 11.1, 35.9, 19.6, 50.1, 0.59 and 8.1 percent, respectively. Silage fermentation properties and aerobic stability were significantly affected by diet and time ($P<0.05$). Increasing the level of dietary fodder beet, decreased pH and concentrations of CP, true protein and starch of experimental silages. The pH value of silage containing 25% fodder beet on the 15th day and the pH value of silage containing 35% fodder beet on the ninth day of the aerobic stability test compared to the concentration on the first day of reopening suffered aerobic spoilage with an increase of half a unit (4.73 vs. 4.17 and 4.53 vs. 3.94, respectively) which indicates the weaker aerobic stability of silage containing 35% fodder beet. Lambs fed with TMR silage, consumed more ($P<0.05$) dry matter than the control group (1914.7 vs. 1756.9 g/day), and other performance indices did not show significant differences. The concentration of all blood parameters in the experimental lambs was in the normal range, which shows that the lambs did not suffer from metabolic problems or special complications by feeding the experimental diets.

Conclusion: Based on the results obtained from this research, feeding TMR silage containing 25% fodder beet caused better fermentation characteristics and aerobic stability compared to 35% level, and it seems that it can be used for feeding fattening lambs, without any adverse effect on performance and health.

Cite this article: Khodaverdi, R., Fathi Nasri, M. H., Fazaeli, H., & Farhangfar, S. H. (2024). Evaluation of silage characteristics and nutritive value of total mixed ration silage based on fodder beet and its feeding effect on performance of Afshar male lambs. *Journal of Animal Production*, 26 (2), 151-165. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.367029.623765

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.367029.623765

دوره بیست و ششم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

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

ارزیابی خصوصیات سیلویی و ارزش غذایی سیلاژ خوراک مخلوط بر پایه چغندر علوفه‌ای و اثر تغذیه آن بر عملکرد بره‌های نر افشار

رضا خداوردی[۱] | محمد حسن فتحی نسری[۲]✉ | حسن فضائلی[۳] | سید همایون فرهنگ‌فر[۴]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: reza.khodaverdi57@birjand.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: hfathi@birjand.ac.ir

۳. گروه علوم دامی، موسّسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، تهران، ایران. رایانامه: fazaeli@areeo.ac.ir

۴. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: hfarhangfar@birjand.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۲۴

کلیدواژه‌ها:

بره پروار افشاری

پایداری هوازی

چغندر علوفه‌ای

خصوصیات تخمیری

سیلاژ خوراک مخلوط

چکیده

استفاده از گیاهان زراعی مقاوم به خشکی مانند چغندر علوفه‌ای در شرایط کم‌آبی اجتناب‌ناپذیر است. این‌گونه محصولات دارای رطوبت بالایی هستند که نگهداری و ذخیره آن‌ها را دشوار می‌سازد. سیلاژ خوراک مخلوط می‌تواند راهکار مناسبی برای نگهداری این محصولات باشد. این پژوهش به‌منظور امکان‌سنجی استفاده از سیلاژ خوراک مخلوط حاوی چغندر علوفه‌ای حاوی ۲۵ یا ۳۵ درصد ماده خشک در تغذیه بره‌های پرواری به روش‌های برون‌تنی و درون‌تنی انجام شد. به‌منظور ارزیابی خصوصیات سیلویی سیلاژ خوراک مخلوط بر پایه چغندر علوفه‌ای و ارزش غذایی آن، دو جیره بره پرواری، حاوی دو سطح ۲۵ و ۳۵ درصد چغندر علوفه‌ای (برحسب ماده‌ی خشک)، به‌صورت خوراک مخلوط به‌مدت ۶۰ روز سیلو و ارزیابی شد و سپس جیره حاوی سطح ۲۵ درصد چغندر علوفه‌ای به دو شکل سیلاژ خوراک مخلوط (سیلاژ ۶۰ روزه) و جیره کاملاً مخلوط روزانه در دو گروه آزمایشی و در یک دوره ۷۰ روزه، در تغذیه بره‌های پرواری استفاده شد. افزایش سطح چغندر علوفه‌ای سبب کاهش pH، پروتئین خام، پروتئین حقیقی و نشاسته سیلاژهای آزمایشی گردید. بره‌های تغذیه‌شده با سیلاژ خوراک مخلوط نسبت به گروه شاهد، ماده خشک بیش‌تری مصرف کردند و سایر صفات عملکردی تفاوت معنی‌داری نشان نداد. براساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، سیلاژ خوراک مخلوط حاوی ۲۵ درصد چغندر علوفه‌ای (براساس ماده خشک)، از ویژگی‌های تخمیری و پایداری هوازی مطلوب‌تری برخوردار بود و به‌نظر می‌رسد به‌توان بدون این‌که اثر منفی بر عملکرد و سلامت دام داشته باشد، در تغذیه بره‌های نر پرواری از آن استفاده نمود.

استناد: خداوردی، رضا؛ فتحی نسری، محمد حسن؛ فضائلی، حسن و فرهنگ‌فر، سید همایون (۱۴۰۳). ارزیابی خصوصیات سیلویی و ارزش غذایی سیلاژ خوراک مخلوط بر پایه چغندر علوفه‌ای و اثر تغذیه آن بر عملکرد بره‌های نر افشار. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۶ (۲)، ۱۶۵-۱۵۱.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.367029.623765

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

تنش‌های خشکی و کاهش تولید محصولات زراعی، توجه متخصصان تغذیه دام را به منابع جدید علوفه‌ای مقاوم از جمله چغندر علوفه‌ای جلب کرده است. چغندر علوفه‌ای با نام علمی Beta vulgaris subsp.vulgaris L. جزو محصولات علوفه‌ای ریشه‌ای است که شرایط تولید و احتیاجات آب‌وهوایی آن مشابه چغندر قند و عملکرد غده‌ای آن در واحد سطح بیش‌تر از چغندر قند است. عملکرد ماده خشک این گیاه در حدود ۱۵ تا ۲۰ تن در هر هکتار و تولید علوفه تازه آن ۸۰ تا ۱۲۰ تن در هکتار با ماده خشک ۱۲ تا ۱۹ درصد است (Sufi Siavash & Janmohammadi *et al*., 2009). از سویی دیگر، رطوبت بالا در این‌گونه محصولات اصلی کشاورزی و نیز بسیاری دیگر از محصولات جانبی کشاورزی، نگهداری آن‌ها را دشوار می‌سازد.

خوراک کاملاً مخلوط[1] که امروزه در اغلب دامداری‌ها تهیه می‌شود به سبب دارا بودن مواد مغذی و رطوبت مناسب از ماندگاری کمی برخوردار است و به همین سبب لازم است که در طول روز دو یا چند مرتبه و به مقدار موردنیاز در دامداری تهیه و در اختیار دام قرار داده شود. این خود مستلزم مهیابودن دستگاه‌ها و امکاناتی نظیر دستگاه‌های خوراک‌ریز (فیدر) است که برای همه دامداران امکان‌پذیر نیست. امروزه استفاده از سیلاژ خوراک مخلوط[2] به‌عنوان فناوری جدید که تمام مواد خوراکی مرطوب و خشک جیره، به‌طور یک‌جا با هم مخلوط و سپس سیلو می‌شوند، از یک‌سو سبب کاهش هزینه‌های تهیه خوراک و بهبود وضعیت تغذیه در دامداری‌های کوچک و سنتی شده و از سوی دیگر، امکان سیلو کردن محصولات اصلی و فرعی کشاورزی با رطوبت بالا را با حداقل ضایعات ناشی از جاری شدن شیرابه فراهم آورده است (Hasanah *et al*., 2017).

انتظار می‌رود با به‌کارگیری چغندر علوفه‌ای در سیلاژ خوراک مخلوط به‌توان شرایط بهتری را برای نگهداری آن فراهم نمود و جیره غذایی با لیتقابلیت ماندگاری درازمدت‌ی برای تغذیه نشخوارکنندگان تهیه کرد. پژوهش حاضر، با هدف امکان‌سنجی استفاده از سیلاژ خوراک مخلوط حاوی چغندر علوفه‌ای در تغذیه دام به روش‌های برون‌تنی و درون‌تنی اجرا گردید.

۲. پیشینه پژوهش

در پژوهشی که توسط پژوهشگران چینی دانشگاه کشاورزی پکن انجام شد تفاله مالت به نسبت ۴۰ درصد با آرد ذرت، سبوس گندم، کنجاله سویا، کنجاله تخم پنبه، کاه ذرت، علف گندمیان، کاه ارزن، ملاس، دی‌کلسیم فسفات، آهک، مکمل، بی‌کربنات سدیم، اکسید منیزیم و نمک به‌ترتیب با نسبت: ۲۰، پنج، پنج، ۲/۵، ۱۰، شش، پنج، سه، یک، ۰/۴، ۰/۵، ۰/۳، ۰/۱ و ۰/۲ درصد مخلوط و سیلو شد. مخلوط تهیه‌شده حاوی ۵۷/۵ درصد ماده خشک بود. پس از سیلوکردن مخلوط، طی مدت سه روز، میزان pH از شش به چهار کاهش یافت و اسیدلاکتیک طی هفت روز به حدحداکثر خود رسید. وقتی سیلاژ در معرض هوا قرار داده شد، دمای آن نسبت به دمای محیط افزایش نیافت و pH آن نیز تغییر چندانی نشان نداد. درحالی‌که همان خوراک مخلوط به‌صورت سیلو نشده از روز دوم به شدت گرم شده و pH آن نیز افزایش یافت (Wang *et al*., 2012).

ارزش غذایی و ویژگی‌های سیلاژ خوراک مخلوط بر پایه ذرت علوفه‌ای، با تیمارهای آزمایشی شامل شاهد، سیلاژ ذرت تنها و جیره کاملاً مخلوط متشکل از به‌ترتیب ۲۰، نه، ۳۴، ۱۳، ۱۱و ۱۳ درصد ماده خشک، ذرت علوفه‌ای، یونجه

1. Total mixed ration (TMR)
2. Total mixed ration silage

خشک، آرد ذرت، پوسته سویا، پوسته آفتابگردان و دانه کتان به‌مدت ۷۵ روز بررسی گردید (Bretschneider *et al.*, 2015). میزان pH در سیلاژ ذرت ۳/۸۱ در مقابل سیلاژ خوراک مخلوط ۴/۳۸ و نیز مقادیر ماده خشک (۳۶/۵ در برابر ۶۴/۲ درصد)، پروتئین خام (۹/۸ در برابر۱۸/۱ درصد) و انرژی قابل سوخت‌وساز (۲/۵ در برابر ۲/۸ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) نیز در آن، پایین‌تر گزارش گردید. در هر دو تیمار مقدار NDF در حین ذخیره‌سازی کاهش یافت.

در برخی پژوهش‌های انجام‌شده، ارزش غذایی برگ، ریشه و بوته کامل چغندر علوفه‌ای و هم‌چنین، سیلاژ آن بررسی شده است که نتایج نشان داده است، بهترین عملکرد از نظر غذایی زمانی، حاصل خواهد شد که بوته کامل چغندر علوفه‌ای مورداستفاده قرار گیرد. سیلاژ بوته کامل چغندر علوفه‌ای به‌دلیل خوشخوراکی و ارزش غذایی مناسب، بهترین حالت در بین تیمارها گزارش شد (Rostami Senobari, 2014).

در یک مطالعه، اثر تغذیه سطوح مختلف غده چغندر علوفه‌ای در جایگزینی با کنسانتره بر عملکرد بزهای شیری طی دو آزمایش، بررسی گردید. در آزمایش اول، جیره شاهد شامل کنسانتره و کاه برنج و تیمارهای آزمایشی در سطوح ۳۵، ۵۰ و ۶۵ درصد چغندر علوفه‌ای با کنسانتره جایگزین شد. هم‌چنین، از جیره سطح ۵۰ درصد چغندر علوفه‌ای که بیش‌ترین ارزش غذایی و کم‌ترین اثرات منفی را در آزمایش اول نشان داده بود به‌همراه جیره شاهد در تغذیه بزهای شیری استفاده شد. لیتقابلیت هضم پروتئین و فیبر خام با افزایش سطح چغندر علوفه‌ای کاهش معنی‌داری را نشان داد. بزها و میش‌های شیری، تیمار چغندر علوفه‌ای نسبت به شاهد به‌ترتیب ۱۲/۰۹ و ۲۴/۳۸ درصد، شیر بیش‌تری تولید کردند (Musa *et al.*, 2011).

۳. روش‌شناسی پژوهش

چغندر علوفه‌ای رقم جریمینو در خردادماه ۱۴۰۰ کشت آن انجام شد و پس از ۱۱۰ روز داشت، در دهم مهرماه به‌وسیله کمباین چغندرکن و بدون استفاده از سرزن از مزارع گرجی شهرستان شاهرود به‌صورت کامل (طوقه و غده) برداشت و آلایش گل و خاک آن تا حد امکان به‌صورت دستی برطرف گردید. با درنظر گرفتن میزان ماده خشک مناسب در تهیه سیلاژ خوراک مخلوط (Fazaeli, 2021) دو جیره غذایی حاوی دو سطح ۲۵ و ۳۵ درصد چغندر علوفه‌ای (براساس ماده خشک) مناسب برای تأمین احتیاجات غذایی بره‌های نر پرواری نژاد افشاری (با میانگین وزن تقریبی ۳۵ کیلوگرم) با نرم‌افزار جیره‌نویسی SRNS (نسخه 1.9.6290) تنظیم گردید (Cannas *et al.*, 2007) تا پس از انجام آزمایش‌های اولیه، سطح مناسب برای آزمایش دوم تعیین و در تغذیه بره‌های پرواری استفاده شود (جدول ۱). بخشی از چغندر علوفه‌ای تهیه‌شده، خرد و جهت تعیین ترکیب شیمیایی و آزمایش‌های برون‌تنی به آزمایشگاه ارسال گردید و ماده خشک، خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، پروتئین خام و چربی خام و کربوهیدرات محلول در آب نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (AOAC, 2002). بخش دیگر به‌همراه کلیه مواد خوراکی مربوط به دو جیره آزمایشی (حاوی ۲۵ و ۳۵ درصد ماده خشک، چغندر علوفه‌ای)، مخلوط و در نایلون‌هایی با گنجایش ۲۰ کیلوگرم با در نظر گرفتن چهار تکرار (در مجموع ۴۰ نایلون (دو جیره× چهار تکرار× پنج روز نمونه‌برداری)) به‌منظور نمونه‌برداری در روزهای صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰، به‌مدت ۶۰ روز در دمای محیط سیلو شد.

۳. ۱. تعیین ترکیب شیمیایی و کیفیت سیلاژ

نمونه‌برداری از سیلاژها در روزهای صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ انجام و ماده خشک و خاکستر خام (Miron *et al.*, 2007)، نیتروژن آمونیاکی (Broderick *et al.*, 1980)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، پروتئین خام، چربی خام،

کربوهیدرات‌های محلول در آب، نشاسته و نیتروژن آمونیاکی و نیتروژن غیر پروتئینی (AOAC, 2002) و غلظت اسید لاکتیک و اسید استیک (Yuan *et al*., 2015) نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای شمارش لاکتو باسیل‌ها تقریباً ۱۰ گرم از نمونه سیلاژ با ۹۰ میلی‌لیتر محلول نمکی استریل‌شده (۸/۵ گرم در لیتر) مخلوط شد و به‌طور متوالی از $۱۰^{-۱}$ تا $۱۰^{-۵}$ در آب استریل رقیق شد. سپس سه رقت $۱۰^{-۱}$، $۱۰^{-۳}$ و $۱۰^{-۵}$ گرفته شد و برای کشت، روی پلت‌های لاکتو باسیل پوشش داده شد. با مشاهده شکل ظاهری و مورفولوژی کلنی‌ها بر روی محیط جامد، یک کلنی منفرد با ظاهر متفاوت انتخاب و هر کلنی دو بار جدا و خالص شد. کلنی‌های خالص‌شده روی محیط جامد لاکتوباسیل در دمای ثابت ۳۷ درجه سانتی‌گراد و شرایط بی‌هوازی و به‌مدت ۲۴ ساعت کشت داده شد و سپس با رنگ آمیزی گرم و فعالیت کاتالیز شناسایی شد. در نهایت لاکتوباسیل‌ها شناسایی‌شده به محیط حاوی مواد مغذی مایع و گلیسیرین استریل اضافه شده و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Peng *et al*., 2021). در پایان روز ۶۰ پس از سیلو، از هر کدام از جیره‌ها، چهار کیسه بازگشایی و جهت اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی و خصوصیات تخمیر، نمونه‌برداری شده و باقی‌مانده آن برای آزمون پایداری هوازی استفاده شد و افزایش pH بیش‌تر از ۰/۵ واحد نسبت به pH اولیه به‌عنوان فساد هوازی در نظر گرفته شد (Zhang *et al*., 2020).

۳. ۲. جیره‌ها و حیوانات آزمایشی

بخشی از چغندر علوفه‌ای برداشت‌شده جهت استفاده روزانه در جیره کاملاً مخلوط دوره آزمایشی، در سردخانه و در دمای ۱- درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰-۹۵ درصد (English *et al*., 2020) ذخیره‌سازی گردید و بخش دیگر از جیره‌های تهیه‌شده در آزمایش اول براساس نیاز مصرف بره‌های پرواری در کل دوره آزمایش با درنظرگرفتن ۱۵ سانتی‌متر برداشت روزانه از سطح مقطع سیلو در سیلوهای خندقی آزمایشی با عرض ۱/۵ متر، طول ۱۸ متر و ارتفاع یک متر به‌مدت دو ماه نگهداری و سپس در طی دوره آزمایشی ۷۰ روزه در تغذیه بره‌های پرواری استفاده شد. در دی‌ماه سال ۱۴۰۱ تعداد ۲۴ رأس بره نر پاییزه نژاد افشاری با سن سه تا چهار ماهگی و میانگین وزن ۶/۲۰±۳۲/۲ از گلّه صنعتی شاهکوی استان گلستان تهیه و به یک دامداری صنعتی در شهرستان شاهرود منتقل و به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ رأسی (شش قفس دو رأسی در هر گروه) تقسیم و پس از دو هفته دوره سازگاری وارد دوره آزمایشی (۷۰ روز) شده و با جیره‌های آزمایشی دو بار در روز به‌صورت مصرف اختیاری تغذیه شدند.

با توجه به نتایج مطلوب‌تر جیره حاوی ۲۵ درصد چغندر علوفه‌ای (برحسب ماده خشک) در آزمایش اول، از این جیره برای تغذیه بره‌ها در آزمایش دوم استفاده شد. جیره دو گروه از نظر اقلام تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی یکسان بود با این تفاوت که کلیه اقلام خوراکی جیره گروه اول، روزانه به شکل کاملاً مخلوط تهیه و استفاده می‌شد، درحالی‌که برای گروه دوم، کلیه اقلام خوراکی ۶۰ روز قبل به‌صورت سیلاژ خوراک مخلوط در سیلوی خندقی آزمایشی سیلو شد و در روزهای دوره آزمایش، برداشت و به مصرف دام می‌رسید. مقدار خوراک مصرفی به‌صورت روزانه تعیین و بره‌ها قبل از شروع آزمایش و سپس هر دو هفته یک‌بار وزن‌کشی شدند. نمونه خون سه ساعت پس از مصرف خوراک صبح و از ورید گردن بره‌ها در روزهای ۳۵ و ۷۰ دوره پروار، با استفاده از لوله‌های خونگیری (ونوجکت) گرفته شد. نمونه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه با سرعت rpm ۲۰۰۰ سانتریفیوژ شدند و پلاسمای آن‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شده و سپس غلظت آلکالین فسفاتاز، کلسترول، کراتینین، گلوکز، لیپوپروتئین با دانسیته بالا، لیپوپروتئین با دانسیته پایین، گلوتامیک اگزالواستیک ترانس‌آمیناز، گلوتامیک- پیرویک ترانس آمیناز و تری‌گلیسرید با دستگاه اتوآنالایزر (مدل بایر RA1000، امریکا) و کیت‌های مخصوص (شرکت پارس‌آزمون، ایران) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی[۱]

	درصد (ماده خشک)	
	جیره یک	**جیره دو**
اجزای جیره		
چغندر علوفه‌ای[۲]	۲۴/۷۰	۳۴/۹۱
یونجه	۱۲/۶۷	۱۰/۲۹
کاه گندم	۸/۸۷	۹/۳۵
دانه جو	۲۸/۵۰	۲۱/۲۰
کنجاله سویا	۶/۳۳	۶/۸۶
سبوس گندم	۱۵/۸۳	۱۴/۳۴
کربنات کلسیم	۰/۶۷	۰/۷۵
مکمل معدنی- ویتامینی[۳]	۱/۸۵	۱/۵۶
نمک	۰/۶۷	۰/۷۵
ترکیب شیمیایی (درصد)		
ماده خشک	۵۰/۱۲± ۲/۸۰	۴۳/۹۷± ۲/۹۱
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)	۲/۵۰	۲/۵۱
پروتئین خام	۱۳/۸۱± ۱/۳۶	۱۳/۵۶± ۱/۱۷
خاکستر خام	۹/۳۰± ۱/۱۰	۱۰/۰۰± ۱/۳۹
فیبر نامحلول در شوینده خنثی	۳۰/۲۱± ۱/۷۲	۲۹/۲۹± ۱/۵۳
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	۲۷/۱± ۱/۳۹	۲۷/۳۲± ۱/۲۲
کربوهیدرات غیر فیبری	۴۶/۴۳± ۲/۱۳	۴۷/۴۱± ۲/۴۱
کلسیم	۰/۶۸± ۰/۱۱۰	۰/۶۹± ۰/۱۰۱
فسفر	۰/۴۷± ۰/۰۸۰	۰/۴۶± ۰/۰۶۱

۱. جیره ۱ و ۲ به‌ترتیب حاوی ۲۵ و ۳۵ درصد چغندر علوفه‌ای (برحسب ماده خشک).

۲. کل اجزای گیاه (غده و اندام هوایی).

۳. هر کیلوگرم مکمل برحسب ماده خشک حاوی: ۹۹/۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۱۰۰۰ میلی‌گرم گوگرد، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۸۴/۷ میلی‌گرم روی، ۱۰ میلی‌گرم مس، ۱ میلی‌گرم ید، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E.

۳. ۳. تجزیه آماری داده‌ها

داده‌های مربوط به ترکیب شیمیایی و پایداری هوازی سیلاژ، تحت آنالیز واریانس دو طرفه با اثرات ثابت زمان و اثر متقابل زمان و جیره قرار گرفت و داده‌های عملکردی در دام‌های آزمایشی با استفاده از رویّه MIXED (داده‌های تکرارشده در زمان) (رابطه ۱) نرم‌افزار آماری SAS (ویرایش ۹/۱) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

رابطه ۱) $Y_{ijk}=\mu+\tau_i+\delta_{ij}+tk+(\tau\times t)_{ik}+\varepsilon_{ijk}$

که در این رابطه: Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین کل؛ τ_i، اثر i اُمین جیره؛ δ_{ij}، خطای تصادفی با میانگین صفر و واریانس؛ tk، اثر k اُمین روز؛ $(\tau \times t)_{ik}$)، اثر متقابل بین i امین جیره و k اُمین روز و ε_{ijk}، خطای آزمایشی است.

۴. نتایج و بحث

۴. ۱. ترکیب شیمیایی و خصوصیات تخمیری سیلاژهای آزمایشی

درصد ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و خاکستر خام گیاه کامل چغندر علوفه‌ای در این پژوهش به‌ترتیب ۱۷/۱، ۱۱/۱، ۰/۵۹، ۳۵/۹، ۱۹/۶ و ۸/۱ درصد بود (جدول ۲) که این مقادیر در مطالعات مختلف به‌ترتیب در دامنه ۲۰-۱۷، ۱۴-۱۰، ۰/۶-۰/۲، ۵۰-۳۵، ۱۹-۱۴ و ۱۸-۴ درصد گزارش شده است (Shakeri, 2021; Karimi *et al*., 2020). اختلافات بین گزارش‌ها به عوامل متعددی نظیر واریته، وضعیت داشت و کودهای مصرفی، وضعیت برداشت و میزان آلودگی به خاک مزرعه بستگی دارد (Rostami Senobari, 2014).

جدول۲. ترکیب شیمیایی بخش‌های مختلف چغندر علوفه‌ای مورداستفاده در آزمایش (درصد ماده خشک)

اندام	ماده خشک	پروتئین خام	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	کربوهیدرات محلول در آب	چربی خام	خاکستر خام
اندام هوایی	۱۵/۴± ۱/۲۱	۱۹/۳± ۱/۴۲	۳۴/۵±۱/۳۲	۱۶/۲± ۱/۶۱	۱۲/۱± ۱/۹۰	۰/۴۶±۰/۱۰	۷/۳± ۱/۰۰
غده	۱۸/۷± ۱/۵۰	۸/۳± ۱/۱۱	۴۰/۴±۲/۰۰	۱۹/۷± ۱/۴۰	۵۷/۱±۳/۵۰	۰/۶۴±۰/۱۳	۸/۳± ۱/۲۱
گیاه کامل (غده و اندام هوایی)	۱۷/۱± ۱/۶۱	۱۱/۱± ۱/۱۰	۳۵/۹±۱/۷۱	۱۹/۶± ۱/۴۰	۵۰/۱±۲/۲۱	۰/۵۹±۰/۲۳	۸/۱± ۱/۲۰

مقادیر pH سیلاژهای آزمایشی در دامنه طبیعی یک سیلاژ با کیفیت قرار گرفت (جدول ۳). مقدار pH، یک شاخص مهم برای ارزیابی کیفیت سیلاژ است و در واقع نشان‌دهنده تغییراتی است که در فرایند تهیه سیلو رخ داده و نیز ساده‌ترین آزمون برای پیش‌بینی کیفیت سیلاژ است. پژوهش‌ها نشان داده است میزان pH در یک سیلاژ با کیفیت مطلوب باید بین ۳/۸ تا ۴/۵ باشد و کاهش سریع آن باعث کاهش تجزیه پروتئین به‌دلیل غیرفعال‌شدن پروتئازهای گیاهی می‌شود (Fazaeli, 2021).

افزایش سطح چغندر علوفه‌ای در سیلاژ خوراک مخلوط، سبب کاهش میزان pH ($p<۰/۰۵$) و افزایش غلظت اسید لاکتیک و کاهش اسید استیک گردید. ازآنجایی‌که میزان کربوهیدرات محلول در آب گیاه کامل چغندر علوفه‌ای در این پژوهش ۵۰/۱۰ درصد ماده خشک بود، بدون نیاز به افزودنی، تخمیر مناسبی را در سیلاژها ایجاد نمود (Barnes *et al*., 2003). میزان بالاتر کربوهیدرات محلول در سیلاژ حاوی سطح ۳۵ درصد چغندر علوفه‌ای، نسبت به سیلاژ حاوی سطح ۲۵ درصد (۱۶/۹ درصد در مقابل ۹/۷ درصد ماده خشک) کاهش بیش‌تر pH در سطح ۳۵ درصد را تأیید می‌کند.

میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در روزهای پس از سیلوکردن کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). مقادیر این دو فراسنجه از دیگر صفات مهم کیفی سیلاژ به‌شمار می‌آید. مطالعات نشان داده است که نوع گیاه، غلظت مواد شیمیایی و وضعیت سیلوکردن بر ویژگی‌های شیمیایی سیلو مؤثر است (Muck *et al*., 2018). در مطالعه‌ای که بر روی سیلاژ تفاله کدو و چغندر قند انجام شد، غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی روند کاهشی داشت که دلیل آن، محتوای قند و پکتین بالای این اقلام اعلام شد (Kilic & Saricicek, 2010). این روند باعث افزایش فعالیت باکتری‌های تخمیرکننده و سرعت تخمیر مواد سیلویی شد، بدون آن‌که افزودنی و آنزیم خاصی به آن‌ها اضافه شده باشد.

میزان نشاسته سیلاژهای آزمایشی (جدول ۳) در روزهای پس از تهیه سیلو نسبت به روز صفر، کاهش یافت ($p<۰/۰۵$) به‌طوری‌که این کاهش در سیلاژ خوراک مخلوط حاوی ۳۵ درصد ماده خشک چغندر علوفه‌ای بیش‌تر بود (۲/۶۷ در مقابل ۲/۰۱ درصد). در مطالعه مشابه که بر روی سیلاژ خوراک مخلوط حاوی یونجه و علوفه گرامینه چینی انجام شد، میزان نشاسته در مدت ۵۶ روز سیلو از ۲۰/۵ به ۱۷/۱ درصد کاهش یافت. کاهش مقدار نشاسته در سیلاژ

خوراک مخلوط حاوی بلغور ذرت و برنج قهوه‌ای که به‌مدت هفت ماه سیلو شدند، حدود ۲۲/۸ درصد گزارش شده است و این در حالی بود که این میزان کاهش مشابه با مقدار کاهش نشاسته در همان خوراک‌ها بود که به‌طور روزانه تهیه و مصرف می‌شد (Ning *et al*., 2017). همزمان با کاهش میزان نشاسته سیلاژ خوراک مخلوط، لیتقابلیت هضم نشاسته، به‌ویژه در غلاتی که در اندوسپرم آن‌ها مقدار زیادی پرولامین وجود دارد، افزایش می‌یابد. اگر چه میزان هضم‌پذیری نشاسته در این آزمایش مورد بررسی قرار نگرفت، اما مطالعات نشان داده است که طی فرایند سیلوشدن، بخش سریع‌تجزیه و تجزیه‌پذیری مؤثر نشاسته افزایش می‌یابد که این اثر به پروتئولیز و نفوذ آب در ذرات نشاسته و متورم‌شدن آن‌ها در فرایند سیلو نسبت داده شده است.

در واقع، پرولامین، پروتئینی آب‌گریز است که اطراف نشاسته را فرا گرفته و هضم را با محدودیت مواجه می‌سازد. فعالیت آنزیم‌های پروتئازی در سیلاژ سبب کاهش تراکم پرولامین‌ها و در پی آن بهبود هضم نشاسته می‌گردد (Fazaeli, 2021). در یک مطالعه، فرایند تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده نشاسته توسط میکروارگانیسم‌ها در سیلاژ خوراک مخلوط موردبررسی قرار گرفته است که نتایج آن نشان داد که فعالیت آنزیم آمیلاز در سیلاژهای آزمایشی در روز اول، ۱۰۰ واحد در میلی‌لیتر بود و با یک روند کاهشی شدید پس از گذشت یک هفته به ۴۰ واحد و پس از ۱۴ روز به حدود ۳۰ واحد رسید (Ning *et al*., 2017). اگرچه در مطالعه حاضر فعالیت این آنزیم‌ها موردبررسی قرار نگرفت، اما با بررسی روند کاهشی میزان نشاسته سیلاژهای آزمایشی (جدول ۳)، روند کاهشی شدید نشاسته تا روز ۳۰ پس از تهیه سیلو و کاهش ملایم بعد از روز سی‌ام را می‌توان ناشی از کاهش فعالیت همین آنزیم دانست.

در حالت کلی و براساس نتایج مطالعات مختلف می‌توان گفت، میزان تجزیه نشاسته در سیلاژ بسته به نوع منبع نشاسته‌ای متفاوت است و آن دسته از منابع نشاسته که دارای تجزیه‌پذیری بیش‌تری در شکمبه هستند، طی فرایند تخمیر در سیلاژ نیز ممکن است بخشی از نشاسته آن‌ها هیدرولیزشده به مونو و اولیگوساکارید تبدیل شود. میزان پروتئین خام سیلاژهای آزمایشی در روزهای پس از تهیه سیلو افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). طی فرایند تخمیر در سیلاژ علوفه و مواد خوراکی، بخشی از پروتئین حقیقی به نیتروژن غیرپروتئینی تجزیه می‌شود که در بسیاری از شرایط غیرقابل کنترل است (Fazaeli, 2021) . عامل اصلی این تغییرات مربوط به آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین در علوفه است و تجزیه میکروبی نقش چندانی در این مورد ندارد. از همان زمان برداشت و خردکردن علوفه‌های سیلویی، آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین موجود در شیرابه گیاهی فعال شده و به فرایند تجزیه پروتئین می‌پردازند که میزان و شدت این فعالیت برای گیاهان مختلف متفاوت خواهد بود و این فعالیت تحت اثر pH قرار می‌گیرد (Mckersie & Buchanan, 1982).

مطالعات نشان داده است که برخی از میکروارگانیسم‌ها نیز توان تولید این‌گونه آنزیم‌ها را دارند و تا زمان تثبیت شرایط در سیلاژ می‌توانند تا حدودی سبب تجزیه پروتئین در سیلو شوند. تجزیه پروتئین در این شرایط باعث تبدیل بخشی از پروتئین به اولیگوپپتیدها، اسیدهای آمینه آزاد و آمونیاک و در کل، شکل‌های مختلفی از نیتروژن‌های غیرپروتئینی می‌شود (فضائلی، ۱۴۰۰). در حالت کلی می‌توان گفت، حدود تجزیه پروتئین در سیلاژ، تحت تأثیر عواملی چون تغییرات و فعالیت آنزیم‌ها و میکروارگانیسم‌ها، رطوبت سیلاژ، میزان pH، درجه حرارت، نوع مواد خوراکی سیلو شده، میزان پروتئین و نیز مدت زمان سیلوشدن قرار می‌گیرد، اما بیش‌ترین تجزیه پروتئین‌های سیلاژ در همان هفته اول پس از تهیه سیلوکردن اتفاق می‌افتد (فضائلی، ۱۴۰۰). به‌طور مثال، تقریباً نیمی از پروتئین در سیلاژ علوفه یونجه در طی سیلوکردن به نیتروژن غیر پروتئینی تبدیل می‌شود. نیتروژن آمونیاکی موجود در سیلاژ، محصول فعالیت باکتری‌های غیرمفید نظیر کلستریدیاها بوده و بیانگر سطح تخریب و مصرف پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه موجود در سیلو است که این تغییر، طی چند روز اول پس از سیلوشدن اتفاق می‌افتد.

با توجه به این‌که سیلاژ خوراک مخلوط معمولاً دارای ماده خشک بالایی است (۴۰ تا ۶۰ درصد)، بنابراین تجزیه پروتئین در آن محدود است (Bueno *et al.*, 2019). میزان نیتروژن آمونیاکی در آزمایش حاضر، در سیلاژ سطح ۲۵ درصد به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از تیمار ۳۵ درصد بود (۸/۰۵ در مقابل ۸/۷۷ درصد) که در روزهای پس از سیلوشدن افزایش معنی‌داری را نشان داد. این تغییرات می‌تواند ناشی از جمعیت بیش‌تر لاکتوباسیل‌ها در این سطح بوده و با کاهش سریع‌تر pH، فعالیت میکروارگانیسم‌های هوازی نامطلوب و نیز آنزیم‌های گیاهی موجود را محدود ساخته و توانسته است از تخریب بیش‌تر پروتئین‌ها ممانعت کند.

جدول۳. ویژگی‌های شیمیایی سیلاژ خوراک مخلوط حاوی دو سطح چغندر علوفه‌ای (۲۵ و ۳۵ درصد) در زمان‌های مختلف سپری شده از سیلوکردن (روزهای صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰)

فراسنجه	اثر جیره (درصد)		خطای میانگین‌ها	اثر زمان					خطای معیار میانگین‌ها	سطح معنی‌داری		
	۲۵	۳۵		صفر	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰		جیره	زمان	جیره× زمان
pH	۴/۵۴^{a}	۴/۳۵^{b}	۰/۰۱۲	۶/۰۷^{a}	۴/۱۰^{b}	۴/۰۶^{bc}	۳/۹۹^{cd}	۳/۹۸^{d}	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
DM (درصد)	۴۹/۸۷^{a}	۴۱/۸۸^{b}	۰/۰۹۳	۴۱/۲۹^{c}	۴۷/۲۲^{a}	۴۵/۷۹^{b}	۴۷/۴۰^{a}	۴۷/۶۷^{a}	۰/۱۴۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲
CP (درصد ماده خشک)	۱۴/۵۳^{a}	۱۳/۶۱^{b}	۰/۰۵۰	۱۳/۲۱^{d}	۱۳/۴۲^{d}	۱۳/۸۰^{c}	۱۴/۵۲^{b}	۱۵/۳۹^{a}	۰/۰۷۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲۳
TP (درصد ماده خشک)	۶/۴۷^{a}	۵/۱۳^{b}	۰/۰۵۰	۴/۸۷^{c}	۵/۱۲^{c}	۵/۵۷^{b}	۶/۶۶^{a}	۶/۷۹^{a}	۰/۰۷۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
NDF (درصد ماده خشک)	۳۱/۵۰	۳۱/۶۶	۰/۰۶۳	۳۲/۷۲^{a}	۳۲/۲۶^{b}	۳۱/۱۱^{d}	۳۱/۴۵^{c}	۳۰/۳۶^{e}	۰/۰۶۶	۰/۱۲۲۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
ADF (درصد ماده خشک)	۲۷/۷۳	۲۷/۷۹	۰/۰۹۹	۲۸/۳۰^{a}	۲۸/۰۲^{ab}	۲۷/۷۴^{b}	۲۷/۴۲^{c}	۲۷/۳۴^{c}	۰/۱۲۳	۰/۶۹۳۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
NPN (درصد ماده خشک)	۸/۰۵^{b}	۸/۷۷^{a}	۰/۰۰۷	۸/۳۴^{b}	۸/۳۰^{bc}	۸/۲۲^{c}	۷/۸۶^{d}	۸/۵۹^{a}	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
WSC (درصد ماده خشک)	۹/۷^{b}	۱۶/۹^{a}	۰/۱۰۲	۱۴/۷۵^{a}	۱۴/۰۹^{ab}	۱۳/۴۳^{b}	۱۲/۴۹^{c}	۱۲/۰۱^{c}	۰/۱۷۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲
EE (درصد ماده خشک)	۲/۰۳^{a}	۱/۸۴^{b}	۰/۰۱۴	۱/۹۷	۱/۹۴	۱/۹۵	۱/۹۴	۱/۸۹	۰/۰۲۴	۰/۰۰۰۱	۰/۲۷۸۶	۰/۵۱۰۸
Starch(درصد ماده خشک)	۲۴/۰۳^{a}	۲۲/۵۴^{b}	۰/۰۲۹۰	۲۳/۹۸^{a}	۲۳/۶۸^{b}	۲۳/۳۴^{c}	۲۲/۸۵^{d}	۲۲/۵۸^{d}	۰/۰۵۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
Ash (درصد ماده خشک)	۷/۵۰^{b}	۸/۴۱^{a}	۰/۰۸۷	۸/۰۴	۷/۷۹	۸/۰۰	۷/۹۷	۷/۹۷	۰/۱۰۱	۰/۰۰۰۳	۰/۱۹۴۱	۰/۲۰۹۷
LA[1]	۴/۷۰^{b}	۵/۲۷^{a}	۰/۰۳۰	۰/۷۱^{c}	۶/۱۷^{a}	۵/۶۸^{b}	۶/۱۳^{a}	۶/۱۶^{a}	۰/۰۲۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
AA[2]	۱/۵۵^{a}	۱/۵۱^{b}	۰/۰۱۰	۰/۶۷^{e}	۱/۴۸^{d}	۱/۷۷^{b}	۱/۷۰^{c}	۲/۰۲^{a}	۰/۰۱۶	۰/۰۳۹۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
LB[3]	۴۱۸۶۵^{a}	۲۳۰۸۷^{b}	۲۹۳/۶۳	۱۰۹۵۶^{e}	۱۳۴۶۳^{d}	۱۶۱۷۵^{c}	۲۴۴۰۰^{b}	۹۷۳۸۷^{a}	۲۹۹/۷۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

CP: پروتئین خام، TP: پروتئین حقیقی، NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ADF: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، NPN: نیتروژن غیر پروتئینی، WSC: کربوهیدرات محلول در آب، EE: عصاره اتری، Starch: نشاسته و Ash: خاکستر خام.

۱. اسیدلاکتیک، ۲. اسید استیک، ۳. لاکتوباسیل (cfu/mg)

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

۴. ۲. پایداری هوازی سیلاژهای آزمایشی خوراک مخلوط

نظارت بر پویایی یک محصول تخمیری و ارزیابی پایداری هوازی آن امری مهم و ضروری است. سیلاژ، توسط باکتری‌های هوازی و مخمرها فاسد می‌شود که در اثر آن، دمای توده، افزایش و مواد مغذی تخریب می‌شوند. افزایش بیش از ۰/۵ واحد pH نسبت به اولین روز بازگشایی، به‌عنوان فساد هوازی در نظر گرفته می‌شود (Yuan *et al.*, 2015). در هر دو جیره آزمایشی در شرایط هوازی، میزان pH به مرور افزایش و غلظت اسیدلاکتیک به مرور کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). پایداری هوازی سیلاژ خوراک مخلوط بر پایه ذرت علوفه‌ای هفت تا ۱۰ روز گزارش شده است (Xie *et al.*, 2022). مقدار pH سیلاژ حاوی ۲۵ درصد ماده خشک چغندر علوفه‌ای در روز پانزدهم و مقدار pH سیلاژ حاوی ۳۵ درصد

ماده خشک، چغندر علوفه‌ای در روز نهم آزمون پایداری هوازی نسبت به غلظت روز اول بازگشایی با افزایش نیم واحد دچار فساد هوازی شدند (به‌ترتیب ۴/۷۳ در مقابل ۴/۱۷ و ۴/۵۳ در مقابل ۳/۹۴) که نشان‌دهنده پایداری هوازی ضعیف‌تر سیلاژ حاوی ۳۵ درصد چغندر علوفه‌ای است (جدول ۴).

مطالعات نشان داده است که نمی‌توان یک الگوی مشخص، برای پایداری هوازی سیلاژهای مختلف ارائه نمود و هر نوع خوراک مخلوط سیلوشده می‌باید براساس فصل و شرایط دمایی، اطلاعات کاربردی و تجربی خاصی بررسی گردد (فضائلی، ۱۴۰۰). آنچه که دارای اهمیت است این است که پایداری هوازی سیلاژ خوراک مخلوط از خوراک کاملاً مخلوط و نیز سیلاژ علوفه‌های معمول مانند ذرت، به مراتب بالاتر بوده است. حداقل سطح مناسب کربوهیدرات محلول برای دست‌یابی به تخمیر مناسب در سیلو، پنج درصد ماده خشک ماده سیلویی گزارش شده است (Fazaeli, 2021). از طرفی جمعیت لاکتوباسیل‌ها با محدودساختن رشد سایر میکروارگانیسم‌های موجود در محیط سیلو نیز می‌توانند باعث افزایش پایداری هوازی سیلاژ شوند (Zhang *et al.*, 2020). در پژوهش حاضر، میزان لاکتوباسیل موجود در سیلاژ سطح ۳۵ درصد بالاتر از سیلاژ سطح ۲۵ درصد بود (۹۸۱۱۷ در مقابل ۸۱۶۱۰ cfu/g). انتظار می‌رود سیلاژ سطح ۳۵ درصد، با تأمین مقادیر بیش‌تری کربوهیدرات محلول (جدول ۳) و جمعیت بیش‌تر لاکتوباسیل‌ها، پایداری هوازی مطلوب‌تری داشته باشد، اما نکته قابل‌توجه دیگر این است که کربوهیدرات محلول بیش از اندازه در سیلاژ می‌تواند در شرایط هوازی با فراهم‌کردن سوبسترای بیش‌تر برای رشد و فعالیت باکتری‌های نامطلوب، پایداری هوازی ضعیف‌تری را سبب شود. میزان ماده خشک سیلاژ نیز از عوامل مهم دیگری است که بر میزان پایداری هوازی اثرگذار است (da Silva *et al.*, 2022). در پژوهش حاضر، سیلاژ خوراک مخلوط حاوی ۲۵ درصد ماده خشک چغندر علوفه‌ای نسبت به سطح ۳۵ درصد، دارای ماده خشک بیش‌تری بود (۴۵/۲۰ در مقابل ۳۷/۳۸) که می‌تواند دلیلی برای پایداری هوازی مطلوب‌تر آن باشد. اسید استیک با دارابودن اثرات ضد قارچی قوی، در افزایش پایداری هوازی سیلاژها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. غلظت اسید استیک در جیره‌های آزمایشی دارای اختلاف معنی‌داری نبودند و سطح مطلوب اسید استیک در کنار سایر شرایط سیلاژ خوراک مخلوط حاوی ۲۵ درصد ماده خشک چغندر علوفه‌ای توانست پایداری هوازی مطلوبی را ارائه دهد.

جدول٤. تغییرات pH، محتوای اسیدلاکتیک و استیک و جمعیت لاکتوباسیل‌های سیلاژ خوراک مخلوط حاوی دو سطح چغندر علوفه‌ای (۲۵ و ۳۵ درصد) در زمان‌های مختلف پس از بازگشایی سیلو روزهای یک، سه، شش، نُه، ۱۲ و ۱۵)

فراسنجه	اثر جیره (درصد)		میانگین‌ها خطای معیار	اثر زمان						میانگین‌ها خطای معیار	سطح معنی‌داری		
	۲۵	۳۵		صفر	سه	شش	نه	۱۲	۱۵		جیره	زمان	جیره × زمان
pH	۴/۶۰^{a}	۴/۱۴^{b}	۰/۰۱۹	۴/۰۶^{e}	۴/۳۱^{d}	۴/۳۴^{d}	۴/۳۹^{c}	۴/۴۹^{b}	۴/۶۳^{a}	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
LA[1]	۵/۲۲^{b}	۵/۸۸^{a}	۰/۰۱۲	۶/۱۶^{a}	۶/۱۱^{a}	۵/۶۸^{b}	۵/۴۵^{c}	۵/۲۶^{d}	۴/۶۳^{e}	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
AA[2]	۱/۶۰	۱/۶۱	۰/۰۳۵	۱/۹۱^{a}	۱/۹۱^{a}	۱/۷۰^{ab}	۱/۴۱^{bc}	۱/۵۱^{bc}	۱/۲۰^{c}	۰/۰۶۹	۰/۹۵۵۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۵۴۹
LB[3]	۸۱۶۱۰^{b}	۹۸۱۱۷^{a}	۵۵۱	۹۷۳۶۳^{a}	۹۶۶۳۱^{a}	۹۲۱۷۵^{b}	۹۲۲۰۲^{b}	۸۵۱۹۳^{c}	۷۵۶۱۸^{d}	۷۸۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

۱. اسیدلاکتیک، ۲. اسید استیک، ۳. لاکتوباسیل (cfu/mg)

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

۴. ۳. ماده خشک مصرفی و عملکرد

اختلاف معنی‌داری بین دو جیره از نظر وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه مشاهده نشد (جدول ۵). اگرچه میانگین افزایش وزن روزانه در گروه دریافت‌کننده سیلاژ خوراک مخلوط، بالاتر به‌نظر می‌رسد، اما از نظر آماری، این تفاوت

معنی‌دار نبود. مطالعات نشان داده است که لیتقابلیت هضم بخش نشاسته‌ای در جیره‌های تهیه‌شده به‌صورت سیلاژ خوراک مخلوط، به سبب فعالیت پروتئازی و هضم پرولامین‌های اطراف نشاسته، افزایش یافته و تغذیه چنین سیلاژهایی منتج به بهبود عملکرد دام‌ها می‌شود (Miyaji *et al*., 2017). ماده خشک مصرفی در بره‌های تغذیه شده با جیره سیلاژ خوراک مخلوط، بیش‌تر از گروه دریافت‌کننده جیره کاملاً مخلوط بود (p<۰/۰۵). غلظت پایین‌تر الیاف نامحلول در شوینده خنثی در این جیره (جدول ۱) می‌تواند یکی از دلائل اصلی آن باشد. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی به‌عنوان معیار شکم پرکن برای پیش‌بینی مصرف اختیاری خوراک استفاده شده و نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام است (McDonald *et al*.., 1991).

در یک پژوهش زمانی که گوساله‌های پرواری از سیلاژ خوراک مخلوط حاوی ضایعات سیب‌زمینی تغذیه شدند نسبت به گروه شاهد، ماده خشک روزانه بیش‌تری مصرف کردند که دلیل آن افزایش لیتقابلیت هضم مواد خوراکی در طی سیلو گزارش شد (Pen *et al*., 2006). هم‌چنین، در مطالعه‌ای که توسط فضائلی و همکاران، (۱۳۹۹) انجام شد، سیلاژ خوراک مخلوط حاوی تفاله پرتقال و دارای ۳۰ درصد ماده خشک را در مقایسه با جیره TMR در تغذیه گوسفند نر بالغ استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که لیتقابلیت هضم ماده خشک (۷۱ در مقابل ۵۸ درصد) و ماده آلی (۷۴ در مقابل ۶۲ درصد) سیلاژ خوراک مخلوط، افزایش معنی‌داری داشت و مصرف اختیاری ماده خشک (۱۲۸۰ در مقابل ۱۰۶۲ گرم در روز) و نیز ماده خشک قابل هضم مصرفی (۹۱۵ در مقابل ۶۱۱ گرم در روز) در سیلاژ خوراک مخلوط، بالاتر از جیره TMR روزانه بود.

نتایج مشابه دیگر که توسط دو و همکاران (۲۰۲۰) در استفاده از سیلاژ خوراک مخلوط تهیه‌شده از علوفه نپیرگراس در تغذیه گاوهای شیرده و مقایسه آن با جیره TMR معمول انجام شد، ماده خشک مصرفی با تغذیه سیلاژ خوراک مخلوط، افزایش داشت (۹/۵ در مقابل ۶/۷ کیلوگرم در روز). اگرچه خوشخوراکی در این پژوهش اندازه‌گیری نگردید، اما به‌عنوان یکی از مزیت‌های فناوری سیلاژ خوراک مخلوط گزارش شده است که این موضوع نیز می‌تواند از دلایل دیگر مصرف بیش‌تر ماده خشک در گروه مصرف‌کننده سیلاژ خوراک مخلوط باشد.

جدول۵. تأثیر استفاده از سیلاژ خوراک مخلوط بر ماده خشک مصرفی و عملکرد بره‌های نر پرواری افشار

خصوصیات عملکردی	جیره‌های آزمایشی[1]		خطای معیار	سطح معنی‌داری		
	جیره ۱	جیره ۲	میانگین‌ها	جیره	روز	جیره×روز
ماده خشک مصرفی روزانه (گرم)	۱۷۵۶/۹۴[b]	۱۹۱۴/۷۳[a]	۳۱/۵۵	۰/۰۰۶۴	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
وزن اولیه (کیلوگرم)	۳۲/۴۱	۳۲/۰۷	۱/۵۷	۰/۸۸۱۰	–	–
وزن نهایی (کیلوگرم)	۶۰/۶۲	۵۹/۱۵	۰/۴۸۲	۰/۷۰۰۱	–	–
میانگین افزایش وزن روزانه (گرم)	۳۲۲/۴۱	۳۳۹/۳۲	۱۴/۲۲	۰/۴۲۰۶	۰/۰۶۰۰	۰/۲۳۵۶
ضریب تبدیل خوراک[2]	۵/۸۱	۶/۰۵	۰/۳۲	۰/۶۱۱۰	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۵۷۶

a-b: تفاوت اعداد هر ردیف با حروف نامتشابه، معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

۱. جیره ۱: جیره کاملاً مخلوط و جیره، ۲: سیلاژ خوراک مخلوط.

۲. خوراک به افزایش وزن

۴. ۴. فراسنجه‌های خونی

غلظت تمام فراسنجه‌های خونی در بره‌های آزمایش حاضر (جدول ۶) در دامنه طبیعی قرار داشت که نشان می‌دهد بره‌ها با مصرف جیره‌های آزمایشی دچار مشکل متابولیکی و یا عارضه خاصی نبوده‌اند. در سرم خون بره‌های دریافت‌کننده جیره سیلاژ

خوراک مخلوط غلظت بالاتری از گلوکز مشاهده شد که نسبت به گروه دیگر تمایل به معنی‌داری داشت. مطالعات نشان داده است در طی فرایند سیلوشدن، بخش سریع‌تجزیه شونده نشاسته در اثر پروتئولیز پروتئین‌های آب گریز پرولامین که اطراف ذرات نشاسته را احاطه نموده و هضم آن را با محدودیت مواجه می‌سازد، افزایش می‌یابد. بنابراین، کاهش تراکم پرولامین‌ها و در نهایت بهبود هضم نشاسته، دسترسی حیوان به گلوکز و نیز فراهمی پروپیونات در شکمبه را بهبود می‌بخشد.

بنابراین، غلظت بالاتر گلوکز در حیوانات دریافت‌کننده جیره به‌صورت سیلاژ خوراک مخلوط، دور از انتظار نیست. هم‌چنین، در سرم خون بره‌های دریافت‌کننده جیره سیلاژ خوراک مخلوط، غلظت بالاتری از آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) مشاهده شد. آلانین آمینو ترانسفراز آنزیمی است که مقدار آن در زمان افزایش پروتئین مصرفی و کاتابولیسم بافتی پروتئین، مشکلات کبدی، توازن منفی انرژی، تنش‌های گرمایی و نیز آسیب‌های عضلانی در خون افزایش می‌یابد (Pen *et al*., 2006). با توجه به این‌که هیچ یک از عوارض فوق در بره‌های آزمایشی تغذیه‌شده با جیره سیلاژ خوراک مخلوط مشاهده نشد و این‌که معمولاً افزایش غلظت آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز همراه با افزایش غلظت آنزیم آسپارتات ترانس‌آمیناز صورت می‌گیرد، این اثر می‌تواند ناشی از خطای اندازه‌گیری در تعیین غلظت این آنزیم باشد. سطح اوره و کراتینین تحت تأثیر دو تیمار آزمایشی قرار نگرفت. سطح کراتینین سرم یک شاخص مفید از فیلتراسیون منظم کلیه‌هاست. با توجه به غلظت کراتینین و اوره، به‌نظر می‌رسد حیوانات آزمایشی در شرایط کاتابولیسم پروتئین نبوده‌اند که حاکی از وضعیت تغذیه‌ای خوب آن‌ها است (Khorshed *et al*., 2008).

جدول ٦. تأثیر استفاده از سیلاژ خوراک مخلوط بر فراسنجه‌های خونی بره‌های نر پرواری افشار

فراسنجه	جیره‌های آزمایشی[1]		خطای معیار	سطح معنی‌داری		
(میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	یک	دو	میانگین‌ها	جیره	روز	جیره×روز
گلوکز	۶۷/۵۸	۶۹/۵۴	۱/۷۶	۰/۰۸۳۲	۰/۳۰۸۹	۰/۰۴۴۹
کلسترول	۴۹/۵۲	۵۲/۴۵	۳/۱۳	۰/۵۱۴۳	۰/۴۲۳۸	۰/۴۴۷۶
تری‌گلیسرید	۲۴/۲۷	۲۴/۲۳	۲/۳۱	۰/۹۹۲۵	۰/۶۱۰۴	۰/۳۷۰۴
اوره	۳۷/۲۰	۳۲/۶۲	۱/۶۵	۰/۰۶۳۳	۰/۰۱۱۴	۰/۹۳۷۹
کراتینین	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۰۱	۰/۲۹۵۳	۰/۵۶۹۶	۰/۵۶۹۶
HDL[2]	۲۱/۲۹	۲۳/۱۲	۱/۲۷	۰/۳۱۹۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۸۱۸۱
LDL[3]	۲۲/۴۷	۲۰/۴۵	۱/۴۳	۰/۳۲۹۸	۰/۰۰۲۰	۰/۲۸۷۸
ALP[4]	۲۷/۵۸	۳۳/۸۷	۵/۱۷	۰/۳۹۹۴	۰/۹۱۸۷	۰/۴۴۷۱
AST[5]	۱۲۴/۸۱	۱۳۴/۸۲	۸/۴۷	۰/۴۱۱۵	۰/۲۵۳۲	۰/۳۸۲۰
ALT[6]	۴۴/۵۲[a]	۲۹/۶۸[b]	۴/۰۲	۰/۰۱۶۱	۰/۱۱۸۰	۰/۷۴۶۶

a-b: تفاوت اعداد هر ردیف با حروف نامتشابه، معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

۱. جیره ۱: جیره کاملا مخلوط و جیره ۲: سیلاژ خوراک مخلوط.

۲. لیپوپروتئین با چگالی بالا، ۳. لیپوپروتئین با چگالی پایین، ۴. آلکالین فسفاتاز، ۵. آسپارتات ترانس‌آمیناز، ۶. آلانین آمینوترانسفراز

۵. نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش نشان می‌دهد، استفاده از ۲۵ درصد ماده خشک چغندر علوفه‌ای در سیلاژ خوراک مخلوط که برای تغذیه بره‌های پرواری تنظیم شده، می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار مناسب برای حفظ ارزش غذایی آن باشد. در این صورت، امکان تولید این‌گونه از جیره‌های متوازن با ماندگاری مناسب و ارسال آن به دامداری‌های کوچک که از نظر تجهیزات، ضعیف هستند، می‌تواند راه‌کاری برای انتقال فناوری‌های نوین در آن‌ها باشد.

۶. تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه بیرجند بابت حمایت مالی طرح و از مدیریت محترم مزرعه پرورش گاو شیری محمدی شهر رویان و مزرعه شرف‌آباد بسطام به‌خاطر همکاری صمیمانه در اجرای طرح، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. منابع

رستمی صنوبری، عبدالحمید (۱۳۹۳). بررسی ارزش غذایی برگ، ریشه و بوته کامل چغندر علوفه‌ای و سیلاژ آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل.

صوفی سیاوش، رشید و جانمحمدی حسین (۱۳۸۸). *تغذیه دام*. ترجمه انتشارات عمیدی، چاپ اول.

فضائلی، حسن (۱۴۰۰). سیلاژ خوراک کامل، فناوری نوین در مدیریّت تغذیه دام، تألیف، نشر آموزش کشاورزی، چاپ اول.

فضائلی، حسن؛ باغجری، اسماعیل؛ سرمدی، عباس و طاهری‌پور، جواد (۱۳۹۹). خصوصیات سیلویی و ارزش غذایی سیلاژ خوراک کامل بر پایه تفاله پرتقال با نسبت‌های مختلف کاه گندم و افزودنی‌های متفاوت. نشریه علوم دامی، پژوهش و سازندگی، ۱۳۴: ۵۹-۷۴.

کریمی، عبدالحمید؛ ابرقوئی، محمدجواد؛ صلح‌جو، امان‌ا...؛ بذرافشان، محسن؛ ایزدی، غلام‌عباس و هاشمی، سیدمحمدرضا (۱۳۹۹). بررسی ارزش غذایی بوته کامل چغندر علوفه‌ای و سیلاژهای آن. نخستین همایش ملی کم آبیاری و استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی مناطق خشک، دانشگاه فردوسی مشهد.

References

AOAC International. (2002). *Official Methods of Analysis*. Vol. 1. 17th ed. AOAC International, Arlington, VA.

Bretschneider, G., Mattera, J., Cuatrin, A., Arias, D., & 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.

Broderick, G. A., & 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.

Bueno, A.V.I., Buttow, S.C., Lazzari, G., Gomes, A.L.M., Roco, P.J., de Sa, C.A.T., Piran Filho, F.A., da Silva1, S.M.S., Jobim, C.C. and Daniel, J.L.P. 2019. Proteolysis in TMR silages formulated with fresh or fermented ingredients. In: VI International Symposium on Forage Quality and Conservation, Piracicaba. Proceedings of VI ISFQC. Brazil.

Cannas, A., Tedeschi, L. O., Atzori, A. S., & Fox, D. G. (2007). The Small Ruminant Nutrition System: development and evaluation of a goat submodel. *Italian Journal of Animal Science*, *6*(sup1), 609-611.

Da Silva, É. B., Liu, X., Mellinger, C., Gressley, T. F., Stypinski, J. D., Moyer, N. A., & Kung Jr, L. (2022). Effect of dry matter content on the microbial community and on the effectiveness of a microbial inoculant to improve the aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, *105*(6), 5024-5043.

Du, Z., Yamasaki, S., Oya, T., Nguluve, D., Tinga, B., Macome, F., & Cai, Y. (2020). Ensiling characteristics of total mixed ration prepared with local feed resources in Mozambique and their effects on nutrition value and milk production in Jersey dairy cattle. *Animal Science Journal*, 91(1), e13370.

English, W. (2020). Long term storage of sugar beets and the role of temperature. *Introductory paper at the Faculty of Landscape Architecture, Horticulture and Crop Production Science*, (2020: 14).

Fazaeli, H., Baghjari, A., Sarmadi, A & Taheripoor, J. (2021). Silage properties and nutritional value of TMR silage based on orange pomace with different ratios of wheat straw and different additives. *Journal of Animal Sciences, Research and Construction*, 134: 59-74. (In Persian)

Fazaeli, H. (2021). TMR silage, a new technology in animal nutrition management, First Edition, Publication of agricultural education. (In Persian)

Hasanah, U., & Permana, I. G. Despal. (2017). Introduction of complete ration silage to substitute the conventional ration at traditional dairy farms in lembang. *Pakistan Journal of Nutrition*, 16, 577-587.

Karimi, A., Abarghoei, M., Solhjoo, A., Bazrafshan, M., Izadi, Gh. & Hashemi, S.M. (2020). Investigating the nutritional value of the whole fodder beet plant and its silages. *The first national conference on low irrigation and unconventional water use in agriculture in dry areas*, Ferdowsi University of Mashhad. Iran. (In Persian)

Kilic, U., & Saricicek, B. Z. (2010). The effects of different silage additives on in vitro gas production, digestibility and energy values of sugar beet pulp silage. *Asian J. Anim. Vet. Adv*, *5*(8), 566-574.

Khorshed, M. M. (2008). Does the roughage sources affect digestibility, nitrogen utilization and some metabolic parameters in ruminants. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 11(1), 73-91.

Latimer, K. S. (Ed.). (2011). *Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. John Wiley & Sons. Iowa State University.

McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. (1991). *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications.

Mckersie, B.D., & Buchanan-Smith, J. (1982). Changes in the levels of proteolytic enzymes in ensiled alfalfa forage. *Can Journal of Plant Science*, 62(1), 111-116.

Miyaji, M., Matsuyama, H., & Nonaka, K. (2017). Effect of ensiling process of total mixed ration on fermentation profile, nutrient loss and in situ ruminal degradation characteristics of diet. *Animal Science Journal*, 88(1), 134-139.

Miron, J., Zuckerman, E., Adin, G., Solomon, R., Shoshani, E., Nikbachat, M., ... & Ben-Ghedalia, D. (2007). Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, *139*(1-2), 23-39.

Muck, R. E., Nadeau, E. M. G., McAllister, T. A., Contreras-Govea, F. E., Santos, M. C., & Kung Jr, L. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, *101*(5), 3980- 4000.

Mousa, M. R. M. (2011). Effect of partial replacement of dietary Concentrate Feed Mixture by fodder beet roots on productive performance of ewes and doe goats under the conditions of North Sinai. *Asian Journal of Animal Sciences*, *5*(4), 228-242.

Ning, T., Wang, H., Zheng, M., Niu, D., Zuo, S., & Xu, C. (2017). Effects of microbial enzymes on starch and hemicellulose degradation in total mixed ration silages. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 30(2), 171-180.

Pen, B., Iwama, T., Ooi, M., Saitoh, T., Kida, K., Iketaki, T., ... & Hidari, H. (2006). Effect of potato by-products based silage on rumen fermentation, methane production and nitrogen utilization in Holstein steers. *Asian-Aaustralasian Journal of Animal Sciences*, 19(9), 1283-1290.

Peng, C., Sun, W., Dong, X., Zhao, L., & Hao, J. (2021). Isolation, identification and utilization of lactic acid bacteria from silage in a warm and humid climate area. *Scientific Reports*, 11(1), 1-9.

Rostami Senobari, A. (2014). Investigating the nutritional value of the leaf, root and whole plant of fodder beet and its silage. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Zabul University, Iran. (In Persian)

Shakeri, P. (2016). Pistachio by-product as an alternative forage source for male lambs: Effects on performance, blood metabolites, and urine characteristics. *Animal Feed Science and Technology*,*211*,92-99.

Sufi Siavash, R., & Janmohammadi, H. (2009). Animal Nutrition, First Edition, Amidi Publications, Iran. (In Persian)

Wang, H. L., Sun, Q. Z., Yang, F. Y., & Xu, C. C. (2012). Evaluation of fermentation and aerobic stability of total mixed ration silage containing wet brewers' grains and corn straw. In Advanced Materials Research (347, 189-192). Trans Tech Publications Ltd.

Xie, Y., Wang, L., Li, W., Xu, S., Bao, J., Deng, J., & Yu, Z. (2022). Fermentation quality, in vitro digestibility, and aerobic stability of total mixed ration silage in response to varying proportion alfalfa silage. *Animals*, *12*(8), 1039.

Yuan, X., Guo, G., Wen, A., Desta, S. T., Wang, J., Wang, Y., & Shao, T. (2015). The effect of different additives on the fermentation quality, in vitro digestibility and aerobic stability of a total mixed ration silage. *Animal Feed Science and Technology*, *207*, 41-50.

Zaboli, K., & Aliarabi, H. (2013). Effect of different levels of zinc oxide nano particles and zinc oxide on some ruminal parameters by *in vitro* and *in vivo* methods. *Animal Production Research*, 2(1), 1-14. (In Persian)

Zhang, G., Fang, X., Feng, G., Li, Y., & Zhang, Y. (2020). Silage fermentation, bacterial community, and aerobic stability of total mixed ration containing wet corn gluten feed and corn stover prepared with different additives. *Animals*, *10*(10), 1775- 1787.

Zurek, E., Foxcroft, G. R., & Kennelly, J. J. (1995). Metabolic status and interval to first ovulation in postpartu dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *78*(9), 1909-1920.