Animal Production Research

Vol. 11, No. 1, 2022 (79-90)
doi: 10.22124/AR.2022.19185.1602
eISSN: 2538-6107 pISSN: 2252-0872

University of Guilan

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

Investigation of the physical and chemical characteristics of ensiled fodder beet (*Beta vulgaris* L.) with and without *Lactobacillus buchneri*

M. Kalantar[1*], M. Yeganehparast[2], H. Fazaeli[3], A. Aghashahi[4], M. Khojastehkey[5]

1. Assistant Professor, Department of Animal Science, Agricultural Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Qom, Iran
2. Research Instructor, Department of Animal Science, Agricultural Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Qom, Iran
3. Professor, Department of Nutrition and Physiology, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran
4. Associate Professor, Department of Nutrition and Physiology, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran
5. Assistant Professor, Department of Animal Science, Agricultural Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Qom, Iran

(Received: 17-03-2021 – Accepted: 29-07-2021)

Introduction: Fodder beet is a valuable source of fodder in livestock diets due to favorable agronomic characteristics such as resistance to salinity and drought, less water requirement, and proper nutritional characteristics such as forage production and silage with high nutritional value, good taste, and good resistance to environmental changes. Despite the long history of using fodder beet in animal rations, its nutritional issues and physicochemical properties of it are not fully understood and further research is needed. Silage of fodder beet can be used well in the diet of all ruminants, but studying the proper ways of silage and controlling the physical and chemical properties of silage is one of the important issues that should be addressed. In addition to the stated benefits for fodder beet, such as low dry matter content, fiber, and fat, disruption of ion exchange and change in silo buffering capacity, as well as the difficulty of processing it for permanent consumption of livestock and also important restrictions such as high sugar and moisture in the roots and excess leachate and lack of production of quality silage are the most important obstacles to the consumption of this silage. Harvest time of fodder beet coincides with the heat of the summer season and the occurrence of numerous problems, so it is necessary to silo it to prevent spoilage with the correct method. Today with the introduction of new improved cultivars and the growth of processing technology, these limitations have been almost removed. This study aimed to evaluate some of the physicochemical parameters of ensiled fodder beet with and without *Lactobacillus buchneri* as a microbial additive.

Materials and methods: Some physicochemical parameters of ensiled fodder beet with and without *Lactobacillus buchneri* as a microbial additive in combination with 10 and 15% dry beet pulp were investigated through a 3×2 factorial arrangement in four replicates. Different silages included: 1) 100% pure fodder beet without additive (control), 2) control + 10% dry beet pulp, and 3) control + 15% dry beet pulp. The microbial additive was added at the level of 6×10^{10} CFU/g of dry matter. 24 plastic bags containing 25 kg of different material were compacted, sealed, and stored at room temperature. After 75 days, four bags of each group were opened and pH, temperature, and quality were immediately determined. Also, a sample from each bag was used to measure the chemical compositions. Measurements of temperature and pH were performed. Two samples of silage, one for extraction and determination of ammonia nitrogen (using selective ion absorption electrode) by AFIA recommendations and the other sample for measurement of dry matter, crude protein, and ash according to

* Corresponding author: m2332012@gmail.com

the AOAC method were used. Measurement of NDF and ADF were done according to the Van Soest method. To evaluate the aerobic stability of silages when opening plastic bags, the characteristics of color, odor, and texture of silage in the range of 1 to 10 for high to poor quality were determined using the modified Konigsberg Scores method. Data were analyzed using a completely randomized design in a 3×2 factorial arrangement in four replicates using the mixed model procedure of the SAS program.

Results and discussion: Experimental groups with 10 and 15% of dry beet pulp with microbial additive had a better quality (score: 6.5±0.16 *vs.* 9.4±0.21; pH: 4.04±0.06 *vs.* 4.59±0.08) than the control group (P<0.01). The type of ensiled materials had a significant effect on chemical compositions (DM, CP, NDF, and ADF) and the aerobic stability of silages at opening time (P<0.01). But microbial additives almost had no significant effect on the traits. Watery loss of silage for the control group was higher and its quality was lower than that in other groups (P<0.01). The best quality and more stability of silage were observed in the group with fodder beet+15% of dry beet pulp which is advisable.

Conclusions: According to the results of this study, adding 10 and 15% of dry beet pulp to fodder beet silage improved the appearance and aerobic stability of the resulting silages compared to the control group. Evaluation of appearance traits and pH of the samples showed that the treatments with dry pulp and the microbial additive had better quality than the control group. The type of mixture used had a significant effect on the chemical composition of silage and its aerobic stability when opened, but the microbial additive did not show a significant effect in most cases. The watery loss in the control group was higher than the other treatments and had a worse appearance quality than other silages. Overall, the most suitable silage composition in this experiment was a mixture of the control group+15% sugar beet pulp, which had better appearance quality, longer shelf life, higher dry matter level, and lower ammonia nitrogen than the other two groups.

Keywords: Fodder beet, Physicochemical property, Silage, Lactobacillus

How to cite this article:

Kalantar M., Yeganehparast M., Fazaeli H., Aghashahi A. and Khojastehkey M. 2022. Investigation of the physical and chemical characteristics of ensiled fodder beet (*Beta vulgaris L.*) with and without *Lactobacillus buchneri*. Animal Production Research, 11(1): 79-90. doi: 10.22124/AR.2022.19185.1602

تحقیقات تولیدات دامی

سال یازدهم/شماره اول/بهار ۱۴۰۱ (۹۰-۷۹)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

بررسی فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی سیلاژ چغندر علوفه‌ای (*Beta vulgaris* L.) با و بدون استفاده از *لاکتوباسیلوس بوچنری*

مجید کلانتر[1*]، محمد یگانه پرست[2]، حسن فضائلی[3]، علیرضا آقاشاهی[4]، مهدی خجسته کی[5]

۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم

۲- مربی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم

۳- استاد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، بخش تحقیقات تغذیه و فیزیولوژی،کرج، ایران

۴- دانشیار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، بخش تحقیقات تغذیه و فیزیولوژی،کرج، ایران

۵- استادیار، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۷)

چکیده

برخی فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی سیلاژ چغندر علوفه‌ای در ترکیب با مواد اولیه مختلف و افزودنی میکروبی لاکتوباسیلوس در قالب یک آزمایش فاکتوریل۲×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار بررسی شد. عامل اول شامل ۱) چغندر علوفه‌ای بدون افزودنی (شاهد)، ۲) شاهد+۱۰٪ تفاله چغندر، و ۳) شاهد+ ۱۵٪ تفاله چغندر بود. عامل دوم شامل کاربرد یا عدم کاربرد افزودنی لاکتوباسیلوس به میزان 6×10^{10} CFU/g ماده خشک بود. تعداد ۲۴ کیسه پلاستیکی حاوی ۲۵ کیلوگرم سیلاژ چغندر علوفه‌ای از تیمارهای مختلف بعد از عملیات سیلو کردن، پرس و هواگیری به انبار با دمای اتاق منتقل و ۷۵ روز بعد، از هر تیمار، چهار کیسه گشوده شده و بلافاصله pH، دما و کیفیت ظاهری آن‌ها بررسی شد. از هر کیسه، نمونه‌ای به آزمایشگاه منتقل شده و ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر، NDF، ADF و نیتروژن آمونیاکی اندازه‌گیری شدند. ارزیابی صفات ظاهری و pH نمونه‌ها نشان داد تیمارهای دارای تفاله خشک و افزودنی میکروبی از کیفیت بهتری نسبت به شاهد (میانگین امتیاز کیفی ۰/۱۶±۶/۵ در مقابل ۰/۲۱±۹/۴ و میانگین pH ۰/۰۶±۴/۰۴ در مقابل ۰/۰۸±۴/۵۹) برخوردار بودند ($P<0/01$). نوع مخلوط مورد استفاده بر ترکیب شیمیایی (ماده خشک، پروتئین خام، NDF و ADF) و پایداری سیلاژ در هنگام باز کردن اثر معنی‌داری داشت ($P<0/01$)، اما افزودنی میکروبی در بیشتر موارد، اثر معنی‌داری نشان نداد. اتلاف شیرابه‌ای گروه شاهد زیادتر و کیفیت نامطلوب‌تری نسبت به سیلاژهای دیگر داشت ($P<0/01$). بر اساس نتایج این آزمایش، مناسب‌ترین ترکیب سیلاژ تهیه شده مربوط به مخلوط شاهد+ ۱۵٪ تفاله چغندر بود که از کیفیت بالاتر و ماندگاری بیشتری برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: چغندر علوفه‌ای، خصوصیات فیزیکی-شیمیایی، سیلاژ، لاکتوباسیلوس

* نویسندهٔ مسئول: m2332012@gmail.com

doi: 10.22124/AR.2022.19185.1602

مقدمه

چغندر علوفه‌ای (*Beta vulgaris* L.) گیاهی دو ساله و متعلق به تیره اسفناجیان است. این گیاه در سال اول، ریشه داده و در سال دوم، بوته آن پس از گذراندن یک دوره سرما، فرآیند بولتینگ یا ساقه‌دار شدن را انجام داده، به گل نشسته و بذر می‌دهد (Albayarak and Necdet, 2007; Benedict *et al.,* 2015). چغندر علوفه‌ای به دلیل ویژگی‌های زراعی مطلوب از جمله مقاومت به شوری و خشکی، نیاز آبی کمتر، و خصوصیات تغذیه‌ای مناسب از جمله تولید علوفه و سیلاژ با ارزش غذایی بالا، خوش-خوراکی و پایداری مناسب در برابر تغییرات محیطی، یک منبع ارزشمند تأمین‌کننده علوفه در جیره انواع دام‌ها محسوب می‌شود (Benedict *et al.,* 2015; Waghorn *et al.,* 2018).

با وجود سابقه طولانی استفاده از چغندر علوفه‌ای در تغذیه دام، مسایل تغذیه‌ای و خصوصیات فیزیکوشیمیایی این ماده غذایی ارزشمند به‌طور کامل مشخص نبوده و نیاز به تحقیق بیشتر در این زمینه احساس می‌شود (Matthew *et al*., 2011; Jonker *et al*., 2017). دلایل افزایش استفاده از چغندر علوفه‌ای، مواردی چون ارزان بودن خوراک، ارزش غذایی بالا و مقدار فراوان محصول بیان شده است. اما در کنار مزایای یاد شده، مواردی از جمله محتوای پایین ماده خشک، الیاف و چربی (Robert, 1987; O'Kiely and Moloney, 1999)، اختلال در تبادل یونی و تغییر ظرفیت بافری سیلو (McBurney *et al*., 1983)، همچنین مشکل استفاده و فرآوری آن برای مصرف دائمی دام‌ها (Waghorn *et al*., 2018)، به اضافه محدودیت‌های مهمی نظیر وجود قند و رطوبت بالا در ریشه‌ها و نیز تراوش شیرابه زیاد و عدم تولید یک سیلاژ با کیفیت (Pacheco *et al*., 2020) از مهم‌ترین موانع مصرف این محصول هستند که البته امروزه با معرفی ارقام اصلاح شده جدید و پیشرفت فناوری فرآوری، این محدودیت‌ها تقریباً مرتفع شده‌اند (Evans and Messerschmidt, 2017).

متوسط میزان پروتئین خام ریشه‌ها، ۶ تا ۱۰ درصد، الیاف خام، ۵ تا ۸ درصد، خاکستر، ۸ تا ۱۰ درصد و انرژی قابل سوخت و ساز آن، ۱۱/۵ تا ۱۲ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (Evans and Messerschmidt, 2017; Olomonchi *et al*., 2019). چغندر علوفه‌ای از مقدار کافی کربوهیدرات‌های قابل تخمیر برای رسیدن به pH مناسب و تولید سیلاژ با کیفیت برخوردار است (Collins and Owens, 2003)، اما در عین حال، محتوای قند بالای آن باعث کاهش بیش از حد pH شکمبه و بروز اسیدوز، کاهش هضم الیاف و کاهش عملکرد میکروبی شکمبه خواهد شد (Benedict *et al*., 2015; Jonker *et al*., 2017; Pacheco *et al*., 2020). گزارش شده است که با ذخیره-سازی چغندر علوفه‌ای در شرایط مناسب و فعال شدن فرآیند فیزیولوژیک تنفس، محتوای قند آن کاهش یافته و علاوه بر آن، میزان رطوبت نیز با تبخیر در حد مناسب کاهش خواهد یافت (Evans and Messerschmidt, 2017).

چغندر علوفه‌ای تازه یا سیلو شده به خوبی در جیره انواع نشخوارکنندگان قابل استفاده است، اما مطالعه راه‌های مناسب سیلو کردن و کنترل مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی سیلاژ از موارد مهمی است که باید به آنها پرداخته شود. نتایج مطالعه‌ای نشان داد تهیه سیلاژ چغندر علوفه‌ای کامل با میزان زیادی شیرابه همراه است که این اتلاف شیرابه‌ای را می‌توان با استفاده از مواد جاذب رطوبت به میزان قابل توجهی کاهش داد (O'Kiely and Moloney, 1999). نتایج تحقیق دیگری مشخص کرد که جایگزینی ۵۰ درصد کنسانتره با چغندر علوفه‌ای، تولید شیر و بهره وری بزها و میش‌ها را در شرایط گرما بهبود داد (Mousa, 2011). نتایج تحقیق دیگری تاکید داشت که میزان مصرف چغندر علوفه‌ای تازه نباید بیشتر از ۴۰ درصد ماده خشک مصرف روزانه به همراه علف مرتعی برای گاوهای اواخر دوره شیردهی و بیشتر از ۶۰ درصد به همراه سیلاژ ذرت یا سورگوم برای گاوهای غیرشیرده باشد (Pacheco *et al.,* 2020). در یک تحقیق، ۸۵ درصد چغندر علوفه‌ای به همراه کاه جو، یا ۶۵ درصد به همراه سیلاژ علوفه مرتعی به خوبی برای گاوهای غیرشیرده استفاده شد (Waghorn *et al*., 2018).

زمان برداشت چغندر علوفه‌ای مقارن با شروع فصل گرما و بروز مشکلات متعدد بوده و لازم است برای جلوگیری از فساد، آن را با روش صحیح و با حفظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی لازم سیلو کرد. نبود اطلاعات کافی در زمینه کیفیت سیلاژ چغندر علوفه‌ای، تأثیر ترکیب مواد مختلف و نوع ماده افزودنی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ارزش تغذیه‌ای آن، هدف اصلی این تحقیق بود و مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی این سیلاژ با استفاده از

ترکیب مواد اولیه مختلف و افزودنی میکروبی لاکتوباسیلوس مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به کمبود منابع خوراک دام در کشور، لازم است اطلاعات مورد نیاز در خصوص نحوه سیلو کردن و نگه‌داری مناسب محصولات علوفه‌ای جایگزین فراهم شود که دارای توجیه لازم است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی سیلاژ تهیه شده از چغندر علوفه‌ای با مواد اولیه مختلف و افزودنی میکروبی لاکتوباسیلوس، یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با چهار تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. عامل اول شامل ۱) چغندر علوفه‌ای بدون افزودنی (شاهد)، ۲) شاهد+۱۰٪ تفاله چغندر، و ۳) شاهد+ ۱۵٪ تفاله چغندر بود. عامل دوم شامل کاربرد یا عدم کاربرد افزودنی لاکتوباسیلوس با غلظت ۶×۱۰^{۱۰} CFU/g ماده خشک بود. غلظت افزودنی میکروبی در گروه‌های یاد شده متفاوت و به ترتیب برای گروه اول، $۰/۹\times۱۰^{۸}$ CFU/g، برای گروه دوم، $۱/۳\times۱۰^{۸}$ CFU/g و برای گروه سوم، $۱/۵\times۱۰^{۸}$ CFU/g بود. در کل، تعداد شش تیمار (با چهار تکرار برای هر تیمار) و در مجموع، ۲۴ واحد آزمایشی (سیلوی کوچک با کیسه‌های پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلن به ظرفیت ۲۵ کیلوگرم) در نظر گرفته شد. مقدار مورد نیاز ریشه (غده) چغندر علوفه‌ای رقم کی‌روش (رقم منوژرم Kyros از شرکت ماریبو دانمارک)، که در بخش قنوات در فاصله ۱۰ کیلومتری شرق شهر قم کشت شده بودند خریداری و به محل استقرار دستگاه بسته‌بندی سیلاژ منتقل شدند و پس از شستشو و خاک‌زدایی به مدت یک روز در دمای محیط قرار گرفت تا رطوبت آن از راه فرآیند پژمرده شدن به کمتر از ۷۰ درصد کاهش یابد. سپس مقدار چغندر لازم توزین و با دستگاه خردکن برقی به قطعات ریز تبدیل شدند. برای جذب شیرابه از تفاله پرک خشک چغندر استفاده شد. ماده افزودنی میکروبی بکار رفته از نوع *Lactobacillus buchneri* با نام تجاری Lalsil Fresh ساخت شرکت Lallemand کشور فرانسه بود. بر طبق دستورالعمل شرکت سازنده، هر ساشه ۲۰۰ گرمی برای افزودن به ۴۰ تن سیلاژ بکار می‌رود. بر این اساس، مقدار لازم افزودنی میکروبی محاسبه و در یک لیتر آب مقطر خالص حل و محلول بدست آمده برای نیمی از سیلاژ به‌صورت افشانه در زمان پر شدن کیسه‌ها با دستگاه اتوماتیک بسته‌بندی استفاده شد. تا حد امکان، محتویات کیسه‌ها کاملاً مخلوط، متراکم، هواگیری و درزبندی شدند و بعد از نصب برچسب به محل انبار با دمای معمولی اتاق منتقل و تا زمان مراحل بعدی آزمایش نگه‌داری شدند. ۷۵ روز بعد از تهیه سیلاژ از هر تیمار، چهار کیسه گشوده شده و بلافاصله دما (به وسیله دماسنج میله‌ای جیوه‌ای مدل Zeal ساخت کشور فرانسه) و pH (به وسیله دستگاه pH متر مدل CG-804 مخصوص مواد جامد ساخت کشور آلمان) نمونه‌ها اندازه‌گیری و ارزیابی ظاهری آن‌ها نیز انجام شد. برای بررسی آزمایشگاهی و تعیین کیفیت سیلاژ، دو نمونه ۵۰۰ گرمی سیلاژ با رعایت شرایط لازم به آزمایشگاه موسسه تحقیقات علوم دامی کشور ارسال شدند. یکی از نمونه‌ها برای عصاره‌گیری و تعیین نیتروژن آمونیاکی (اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی با استفاده از الکترود جذب انتخابی یون) با روش AFIA (2011) و نمونه دیگر برای خشک کردن و اندازه‌گیری ماده خشک (method 930.15)، پروتئین خام (method 920.53) و خاکستر (method 941.12) مطابق روش AOAC (2010)، و اندازه‌گیری NDF و ADF بر اساس روش Van Soest *et al*. (1991) بدون استفاده از آنزیم آمیلاز و سدیم سولفات استفاده شد.

جهت بررسی میزان پایداری هوازی سیلاژها هنگام باز شدن کیسه‌های پلاستیکی، مشخصه‌های رنگ، بو و بافت سیلاژ در دامنه امتیاز ۱ تا ۱۰ برای کیفیت عالی تا ضعیف با استفاده از روش اصلاح شده امتیازدهی کونیزبرگ شرح داده شده به وسیله Kızılsimsek *et al*. (2005) تعیین شد. همچنین در هنگام باز شدن و بعد از آن به مدت چهار روز، تغییرات دمایی و pH سیلاژها مورد سنجش قرار گرفت. به این منظور از هر کیسه مقداری سیلاژ بدون فشار دادن و هواگیری به داخل سطل پلاستیکی یک‌بار مصرف با ظرفیت حدود یک کیلوگرم منتقل و روی آن‌ها با یک ملحفه نخی پوشانده شد. در ادامه به مدت چهار شبانه‌روز و هنگام صبح، دو بار دما و pH سیلاژها اندازه‌گیری و معدل آنها ثبت شد. داده‌های بدست آمده با استفاده از مدل آماری طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل با استفاده از رویه Mixed نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری یک درصد استفاده شد. مدل آماری تحقیق به شرح زیر بود:

$$Y_{ijk}= \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

که در این مدل، اجزای Y_{ijk} ، μ ، A_i ، B_j ، AB_{ij} و e_{ijk} به ترتیب معرف یک مشاهده از هر تیمار در هر تکرار مشخص، میانگین صفت در جامعه، اثر عامل اول (نوع سیلاژ)، اثر عامل دوم (افزودنی میکروبی)، اثر متقابل بین عامل اول و عامل دوم و اثر اشتباه آزمایشی هستند.

نتایج و بحث

تأثیر مواد مختلف بر رنگ، بو و بافت سیلاژ در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج، افزودن ۱۰ و ۱۵ درصد تفاله خشک چغندر باعث بهبود معنی‌دار خصوصیات ظاهری (رنگ، بو و بافت) این گروه‌ها نسبت به گروه شاهد شد (P<۰/۰۱). گروه‌های یاد شده از رنگ، بو و بافت مناسبی برخوردار و فاقد کپک‌زدگی یا علایم فساد بودند و رنگ آن‌ها نیز روشن‌تر از گروه شاهد بود.

همچنین افزودنی میکروبی لاکتوباسیلوس تنها بر رنگ سیلاژ گروه شاهد تأثیر معنی‌دار داشت (P<۰/۰۱). امتیاز رنگ این سیلاژ در گروه دارای افزودنی میکروبی افزایش یافت و رنگ آن تیره‌تر شد که به عنوان اثر منفی ارزیابی می‌شود. برخی از گزارشات حاکی از تأثیر مثبت افزودنی میکروبی بر بهبود خصوصیات ظاهری انواع سیلاژ است (Dehgnani *et al*., 2021)، البته تعدادی نیز این تأثیر را به دلیل کمتر بودن میزان ماده خشک سیلاژ مورد مطالعه تأیید نمی‌کنند (Karimi *et al.,* 2017; Olomonchi *et al.,* 2019). در این آزمایش نیز افزودنی میکروبی لاکتوباسیلوس اثر مثبتی بر بهبود خصوصیات ظاهری سیلاژ گروه شاهد نداشت که احتمالاً مربوط به ماده خشک کمتر این گروه در مقایسه با دو گروه دیگر و تأثیر منفی آن بر فعالیت میکروبی است. معمولاً در فرآیند تهیه سیلاژ چغندر علوفه‌ای، میزان زیادی شیرابه به دلیل رطوبت بالا ایجاد می‌شود که این اتلاف شیرابه‌ای را می‌توان با مخلوط کردن تا ۱۵ درصد مواد خشک جاذب رطوبت در هر تن سیلاژ به میزان قابل توجهی کاهش داد. این امر باعث جذب رطوبت اضافی، حفظ مواد مغذی، بهبود خصوصیات ظاهری و کیفیت سیلاژ شده و فساد هوازی آن را به تأخیر می‌اندازد (O'Kiely and Moloney, 1999; Waghorn *et al*., 2018).

تأثیر مواد افزودنی مختلف بر pH سیلاژ چغندر علوفه‌ای در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج نشان داد تمامی سیلاژها بلافاصله بعد از بازکردن سیلو از pH مناسب برخوردار بودند، هر چند که تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد، اما طی روزهای بعد، اختلاف بین گروه‌ها معنی‌دار شد (P<۰/۰۱). افزودنی میکروبی اثر معنی‌داری بر pH بیشر گروه‌ها نداشت و فقط در گروه شاهد و در روز دوم بعد از گشودن سیلاژ، اثر معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۱). روند داده‌ها بیانگر آن است که تا دو روز بعد از گشودن، pH سیلاژها مناسب بود ولی در روز سوم، pH سیلاژ گروه شاهد نسبت به بقیه افزایش یافت و در روز چهارم این افزایش شدیدتر شد (P<۰/۰۱).

جدول ۱- اثر مواد مختلف افزودنی بر رنگ، بو و بافت سیلاژ چغندر علوفه‌ای

Table 1. Effect of different additives on color, odor, and texture of ensiled fodder beet

Parameters[1]	*Lactobacillus*	Treatments[2]			SEM
		1	2	3	
Color	+	10.00 ^{aY}	5.75 ^{b}	6.75 ^{b}	0.65
	-	9.00 ^{aX}	5.75 ^{c}	7.25 ^{b}	
Odor	+	9.50 ^{a}	6.00 ^{b}	7.50 ^{c}	0.63
	-	9.25 ^{a}	5.50 ^{b}	7.00 ^{c}	
Texture	+	9.50 ^{a}	6.50 ^{b}	6.25 ^{b}	0.43
	-	9.50 ^{a}	7.00 ^{b}	6.25 ^{b}	
		P-value			
		Material	Additive	Material×Additive	
Color		***	***	Ns	
Odor		***	Ns	Ns	
Texture		***	Ns	Ns	

[1] Means for parameters of color, odor, and texture calculated from four observations.

[2] Treatments included: 1. 100% fodder beet root, 2. 90% fodder beet +10% dry beet pulp, 3. 85% fodder beet +15% dry beet pulp.

*** Significant at P<0.01, * Significant at P<0.05, Ns: not significant.

$^{a-c}$ Means in the same row with different superscripts differ significantly between treatments; $^{X-Y}$ Means in the same column with different superscripts differ significantly between additives (X-Y).

سیلاژ دارای چغندر علوفه‌ای همراه با ۱۰ درصد تفاله خشک دارای pH کمتر از بقیه بود و pH سیلاژ چغندر علوفه‌ای همراه با ۱۵ درصد تفاله خشک، از پایداری بیشتری نسبت به دو گروه دیگر برخوردار بود. دلیل پایین بودن و پایداری بیشتر pH در این گروه به میزان بیشتر ماده خشک آن مربوط است. همسو با نتایج Olomonchi *et al.* (2019)، با افزایش میزان ماده خشک سیلاژ چغندر علوفه‌ای در این پژوهش، کاهش سریع‌تر pH و پایداری هوازی بیشتر در سیلاژهای تهیه شده مشاهده شد. گزارش شده است که کنترل میزان رطوبت از راه افزایش ماده خشک و وجود مقدار مناسب مواد قندی در سیلاژ باعث کاهش سریع pH می‌شود که این امر در بهبود کیفیت سیلاژ اثر مثبت دارد (Papi *et al.,* 2016; Waghorn *et al*., 2018). یافته‌های تحقیقات تاکید دارند که برای سیلو کردن موفق مواد به ویژه علوفه مرطوب، استفاده از مواد جاذب رطوبت و خروج هوا در جهت کاهش فساد هوازی اهمیت زیادی دارد و همچنین مسدود کردن راه ورود هوا به سیلو و جلوگیری از ورود مجدد هوا به آن بسیار ضروری است (Collins and Owens, 2003; Waghorn *et al*., 2018). انتظار این است که با وجود محتوای مواد قندی مناسب در چغندر علوفه‌ای، pH سیلاژ آن سریعاً کاهش یابد و در محدوده مناسبی قرار گرفته و شرایط پایداری مناسبی برای سیلاژ فراهم شود (Olomonchi *et al*., 2019). نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که pH گروه‌های آزمایشی مختلف در دامنه قابل قبولی قرار دارند. میزان مناسب pH برای یک سیلاژ خوب بر اساس آخرین گزارشات، کمتر از ۴/۲ بیان شده است (Papi *et al.,* 2016; Pacheco *et al*., 2020). همچنین تأکید شده که سرعت کاهش pH سیلاژ یک عامل کلیدی در ممانعت از فعالیت باکتری کلستریدیوم، انتروباکترها، مخمرهای نامطلوب و کاهش اتلاف مواد طی فرآیند تخمیر است (Evans and Messerschmidt, 2017). افزودنی میکروبی تنها بر pH سیلاژ گروه شاهد در مقطع زمانی دو روز بعد از گشودن سیلو تأثیر معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۱$). در این زمان، pH گروه با افزودنی میکروبی کمتر از گروه بدون افزودنی بود. این نتیجه با یافته‌های برخی از گزارشات مطابقت دارد (Kleinschmit and Kung, 2006). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد حضور لاکتوباسیلوس در سیلو باعث افزایش تولید اسید لاکتیک می‌شود که متقاقباً موجب کاهش pH خواهد شد (Dehgnani *et al*., 2021). در گام بعدی، تبدیل غیرهوازی اسید لاکتیک به اسید استیک سبب افزایش مقاومت سیلاژ به فساد هوازی شده و پایداری آن را افزایش می‌دهد (Oude Elferink *et al.*, 2001). بنابراین می‌توان بیان کرد که احتمالاً کاهش بیشتر pH در گروه‌های مکمل شده با تفاله چغندر و افزودنی میکروبی در این آزمایش ناشی از میزان بیشتر ماده خشک و الیاف خام و نیز فعالیت میکروبی لاکتوباسیلوس در این گروه‌ها است. این یافته همسو با نتایج Karimi *et al.* (2019) و Olomonchi *et al*. (2019) است.

تأثیر مواد افزودنی مختلف بر دمای سیلاژ چغندر علوفه‌ای در روزهای مختلف پس از گشودن سیلو در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج گویای این مطلب است که همه سیلاژها با و بدون افزودنی بعد از گشودن از دمای مناسب و تقریباً مشابهی برخوردار بوده و تفاوت آن‌ها معنی‌دار نبود. مشابه تغییرات pH، تا ۲۴ ساعت بعد از گشودن سیلاژ، دمای تمامی گروه‌ها طبیعی و بدون تغییر بود، اما از روز دوم، اختلاف بین گروه‌ها بیشتر شد و دمای گروه شاهد افزایش معنی‌داری نسبت به بقیه نشان داد ($P<۰/۰۱$). تنها در گروه با ۱۰ درصد تفاله خشک در چهار روز بعد از گشودن سیلاژ، افزودنی میکروبی اثر معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۱$).

دمای سیلاژ چغندر علوفه‌ای در گروه‌های دارای ۱۰ و ۱۵ درصد تفاله خشک با تأخیر و از روز سوم افزایشی شد، اما معنی‌دار نبود. سیلاژ چغندر علوفه‌ای با ۱۵ درصد تفاله خشک چغندر، از پایداری دمایی بیشتری در سه روز اول بررسی نسبت به بقیه برخوردار بود. تغییرات دمای سیلاژ کاملاً وابسته به نوع ترکیبات موجود در آن به ویژه میزان ماده خشک و شدت واکنش‌های هوازی یا بی‌هوازی انجام شده در آن است. هر چه این تغییرات کمتر و از دامنه کوتاه‌تری برخوردار باشند، کیفیت سیلاژ حاصله نیز بهتر خواهد بود (Papi *et al.,* 2016; Waghorn *et al*., 2018; Olomonchi *et al.,* 2019).

جدول ۲- اثر مواد افزودنی مختلف بر pH سیلاژ چغندر علوفه‌ای

Table 2. Effect of different additives on pH of ensiled fodder beet

Parameters[1]	*Lactobacillus*	Treatments[2]			SEM
		1	2	3	
At opening time	+	3.96	3.99	4.15	0.04
	-	4.01	4.07	4.21	
1 day later	+	3.95 ^{b}	3.94 ^{b}	4.11 ^{a}	0.03
	-	4.03 ^{ab}	3.98 ^{b}	4.12 ^{a}	
2 day later	+	3.91 ^{bX}	3.90 ^{b}	4.06 ^{a}	0.04
	-	4.02 ^{bY}	3.93 ^{b}	4.10 ^{a}	
3 day later	+	4.99 ^{a}	3.96 ^{b}	4.13 ^{b}	0.10
	-	5.53 ^{a}	3.99 ^{b}	4.11 ^{b}	
4 day later	+	5.25 ^{aX}	4.08 ^{b}	4.31 ^{b}	0.16
	-	6.04 ^{aY}	3.93 ^{b}	4.08 ^{b}	
		P-value			
		Material	Additive	Material×Additive	
At opening time		Ns	Ns	Ns	
1 day later		Ns	Ns	Ns	
2 day later		***	***	Ns	
3 day later		***	Ns	Ns	
4 day later		***	Ns	Ns	

[1] Means for parameters of color, odor, and texture calculated from four observations.

[2] Treatments included: 1. 100% fodder beet root, 2. 90% fodder beet +10% dry beet pulp, 3. 85% fodder beet +15% dry beet pulp.

*** Significant at $P<0.01$, * Significant at $P<0.05$, Ns: not significant.

[a-b] Means in the same row with different superscripts differ significantly between treatments; [X-Y] Means in the same column with different superscripts differ significantly between additives (X-Y).

جدول ۳- اثر مواد افزودنی مختلف بر دمای سیلاژ چغندر علوفه‌ای (درجه سلسیوس)

Table 3. Effect of different additives on the temperature of ensiled fodder beet (degree of Celsius)

Parameters[1]	*Lactobacillus*	Treatments[2]			SEM
		1	2	3	
At opening time	+	22.25	23.50	22.20	0.17
	-	22.75	22.25	22.75	
1 day later	+	22.50	21.25	22.00	0.15
	-	21.50	21.50	22.00	
2 day later	+	25.25 ^{a}	20.50 ^{b}	21.75 ^{b}	0.33
	-	26.00 ^{a}	21.75 ^{b}	22.00 ^{b}	
3 day later	+	37.75 ^{a}	24.00 ^{b}	23.75 ^{b}	1.17
	-	41.25 ^{a}	23.75 ^{b}	24.25 ^{b}	
4 day later	+	36.75 ^{a}	23.75 ^{bY}	25.25 ^{c}	0.68
	-	38.25 ^{a}	26.50 ^{bX}	24.75 ^{b}	
		P-value			
		Material	Additive	Material×Additive	
At opening time		Ns	Ns	Ns	
1 day later		***	Ns	Ns	
2 day later		***	Ns	Ns	
3 day later		***	Ns	Ns	
4 day later		***	***	Ns	

[1] Means for parameters of color, odor, and texture calculated from four observations.

[2] Treatments included: 1. 100% fodder beet root, 2. 90% fodder beet +10% dry beet pulp, 3. 85% fodder beet +15% dry beet pulp.

*** Significant at $P<0.01$, * Significant at $P<0.05$, Ns: not significant.

[a-c] Means in the same row with different superscripts differ significantly between treatments; [X-Y] Means in the same column with different superscripts differ significantly between additives (X-Y).

در این آزمایش، دامنه ماده خشک از حداقل ۱۵/۴۹ درصد در گروه شاهد تا حداکثر ۲۶/۷۳ درصد در سیلاژ دارای ۱۵ درصد تفاله خشک چغندر متغیر بود (جدول ۴). از آنجا که تامین مقدار کافی ماده خشک برای تولید سیلاژ با کیفیت ضروری است، با توجه به تأثیر مستقیم این عامل بر pH و دمای سیلاژ، تغییرات مشاهده شده در خصوصیات ظاهری و پایداری سیلاژ گروه‌های آزمایشی مورد مطالعه طبیعی و در حد انتظار بود (Kızılsimsek *et al*., 2005; Olomonchi *et al.,* 2019). افزودنی میکروبی سبب افزایش معنی‌دار دمای سیلاژ چغندر علوفه‌ای با ۱۰ درصد تفاله چغندر در چهار روز بعد از گشودن سیلو شد ($P<۰/۰۱$). این افزایش دما می‌تواند به میزان بیشتر رطوبت در این گروه مربوط باشد که باعث افزایش دما و فعالیت میکروبی شده و به عنوان تأثیری منفی ارزیابی می‌شود.

تأثیر ترکیب مواد افزودنی مختلف بر ترکیب شیمیایی سیلاژ چغندر علوفه‌ای در جدول ۴ ارائه شده است. ترکیبات شیمیایی متفاوتی در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده شد ($P<۰/۰۱$). درصد ماده خشک گروه‌های دارای ۱۰ و ۱۵ درصد تفاله چغندر با و بدون افزودنی بیشتر از گروه شاهد و درصد ماده خشک گروه با ۱۵ درصد تفاله چغندر با تفاوت معنی‌دار بیشتر از بقیه گروه‌ها بود ($P<۰/۰۱$). این مسئله با توجه به افزودن تفاله خشک چغندر به این گروه‌ها که باعث افزایش میزان ماده خشک آن‌ها شد، طبیعی به نظر می‌رسد. در مقابل، درصد پروتئین خام سیلاژ چغندر علوفه‌ای با ۱۵ درصد تفاله خشک چغندر با و بدون افزودنی به‌طور معنی‌داری از دو گروه دیگر کمتر بود ($P<۰/۰۱$). این وضعیت با توجه به محتوای پروتئینی بسیار کم تفاله خشک چغندر در ترکیب سیلاژ کاملاً منطقی و مورد انتظار بود. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و اسیدی (NDF) در سیلاژهای چغندر علوفه‌ای با ۱۰ و ۱۵ درصد تفاله خشک چغندر به‌طور معنی‌داری از شاهد بیشتر بود ($P<۰/۰۱$). این موضوع نیز با توجه به بالاتر بودن ماده خشک آن‌ها و محتوای الیاف بالای تفاله چغندر قابل انتظار است. به‌طور کلی و با توجه به همبستگی بالای فراسنجه‌های شیمیایی با میزان ماده خشک یک ماده خوراکی، وجود روندهای مشابه در محتوای فراسنجه‌های پروتئین خام، NDF، ADF و نیتروژن آمونیاکی در این آزمایش، طبیعی و هماهنگ با نتایج موجود است. در واقع، مقدار ماده خشک هر خوراک بر مقدار و کیفیت بقیه فراسنجه‌ها نیز تأثیر مستقیم دارد (Papi *et al.,* 2016; Van Soest *et al*., 1991). در مطالعهٔ Matthew *et al*. (2011)، متوسط پروتئین خام و NDF چغندر علوفه‌ای به ترتیب معادل ۱۰ و ۱۲ درصد گزارش شد که با نتایج این آزمایش در تناقض و به مراتب کمتر است. خاکستر خام سیلاژ گروه شاهد بیشترین و چغندر علوفه‌ای با ۱۵ درصد تفاله خشک دارای کمترین مقدار بود ($P<۰/۰۱$)، چغندر علوفه‌ای با ۱۰ درصد تفاله خشک، تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشت. با توجه به ماده خشک بالاتر سیلاژ دارای ۱۵ درصد تفاله خشک، می‌توان چنین استنباط کرد که به دلیل بیشتر بودن درصد چغندر در گروه شاهد و گروه با ۱۰ درصد تفاله خشک، و با توجه به ماهیت محصولات غده‌ای که خاکستر بیشتری دارند، بنابراین درصد خاکستر این گروه‌ها نیز بیشتر خواهد بود (Robert, Waghorn *et al.,* 2018; 1987). نیتروژن آمونیاکی سیلاژ با ۱۵ درصد تفاله خشک با اختلاف معنی‌دار، کمتر از دو سیلاژ دیگر بود ($P<۰/۰۱$). مقدار نیتروژن آمونیاکی به عوامل مختلفی از جمله میزان ماده خشک، درجه بلوغ گیاه، میزان پروتئین خام و میزان ترکیبات محلول آن بستگی دارد. میزان ماده خشک در گروه یاد شده بیشتر بود، اما پروتئین خام آن در بین گروه‌ها، کمترین مقدار بود که علت آن می‌تواند بیشتر بودن سطح تفاله خشک در این گروه و در عین حال کمتر بودن مقدار پروتئین خام آن باشد. با توجه به همبستگی این دو فراسنجه، بدیهی به نظر می‌رسد که سطح پایین‌تر نیتروژن آمونیاکی پیامدی از مقدار کمتر پروتئین خام در این گروه باشد. این یافته با نتیجه گزارش شده به وسیله Hedayatipour *et al*. (2012) مطابقت داشت. گزارشاتی وجود دارد که نسبت نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ را کمتر از مقادیر بدست آمده در این آزمایش بیان کرده‌اند، اما نسبت مناسب برای این فراسنجه در دامنه ۱۰ تا ۱۵ درصد مقدار نیتروژن کل بیان شده است (Papi *et al.,* 2016)، که در این صورت، اعداد بدست آمده قابل قبول هستند (Evans and Messerschmidt, 2017; Waghorn *et al*., 2018).

جدول ۴- اثر مواد افزودنی بر ترکیب شیمیایی سیلاژ چغندر علوفه‌ای (درصد ماده خشک)

Table 4. Effect of different additives on chemical composition of ensiled fodder beet (% DM)

Parameters[1]	*Lactobacillus*	Treatments[2]			SEM
		1	2	3	
DM	+	15.49 ^{cY}	22.95 ^{b}	26.73 ^{aY}	1.64
	-	13.74 ^{cX}	22.43 ^{b}	25.28 ^{aX}	
CP	+	16.27 ^{aX}	16.65 ^{a}	13.61 ^{b}	0.73
	-	17.54 ^{aY}	16.98 ^{a}	13.90 ^{b}	
NDF	+	26.13 ^{cX}	36.94 ^{b}	40.25 ^{a}	1.29
	-	31.50 ^{bY}	37.63 ^{a}	41.38 ^{a}	
ADF	+	11.75 ^{bX}	17.44 ^{a}	19.38 ^{a}	1.17
	-	12.94 ^{bY}	16.50 ^{a}	19.31 ^{a}	
Ash	+	12.73 ^{a}	12.45 ^{ab}	11.25 ^{b}	0.46
	-	13.45 ^{a}	12.48 ^{ab}	11.36 ^{b}	
AN	+	6.42 ^{a}	6.98 ^{a}	5.09 ^{b}	0.41
	-	6.32 ^{a}	7.69 ^{a}	5.65 ^{ab}	
		P-value			
		Material	Additive	Material×Additive	
DM		***	**	*	
CP		***	*	Ns	
NDF		***	***	***	
ADF		***	***	***	
Ash		***	Ns	Ns	
AN		***	Ns	***	

[1] Means for parameters of color, odor, and texture calculated from four observations.

[2] Treatments included: 1. 100% fodder beet root, 2. 90% fodder beet +10% dry beet pulp, 3. 85% fodder beet +15% dry beet pulp.

*** Significant at $P<0.01$, * Significant at $P<0.05$, Ns: not significant.

$^{a-c}$ Means in the same row with different superscripts differ significantly between treatments; $^{X-Y}$ Means in the same column with different superscripts differ significantly between additives (X-Y).

نتایج نشان داده است که انواع چغندر علوفه‌ای بر اساس ماده خشک از محتوای کلسیم دو برابر و فسفر کمتر از غلات و دانه‌ها برخوردار بوده و درصد خاکستر آن‌ها معمولاً بالاتر از دانه‌ها است. چغندر علوفه‌ای و تفاله چغندر قند هر دو دارای قابلیت مصرف خوبی در تغذیه دام هستند زیرا از محتوای NDF مناسبی جهت تعدیل pH شکمبه برخوردار بوده و ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی دارند. علاوه بر آن، الیاف آن‌ها از درجه هضم‌پذیری بالا برخوردار است و مقدار لیگنین آن‌ها پایین است که با این ویژگی‌ها، به خوبی شرایط محیط شکمبه را تعدیل و پایدار می‌کند (McBurney *et al*., 1983; Evans and Messerschmidt).

بر اساس نتایج جدول ۴، افزودنی میکروبی، ماده خشک سیلاژ گروه شاهد را به‌طور معنی‌داری افزایش ($P<۰/۰۱$) و در مقابل، پروتئین خام آن را به‌طور معنی‌داری کاهش داد ($P<۰/۰۵$). به نظر می‌رسد که علت این افزایش ماده خشک و کاهش پروتئین خام علاوه بر فعالیت میکروبی ماده افزودنی (فعال شدن آنزیم پروتئاز میکروبی) در محیط سیلاژ (Kleinschmit and Kung, 2006)، به اتلاف شیرابه‌ای بیشتر گروه فاقد افزودنی نیز مربوط باشد زیرا میزان رطوبت گروه شاهد به دلیل درصد بالاتر چغندر علوفه‌ای بیشتر از بقیه بود. همچنین افزودنی لاکتوباسیلوس باعث کاهش معنی‌دار مقدار NDF و ADF در هر سه نوع سیلاژ شد ($P<۰/۰۱$). دلیل این کاهش می‌تواند مربوط به اثر لاکتوباسیلوس در تجزیه بیشتر الیاف به خصوص سلولز و همی سلولز باشد که نتیجه آن، کاهش مقدار الیاف در سیلاژ خواهد بود. یافته بالا با نتیجه گزارش شده از سوی Hedayatipour *et al*. (2012) مطابقت داشت. در بیشتر موارد، اثر متقابل بین ماده اصلی سیلاژ و افزودنی لاکتوباسیلوس معنی‌دار نبود، البته به استثنای اثر متقابل عوامل یاد شده بر ماده خشک، NDF، ADF و نیتروژن آمونیاکی که معنی‌دار شد ($P<۰/۰۱$). این موضوع با توجه به تغییر در محتوای مواد تشکیل دهنده سیلاژ و فعالیت میکروبی لاکتوباسیلوس تا حدودی قابل توجیه است. با توجه به کاربرد موفق چغندر علوفه‌ای در اشکال گیاه کامل، ریشه و سیلو در جیره میش و بزهای ماده (Mousa, 2011)، و در جیره گاوهای شیرده و غیر شیرده در شرایط مختلف و با استفاده از مواد همراه متفاوت و عدم مشاهده تأثیر منفی بر رشد، تولید و ترکیب شیر (Robert, 1987;

Waghorn *et al*., 2018)، به نظر می‌رسد استفاده از سیلوی چغندر علوفه‌ای در جیره دام‌ها مناسب بوده و بررسی روش‌های نوین در بهره‌گیری از این ماده غذایی ارزشمند با استفاده از ترکیب مواد همراه و افزودنی‌های مختلف امری ضروری و مفید باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این مطالعه، افزودن ۱۰ و ۱۵ درصد تفاله خشک چغندر به سیلاژ چغندر علوفه‌ای باعث بهبود خصوصیات ظاهری و پایداری هوازی سیلاژهای حاصله در مقایسه با گروه شاهد شد. ارزیابی صفات ظاهری و pH نمونه‌ها نشان داد که تیمارهای دارای تفاله خشک و افزودنی میکروبی از کیفیت بهتری نسبت به شاهد برخوردار بودند. نوع مخلوط مورد استفاده بر ترکیب شیمیایی سیلاژ و پایداری هوازی آن در هنگام باز کردن، اثر معنی‌داری داشت، اما افزودنی میکروبی در بیشتر موارد دارای اثر معنی‌دار نبود. اتلاف شیرابه‌ای گروه شاهد زیادتر از بقیه تیمارها بود و کیفیت ظاهری نامطلوب‌تری نسبت به سیلاژهای دیگر داشت. در مجموع، مناسب‌ترین ترکیب سیلاژ در این آزمایش، مخلوط شاهد+۱۵٪ تفاله چغندر قند بود که از کیفیت ظاهری بهتر، ماندگاری بیشتر، سطح ماده خشک بالاتر و نیتروژن آمونیاکی پایین‌تر نسبت به دو گروه دیگر برخوردار بود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله از حمایت‌های مادی و معنوی مسئولین سازمان جهاد کشاورزی استان قم و کمک‌های فنی و آزمایشگاهی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نمایند.

فهرست منابع

AFIA. 2011. Australian Fodder Industry Association Laboratory Methods Manual, Melbourne, Australia.

Albayarak S. and Necdet C. 2008. Effects of temperature and light intensity on growth of fodder beet (*Beta vulgaris* L. *var*. *Crassa Mansf.*). Bangladesh Journal of Botany, 36(1): 1-12.

AOAC. 2010. Official Methods of Analysis (18th edition). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.

Benedict C. A., Corbin A. T., Harrison J. H. and Miles C. A. 2015. Case study: Alternative fodder crops for livestock feed in western Washington. The Professional Animal Scientist, 31(1): 80-87.

Collins M. and Owens V. N. 2003. Preservation of forage as hay and silage. In Forages: An Introduction to Grassland Agriculture, 6th edition. Iowa State University press. Pp. 443-471.

Dehghani M., Sharifi Hosseini M. M., Dayani O. and Maddahian A. 2021. Effect of particle size and inoculation of homofermentative and heterofermentative bacteria in high moisture corn forage on the silage quality. Animal Production Research, 10(1): 37-49. (In Persian).

Evans E. and Messerschmidt U. 2017. Review: Sugar beets as a substitute for grain for lactating dairy cattle. Journal of Animal Science and Biotechnology, 8: 25-35.

Hedayatipour A., Khorvash M., Qorbani Q., Al-Modarres A. and Abedi M. 2012. Comparison of chemical properties and degradability of forage and sorghum silage with corn in vitro and nylon bag method. Iranian Journal of Animal Science Research, 4(3): 224-232. (In Persian).

Jonker A., Scobie D., Dynes R., Edwards G., De Klein C., Hague H., McAuliff R., Taylor A., Knight T. and Waghorn G. 2017. Feeding fodder beet decreased methane emissions from dry and lactating dairy cows in pastoral systems. Animal Production Science, 57: 1445-1450.

Karimi M., Besharati M., Taghizadeh A. and Safari R. 2017. Effects of lactobacillus inoculants on characteristics and composition of alfalfa wilted by orange pulp silage. Animal Production Research, 6(1): 27-37. (In Persian).

Kızılsimsek M., Erol A. and Calıslar S. 2005. Effects of raw material and silo size on silage quality. Livestock Research for Rural Development, Volume 17, and Article number: 33, Retrieved June 30, 2021, from http://www.lrrd.org/lrrd17/3/ kizi17033.htm.

Kleinschmit D. H. and Kung L. Jr. 2006. A Meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small grain silages. Journal of Dairy Science, 89: 4005-4013.

Matthew C., Nelson N. J., Ferguson D. and Xie Y. 2011. Fodder beet revisited. Journal of Agronomy, 41: 39-48.

McBurney M. I., Van Soest P. J. and Chase L. E. 1983. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral detergent fibers. Journal of the Science of Food and Agriculture, 34(9): 910-916.

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 Science, 5(4): 228-242.

NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. Washington, DC. Pp. 3-42.

O'Kiely P. and Moloney A. P. 1999. Conservation characteristics of ensiled whole-crop fodder beet and its nutritive value for beef cattle. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 38(1): 25-39.

Olomonchi E. O. A., Kilic U., Garipoglu A. V. and Erisek A. 2019. Comparison of forage quality and in vitro digestibility of fodder beet (*Beta vulgaris* L.) fresh material and silage. Journal of Scientific and Engineering Research, 6(11): 172-178.

Oude Elferink S. J. W. H., Krooneman J., Gottschal J. C., Spoelstra S. F., Faber F. and Driehuis F. 2001. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. Applied and Environmental Microbiology, 67: 125-132.

Pacheco D., Muetzel S., Lewis S., Dalley D., Bryant M. and Waghorn G. C. 2020. Rumen digesta and products of fermentation in cows fed varying proportions of fodder beet (*Beta vulgaris* L.) with fresh pasture or silage or straw. Animal Production Science, 60(4): 524-534.

Papi N., Kafilzadeh F. and Fazaeli H. 2016. Study of silage ability of artichoke forage and the effect of adding different levels of molasses on its silage properties. Animal Science Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 113: 41-50. (In Persian).

Robert D. J. 1987. The effects of feeding fodder beet to dairy cows offered silage *ad libitum*. Grass and Forage Science, 42(4): 391-395.

Van Soest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

Waghorn G. C., Collier K., Bryant M. and Dalley D. E. 2018. Feeding fodder beet (*Beta vulgaris* L.) with either barley straw or pasture silage to non-lactating dairy cows. New Zealand Veterinary Journal, 66(4): 178-185.