



SBSI



انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

Effect of three different roughages additives on the silage characteristics of fodder beet (*Beta vulgaris L.*)

Alireza Chegeni,^{1*} Mehdi Sadeghi-shoae,² Behrouz Yarahmadi,² Alireza Aghashahi²

(Received: 6 Nov. 2024 ; Accepted: 4 Dec. 2024)

How to cite this article:

Chegeni A, Sadeghi-shoae M, Yarahmadi B, Aghashahi AR. Effect of three different roughages additives on the silage characteristics of fodder beet (*Beta vulgaris L.*). Journal of Sugar Beet. 2024; (40)2: 211-224. (In Persian with English abstract). DOI: <https://doi.org/10.22092/jsb.2025.367605.1377>

Extended Abstract

Introduction

Fodder beet, with its high yield (120 t/h; 18-20% DM) and low water demand compared with fodder corn and alfalfa, can provide part of the livestock's nutritional needs during autumn and winter seasons. One of the problems of storing the root of fodder beet, despite its high nutritional value, is its low durability time concerned with its high moisture content. Due to its high soluble carbohydrate content, the root has a good ability to reach the appropriate pH (3.79-4.33) and produce silage with excellent quality. Therefore, it is necessary to evaluate its storage methods, especially ensiling with a combination of available and inexpensive moisture-absorbing roughages materials such as wheat straw, bean straw, and sugarcane pith, which absorb the beet's leachate (especially soluble carbohydrates) and make them palatable. The present study conducted to evaluate the feature of fodder beet silage mixed with dry roughages to achieve the above objectives.

Material and methods

After harvest, the fodder beet roots were cleaned, crushed, and ensiled with four treatments and five replications including: 1) FB: 100% fodder beet, 2) WSFB: 90% fodder beet+10% wheat straw, 3) BSFB: 90% fodder beet+10% bean straw, 4) PFB: 90% fodder beet+10% sugarcane pith. Ten kg of the material of each treatment were compressed, air-tight and tightly ensiled in plastic bags, and placed at 15 °C. After 45 days, the pH, dry matter, and soluble carbohydrates of the samples were immediately determined, and the rest of the samples were dried at 60°C for 72 hours to measure

DM, ASH, ADF, NDF, and CP. To measure DM, ASH was measured according to Van Soest et al. (1991). Crude protein was determined according to AOAC (2010). The method introduced by Lengerken and Zimmermann (1991) used to determine soluble carbohydrates. To measure pH, 100 ml of distilled water added to 10 g of fresh silage sample, shaken for 10 minutes, filtered by passing through a cotton cloth and finally the pH of the obtained solution recorded using a digital pH meter. Aerobic stability measured according to the method of Morgan et al. (1966). The buffering capacity of silages measured according to the method of the American Feed Industry Association (AFIA 2011). To measure volatile fatty acids, a gas chromatography device used. Data were analyzed in a completely randomized design using SAS software (Ver. 9.1). The multiple comparison method was used to compare means. Duncan's range was used at a 5% confidence level.

Result and discussion

The color of the silages in pure FB silage was too dark brown, which could be due to the property of root that tends to darken quickly after being sliced. The color of the other treatments was brown, so that the degree of darkness in WSFB and BSFB silages was less and lighter brown, respectively, however the color was dark brown in PFB treatment due to the brown color of the sugarcane pith. A suitable fermentation odor was noticeable in all experimental treatments. The texture of all silages in different treatments observed without sticking.

The highest pH value was found in fodder beet silage contained bean straw (4.24) and the lowest pH was 3.85 in the fodder beet silage without additives ($P < 0.05$). In

1. Animal Science Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khorramabad, Iran.

*Corresponding author: cheqeni48@yahoo.com

2. Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.



the current experiment, all silages had an optimal pH range of 3.79 to 4.33. The highest values of DM, NDF and ADF were found in silage with wheat straw and the lowest was in pure fodder beet silage ($P < 0.05$). Ensiling FB with 10% of dry roughages absorbed silage leachate and prevented the loss of its nutrients. The highest CP and Ammonia-N in pure fodder beet silage was 14.29%, 90.88mmol/l, respectively, and the lowest amounts (7.7% and 58.56 mmol/l) were found in the fodder beet silage with sugarcane pith ($P < 0.05$). The increase in CP in FB silage is likely due to the growth of beneficial bacteria fermenting the existed carbohydrates. The lower pH of FB silage compared with other treatments, indicating greater fermentation due to more soluble carbohydrates and greater bacterial growth in the silage. The concentration of ammonia nitrogen in silage is an indication of the degree of protein breakdown, perhaps because the more acidic environment of silage was the reason for the breakdown of proteins. The highest (22.74%) and the lowest (8.25%) soluble carbohydrates were in the pure fodder beet silage and was in fodder beet silage with bean straw, respectively ($P < 0.05$). The highest acetic acid (13.01) was observed in fodder beet silage with bean straw. The lactic acid was not significant among treatments. The highest amounts of buffering capacity were obtained in fodder beet silage with bean straw and pith ($P < 0.05$). The aerobic stability was lower in pure fodder beet silage than other treatments.

Conclusion

Due to the characteristics of fodder beet, which is rich in soluble carbohydrates, ensiling fodder beet is possible, and adding 10% of dry roughages such as wheat straw, bean straw, and sugarcane pith, which prevents leachate loss and play a positive role in increasing the durability of this silage is recommended.

Keywords

Acids silage, Buffering capacity, Fodder beet, Silage.

Referens

- Abbasi A, Fadaeli H, Zahedifar M, Mirhadi SA, Grami A, Timuranjad N, Alavi SM. Tables of chemical composition of Iranian livestock and poultry feed sources. Animal Science Research Institute of Iran Press, 2005; pp. 36 (In Persian).
- Touqir NA, Khan MA, Sarwar M, Nisa MU, Ali CS, Lee WS, Lee HJ, Kim HS. Feeding value of Jambograss silage and Mott grass silage for lactating Nili buffaloes. Asian-Aust J Animal Science. 2007; 20: 523-528. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.523>.
- Mirzaei SA, Borji M, Fazali H, Azizi RA. Determination of chemical composition of bean straw and its comparison with wheat straw. Proceedings of the 6th National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources 2017 January 4; Tehran, Iran. National ID: NACONF06_155. (In Persian)..

اثر افزودن سه نوع ماده خشبی بر ویژگی‌های سیلاژی چغندر علوفه‌ای[†]

علیرضا چگنی^{۱*}، مهدی صادقی شعاع^۲، بهروز یاراحمدی^۲، علیرضا آقاشاهی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۱۴

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2025.367605.1377

ع.ر. چگنی، م. صادقی شعاع، ب. یاراحمدی و ع.ر. آقاشاهی، ۱۴۰۳. اثر افزودن سه نوع ماده خشبی بر ویژگی‌های سیلاژی چغندر علوفه‌ای. چغندرقد ۴۰(۲): ۲۱۱-۲۲۴

چکیده

این آزمایش با هدف سیلوکردن چغندر علوفه‌ای و بررسی ویژگی‌های سیلاژی و تعیین ارزش تغذیه‌ای آن در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و پنج تکرار، اجرا شد. تیمار اول: ۱۰۰ درصد چغندر علوفه‌ای، تیمار دوم: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد کاه گندم، تیمار سوم: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد کاه لوبیا، تیمار چهارم: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد پیت نیشکر بود. مخلوط مربوط به هر تیمار به مقدار ۱۰ کیلوگرم تهیه و در کیسه‌های پلاستیکی فشرده و ۴۵ روز در دمای ۱۵°C نگهداری شدند. بالاترین مقدار اسیدیته (pH) در سیلاژ ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد کاه لوبیا و کمترین آن در سیلاژ ۱۰۰ درصد چغندر علوفه‌ای بود ($P < 0.05$). بالاترین مقدار پروتئین خام و نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ ۱۰۰ درصد چغندر علوفه‌ای به ترتیب ۱۴/۲۹ درصد و ۹۰/۸۸ میلیمول در لیتر و کمترین آن در تیمار سیلاژ ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد پیت نیشکر به مقدار ۷/۷ درصد و ۵۸/۵۶ میلی مول در لیتر بدست آمد ($P < 0.05$). بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در سیلاژ ۱۰۰ درصد چغندر علوفه‌ای ۲۲/۷۴ درصد و کمترین آن در سیلاژ مخلوط ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد کاه لوبیا به میزان ۸/۲۵ درصد بود ($P < 0.05$). بالاترین مقدار اسید استیک در سیلاژ مخلوط ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد کاه لوبیا به مقدار ۱۳/۰۱ مشاهده گردید. مقدار اسید لاکتیک در بین تیمارها معنی دار نشد. بالاترین مقدار ظرفیت بافری در تیمارهای سیلاژ مخلوط ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد کاه لوبیا و ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد پیت نیشکر بود ($P < 0.05$). پایداری هوازی سیلاژ چغندر علوفه‌ای خالص کمتر از سایر تیمارها بود. سیلو کردن چغندر علوفه‌ای خالص امکان پذیر می‌باشد و افزودن ۱۰ درصد علوفه‌های خشبی همانند کاه گندم، کاه لوبیا و پیت نیشکر که ضمن جلوگیری از اتلاف شیرابه‌ای، در افزایش ماندگاری این سیلاژ نقش مثبتی دارد، قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای سیلاژ، پایداری هوازی، چغندر علوفه‌ای، سیلاژ، ظرفیت بافری.

[†] - این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی با عنوان بررسی امکان سیلو کردن ریشه چغندر علوفه‌ای با علوفه‌های خشبی مختلف به شماره مصوب ۹۸۰۱۳۱-۰۰۱-۱۳-۵۹-۲ است. ۱. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران.

* - نویسنده مسئول: cheqeni48@yahoo.com



۲. استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۳. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران.

مقدمه

چغندر علوفه‌ای با عملکرد بالا و تحمل به خشکی در شرایط کم‌آبی و خشک‌سالی در تناوب زراعی به‌ویژه در شرایط کشت پاییزه که گیاه از بارندگی‌های فصلی حداکثر استفاده را می‌نماید، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در مقایسه با سایر گیاهان علوفه‌ای تابستانه، نیاز آبی پایینی دارد. لذا می‌توان با حداقل آب مصرفی به‌خوبی از کاشت این گیاه برای تأمین علوفه استفاده نمود. چغندر علوفه‌ای یکی از گیاهان متحمل به شوری است که بیشترین عملکرد زیست توده (Biomass) را در هکتار در مقایسه با گیاهان زراعی داراست (Sadeghi Shua et al. 2018). علاوه بر تولید خوراک دام مرغوب در پاییز و زمستان، تأثیر اصلاحی این محصول بر خاک‌های شور از دیگر امتیازات آن می‌باشد و می‌تواند در مناطق شور باعث بهبود شرایط اجتماعی-اقتصادی کشاورزان شود. ارزش غذایی بالا، خوش خوراکی، قابلیت هضم خوب و سهولت مخلوط شدن این محصول با کاه گندم و کاه برنج و یا به‌صورت سیلاژ در طول سال و عملکرد بالای اندام هوایی و کل زیست توده آن می‌تواند به توسعه صنعت دامپروری در مناطق شور و خشک کمک نماید (Wickson 2014).

چغندر علوفه‌ای می‌تواند جایگزین مناسبی برای علوفه‌هایی که نیاز آبی زیادی دارد، باشد. این محصول با عملکرد بسیار بالا (تا ۱۲۰ تن در هکتار و ۱۸-۲۰ درصد ماده خشک) در مقایسه با ذرت علوفه‌ای (با تولید ۴۰ تا ۶۰ تن علوفه‌تر در هر هکتار با ۳۰ تا ۳۵ درصد ماده خشک) و یونجه (با تولید حدود ۱۸ تن در هر هکتار بر اساس علوفه‌تر با ۷۰٪ آب در سه مرحله برداشت)، می‌تواند در طی پاییز و زمستان بخشی از نیازهای غذایی دام‌ها را تأمین نماید (Chegeni et al. 2023). با توجه به شرایط اقلیمی کشور و محدودیت تولید علوفه، چغندر علوفه‌ای ممکن است بتواند جایگزین مناسبی برای ذرت علوفه‌ای و یونجه باشد (Chegeni et al. 2023).

هرچند استفاده از چغندر در تغذیه دام، بطور سنتی در ایران سابقه قدیمی دارد اما در روش سنتی چغندر در فصل سرد سال انبار شده و به صورت روزانه خرد و در اختیار دام‌ها قرار می‌گرفته است. با توجه به رطوبت بالای چغندر، در اثر تنفس متحمل فساد و خسارت زیاد می‌شود به‌طوری‌که سیلو کردن ریشه چغندر (بدون خرد کردن) تا ۶۰ روز موجب پوسیدگی ریشه‌ها در منطقه زرقان و کرج گردید (Babaei et al. 2019). یکی از روش‌های نگهداری آن تهیه سیلاژ است، با سیلو کردن چغندر به‌صورت بی‌هوازی (جهت فرایند تخمیر بی‌هوازی) می‌توان آن را نگهداری کرد، هرچند به دلیل بالا بودن بیش از حد رطوبت، سیلو کردن چغندر با محدودیت‌هایی مواجه می‌باشد.

در خصوص سیلو کردن چغندر تا کنون پژوهش‌های محدودی انجام شده است. برای تولید سیلاژ مناسب نیاز به تعدیل رطوبت با استفاده از مواد افزودنی می‌باشد. سیلاژ چغندر علوفه‌ای با تفاله خشک چغندر قند و افزودنی‌های میکروبی به مدت ۷۵ روز باعث بهبود کیفیت سیلاژ نسبت به سیلاژ چغندر علوفه‌ای خالص شده است (Kalanter et al. 2022). همچنین استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر پایه چغندر علوفه‌ای در جیره بره‌های پرواری افزایش وزن نهایی و افزایش وزن روزانه مشابه و مصرف خوراک بیشتر نسبت به گروه شاهد را در بر داشته است (Shakeri et al. 2020). از مشکلات ریشه چغندر علوفه‌ای علی‌رغم ارزش غذایی بالا ($CP = 6/2\%$; الیاف خام $5/3 =$ درصد؛ انرژی قابل متابولیسم $11/8$ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک؛ کربوهیدرات‌های محلول 537 گرم در کیلوگرم ماده خشک) عدم نگهداری طولانی مدت آن است چه آنکه روش مرسوم نگهداری چغندر در مناطق سرد، انبار کردن در گوشه‌ای از دامداری و پوشاندن آن با خاک خشک و کاه و کلش است (Karimi 2005; McDonald et al. 1995). ولی نگهداری بدین روش نمی‌تواند طولانی باشد و برای فصل بهار و تابستان چنین روشی کارایی نخواهد داشت. ریشه چغندر علوفه‌ای به دلیل مقدار کربوهیدرات‌های محلول بالا از قابلیت خوبی برای رسیدن

و کربوهیدرات‌های محلول نمونه‌ها اقدام شد و باقی مانده نمونه‌ها برای اندازه‌گیری ماده خشک، خاکستر (ASH)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF: Nutral detergent fiber)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF: Acid detergent fiber) و پروتئین خام (CP: Crud protein) در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای ۷۲ ساعت خشک گردید و جهت آزمایشات بعدی طبق روش فیلیا (Filya 2003) نگهداری شد. برای اندازه‌گیری ماده خشک، ASH، نمونه‌ها با آسیاب با توری یک میلی‌متری آسیاب شدند. نمونه‌های آسیاب‌شده در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج ساعت قرار گرفتند و طبق روش ون سوست و همکاران (Van Soest et al. 1991) اندازه‌گیری شدند. CP با روش ذکر شده در انجمن شیمیدانان رسمی کشاورزی Association of Official Agricultural Chemists (AOAC: Chemists 2010) تعیین گردید. برای تعیین کربوهیدرات‌های محلول در آب از روش معرفی شده توسط لینگرن و زیمرمن (Lengcken und Zimmermann 1991) استفاده شد. برای اندازه‌گیری pH به ۱۰ گرم از نمونه تازه سیلاژ ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه و نمونه به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد، مخلوط با عبور از پارچه کتان صاف شد و pH محلول به دست آمده با استفاده از pH متر دیجیتالی، مدل CG-804 قرائت شد.

پایداری هوازی: برای اندازه‌گیری پایداری هوازی، بر اساس روش مورگان و همکاران (Morgan et al. 1966) عمل شد بطوریکه به مدت چهار روز تغییرات دمایی و اسیدیته سیلاژها پس از بازگشایی ثبت شد و دماسنج در وسط توده (به این منظور از هر کیسه مقداری سیلاژ بدون فشار دادن و هواگیری، به داخل سطل پلاستیکی یکبار مصرف دوکیلو گرمی منتقل شد به طوری که ظروف تقریباً پر شدند) از هر نمونه قرار گرفت و اجازه داده شد تا محتوای سیلاژها به طور هوازی اینکوباسیون (Incubation) شوند. لایه‌ای از پارچه کتان برای پوشاندن هر ظرف تا زمانی که سیلاژ رو به فساد بگذارد قرار داده شد. میزان

به pH مناسب (۳/۷۹ - ۴/۳۳) و تولید سیلاژ با کیفیت بسیار عالی، برخوردار است (Kalanter et al. 2022). لازم است روش‌های نگهداری چغندر علوفه‌ای به‌ویژه سیلو کردن با ترکیبی از مواد خشبی جاذب رطوبت در دسترس و ارزان مانند کاه گندم، کاه لوبیا و پیت نیشکر که ضمن جذب شیرابه (به‌ویژه کربوهیدرات‌های محلول) چغندر موجب خوش‌خوراکی آنها خواهد شد، مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین پژوهش حاضر برای بررسی خصوصیات سیلاژی چغندر علوفه‌ای خالص و همراه با علوفه‌های خشبی برای تأمین اهداف فوق طراحی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایشی: چغندر علوفه‌ای رقم کارا در مزرعه پردیس تحقیقات و آموزش کشاورزی بروجرد با همکاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند کشت گردید. عملیات زراعی (کاشت، داشت و برداشت) طبق اصول زراعی مخصوص به خود اعمال شد. ریشه‌های چغندر برداشت، تمیز و خرد گردید و در چهار تیمار به شرح زیر سیلو شدند: ۱- تیمار FB: ۱۰۰ درصد چغندر علوفه‌ای، ۲- تیمار BSFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای (بر حسب وزن تر) + ۱۰ درصد کاه لوبیا (هوا خشک)، ۳- تیمار WSFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای (بر حسب وزن تر) + ۱۰ درصد کاه گندم (هوا خشک)، ۴- تیمار PFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد پیت نیشکر (هوا خشک). هر یک از مخلوط‌های مزبور به مقدار ۱۰ کیلوگرم آماده و در کیسه‌های پلاستیکی فشرده شد، سپس هوای آن با مکش الکتریکی کاملاً تخلیه و در کیسه‌ها، محکم بسته شد. هر تیمار در پنج تکرار سیلو شد و در یک محیط مناسب در دمای حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

ترکیبات شیمیایی: پس از گذشت ۴۵ روز، کیسه‌ها مورد ارزیابی ظاهری قرار گرفتند. از هر کیسه (قسمت میانی) نمونه برداری انجام شد و بلافاصله نسبت به تعیین اسیدیته (pH)، ماده خشک

برای پایداری هوازی از مدل آماری طرح اندازه گیری‌های تکرار شونده (رابطه ۲) استفاده شد.

رابطه ۲:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + B_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = اثر تیمار تصادفی (i) در زمان ثابت (j)، μ = میانگین کل جمعیت، T_j = اثر زمان (صفر، دو، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۳۶ ساعت)، B_i = اثر تیمار، E_{ij} = اثر خطای آزمایشی

داده‌های به دست آمده در فایل جداگانه در بسته نرم‌افزاری Excel ذخیره گردید و جهت تجزیه و تحلیل آماری از بسته نرم افزاری سیستم تجزیه و تحلیل آماری (SAS: Statistical Analysis System). (نسخه ۹/۱) استفاده شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از روش مقایسه چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۵ اطمینان درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارزیابی ظاهری: در سیلاژ WSFB در سطح برخی کیسه‌ها کپک زدگی مشاهده شد ولی در عمق نفوذ نداشت که می‌تواند به دلیل باقی ماندن هوا در قسمت رویی سیلو که سبب مساعد شدن زمینه فعالیت قارچ‌ها بوده، باشد. رنگ سیلاژها در سیلاژ FB خالص به شکل قهوه‌ای بسیار تیره بود که می‌تواند ناشی از خاصیت چغندر باشد که پس از خلال شدن تمایل سریع به تیره شدن دارد. رنگ سایر تیمارها به شکل قهوه‌ای بود به طوری که در سیلاژ WSFB و BSFB میزان تیرگی کمتر و روشن بود ولی در تیمار PFB با توجه به رنگ قهوه‌ای پیت نیشکر رنگ این تیمار قهوه‌ای تیره بود. بوی تخمیر مناسب (بوی اسید لاکتیک با pH در دامنه ۳/۷۹ - ۴/۳۳) در تمام تیمارهای آزمایشی قابل احساس بود. بافت تمام سیلاژها در تیمارهای مختلف بدون چسبندگی مشاهده گردید. نتایج آزمایش حاضر با یافته‌های پاپی (Papi 2018) که ارزیابی ظاهری سیلاژ علوفه

دما و pH در زمان‌های صفر، دو، ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت ثبت شد و پایداری هوازی به صورت زمان مورد نیاز برای افزایش دمای سیلاژ به میزان دو درجه سانتیگراد بالاتر از دمای محیط تعریف و pH آنها نیز اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری دما با استفاده از دما سنج الکلی مدل Zeal (ساخت کشور فرانسه) و اندازه‌گیری pH توسط pH متر دیجیتال انجام شد.

ظرفیت بافری: برای اندازه‌گیری ظرفیت بافری سیلاژها بر اساس روش انجمن صنعت خوراک آمریکا (Anonymous: 2011) انجام شد. در این روش ۱۰ گرم از نمونه به مدت دو ساعت در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر هم زده شد، سپس pH این مخلوط به عنوان pH اولیه انتخاب شد، سپس هیدروکسید سدیم یک دهم نرمال به آن اضافه شد تا زمانی که pH اولیه به هفت رسد مقدار سود مصرفی یاد داشت گردید. سپس به مخلوط اسید، هیدروکلرید یک دهم نرمال اضافه شد تا pH به چهار رسد، مقدار اسید مصرفی نیز بدست آمد. ظرفیت بافری بازی به صورت مقدار باز مورد نیاز (میلی‌اکی والان سود در گرم ماده خشک نمونه) جهت افزایش pH اولیه نمونه تا هفت تقسیم بر تغییر کلی pH و ظرفیت بافری اسیدی به صورت مقدار اسید مورد نیاز میلی اکی والان اسید در گرم ماده خشک جهت رساندن pH از هفت به چهار تقسیم بر تغییرات کل pH محاسبه شد.

اسیدهای چرب فرار (VFA): برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر در سیلاژ از دستگاه کروماتوگرافی با گاز (Alipour et al. 2017) و برای اسید لاکتیک از کیت اختصاصی استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: از طرح آماری کاملاً تصادفی با پنج تکرار به شرح زیر برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت: رابطه ۱:

$$X_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

X_{ij} = مقدار عددی مشاهده، μ = میانگین کل جمعیت، T_j = اثر تیمار، E_{ij} = اثر خطای آزمایشی

آرتیچوک (سیب زمینی ترشی) را مطالعه کرده بودند مطابقت داشت.

ترکیبات شیمیایی سیلاژ چغندر علوفه‌ای خالص و

سیلاژ مخلوط آن با کاه لوبیا، کاه گندم و پیت نیشکر

اسیدیته (pH): همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بالاترین مقدار pH در سیلاژ BSFB و کمترین آن مربوط به سیلاژ FB خالص بود ($P < 0.05$). نتایج آزمایش حاضر با نتایج آزمایش ممحن (Momtahan 2019) که FB را به تنهایی، همراه با ۸ و ۱۶ درصد کاه گندم به مدت ۴۵ و ۹۰ روز سیلو کرده بود مطابقت داشت. همچنین با یافته‌های توکیر و همکاران (Touqir et al. 2007) که با افزایش مقدار ملاس در سیلاژها منجر به کاهش بیشتر pH گردید، مطابقت داشت. به نظر می‌رسد وجود کربوهیدرات‌های محلول به مقدار بیشتر (۲۲/۷۴ درصد) در FB خالص باعث افزایش تخمیر و کاهش بیشتر pH در مقایسه با تیمارهای مخلوط FB با علوفه‌های خشبی شده است (Jalilund 2013). قندها به عنوان سوستر توسط باکتریها مصرف شده و باکتری‌های تولید کننده اسیدلاکتیک با تولید اسید لاکتیک، pH سیلاژ را کاهش می‌دهند (Bolsen et al. 1996). از مشخصه‌های سیلاژی که در آن تخمیر به خوبی صورت گرفته باشد pH پایین در نتیجه تولید اسید لاکتیک بالا یا مقدار زیاد کل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تولیدی در سیلاژ است (McDonald et al. 1991) در این آزمایش تمام سیلاژهای حاصل دارای pH مطلوب در محدوده ۳/۷۹ تا ۴/۳۳ بودند که مؤید کافی بودن حجم و یا سرعت تولید اسیدهای آلی برای کاهش مؤثر pH بود. با این وجود اختلاف آماری بین ارقام pH سیلاژها معنی‌دار بود و تحت تأثیر درصد رطوبت و نوع علوفه افزوده شده به عنوان جاذب رطوبت قرار گرفت، به‌طوری‌که با افزایش ماده خشک، عدد pH سیلاژها افزایش یافت.

ماده خشک (DM): بیشترین مقدار ماده خشک در مخلوط سیلاژ

به WSFB و کمترین آن در سیلاژ FB خالص بود (جدول ۱،

$P < 0.05$). با توجه به اینکه کاه گندم به میزان ۱۰ درصد با FB سیلو شده بود، افزایش ماده خشک مخلوط حاصل منطقی به نظر می‌رسد. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های ممحن (Momtahan 2019) منطبق بود. کلانتر و همکاران (Kalanter et al. 2022) ماده خشک سیلاژ FB خالص، سیلاژ FB با ۱۰ و ۱۵ درصد کاه و سیلاژ FB با ۱۰ و ۱۵ درصد تفاله خشک چغندر را به ترتیب ۱۳/۷۴، ۲۲/۲۵، ۲۲/۲۵، ۲۲/۲۵، ۲۲/۲۵ درصد گزارش کردند که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت. این موضوع در خصوص سیلاژ PFB نیز صدق می‌کند. افزودن ۱۰ درصد کاه لوبیا به چغندر علوفه‌ای در تیمار ۲ ماده خشک را افزایش داد اما کمتر از تیمارهای WSFB و PFB بود. تیمارهای مخلوط FB با علوفه‌های خشبی باعث جذب شیرابه سیلاژ گردید و از هدر رفت مواد مغذی موجود آن جلوگیری شد که با نتایج شیندارسکا و همکاران (Shindarska et al. 2013) که با مخلوط ۹۰ درصد FB را با ۱۰ درصد کاه گندم سیلو کردند (DM: 31.63%)، مطابقت داشت. آفر و آل روایدا (Offer and Al-Rwidah 1989) گزارش کردند که کاه خرد شده دارای قابلیت مناسبی برای جذب رطوبت و جلوگیری از خارج شدن عصاره سیلاژ است.

خاکستر (ASH): بیشترین مقدار ASH در سیلاژ BSFB و کمترین آن مربوط به سیلاژ WSFB بود (جدول ۱، $P < 0.05$) مقدار ASH در تیمارها با نتایج ممحن (Momtahan 2019) مطابقت داشت در حالی‌که با نتایج کلانتر و همکاران (Kalanter et al. 2022) متفاوت بود. با توجه به نوع برداشت مزرعه لوبیا که معمولاً بوته با ریشه برداشت می‌شود، احتمالاً مقداری خاک همراه ریشه بوته لوبیای برداشت شده وجود داشته که موجب افزایش مقدار ASH تیمار دوم شده است. از طرفی کاهش کربوهیدرات‌های محلول در آب و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژ BSFB شاید باعث افزایش معنی‌دار درصد ASH این سیلاژ شده است (Hedayatipour et al. 2011).

جدول ۱ مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی در تیمارهای مختلف سیلاژی چغندر علوفه‌ای

Table 1: Comparisons of chemical compositions in different treatments of fodder beet silage

صفت Trait	تیمارهای آزمایشی Treatments ^a				SEM	P
	FB	BSFB	WSFB	PFB		
اسیدیته pH	3.85 ^c	4.24 ^a	4.06 ^b	4.11 ^b	0.02	0.0001
درصد ماده خشک DM%	14.57 ^c	17.85 ^b	22.66 ^a	22.44 ^a	0.39	0.0001
درصد خاکستر ASH%	12.14 ^b	13.82 ^a	9.60 ^c	11.12 ^b	0.18	0.0001
درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF%	22.16 ^b	32.62 ^a	36.04 ^a	35.84 ^a	0.63	0.0001
درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF%	35.13 ^b	69.26 ^a	74.98 ^a	74.68 ^a	2.16	0.0001
درصد پروتئین CP%	14.29 ^a	11.76 ^b	8.97 ^c	7.70 ^c	0.20	0.0001
نیترोजن آمونیاکی Amonia-N (mmol/L)	90.88 ^a	66.01 ^{ab}	65.40 ^{ab}	58.56 ^b	3.50	0.0200
درصد کربوهیدراتهای محلول در آب Water Soluble carbohydrates (WSCs)%	22.74 ^a	8.25 ^c	13.52 ^{bc}	19.93 ^{ab}	0.88	0.0016

^a: تیمار FB: ۱۰۰ درصد چغندر علوفه‌ای، تیمار BSFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای (بر حسب وزن تر) + ۱۰ درصد کاه لوبیا (هوا خشک)، تیمار WSFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای (بر حسب وزن تر) + ۱۰ درصد پیت نیشکر (هوا خشک).

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

^a: FB: Fodder beet without additives; BSFB: 90% of chopped FB (according to wet weight) + 10% of bean straw (as fed), WSFB: 90% of chopped FB (according to wet weight) + 10% of wheat straw (as fed); PFB: 90% of chopped FB (according to wet weight) + 10% sugar cane pith (as fed).

Means in each row followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test was carried out separately.

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF): بیشترین مقدار

NDF مربوط به سیلاژ WSFB و کمترین آن به سیلاژ FB خالص تعلق داشت (جدول ۱، $P < 0.05$)، که می‌تواند ناشی از بالا بودن مقدار NDF کاه گندم (۷۱/۷) در مقایسه با مقدار آن در کاه لوبیا (۳۹/۶) باشد (Mirzaei et al. 2017). مقدار NDF در تیمارهای BSFB و PFB با تیمار WSFB تفاوت آماری نداشتند. Momtahan (2019) مقدار NDF در تیمارهای سیلاژ FB خالص، سیلاژ چغندر علوفه‌ای با ۸ و ۱۶ درصد کاه گندم را به ترتیب ۳۵/۱، ۶۰/۲ و ۶۹/۷ درصد گزارش کردند. جلیلوند (2013) گزارش کرد که مقدار NDF در سیلاژ FB بیشتر از NDF آن در مقایسه با چغندر علوفه‌ای سیلو نشده بود. در آزمایش جاری مقدار NDF کم در سیلاژ FB خالص نسبت به سایر تیمارها می‌تواند سبب افزایش قابلیت هضم آن گردد (Momtahan 2019).

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF): بالاترین مقدار

ADF به سیلاژ WSFB و کمترین آن در سیلاژ FB خالص بود ($P < 0.05$). عباسی و همکاران (Abbasi et al. 2005) میزان ADF کاه گندم را ۴۶/۳۱ درصد گزارش کردند. مقدار ADF سیلاژ WSFB بیشتر از FB و کمتر از کاه گندم بدست آمد. Momtahan (2019) مقدار ADF سیلاژ FB خالص و سیلاژ مخلوط‌های ۸ و ۱۶ درصد کاه گندم با FB را به ترتیب ۲۲/۲، ۳۸/۷ و ۴۶/۷ درصد گزارش کردند. میرزایی و همکاران (Mirzaei et al. 2017) میزان ADF کاه لوبیا را ۴۲/۹۸ درصد گزارش کرد. مقدار ADF سیلاژ BSFB در آزمایش جاری به ۳۲/۶۲ درصد کاهش یافت که می‌تواند ناشی از اثر FB با مقدار ADF کمتر باشد. پایین بودن مقدار ADF سیلاژ FB ممکن است باعث افزایش گوارش پذیری آن شود (McDonald et al. 2011). سیلو کردن FB باعث افزایش ADF آن در مقایسه با FB سیلو نشده می‌گردد. احتمالاً این امر به دلیل

از پروتئین‌ها شده باشد. شاید هم محیط اسیدی‌تر سیلاژ دلیل تجزیه پروتئین‌ها بوده است (Hedayatipour et al. 2011).
کربوهیدرات‌های محلول (WSCs): بالاترین مقدار کربوهیدرات‌های محلول در تیمار سیلاژ FB خالص و کمترین آن در سیلاژ BSFB بود (جدول ۱، $P < 0.05$). میزان کربوهیدرات‌های محلول FB بین ۵۵ تا ۷۰ درصد (از ماده خشک) می‌باشد، که عمدتاً ساکارز است (Dulphy and De Ruiter et al. 2010; Demarquilly 2000).

کاهش کربوهیدرات‌های محلول در سیلاژ BSFB و WSFB ناشی از کم بودن کربوهیدرات‌های محلول در کاه لوبیا و کاه گندم است. کربوهیدرات‌های محلول سیلاژ PFB تقریباً به اندازه مقدار آن در سیلاژ FB خالص بود که می‌تواند ناشی از ملاس همراه پیت نیشکر باشد. کاهش کربوهیدرات‌های محلول پس از سیلو کردن FB نسبت به FB سیلو نشده احتمالاً ناشی از تخمیر بخش عمده کربوهیدرات‌های محلول باشد (Malcolm and Dalley 2017).

اسیدهای چرب فرار (VFA): بیشترین مقدار اسید استیک در سیلاژ BSFB و کمترین مقدار اسیداستیک در سیلاژ WSFB مشاهده شد (جدول ۲، $P < 0.05$). کلاتر و همکاران (Kalanter et al. 2022) مقدار اسیداستیک را در سیلاژ چغندر خالص، سیلاژ FB با ۱۰ و ۱۵ درصد کاه و سیلاژ FB با ۱۰ و ۱۵ درصد تفالۀ خشک چغندر قند به ترتیب ۰/۲۳، ۰/۵۹، ۰/۶۳، ۰/۶۴، ۰/۸۲ درصد گزارش کردند. در آزمایش جاری مقدار اسید لاکتیک در تیمارهای سیلاژ FB خالص و سیلاژ BSFB و WSFB به طور عددی بیشتر از سیلاژ PFB بود که این مورد در سیلاژها با ماده خشک برابر، مزیت محسوب می‌شود (Seglar 2003). با توجه به کمتر بودن نسبت اسید لاکتیک به کل VFA در سیلاژ FB خالص احتمالاً باکتری‌های تخمیرکننده نامطلوب (ناهمگن) آن بیشتر از باکتری‌های مطلوب (همگن) بوده است (Hedayatipour et al. 2011). افزایش اسید لاکتیک و اسید-استیک سیلاژ BSFB و همچنین بالا بودن نیتروژن آمونیاکی

کاهش محتویات قندهای محلول FB در اثر تخمیر در طی مراحل سیلاژ که منجر به افزایش نسبت ADF شده است، باشد (Jalilund 2013).

پروتئین خام (CP): بیشترین مقدار CP در سیلاژ FB خالص و کمترین آن مربوط به تیمار سیلاژ PFB به دست آمد ($P < 0.05$). ممتحن (Momtahan 2019) مقدار CP سیلاژ FB خالص، سیلاژ FB با ۸ و ۱۶ درصد کاه گندم را بعد از ۹۰ روز به ترتیب ۱۳/۴۱، ۹/۹ و ۸/۷ درصد گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. جنکینسون (Jenkinson 2013) مقدار CP در FB سیلو نشده را ۹/۳۷ درصد گزارش کرد. سایر محققان میزان CP در FB را بین ۵ تا ۹ درصد گزارش کرده‌اند (Mehrdadfar 2014). به نظر می‌رسد افزایش CP در سیلاژ FB ناشی از رشد باکتری‌های مفید تخمیر کننده کربوهیدرات‌های موجود در آن باشد. پایین بودن pH سیلاژ FB نسبت به سایر تیمارها، حاکی از تخمیر بیشتر بواسطه کربوهیدرات‌های محلول بیشتر و رشد زیاد باکتری‌ها در محیط سیلو، گواه دیگری بر این مطلب است.

نیتروژن آمونیاکی (Amonia-N): بالاترین مقدار نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ FB خالص و کمترین مقدار آن در سیلاژ PFB بود (جدول ۱، $P < 0.05$). ممتحن (Momtahan 2019) مقدار نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ FB خالص و مخلوط با ۸ و ۱۶ درصد کاه گندم را پس از ۹۰ روز به ترتیب ۱۰۵/۷۷، ۷۰/۸۸ و ۷۲/۰۱ میلی‌مول در لیتر بدست آوردند که با نتایج آزمایش جاری مطابقت داشت. غلظت نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ نشانه میزان تجزیه مواد پروتئینی است و تجزیه زیاد مواد پروتئینی در سیلاژ می‌تواند بر نیاز مصرفی نیتروژن نشخوارکنندگان تاثیر منفی داشته باشد (Wilkinson 2005). با توجه به مقدار CP تیمارهای پژوهش حاضر، نیتروژن آمونیاکی آنها نیز متناسب با درصد CP موجود در تیمار بود. وجود رطوبت بیشتر در سیلاژ FB نسبت به بقیه تیمارها احتمالاً باعث شده محیط برای رشد برخی از میکروارگانیسم‌ها هنوز فراهم بوده و باعث تجزیه برخی

کربوهیدرات‌های شکسته شده است. سیلاژهای لاکتیکی مطلوب‌تر هستند، زیرا قدرت اسیدیته اسیدلاکتیک در مقایسه با سایر VFA در سیلاژ بیشتر است. تحت چنین شرایطی اتلاف اسید لاکتیک و انرژی سیلاژ نیز به حداقل می‌رسد (McDonald *et al.* 1991).

آن ناشی از کم شدن کربوهیدرات‌های محلول در آب است. کم شدن کربوهیدرات‌های محلول در آب نشان دهنده فعال بودن برخی از میکروارگانیسم‌ها در سیلاژ است که باعث افزایش مقدار اسیدلاکتیک و اسیداستیک و نیتروژن آمونیاکی می‌شود (Hedayatipour *et al.* 2011). سیلاژهای لاکتیکی و تولید اسیداستیک از اسکلت کربنی آنها و نیز اسکلت کربنی

جدول ۲ اسیدهای چرب فرار سیلاژهای آزمایشی
Table. 2 Volatile fatty acids of the experimental silages

اسیدهای چرب فرار Volatile fatty acids (VFA)	تیمارهای آزمایشی Treatments ^a				SEM	P
	FB	BSFB	WSFB	PFB		
اسید استیک Acetic acid (mmol/l)	4.85 ^{ab}	13.01 ^a	1.11 ^b	4.88 ^{ab}	1.04	0.02
اسید ایزوبوتیریک Isobutyric acid (mmol/l)	0.13	0.00	0.14	0.00	0.03	ns
اسید بوتیریک Butyric acid (mmol/l)	1.24	0.00	0.06	0.00	0.22	ns
اسید ایزووالریک Isovaleric acid (mmol/l)	0.35	0.08	0.11	0.00	0.02	ns
اسید والریک Valeric acid (mmol/l)	0.91	0.58	0.42	0.30	0.11	ns
اسید لاکتیک Lactic acid (g/100g wet)	1.12	1.36	1.08	0.10	0.09	ns
ظرفیت بافری Buffering capacity (meq·l ⁻¹)	6.33 ^b	9.6 ^a	6.63 ^b	9.73 ^a	0.08	0.01

^a: تیمار FB: ۱۰۰ درصد چغندر علوفه‌ای، تیمار BSFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای (بر حسب وزن تر) + ۱۰ درصد کاه لوبیا (هوا خشک)، تیمار WSFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای (بر حسب وزن تر) + ۱۰ درصد کاه گندم (هوا خشک)، تیمار PFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد پیت نیشکر (هوا خشک).

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

^a: FB: Fodder beet without additives; BSFB: 90% of chopped FB (according to wet weight) + 10% of bean straw (as fed), WSFB: 90% of chopped FB (according to wet weight) + 10% of wheat straw (as fed); PFB: 90% of chopped FB (according to wet weight) + 10% sugar cane pith (as fed).

Means in each row followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test was carried out separately.

پایین به اسید بیشتری برای کاهش pH نیاز دارد. بالا بودن ظرفیت بافری در تیمارهای سیلاژ BSFB و PFB نیز باعث افزایش pH سیلاژ آنها نسبت به شاهد شده بود. ولی با توجه به مطلوب بودن دامنه pH بدست آمده می‌توان اثر کربوهیدرات‌های محلول اولیه سیلاژ FB را در کاهش pH قویتر از ظرفیت بافری

بالاترین مقدار ظرفیت بافری در سیلاژ PFB به مقدار ۹/۷۳ و کمترین آن در سیلاژ FB خالص به مقدار ۶/۳۳ بود. علوفه‌ها ظرفیت بافری متفاوتی دارند، ظرفیت بافری نشان می‌دهد که یک نمونه علوفه تا چه حد در برابر تغییرات pH مقاومت می‌کند. علوفه تازه با ظرفیت بافری بالا نسبت به علوفه با ظرفیت بافری

تاثیر تیمارهای آزمایشی بر دمای سیلاژ در روزهای مختلف پس از گشودن سیلو و قراردادن آن در معرض هوا (از صفات مرتبط با پایداری هوازی سیلاژ) در جدول ۳ ارائه شده است.

کاه لوبیا و پیت نیشکر در جلوگیری از کاهش آن قلمداد کرد (Moeini Zadeh et al. 2013).

دما و pH سیلاژ در روزهای مختلف پس از گشودن سیلو

جدول ۳ تاثیر تیمارهای آزمایشی بر دما و pH سیلاژ در زمانهای مختلف پس از گشودن سیلو و قراردادن آن در معرض هوا
Table. 3 The effect of experimental treatments on temperature and of silage at different times after opening the silo and exposing it to air

تیمارهای آزمایشی Treatments ^a	زمان پس از گشودن سیلو (ساعت) Times after opening the silo(h)	اسیدیته pH	دمای سیلاژ (°C) Temperature (°C)
FB	0	3.85 ⁿ	24.06 ^{ef}
	2	3.93 ^m	24.12 ^e
	12	4.02 ^l	24.50 ^d
	24	4.03 ^l	25.54 ^c
	36	4.04 ^{lk}	26.78 ^b
	48	4.37 ^{bcd}	28.22 ^a
BSFB	0	4.24 ^{bc}	24.02 ^{feg}
	2	4.24 ^{bc}	23.98 ^{efg}
	12	4.25 ^b	22.74 ^k
	24	4.27 ^{ab}	23.52 ^{hi}
	36	4.29 ^a	23.10 ^{jk}
	48	4.31 ^{ab}	22.8 ^{jk}
WSFB	0	4.06 ^k	23.98 ^{efg}
	2	4.10 ^j	24.06 ^{ef}
	12	4.14 ^h	22.84 ^{jk}
	24	4.19 ^{gef}	23.18 ^{ji}
	36	4.21 ^{ed}	24.02 ^{efg}
	48	4.24 ^{bc}	27.74 ^d
PFB	0	4.11 ^{ji}	23.98 ^{efg}
	2	4.13 ^{hi}	23.92 ^{efgh}
	12	4.17 ^g	22.92 ^{jk}
	24	4.22 ^{cd}	23.66 ^{hg}
	36	4.23 ^{bcd}	23.60 ^{hg}
	48	4.28 ^a	25.52 ^c
SEM		0.009	0.135
P		0.001	0.001

^a: تیمار FB: ۱۰۰ درصد چغندر علوفه‌ای، تیمار BSFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای (بر حسب وزن تر) + ۱۰ درصد کاه لوبیا (هوا خشک)، تیمار WSFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای (بر حسب وزن تر) + ۱۰ درصد کاه گندم (هوا خشک)، تیمار PFB: ۹۰ درصد چغندر علوفه‌ای + ۱۰ درصد پیت نیشکر (هوا خشک). در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

^a: FB: Fodder beet without additives; BSFB: 90% of chopped FB (according to wet weight) + 10% of bean straw (as fed), WSFB: 90% of chopped FB (according to wet weight) + 10% of wheat straw (as fed); PFB: 90% of chopped FB (according to wet weight) + 10% sugar cane pith (as fed).

Means in each row followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test was carried out separately.

FB مخلوط با علوفه‌های خشبی ۱۲ ساعت پس از بازگشایی سیلوها بیشتر بود ($P < 0.01$). افت کم دما در ساعت یاد شده در تیمارهای مخلوط FB با علوفه‌های خشبی احتمالا می‌تواند باعث کم بودن جمعیت میکروارگانیسم‌های تخمیر کننده در این تیمارها باشد که نتوانسته است مانع افت دمای سیلاژ همزمان با

ترکیب مواد سیلوشونده بر دمای سیلاژ تیمارهای FB خالص و مخلوط با علوفه‌های خشبی بلافاصله بعد از بازگشایی سیلوها و دو ساعت پس از آن تاثیر معنی‌داری نداشت ($P > 0.001$). مقدار pH آنها در زمان‌های یاد شده در محدوده مطلوب (۳/۷۹ - ۴/۳۳) قرار داشت. دمای سیلاژ FB خالص در مقایسه با سیلاژ

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با بررسی اثرات سه نوع ماده خشبی بر خصوصیات سیلاژ چغندر علوفه‌ای معلوم شد چغندر علوفه‌ای به تنهایی (به صورت تر) و همراه با ۱۰ درصد علوفه‌های خشبی شامل کاه لوبیا، کاه گندم و پیت نیشکر قابلیت تهیه سیلاژ را دارند و در فرایند سیلو کردن پس از ۴۵ روز، به خوبی سیلو شد و در تغذیه دام مصرف شوند. سیلاژ ریشه چغندر علوفه‌ای خالص بدون افزودن مواد خشبی جاذب رطوبت، اتلاف شیرابه‌ای زیادی داشت و از نظر رنگ، بو و بافت و همچنین زمان نگهداری بعد از بازگشایی نسبت به تیمارهایی که با مواد خشبی مخلوط شده بود کیفیت نامناسب‌تری داشت. با افزودن مواد خشبی، رطوبت مازاد چغندر جذب گردید و از اتلاف شیرابه و مواد مغذی موجود در آن جلوگیری شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود از مخلوط ریشه چغندر علوفه‌ای به همراه ۱۰ درصد از مواد خشبی جاذب رطوبت همانند کاه گندم، کاه لوبیا، و پیت نیشکر در سیلاژ آن استفاده شود.

تعارض منافع

هیچ تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

سپاسگزاری

از همه همکاران گرامی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، پردیس تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بروجرد، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند و مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور که به هر نحوی در اجرای این پروژه همکاری داشتند تشکر و قدردانی می‌گردد.

کاهش دما در شب (زمان اندازه‌گیری) بشود. مقدار pH آنها نیز در زمان‌های یاد شده در محدوده مطلوب (۳/۷۹ - ۴/۳۳) قرار داشت (Yaganehparast et al. 2022)

دمای سیلاژها در تیمارهای مختلف ۲۴ ساعت پس از بازگشایی در برخی از تیمارها اختلاف‌های جزئی مشاهده شد ولی با توجه به اختلاف کمتر از دو درجه سانتی‌گرادی نسبت به زمان اولیه بازگشایی سیلوها از یک طرف و در محدوده مطلوب قرار داشتن pH از طرف دیگر مؤید عدم فساد سیلاژها ۲۴ ساعت پس از بازگشایی می‌باشد. دمای تیمارها در ۳۶ ساعت پس از بازگشایی نشان داد که در سیلاژ FB خالص به ۲۶/۷۸ درجه سانتی‌گراد رسید که نشانه شروع فساد سیلاژ بود، اگر چه pH در محدوده مطلوب قرار داشت ولی روند افزایشی جزئی را نشان داد. ولی دما در سیلاژهای FB مخلوط با علوفه‌های خشبی نسبت به زمان بازگشایی افزایش محسوسی نداشت. pH این تیمارها در ۳۶ ساعت پس از بازگشایی سیلوها علی‌رغم در محدوده مطلوب بودن (۳/۷۹ - ۴/۳۳) نسبت به pH اولیه آنها افزایش معنی‌داری داشتند. دمای سیلاژ FB، ۴۸ ساعت پس از بازگشایی به ۲۸/۲۲ درجه سانتی‌گراد رسید که نسبت به دمای بازگشایی بیش از چهار درجه سانتی‌گراد افزایش نشان داد و نشانه فعالیت میکروارگانیسم‌های مضر و در نهایت فساد سیلاژ بود. pH این تیمار پس از ۴۸ ساعت بازگشایی به ۴/۳۷ رسید که خارج از محدوده pH مطلوب بود. در سیلاژ BSFB و PFB، تفاوت دمای سیلاژها ۴۸ ساعت پس از بازگشایی با دمای اولیه آنها کمتر از دو درجه سانتی‌گراد بود که نشانه عدم فساد و سالم بودن سیلاژها است. pH آنها نیز در محدوده مطلوب قرار داشت. در سیلاژ WSFB پس از ۴۸ ساعت دمای سیلاژ به ۲۷/۷۴ درجه سانتی‌گراد رسید که بیش از دمای اولیه بود. اگر چه pH آن در دامنه‌ی مطلوب بود (pH= ۴/۲۴). نتایج پایداری هوازی سیلاژها در پژوهش حاضر با نتایج یگانه پرست و همکاران (Yaganehparast et al. 2022) مطابقت داشت.

References

منابع مورد استفاده

- Abbasi A, Fadaeli H, Zahedifar M, Mirhadi SA, Grami A, Timuranjad N, Alavi SM. Tables of chemical composition of Iranian livestock and poultry feed sources. Animal Science Research Institute of Iran Press, 2005; pp. 36 (In Persian).
- Alipour M, Azarfar A, Kiani A, and Khaladi M. Effect of adding monensin with and without metaphyses on rumen fermentation parameters and fatty acid pattern of fattening lambs of Farahani. Iranian Animal Science. 2017; 48(1): 89-99 (In Persian).
- Anonymous. Laboratory Methods Manual, Australian Fodder Industry Association Ltd. Victoria, Australia. Inc. Publication; 2011 Feb. p.1–103, p. Report No.:03/001.
- Babae B, Bazrafshan M, Mahmoudi SB. Evaluation of the silage potential of resistant to rhizomania sugar beet lines. Journal of Sugar Beet. 2019; 35 (1), 1-12. (In Persian with English abstract). Doi: <https://doi.org/10.22092/jsb.2019.124188.1206>.
- Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG. Silage fermentation and silage additives. Australian Journal of Applied Sciences. 1996; 9. 483–493. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483>.
- Chegani A, Abedi M, Ghorbani K, Mohammadi Saei M, Behrouz Y, Shahvardi M, Aghashahi A, Fadaeli H, Papi N, Rahnamaiyan M. Investigating the possibility of ensiling fodder beet root (tuber) with different wood fodder, Animal Science Research Institute Publication; . 2022; p.. 1-45 p. Report No.:5435. (In Persian with English abstract)
- Chegeni A, Yarhamdi B, Shahvardi M, Mohammadi Saei M, Biranvand MH, Aghashahai AR, Fadaeli H, Kazemizadeh A. Investigating the effect of fodder beet on performance, carcass traits and blood parameters of fattening male lambs. Journal of Animal Production. 2023; 25(1): 59-69. (In Persian with English abstract). Doi: <https://doi.org/10.22059/jap.2023.346472.623700>.
- Dalley DE, Malcolm BJ, Chakwizira E, De Ruiter JM. Range of quality characteristics of New Zealand forages and implications for reducing the nitrogen leaching risk from grazing dairy cows. New Zealand Journal of Agricultural Research. 2017; 60(3): 319-32. Doi: <https://doi.org/10.1080/00288233.2017.1345762>.
- De Ruiter JM, Clough J, Macdonald K, Glassey CB. Impacts of forage cropping on Taranaki dairy farms. Proceedings of the 4th Australasian dairy science symposium. Lincoln University. 2010; p. 326–333.
- Dianti Tilkiq A, Mirjalili A. Investigation and comparison of palatability of five types of pasture plants for all kinds of livestock in Yazd region. Journal of Research and Construction. 2007; 20(3). 69-73. (In Persian with English abstract).
- Dulphy JP, Demarquilly C. Fodder beets in animal husbandry. Fourrages. 2000; 163: 307-314.
- Filya I. The effect of Lactobacillus buchneri and Lactobacillus plantarum on the fermentation, Aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. Journal of Dairy Science. 2003; 86(11): 3575-3581. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73963-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73963-0).
- Hedayatipour A, Khorosh M, Qurbani G, Al-Madras A, Ebadi MR. Comparison of chemical properties and degradability of forage and silage of sorghum with corn in laboratory conditions and nylon bag method. Iranian Journal of Animal Science Research. 2011; 4(3):224-232. (In Persian with English abstract).
- Horwitz W, Latimer GW. Official methods of analysis of association of official analytical chemists. Publisher: AOAC International, Gaithersburg, MD. 2010; 18th Edition, Washington, DC.
- Jalilund Q. Investigating the nutritional value of the leaf, root and whole plant of fodder beet and its silage (Master's thesis). University of Zabul-Iran; 2013. (In Persian with English abstract).
- Jenkinson BAB. Effect of winter crop systems on rumen degradation and grazing behavior of dairy cows (Bachelor thesis). Lincoln University; 2013.
- Kalanter M, Yeganehparast M, Fazali H, Aghashahi A, Khojsteh Ki M. Investigating the physical and chemical parameters of fodder beet (*Beta vulgaris L.*) silage with and without the use of Lactobacillus Buchneri. Livestock Animal Production Research. 2021; 11(1): 79-90. (In Persian with English abstract). Doi: <https://doi.org/10.22124/ar.2022.19185.1602>.
- Karimi H. Cultivation and modification of fodder plants, University of Tehran Publishing and Printing Institute, 2005; pp.432. (In Persian).
- Lengerken VJ & Zimmermann K. Handbuch Futtermittelprüfung. Berlin: Deutscher.1991; PPpp. 650.

- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. Animal Nutrition. 7th ed. Longman Group Publishers, UK, Harlow, 2011; pp. 693.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA. Animal Nutrition. Longman Scientific and Technical Publishers, New York. USA, 1995; PPpp.607.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. The Biochemistry of Silage, Chalcombe Publishers, UK.,1991; pp. 340. <http://books.google.com/books?id=oUcjAQAAMAAJ> (accessed on 1 July 2023).
- Mehrdadfar M, Botanical, morphological, general and nutritional characteristics of fodder beetroot. Moghan Agriculture and Animal Husbandry Company report. 2014; Parsabad, Moghan, Iran. 2014. (In Persian).
- Mirzaei SA, Borji M, Fazali H, Azizi RA. Determination of chemical composition of bean straw and its comparison with wheat straw. Proceedings of the 6th National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources 2017 January 4; Tehran, Iran. National ID: NACONF06_155. (In Persian).
- Moeini Zadeh S, Khadem AA, Asadi Alamoti A, and Afzal Zadeh A. The effect of adding dry alfalfa as a moisture absorber on the quality of fermentation and effluent production in corn silage. Journal of Animal Production. 2013; 15(1): 31-43. (In Persian with English abstract).
- Momtahn J, Chemical composition, ruminal degradability and fermentation potential by gas production method of fodder beet silage in feeding ruminants (master's thesis). University of Malayer-Iran; 2019. (In Persian with English abstract).
- Morgan JP, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Owen TR. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. Proceeding of 6th International Silage conference; 1966 Aberystwyth, UK. 1966; pp. 162-163.
- Offer NW, Al-Rwidah MN. The use of absorbant materials to control loss from grass silage: experiments with drum silos. Research Development. 1989; 6(1): 71-76.
- Papi N. Effects of feeding Jerusalem artichoke fodder silage on feed intake digestibility and microbial protein synthesis in sheep. Animal Production. 2018; 20(2): p:257-268. (In Persian with English abstract). Doi: <https://doi.org/doi.org/10.22059/jap.2018.247956.623246>.
- Sadeghi Shua M, Rezaei J, Nemati Agh Braz R, Nadali F, Jalilian A, Mirzaei MR, Mehdikhani P. Test to determine the agricultural value of fodder beet varieties. The Final Report of the Research Institute for Breeding and Preparation of Sugar beet Seeds. 2018; 18 p. (In Persian with English abstract).
- Seglar B. Fermentation analysis and silage quality testing. Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference, College of veterinary medicine, University of Minnesota. 2003; 29 May, Minnesota, p.119-136.
- Shakeri P, Fadaeli F, Aghashahi A, Safai S, Shakri AA. The effect of using complete feed silage based on fodder corn in feeding fattening lambs. Livestock Production Research. 2020; 36: 88-95. Doi: <https://doi.org/10.22069/ejrr.2022.19726.1823>(In Persian with English abstract).
- Shindarska Z, Kirov V, Kostadinova G, Baykov B. Comparative assessment of plant resources as substrates for biosham production. Agricultural Science and Technology. 2013; 5 (4): 438- 442. Doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.22069/ejrr.2022.19726.1823>
- Touqir NA, Khan MA, Sarwar M, Nisa MU, Ali CS, Lee WS, Lee HJ, Kim HS. Feeding value of Jamboggrass silage and Mott grass silage for lactating Nili buffaloes. Asian-Aust J Animal Science. 2007; 20: 523-528. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.523>.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science.1991; 74: 3583-3597. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Wickson EJ. The California vegetables in garden and field: A Manual of practice, with and without irrigation, for semitropical countries. Publisher HardPress. 2014; pp.378.
- Wilkinson JM. Assessing silage quality. pp.198-200. In: Wilkinson JM.(Ed.), Analysis and Clinical Assessment of Silage. Chalcombe Publications, UK.2005.
- Yaganehparast M, Kalantar Neyestanaki M, Fazaeli H, Aghashshi A, Khojastehkey M, Sadeghzadeh SS, Kadkhodaie A. The effect of adding wheat straw and Lactobacillus buchneri on the quality of fodder beet. Animal Science Journal (Pajouhesh and Sazandegi). 2022; 35(135). 133-146. (In Persian with English abstract).