Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 17, Issue 1, 2026 p: 100- 109

OPEN ACCESS

Research Paper

The Effect of Using Total Mixed Ration (TMR) Silage on the Performance, Nutrient Digestibility, and Blood Parameters of Holstein Lactating Cows

Mahdi Eftekhari[1], Alireza Aghashahi[2] and Mohammad Chegini[3]

1- Assistant Professor, Animal Science Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran, (Corresponding author: Eftekharimehdi@gmail.com)
2- Associate Professor, Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3- Managing Director (CEO) of Pars Daneh Arya Animal Feed Factory, Qazvin, Iran

Received: 10 September, 2025 Revised: 20 November, 2025 Accepted: 22 December, 2025

Extended Abstract

Background: Currently, the conventional feeding method for dairy cattle, even in small and medium-sized farms, is a total mixed ration (TMR). TMR is made by adding the concentrate to the forage portion of the ration and mixing them together. Preparing a TMR requires access to formulated rations and the use of equipment such as grinders and mixers; in addition, machinery, storage facilities, and labor are necessary. Typically, providing these tools and facilities is not easy for small and sometimes medium-sized farms. Under these conditions, if the TMR feed is ensiled in a wet form, these shortcomings can be largely overcome. Overall, the technology of TMR silage facilitates feeding management and allows the use of ensiled wet feed over time. The present experiment was conducted in this regard to investigate the effect of using TMR silage on the performance, blood parameters, and digestibility of dairy cows in mid-lactation.

Methods: For this experiment, 16 multiparous Holstein dairy cows (with an average parity of 2.8 parity and 78 days in milk), whose health was certified by a herd veterinarian, were divided into two homogeneous groups of eight cows each based on milk production levels, days in milk, and parity. Each group was randomly assigned to one of two experimental diets (including a control diet and a diet prepared as TMR Silage). The chemical composition of the prepared TMR Silage was determined for pH, dry matter, crude protein, ash content, and neutral detergent fiber on days 0, 28, and 56. The total duration of the experiment was 40 days; the first 10 days served as an adaptation period for animals to adjust to their housing and experimental diets. Throughout the experiment, daily feed intake was measured by subtracting leftover feed from the amount offered. Daily milk production and its components (fat percentage, protein percentage, lactose percentage, and somatic cell count) were measured biweekly. To assess the impact of the diets on nutrient digestibility (including dry matter, organic matter, crude protein, and neutral detergent fiber), fecal samples were collected directly from all animals' rectums during the last five days of the experiment. On the final day of the experiment, blood samples were collected from all animals via venipuncture to evaluate treatment effects on blood parameters including glucose, triglycerides, cholesterol, and total protein.

Results: Based on the results obtained from this experiment, parameters related to the prepared silage indicated that high-quality silage was produced. The use of feed in the form of TMR Silage did not significantly affect dry matter intake; thus, treatments were similar in this regard; however, milk production showed a tendency to increase ($P = 0.10$). Except for fat percentage in milk that increased due to using complete feed silage ($P=0.05$), other milk components, including protein percentage and lactose percentage, as well as somatic cell count, were not affected. Feeding TMR Silage increased the apparent digestibility of neutral detergent fiber ($P = 0.04$) but had no effect on the apparent digestibility of other nutrients, including dry matter, organic matter, and crude protein. Among blood parameters, including glucose, triglycerides, cholesterol, and total protein concentration, only glucose concentration significantly increased with TMR Silage intake ($P = 0.05$).

Copyright ©2026 Eftekhari et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

Conclusion: The results from this study indicate that using TMR Silage led to a non-significant increase in milk production in dairy cows while improving the apparent digestibility of neutral detergent fiber and increasing both milk fat percentage and blood glucose concentration. Overall, it can be stated that utilizing TMR Silage has advantages in feeding dairy cows and can serve as a viable strategy for their nutrition; however, further research is needed in this area.

Keywords: Blood, Cow, Digestibility, Milk, TMR silage

How to Cite This Article: Eftekhari, M., Aghashahi, A., & Chegini, M. (2026). The Effect of Using Total Mixed Ration (TMR) Silage on the Performance, Nutrient Digestibility, and Blood Parameters of Holstein Lactating Cows. *Res Anim Prod,* 17(1), 100-109. DOI: 10.61882/rap.2026.1522

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

اثر استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی گاوهای شیرده هلشتاین

مهدی افتخاری[۱]، علیرضا آقاشاهی[۲] و محمد چگینی[۳]

۱- استادیار، بخش دام و طیور، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، قزوین، ایران، (نویسنده مسوول: Eftekharimehdi@gmail.com)
۲- دانشیار، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳- مدیر عامل کارخانه خوراک دام پارس دانه آریا، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۹ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۱
صفحه ۱۰۰ تا ۱۰۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: در حال حاضر، روش مرسوم خوراک‌دهی گله‌های گاو شیری حتی در بسیاری از واحدهای کوچک و متوسط به‌صورت جیره کاملاً مخلوط است. جیره کاملاً مخلوط با افزودن کنسانتره به بخش علوفه‌ای جیره و مخلوط کردن آنها ساخته می‌شود. تهیه جیره کاملاً مخلوط نیازمند دسترسی به جیره‌های متوازن‌شده و استفاده از تجهیزات مانند آسیاب و مخلوط‌کن است؛ علاوه بر این، ماشین‌آلات، انبار و نیروی کارگری لازم هستند. معمولاً، فراهم‌کردن این تجهیزات و امکانات در دامداری‌های کوچک و بعضاً متوسط به راحتی ممکن نیست. همچنین، استفاده از برخی محصولات جانبی یا بقایای مرطوب مانند انواع تفاله مرکبات، تفاله سیب، و تفاله تر چغندرقند ممکن است به دلیل ماده خشک پایین و عدم امکان نگهداری طولانی‌مدت، با دشواری‌هایی همراه باشد. در شرایط مذکور، در صورتی‌که خوراک کاملاً مخلوط به شکل مرطوب سیلو شود، تا حدود زیادی این نقایص برطرف خواهد شد. در مجموع، فناوری سیلاژ خوراک کامل ضمن تسهیل مدیریت خوراک‌دهی، امکان استفاده از خوراک مرطوب سیلوشده را در طول زمان فراهم می‌سازد. آزمایش حاضر در همین راستا و به‌منظور بررسی اثر استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و قابلیت هضم گاوهای شیری در اواسط دوره شیردهی انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای انجام این آزمایش، ۱۶ رأس گاو چندبار زایش کرده شیرده هلشتاین (با میانگین ۲/۸ شکم زایش و روزهای شیردهی ۷۸ روز) که سلامتی آنها توسط دامپزشک گله تأیید شده بود، به دو گروه همگن ۸ رأسی که از نظر مقدار تولید شیر، روزهای شیردهی و شکم زایش مشابه بودند، تقسیم شدند. هر یک از گروه‌ها نیز به‌طور تصادفی به یکی از دو جیره آزمایشی (شامل جیره شاهد و جیره تهیه شده به‌صورت سیلاژ خوراک کامل) اختصاص یافت. ترکیبات شیمیایی سیلاژ خوراک کامل تهیه شده شامل pH، ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، در روزهای صفر، ۲۸ و ۵۶ تعیین شدند. در بخش آزمایش مزرعه‌ای، طول دوره آزمایش ۴۰ روز بود که ۱۰ روز اول به‌عنوان دوره عادت‌دهی و سازگاری حیوانات به جایگاه و جیره‌های آزمایشی در نظر گرفته شد. در طول انجام آزمایش، مقدار مصرف خوراک به‌صورت روزانه و با کسر باقیمانده خوراک از مقدار عرضه شده اندازه‌گیری شد. مقدار تولید روزانه شیر و ترکیبات آن شامل درصد چربی، پروتئین، لاکتوز و شمار سلول‌های بدنی به‌صورت هر ۲ هفته یکبار اندازه‌گیری شد. برای بررسی اثر جیره‌های استفاده شده بر قابلیت هضم مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی، در ۵ روز پایانی آزمایش، نمونه‌های مدفوع به‌صورت مستقیم از رکتوم همه دام‌ها جمع‌آوری شدند. در روز پایانی آزمایش، نمونه‌گیری از خون تمام دام‌ها از طریق ورید دمی به‌منظور بررسی اثر تیمارها بر فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول و پروتئین انجام شد.

یافته‌ها: دامنه فراسنجه‌های مربوط به سیلاژ تهیه شده حاکی از آن بود که سیلاژ باکیفیتی تهیه شده است. استفاده از خوراک به شکل سیلاژ خوراک کامل، اثر معنی‌داری بر مقدار ماده خشک مصرفی نداشت و از این جهت تیمارها مشابه هم بودند، ولی تولید شیر تمایل به افزایش داشت (P = ۰/۱۰). به جز درصد چربی شیر که تحت تأثیر استفاده از جیره به شکل سیلاژ خوراک کامل افزایش یافت (P = ۰/۰۵)، سایر ترکیبات شیر، شامل درصد پروتئین، درصد لاکتوز و همچنین شمار سلول‌های بدنی، تحت تأثیر آن قرار نگرفت. مصرف جیره به شکل سیلاژ خوراک کامل سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد (P =۰/۰۴)، ولی بر قابلیت هضم ظاهری سایر مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و کربوهیدرات‌های غیرالیافی اثری نداشت. از بین فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول و پروتئین کل، فقط غلظت گلوکز به‌صورت معنی‌داری با مصرف سیلاژ خوراک کامل افزایش یافت (P = ۰/۰۵).

نتیجه گیری: نتایج حاصل از این مطالعه نشان دادند که استفاده از سیلاژ خوراک کامل سبب افزایش غیر معنی‌دار تولید شیر و بهبود قابلیت هضم ظاهری الیاف نامحلول در شوینده خنثی، بهبود درصد چربی شیر و افزایش غلظت گلوکز خون شد. در مجموع، می‌توان اظهار داشت که استفاده از سیلاژ خوراک کامل دارای مزایایی در تغذیه گاوهای شیری است و می‌تواند به‌عنوان یک راهکار در تغذیه گاوهای شیری مورد استفاده قرار گیرد. البته نیاز به تحقیقات بیشتر در این حوزه است.

واژه‌های کلیدی: سیلاژ خوراک کامل، گاو، شیر، قابلیت هضم، خون

مقدمه

شکل معمول مصرف خوراک در جیره گاوهای شیری، جیره کاملاً مخلوط[1] است؛ برای تهیه جیره کاملاً مخلوط، کنسانتره به بخش علوفه‌ای جیره افزوده می‌شود و پس از مخلوط شدن، به مصرف دام می‌رسد. در تهیه جیره کاملاً مخلوط، معمولاً علوفه ذرت یا علوفه جو به شکل سیلوشده مورد استفاده قرار می‌گیرند. ولی در سال‌های اخیر، سیلوکردن جیره به‌صورت مخلوط کامل مورد توجه متخصصین تغذیه دام قرار گرفته است (Fazaeli, 2021) که به این شکل از خوراک، سیلاژ خوراک کامل[2] گفته می‌شود. سیلاژ خوراک کامل خوراکی است بر پایه سیلاژ که ترکیب مواد تشکیل دهنده آن بر اساس احتیاجات دام مورد نظر متوازن شده باشد. سابقه استفاده از سیلاژ خوراک کامل به دهه ۱۹۶۰ در ایالات متحده آمریکا برمی‌گردد. در همین حال، در سال‌های اخیر صنعت گاو شیری در بسیاری از کشورها مانند ژاپن، چین، کره جنوبی، اندونزی، ایتالیا، فلسطین اشغالی، برزیل و ... نگاه تازه‌ای به آن داشته است.

تهیه سیلاژ خوراک کامل مستلزم داشتن همزمان همه اقلام، دستگاه‌ها و تأسیسات مورد نیاز بهمراه دانش جیره‌نویسی و یا بهره‌گیری از مشاوره یک متخصص تغذیه دام است. با استفاده از این روش، دامدار دانش تغذیه دام را برای تأمین احتیاجات دام خود به صورت عملی به‌کار می‌گیرد (Fazaeli., 2021). علاوه بر این، با توجه به این که در شرایط فعلی در ایران، ذرت علوفه‌ای در زمان برداشت با رطوبت بالایی برداشت می‌شود و دفع پساب معمولاً یک مشکل رایج دامداران است، تهیه سیلاژ خوراک کامل این امکان را فراهم می‌سازد تا مقدار ماده خشک سیلاژ افزایش یابد و مشکل پساب نیز تا حد بالایی مرتفع شود. تولید سیلاژ خوراک کاملاً مخلوط در ژاپن، به منظور ذخیره و استفاده بهینه از محصولات فرعی مرطوب (دارای رطوبت بالا) به عنوان خوراک نشخوارکنندگان رایج است (Wang & Nishino., 2013).

یکی از ویژگی‌های مثبت سیلاژ خوراک کامل، مقاومت در برابر فسادپذیری هوازی، حتی در تابستان است، به‌طوری که بعد از باز کردن سیلو، به‌مدت ۷ روز فسادپذیری اتفاق نمی‌افتد (Nishino *et al*., 2004). بریچنایدر و همکاران (Bretschneider *et al*., 2015) علف ذرت را با یونجه خشک خردشده، ذرت، کنجاله سویا، تخم پنبه‌دانه و کنجاله آفتابگردان مخلوط و به‌مدت ۷۵ روز سیلو کردند که منتج به سیلاژی باکیفیت شد. میاجی و نوناکا (Miyaji & Nonaka, 2018) جیره مخلوط تهیه شده به دو روش (سیلو شده به مدت حداقل ۴ ماه) و سیلونشده (تهیه به‌صورت روزانه) را در تغذیه گاو شیرده مقایسه کردند؛ اجزای جیره شامل سیلاژ چاودار، تفاله چغندر، کنجاله سویا، مکمل ویتامینی و معدنی و برنج پوسته‌گیری شده بودند. سیلوکردن سبب بهبود قابلیت هضم نشاسته و ماده خشک شد و ضمن تمایل به افزایش ماده خشک مصرفی، منجر به افزایش تولید شیر شد.

میاجی و ماتسویاما (Miyaji & Matsuyama., 2016) روند تغییرات مواد مغذی خوراک کامل تهیه شده از یونجه خشک، یونجه چاپرشده، علوفه ذرت، برنج قهوه‌ای فلک شده، کنجاله سویا، پس‌ماند پنیر و مکمل معدنی و ویتامینی را قبل و بعد از سیلوکردن مورد بررسی قرار دادند و مقادیر پروتئین خام، نشاسته و الیاف نامحلول در شوینده خنثی را اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان دادند که مقادیر پروتئین خام، نشاسته و الیاف نامحلول درشوینده خنثی به‌ترتیب قبل از سیلوکردن ۱۶/۵، ۲۴/۲ و ۳۵/۴ درصد و بعد از سیلوکردن ۱۶/۳، ۲۱/۴ و ۳۶/۲ درصد در ماده خشک بودند.

در مجموع، با توجه به مطالعات انجام شده و مزایای سیلاژ خوراک کامل، مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر تهیه و استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر پایه جیره کاملاً مخلوط مورد استفاده در گاوداری‌های کشور در جیره گاوهای شیرده انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، ۱۶ رأس گاو چندبار زایش شیرده هلشتاین (با میانگین ۲/۸ شکم و روزهای شیردهی ۷۸) بر اساس مقدار تولید انتخاب و به دو گروه ۸ رأسی تقسیم شدند. هر یک از گروه‌ها نیز به‌طور تصادفی به یکی از دو جیره آزمایشی، شامل: ۱- تیمار شاهد که جیره معمول تهیه شده در گاوداری و به شکل جیره کاملاً مخلوط بود و ۲- تیمار سیلاژ خوراک کامل بود که با استفاده از دستگاه تولید سیلاژ کیسه‌ای، در داخل کیسه‌های نایلونی به وزن ۳۰ کیلوگرم بسته‌بندی شد، اختصاص داده شدند. کیسه‌ها به‌مدت ۲۸ روز پس از تهیه، انبار و پس از آن استفاده شدند. طول دوره آزمایش ۴۰ روز بود که ۱۰ روز اول به‌عنوان دوره عادت‌دهی درنظر گرفته شد. دفعات خوراک‌ریزی در دام‌های مورد بررسی ۳ مرتبه در روز و دفعات شیردوشی روزانه نیز ۳ مرتبه بودند. اجزا و ترکیب مواد مغذی جیره مصرفی در گروه شاهد به شرح جداول ۱ هستند.

نمونه‌برداری و تعیین ترکیبات شیمیایی

برای تعیین ترکیبات شیمیایی سیلاژ خوراک کامل تهیه شده، نمونه‌گیری از آن در روزهای صفر، ۲۸ و ۵۶ انجام شد و جهت تعیین ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۲). برای اندازه‌گیری pH، در زمان مصرف، مقدار ۳۰ گرم از سیلاژ خوراک کامل نمونه‌گیری شد و در داخل بشر ریخته شد؛ ۷۰ سی‌سی آب مقطر به آن اضافه و پس از چند دقیقه pH عصاره اندازه‌گیری شد. مقدار ماده خشک، خاکستر خام و پروتئین خام با روش AOAC تعیین شدند (AOAC., 2000). برای اندازه‌گیری ماده خشک، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۵۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (AOAC, 2000). برای تعیین خاکستر، نمونه‌ها در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ ساعت قرار داده شدند. برای اندازه‌گیری پروتئین‌خام از روش کلدال استفاده شد (AOAC., 2000). مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی با استفاده از محلول‌های شوینده مربوطه (بدون آنزیم آلفاآمیلاز) تعیین گردید (Van Soest *et al*., 1991). محاسبه کربوهیدرات‌های غیرالیافی نیز از طریق فرمول زیر انجام شد:

[1] Total mixed ration

[2] Total Mixed Ration Silage

%NFC= 100- (%CP+%EE+%Ash+%NDF), (Sniffen *et al.,* 1992)

برای تعیین ترکیبات شیر، هر ۱۵ روز و در دو روز متوالی نمونه‌گیری از شیر گاوها انجام شد و پس از ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه، ترکیبات آن شامل چربی، پروتئین، لاکتوز و شمار سلول‌های بدنی توسط دستگاه میلکواسکن (EKOMILK, Milkana Kam 98-2A, Foss electric, Denmark) طبق دستورالعمل شرکت سازنده تعیین گردید. قابلیت هضم ظاهری موادمغذی با جمع‌آوری مستقیم مدفوع از رکتوم دام‌ها طی ۵ روز پایانی آزمایش و طبق روش ون کولن و یانگ (Van Keulen & Young, 1986) اندازه‌گیری شد و نمونه‌های مدفوع پس از جمع‌آوری برای انجام تجزیه در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی نمونه‌های مدفوع شامل ماده خشک، خاکستر و پروتئین خام مشابه آنالیز خوراک عمل شد (AOAC., 2000). همچنین در روز پایانی آزمایش خون‌گیری از دام‌ها از طریق ورید دمی انجام شد و نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به‌مدت ۱۵ دقیقه (۳۰۰۰ دور در دقیقه) سانتریفیوژ و پلاسما جداسازی شد. نمونه‌های پلاسما تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در فریزر با دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. در ضمن در طول انجام آزمایش، سلامتی دام‌ها از نظر ابتلا به ناهنجاری‌های متابولیک، مسمومیت و مشکلات هضمی مورد پایش قرار گرفت. این طرح در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS (2009) و با استفاده از آزمون T و در سطح ۵ درصد تجزیه شدند.

جدول ۱- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره مصرفی (بر حسب درصد در ماده خشک جیره)
Table 1. Composition and nutrient analysis of the diets (percentage of the diet dry matter)

مقدار(درصد در ماده خشک جیره) Amount (percentage on dry matter basis)	ماده خوراکی Feed ingredient
22.45	یونجه Alfalfa
23.78	سیلاژ ذرت Corn silage
4.83	کاه Straw
10.20	تفاله جو Barley malt
3.30	تفاله چغندرقند Beet Pulp
5.89	جو Barley grain
11.96	ذرت Corn grain
12.09	کنجاله سویا Soybean meal
3.22	سبوس گندم Wheat barn
0.26	دی‌کلسیم فسفات Dicalcium Phosphate
0.18	کربنات کلسیم Calcium Carbonate
0.18	نمک Salt
0.67	مکمل ویتامینی و معدنی Vitamin and Mineral Supplements
0.67	جوش شیرین Sodium bicarbonate
0.04	توکسین بایندر Toxin Binder
0.18	اوره Urea
	تجزیه مواد مغذی جیره Nutrient Analysis of diet
56.90	ماده خشک (درصد) Dry Matter (Percent)
16.12	پروتئین خام (درصد) Crude Protein (Percent)
2.38	چربی خام (درصد) Ether extract
38.40	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF (Percent)
0.71	کلسیم (درصد) Calcium (Percent)
0.47	فسفر (درصد) Phosphorus (Percent)
35.03	کربوهیدرات غیرالیافی Non-fiber carbohydrates
1.53	انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک جیره) NE_l (Mcal/kg DM)

نتایج و بحث

نتیجه تجزیه ترکیبات شیمیایی سیلاژ خوراک کامل در جدول ۲ گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار ماده خشک سیلاژ طی روزهای مختلف نمونه‌گیری در دامنه ۳۶/۷۲ درصد تا ۳۷/۷۷ درصد و درصد پروتئین خام نیز بین ۱۵/۱۷ تا ۱۵/۷۶ قرار داشت. دامنه تغییر چربی خام ۲/۵۴ تا ۲/۱۱ درصد بود و سطح الیاف نامحلول در شوینده خنثی نیز در دامنه بین ۲۰/۹۰ تا ۲۳/۹۸ قرار داشت. همسو با نتایج آزمایش حاضر، در برخی از سایر مطالعات نیز کاهش مقدار الیاف در نتیجه سیلوشدن خوراک گزارش شده است (Weinberg *et al*., 2010; Wang *et al*., 2015). مقدار خاکستر خام نیز در دامنه ۷/۷۲ تا ۸/۱۸ درصد و مقدار کربوهیدرات‌های غیرالیافی ۳۵/۷۰ تا ۳۶/۸۵ درصد بود. مقادیر pH در روزهای ۲۸ و ۵۶ به‌ترتیب ۴/۱۱ و ۴/۰۳ بودند. هیچ گونه کپکی در سیلاژ تهیه شده مشاهده نشد. بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده برای ماده خشک و pH سیلاژ، سیلاژ خوراک کامل تهیه شده در این آزمایش کیفیت خوبی داشت. لازم به ذکر است که در سیلاژهای با ماده خشک بالاتر از ۳۵ درصد، چنانچه pH حدود ۴ باشد و اسید لاکتیک حدود ۵ درصد در ماده خشک باشد، کیفیت سیلاژ مطلوب ارزیابی می‌شود (Kung *et al*., 2018). ارزیابی ظاهری سیلاژ تهیه شده نیز نشان دهنده کیفیت بسیار خوب آن بود، به‌طوری‌که بافت گیاهی به‌صورت کامل حفظ شده بود و رایحه سیلاژ نیز بسیار مطبوع بود.

نتایج مربوط به مصرف خوراک و مقدار تولید و ترکیب شیر در جدول ۳ گزارش شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اگرچه استفاده از سیلاژ خوراک کامل اثر معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی نداشت، ولی مقدار مصرف ماده خشک در گروهی که سیلاژ خوراک کامل مصرف کرده بودند از نظر عددی بالاتر بود. یکی از دلایل افزایش نسبی مصرف خوراک در گروهی که سیلاژ خوراک کامل مصرف کرده بودند، به پایداری هوازی بالاتر خوراک‌های نگهداری شده به روش سیلاژ خوراک کامل برمی‌گردد. البته همان‌طور که گفته شد، رایحه مطلوب و بافت مناسب سیلاژ خوراک کامل مورد استفاده در این مطالعه نیز احتمالاً روی مقدار مصرف خوراک مؤثر بود.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی و pH نمونه‌های سیلاژ خوراک کامل در روزهای صفر، ۲۸ و ۵۶
Table 2. Chemical Composition and pH of Complete Feed Silage Samples on Days 0, 28, and 56

میانگین± انحراف معیار Mean ± Standard Deviation	زمان نمونه‌گیری (Sampling Time)			ترکیب شیمیایی Chemical Composition
	روز ۵۶ Day 56	روز ۲۸ Day 28	روز صفر Day 0	
0.84±37.26	36.72	37.77	37.42	ماده خشک (درصد) Dry Matter (percent)
0.48±15.49	15.76	15.53	15.17	پروتئین خام (درصد) Crude Protein (percent)
0.27±2.32	2.11	2.31	2.54	چربی خام (درصد) Crude Fat (percent)
0.94±37.69	36.55	38.13	38.40	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) Neutral Detergent Fiber (percent)
2.12±22.69	20.90	23.19	23.98	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد) Acid Detergent Fiber (percent)
0.29±7.90	7.72	7.8	8.18	خاکستر خام (درصد) Crude Ash (percent)
0.57±36.25	36.85	36.22	35.70	1کربوهیدرات‌های غیرالیافی Non-fiber carbohydrates
0.09±4.07	4.03	4.11	---	pH

[1]NFC = 100 - (%CP + %EE + %Ash + %NDF), (Sniffen *et al.,* 1992)

همسو با نتایج آزمایش حاضر، در مطالعه میاجی و نوناکا (Miyaji & Nonaka, 2018) نیز استفاده از خوراک به شکل سیلاژ خوراک کامل تمایل به افزایش مصرف خوراک داشت. افزایش هضم نشاسته از مهمترین مزایای تهیه خوراک به روش سیلاژ خوراک کامل است که سبب بهبود مصرف خوراک می‌گردد (Cao *et al*, 2010). البته در مطالعه فضایلی و همکاران (Fazaeli, 2021)، تغذیه جیره به‌صورت سیلاژ خوراک کامل در گوسفندان پرواری نژاد شال اثری بر ماده خشک مصرفی نداشت. در مقابل، مشخص شد که معمولاً مصرف اختیاری سیلاژ نسبت به برخی از علوفه‌هایی که مورد تخمیر قرار نگرفتند، کمتر بود (Cushnahan & Mayne., 1995).

در مطالعه ونگ و همکاران (Wang *et al*., 2024) نیز استفاده از خوراک کامل تخمیرشده در مقایسه با جیره کاملاً مخلوط، سبب کاهش مصرف خوراک شد. برخی گزارشات نیز نشان می‌دهند که pH پایین سیلاژ با مصرف پایین خوراک در ارتباط است، چون pH پایین در شکمبه، فعالیت باکتری‌های سلولولایتیک و مصرف خوراک را نیز کاهش می‌دهد؛ با این وجود، هیچ ارتباطی بین pH سیلاژ و pH شکمبه وجود ندارد (Rooke., 1995). به هر صورت، خوش‌خوراکی بالا را می‌توان از مزیت‌های سیلاژ خوراک کامل در مقایسه با جیره‌های غذایی رایج در دامداری‌ها محسوب نمود (Du *et al*., 2020).

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، استفاده از سیلاژ خوراک کامل اثر معنی‌داری بر مقدار تولید شیر نداشت، ولی مقدار تولید شیر در دام‌هایی که سیلاژ خوراک کامل مصرف کردند، تمایل به افزایش داشت (P = ۰/۱۰)، که این مشاهده در راستای نتایج مصرف خوراک است. استفاده از سیلاژ خوراک کامل اثری بر ترکیبات شیر شامل درصد پروتئین و لاکتوز نداشت. شمار سلول‌های بدنی نیز بین تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی درصد چربی شیر در گاوهایی که جیره بر پایه سیلاژ خوراک کامل را مصرف کرده بودند به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (P =۰/۰۵).

جدول ۳- اثر استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر تولید و ترکیب شیر
Table 3. The Effect of Using Total Mixed Ration Silage (TMR Silage) on Milk Production and Composition

P-Value	انحراف معیار Standard Deviation	تیمار* Treatment*		مورد Item
		سیلاژ خوراک کامل TMR Silage	خوراک کامل TMR	
0.26	1.57	21.77	20.88	مصرف ماده خشک (کیلوگرم) Dry matter intake (kg)
0.10	1.44	26.53	25.80	تولید شیر (کیلوگرم) Milk yeild(kg)
0.42	1.13	24.89	22.74	شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی
				ترکیبات شیر Milk Components
0.05	0.11	3.59[b]	3.21[a]	چربی (درصد) Fat (percent)
0.61	0.24	2.78	2.77	پروتئین (درصد) Protein (percent)
0.75	0.09	4.96	4.92	لاکتوز (درصد) Lactose (percent)
0.72	61.29	223.4	177.3	شمار سلول‌های بدنی (×۱۰[۳] سلول/میلی‌لیتر) Somatic Cell Count(×10[3] Cell/ml)

*منظور از خوراک کامل، جیره کاملاً مخلوط و منظور از سیلاژ خوراک کامل، جیره کاملاً مخلوط به شکل سیلوشده است.
*TMR refers to a fully mixed diet, while TMR Silage refers to a TMR in the silage form.

همسو با نتایج آزمایش حاضر، در مطالعه ونگ و همکاران (Wang *et al*., 2024) استفاده از خوراک کامل تخمیر شده در مقایسه با جیره کاملاً مخلوط اثری بر تولید شیر نداشت، ولی سبب افزایش درصد چربی شیر شد، و در عین حال بر سایر ترکیبات شیر شامل درصد پروتئین، لاکتوز و شمار سلول‌های بدنی اثری نداشت. در مطالعه ونگنن و همکاران (Wongnen *et al*., 2009)، استفاده از فرم تخمیری خوراک اثری بر مصرف خوراک و تولید شیر گاوهای شیری نداشت. مطالعات نشان داده‌اند که جیره‌های تخمیری با افزایش غلظت استات حاصل از بهبود تجزیه الیاف سبب افزایش درصد چربی شیر می‌شوند (Wang *et al*., 2024; Cao et *al*., 2016). سیلوکردن خوراک کامل ممکن است با فعال کردن باکتری‌های تجزیه کننده الیاف در شکمبه سبب افزایش غلظت مولی استات در شکمبه شود که این حالت احتمالاً در نتیجه تغییر در وضعیت اتصال و عملکرد این باکتری‌ها در شکمبه است (Uyeno *et al*., 2016). در مقابل، در مطالعه میاجی و نوناکا (Miyaji & Nonaka, 2018) استفاده از خوراک به شکل سیلاژ خوراک کامل سبب افزایش تولید شیر در گاوهای شیری شد. در مطالعه دو و همکاران (Du *et al*., 2020) نیز استفاده از جیره به شکل تخمیر شده سبب افزایش تولید شیر در گاوهای جرسی شد.

قابلیت هضم مواد مغذی

نتایج اثر استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر قابلیت هضم مواد مغذی در جدول ۴ ارائه شده است؛ همانطور که مشاهده می‌شود استفاده از جیره به شکل سیلاژ خوراک کامل اثری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و کربوهیدرات‌های غیرالیافی نداشت، ولی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد (P =۰/۰۳). مشابه نتایج آزمایش حاضر در مطالعه ونگنن و همکاران (Wongnen *et al*., 2009) به‌هنگام استفاده از شکل تخمیری خوراک قابلیت هضم مواد مغذی به جز الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر قرار نگرفت. بر خلاف نتایج آزمایش حاضر در مطالعه ونگ و همکاران (Wang *et al*., 2024) استفاده از خوراک کامل تخمیر شده سبب افزایش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد. البته در این مطالعه از افزودنی‌های میکروبی و آنزیمی استفاده شده بود. در مطالعه فضایلی و همکاران (Fazaeli *et al*., 2023) نیز تهیه سیلاژ خوراک کامل با افزایش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی همراه بود. در مطالعه کائو و همکاران (Cao *et al*., 2010)، افزایش قابلیت هضم پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گوسفندانی که از جیره کامل تخمیرشده استفاده کرده بودند، گزارش شد. همچنین، در گاوهای شیری که جیره حاوی چاودار، تفاله چغندر، کنجاله سویا و مکمل مواد معدنی و ویتامینی را به‌صورت سیلاژ خوراک کامل مصرف کرده بودند نسبت به حالتی که آن را به‌صورت جیره کاملاً مخلوط مصرف کرده بودند، قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم نشاسته افزایش یافت (Miyaji & Nonaka, 2018). افزایش قابلیت هضم الیاف به‌دلیل تخمیر به هنگام تهیه سیلاژ خوراک کامل است (Wongnen *et al*., 2009). الیاف تخمیرشده در سیلاژ خوراک کامل به سهولت توسط میکروب‌های شکمبه هضم می‌شوند و منجر به بهبود هضم الیاف پس از مصرف سیلاژ خوراک کامل در گاوهای شیری می‌شوند (Yuangklang *et al*., 2004). لازم به ذکر است که برخی از این تفاوت‌ها می‌توانند ناشی از تفاوت نوع گونه و کیفیت تخمیر باشند.

فراسنجه‌های خونی

اثر استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر فراسنجه‌های خونی در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس این جدول، استفاده از جیره به شکل سیلاژ خوراک کامل اثری بر غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید و پروتئین کل پلاسما نداشت، ولی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش غلظت گلوکز شد (P =۰/۰۵). بر اساس برخی گزارشات، در فرایند سیلوشدن بخش سریع تجزیه‌شونده نشاسته افزایش می‌یابد و افزایش تجزیه‌پذیری و قابلیت هضم نشاسته، می‌تواند در اثر پروتئولیز پروتئین‌های آب‌گریز پرولامین باشد که اطراف نشاسته را احاطه کرده‌اند و هضم آن را با محدودیت مواجه ساخته‌اند. بنابر این، فعالیت آنزیم‌های پروتئاز در سیلاژ خوراک کامل سبب کاهش تراکم پرولامین‌ها و در نهایت سبب بهبود هضم نشاسته می‌شود

(Miyaji *et al*., 2016)؛ از این‌رو، دسترسی حیوان به گلوکز افزایش می‌یابد.

جدول ۴- اثر استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر قابلیت هضم مواد مغذی
Table 4. The effect of using Total Mixed Ration Silage (TMR Silage) on the digestibility of nutrients

P-Value	انحراف معیار Standard Deviation	تیمار Treatment1		مورد (درصد) Item (Percent)
		سیلاژ خوراک کامل TMR Silage	خوراک کامل TMR	
0.50	8.50	69.18	65.80	ماده خشک Dry Matter
0.30	4.75	74.78	72.40	ماده آلی Organic Matter
0.94	5.64	74.53	74.72	پروتئین خام Crude Protein
0.43	3.97	82.50	82.43	چربی خام Ether Extract
0.03	5.24	62.02[b]	56.35[a]	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral Detergent Fiber (NDF)
0.29	5.71	79.23	76.19	کربوهیدرات های غیر الیافی NFC[2]

*منظور از خوراک کامل جیره کاملاً مخلوط و منظور از سیلاژ خوراک کامل جیره کاملاً مخلوط به شکل سیلوشده است.
[1]TMR refers to a fully mixed diet, while TMR Silage refers to a TMR in the silage form.
[2]NFC = 100 - (%CP + %EE + %Ash + %NDF) (Sniffen *et al*., 1992)

بر اساس نتایج برخی مطالعات، تخمیر جیره با افزایش تولید و جذب پروپیونات به‌عنوان پیش‌ساز گلوکز در کبد همراه بود (Han *et al*., 2014). علاوه بر این، ممکن است تجزیه نشاسته موجود در خوراک به قندهای ساده توسط آنزیم‌ها و میکروب‌های تخمیرکننده موجود در سیلاژ مسئول بخشی از افزایش غلظت گلوکز به‌هنگام استفاده از سیلاژ خوراک کامل باشد. در مقابل، در برخی مطالعات سطوح بالاتر غلظت گلوگز خون به هنگام مصرف جیره کاملاً مخلوط نسبت به مصرف سیلاژ خوراک کامل، به‌دلیل تبدیل سریع قندهای در دسترس میکروارگانیزم‌های شکمبه به اسید پروپیونیک به‌عنوان پیش‌ساز تولید گلوکز در کبد گزارش شده‌اند (Vitor Ananias Araújo *et al*., 2025).

جدول ۵- اثر استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر فراسنجه‌های خونی
Table 5. The Effect of Using Total Mixed Ration Silage (TMR Silage) on Blood Parameters

P-Value	انحراف معیار Standard Deviation	*تیمار Treatment*		مورد Item
		سیلاژ خوراک کامل TMR Silage	خوراک کامل TMR	
0.05	6.66	64.20b	57.68a	گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) Glucose (mg/dL)
0.92	17.22	175.33	175.92	کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) Cholesterol (mg/dL)
0.49	1.16	4.16	5.81	تری گلیسرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) Triglycerides (mg/dL)
0.18	0.86	7.44	7.86	پروتئین کل (گرم در دسی‌لیتر) Total Protein (g/dL)

منظور از خوراک کامل جیره کاملاً مخلوط و منظور از سیلاژ خوراک کامل جیره کاملاً مخلوط به شکل سیلوشده است.*
*TMR refers to a fully mixed diet, while TMR Silage refers to a TMR in the silage form.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج حاصل از این پروژه نشان دادند که نگهداری جیره کاملاً مخلوط به شکل سیلاژ، ضمن حفظ بافت گیاهی، از نظر کیفیت نیز شرایط قابل‌قبولی داشت. اگرچه در گاوهای شیرده، مصرف خوراک تحت تأثیر فرایند خوراک قرار نگرفت، ولی تولید شیر به هنگام استفاده از سیلاژ خوراک کامل تمایل به افزایش داشت. مصرف سیلاژ خوراک کامل ضمن اثر بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی، سبب افزایش چربی شیر شد ولی بر سایر فراسنجه‌های مرتبط با قابلیت هضم یا ترکیبات شیر اثری نداشت. همچنین، مصرف سیلاژ خوراک کامل باعث افزایش غلظت گلوکز در پلاسمای خون گاوهای شیری شد، ولی بر سایر فراسنجه‌های خونی اثری نداشت. در مجموع، با توجه به اثرات مثبت مشاهده شده به هنگام استفاده از جیره به شکل سیلاژ خوراک کامل، این روش در واحدهای دامداری کوچک قابل توصیه به نظر می‌رسد.

References

AOAC. (2000). Official methods of analysis, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C. USA.

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. *Archive of Medical Veterinary*. 47, 225-229.

Cao, Y., Takahashi, T., Horiguchi, K. I., Yoshida, N., & Cai, Y. (2010). Effect of adding lactic acid bacteria and molasses on fermentation quality and in vitro ruminal digestion of total mixed ration silage prepared

with whole crop rice. *Grassland Science*, 56(1), 19–25. https://doi.org/10.1111/j.1744-697X.2009.00168.x.

Cao, Y., Zang, Y., Jiang, Z., Han, Y., Hou, J. J., Liu, H., Zhong, R., Fang, J., Zhang, A., & Yoshida, N. (2016). Fermentation quality and nutritive value of fresh and fermented total mixed rations containing Chinese wildrye or corn Stover. *Grassland Science*, 62, 213–23. https://doi.org/10.1111/grs.12134.

Cushnahan, A., & Mayne, C.S. (1995). Effects of ensilage of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle.1. Food intake and milk production. *Animal Science*, 60, 337-345. https://doi.org/10.1017/S1357729800013217.

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. *Animl Science Journal*, 91, 1-9. https://doi.org/10.1111/asj.13370.

Fazeli, H. (2021). Complete Feed Silage: A Modern Technology in Livestock Nutrition Management. Agricultural Education Publishing Office. 156 pages.

Fazeli, H., Sadeghi Shoae, M., & Aliavardi Nasab, R. (2023). Nutritional value of total mixed ration silage based on the fodder beet and corn forage in Shal sheep. *Journal of Ruminants Research*, 11(3), 116-97. https://doi.org/10.22069/EJRR.2023.21281.1893.

Han, H., Ogata, Y., Yamamoto, Y., Nagao, S., & Nishino, N. (2014). Identification of lactic acid bacteria in the rumen and feces of dairy cows fed total mixed ration silage to assess the survival of silage bacteria in the gut. *Journal of Dairy Science*, 97, 5754–62.

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

Miyaji, M., & Matsuyama, H. (2016). Lactation and digestion in dairy cows fed ensiled total mixed ration containing steam-flaked or ground rice grain. *Animal Science Journal*, 87, 767-774. https://doi.org/10.1111/asj.12481.

Miyaji, M., & Nonaka, K. (2018). Effects of altering total mixed ration conservation method when feeding dry-rolled versus steam-flaked hulled rice on lactation and digestion in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101, 5092-5101. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13802.

Miyaji, M., Matsuyama, H., & Nonaka, K. (2016). 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, 134-139. https://doi.org/10.1111/asj.12610.

Nishino, N., Wada, H., Yoshida, M., & Shiota, H. (2004). Microbial counts, fermentation products, and aerobic stability of whole crop corn and a total mixed ration ensiled with and without inoculation of Lactobacillus casei or Lactobacillus buchneri. *Journal of Dairy Science*, 87, 2563–2570. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73381-0.

Rooke, J.A. (1995). The effect of increasing acidity or osmolality of grass silage by the addition of free or partially neutralized lactic acid on silage intake by sheep and upon osmolality and acid-base balance. *Animal Science*, 61, 285-292. https://doi.org/10.1017/S1357729800013825.

SAS. (2002). Statistical Analysis Systems/SAS, STAT User's guide Statistics. Version 9.1. Cary, Institute: USA.

Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., & Russell, J.B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70(11), 3562–3577.

Uyeno, Y., Chao, W., Jayanegara, A., Kondo, M., Ban-Tokuda, T., & Matsui, H. (2016). Increase in rumen fibrolytic bacteria and the improvement of fiber degradability of ensiled total mixed ration assessed by in vitro rumen culture. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 4(4), 183-186.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., & Levis, B.A. (1991). Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

Vitor Ananias Araújo, J., de Matos Teixeira, A., Monção, F.P., Júnior, V.R.R., Carlos Goncalves, L., de Paula Pereira, A.F., & Rigueira, J.P.S. (2025). Effects of total dietary silage with corn and citric acid byproducts on lactating cow intake, digestibility, blood parameters, ingestive behaviour, and performance. *Journal of Applied Animal Research*, 53(1).

Wang, C., & N. Nishino. (2013). Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. *Journal of Applied Microbiology*, 114, 1687-1695. https://doi.org/10.1111/jam.12200.

Wang, H., Ning, T., Hao, W., Zheng, M., & Xu, C. (2015). Dynamics associated with prolonged ensiling and aerobic deterioration of total mixed ration silage containing whole crop corn. *Asian-Australasian Journal of Animal Science,* 29, 62-72. https://doi.org/10.5713/ajas.15.0319.

Wang, L., Jin, S., Wang, P., Li, X., Liu, C., Sun, S., Zhang, G., Chang, J., Yin, Q., Zhang, H., & Zhu, Q. (2024). Fermented total mixed ration enhances nutrient digestibility and modulates the milk components and fecal microbial community in lactating Holstein dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science,* 11, 1408348. https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1408348.

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

Wongnen, C., Wachirapakorn, C., Patipan, C., Panpong, D., Kongweha, K., Namsaen, N., Gunun, P., & Yuangklang, C. (2009). Effects of Fermented Total Mixed Ration and Cracked Cottonseed on Milk Yield and Milk Composition in Dairy Cows. *Animal Bioscience*, 22(12), 1625-1632. https://doi.org/10.5713/ajas.2009.80668.

Yuangklang, C., Vasupen, Wittyakun. K.S., Srinanaun, P., & Sukho, C. (2004). Effect of total mixed ration and fermented total mixed ration on feed intake, ruminal fermentation, nutrient digestibility and blood metabolites in dairy cows. In: Proceeding of the 11 AAAP Congress "New Dimensions and challenges for sustainable livestock farming" The Asian- Australasian Association of Animal Production Societies, Kuala Lumpur, Malaysia.