
Chemical composition and *in vitro* digestibility of ensiled onion aerial parts supplemented with waste dates, molasses, and urea

Saeedeh Shahdadi¹, Seyed Mehdi Ghoreishi^{2&3*}, Nemat Ziaei⁴, Amir Mousaie⁵

¹ MSc. Graduated, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran

² (Corresponding author) Assistant Professor, Department of Animal Sciences, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, Email: smghoreishi@shirazu.ac.ir

³ Assistant Professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

⁴ Associated Professor, Department of Animal Science, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran

⁵ Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran

Article Info

ABSTRACT

Article type:

Research Full Paper

Background and Objectives: Onion (*Allium cepa*) cultivation generates substantial by-products, with aerial parts (leaves and stems) often discarded after bulb harvesting. In Iran, annual onion production exceeds 3.15 million tons, yielding a lot of onion tops as agricultural waste. These residues, typically left in fields or occasionally grazed by sheep, possess untapped potential as livestock feed. However, their high moisture content and low water-soluble carbohydrate (WSC) levels present challenges for direct ensiling. This study evaluated the effects of urea, molasses, and waste date as silage additives on the nutritional quality, fermentation profile, and *in vitro* gas production of onion top silage.

Article history:

Received: 03/08/2025

Revised: 08/09/2025

Accepted: 23/09/2025

Materials and Methods: Onion tops were collected from Jiroft farms, wilted for 24 hours to achieve about 30% dry matter (DM), and chopped into 1–2 cm pieces. The experimental treatments included: control (no additive), urea (2.5% and 5%), molasses (10% and 15%), and waste date (10% and 15%) on fresh weight basis. The prepared material was tightly packed into polyethylene bags, vacuum-sealed, and ensiled for 60 days. Post-ensiling analyses included chemical composition (DM, organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), WSC, and ammonia nitrogen (NH₃-N)), pH, and aerobic stability. *In vitro* gas production method was assessed, with derived parameters including metabolizable energy (ME), net energy for lactation (NEL), organic matter digestibility (OMD), and short-chain fatty acids (SCFA).

Keywords:

Aerobic Stability
Gas Production
Onion Aerial Parts
Silage Additives

Results: Results indicated that all additives increased DM content compared to control (P<0.05). Molasses and urea enhanced OM, while waste date reduced it. Urea supplementation significantly raised CP levels, whereas molasses and waste date had no significant effect. NDF and ADF decreased notably with molasses (P<0.05), while urea and waste date only reduced NDF. WSC content increased substantially with molasses and waste date, but

remained unaffected by urea. Fermentation quality varied significantly among treatments: pH was lowest in molasses-treated silage (3.87 at 15%) and highest with urea (8.12 at 5%). NH₃-N concentrations increased markedly with urea but decreased with molasses and waste date. Aerobic stability improved with molasses (48 h vs. 44 h in control). *In vitro* gas production analysis revealed that molasses (15%) enhanced cumulative gas production and OMD, while urea reduced the gas production rate. ME and NEI values were highest with molasses (8.88 MJ/kg DM and 5.13 MJ/kg DM, respectively).

Conclusion: In conclusion, molasses and waste date effectively improved the fermentation quality and nutritional value of onion top silage. Molasses demonstrated superior effects by increasing WSC, reducing pH, and enhancing aerobic stability, while waste date improved digestibility without compromising fermentation. Although urea increased CP content, its adverse effects on pH and NH₃-N limited its overall benefits. For optimal silage production from onion tops, the addition of molasses or waste date is recommended. These findings highlight the potential for sustainable utilization of agricultural by-products in ruminant diets, offering economic and environmental advantages through reduced feed costs and waste minimization.

Cite this article: Shahdadi, S., Ghoreishi, S.M., Ziaei, N., Mousaie, A. (2026). Chemical composition and *in vitro* digestibility of ensiled onion aerial parts supplemented with waste dates, molasses, and urea. *Journal of Ruminant Research*, 14(1), 123-142.



© The Author(s)



10.22069/ejrr.2025.23942.2020

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

ترکیب شیمیایی و گوارش پذیری آزمایشگاهی اندام‌های هوایی پیاز سیلوشده با خرماي وازده، ملاس و اوره

سعیده شهدادی^۱، سیدمهدی قریشی^۲ و^{۳*}، نعمت ضیایی^۴، امیرموسایی^۵

^۱دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

^۲(نویسنده مسئول) استادیار بخش علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، رایانامه: smghoreishi@shirazu.ac.ir

^۳استادیار بخش علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

^۴دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد

^۵استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: هنگام برداشت غده پیاز، اندام هوایی (بوته) آن به جز در برخی موارد که به وسیله گوسفندان چرا می‌شود معمولاً کاربرد چندانی نداشته و در زمین رها می‌شود. باتوجه به تولید سالانه بیش از سه میلیون و یکصد و پنجاه هزار تن پیاز در کشور و به دنبال آن تولید شایان توجهی بوته پیاز، به نظر می‌رسد در صورت فرآوری مناسب و به‌کارگیری آن در جیره دام، این فرآورده جانبی می‌تواند بخشی از نیاز دام را برآورده کند. به دلیل رطوبت بالا و به‌ویژه کربوهیدرات محلول در آب پایین، سیلو کردن آن با چالش‌هایی روبروست. ازاین‌رو این پژوهش باهدف اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی و گوارش‌پذیری سیلوی اندام هوایی پیاز فرآوری شده با اوره، ملاس و خرماي غیرخوراکی (وازه)، به روش تولید گاز انجام شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۵/۱۳ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۲	مواد و روش‌ها: اندام‌های هوایی پیاز از مزارع شهرستان جیرفت، گردآوری و پس از پژمرده شدن، برای سیلو کردن به قطعات یک تا دو سانتی‌متری خرد شدند. بوت‌های خرد شده پیاز پس از آمیختن با اوره (در دو سطح ۲/۵ و ۵ درصد)، ملاس و خرماي وازده بدون هسته (هر کدام در دو سطح ۱۰ و ۱۵ درصد)، درون کیسه‌های پلاستیکی سیلو شدند. کیسه‌ها پس از ۶۰ روز باز شدند و بی‌درنگ، pH سیلاژ اندازه‌گیری شد. ترکیبات شیمیایی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، لیاف نامحلول در شوینده خنثی، لیاف نامحلول در شوینده اسیدی، غلظت کربوهیدرات‌های محلول و نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری گوارش‌پذیری آزمایشگاهی روش تولید گاز به‌کار رفت و فراسنجه‌های تخمیر شامل گوارش‌پذیری ماده آلی، انرژی قابل سوخت‌وساز، انرژی خالص شیردهی و اسیدهای کوتاه‌زنجیره هریک از تیمارها برآورد شدند.
واژه‌های کلیدی: آزمون تولید گاز افزودنی‌های سیلاژ اندام‌های هوایی پیاز پایداری هوازی	یافته‌ها: ماده خشک با افزودن هر سه افزودنی نسبت به سیلوی بدون افزودنی افزایش و لیاف نامحلول در شوینده خنثی کاهش یافت. ماده آلی در سیلوهای دارای اوره و ملاس بیشتر و در سیلوهای دارای خرماي وازده نسبت به شاهد کمتر بود. پروتئین خام، تنها در سیلوهای دارای

اوره (۱۷/۰۹ درصد) از سیلوی شاهد (۸/۲۸ درصد) بیشتر بود و چربی خام، فقط با افزودن خرمای وازده افزایش یافت ($P < 0/05$). الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تحت تأثیر افزودن اوره و خرمای وازده قرار نگرفت ($P > 0/05$)؛ ولی در سیلوهای دارای ملاس (۱۵/۴۰ درصد) از سیلوی شاهد (۲۴/۱۳ درصد) به گونه معنی داری بیشتر بود. افزودن خرمای وازده و ملاس به سیلو، افزایش کربوهیدرات‌های محلول و کاهش pH و نیتروژن آمونیاکی را در پی داشت ($P < 0/05$). افزودن خرمای وازده و اوره تأثیر معنی داری بر پایداری هوازی نداشت؛ ولی پایداری هوازی در سیلوهای دارای ملاس (۴۸ ساعت) بیشتر از تیمار شاهد (۴۴ ساعت) بود ($P > 0/05$). یافته‌های آزمایش تولید گاز نشان داد که افزودن ملاس به سیلاژ باعث افزایش میزان گاز تولیدی نسبت به تیمار شاهد و افزودن اوره، باعث کاهش گاز تولیدی نسبت به تیمار شاهد شد ($P < 0/05$) درحالی‌که افزودن خرمای وازده به سیلاژ بوته پیاز، تأثیر معنی داری بر این فراسنجه نداشت. پتانسیل تولید گاز تنها با افزودن ۱۵ درصد ملاس به سیلو افزایش یافت و افزودن ملاس و خرمای وازده، ثابت نرخ تولید گاز را نسبت به تیمار شاهد افزایش و افزودن اوره این فراسنجه را کاهش داد ($P < 0/05$). انرژی قابل سوخت‌وساز و درصد گوارش‌پذیری ماده آلی در سیلوهای دارای ملاس (به ترتیب ۸/۸۸ مگاژول بر کیلوگرم و ۶۰/۰۹ درصد) و خرمای وازده (به ترتیب ۸/۸۷ مگاژول بر کیلوگرم و ۵۰/۱۲ درصد) از سیلوی بدون افزودنی (به ترتیب ۸/۰۸ مگاژول بر کیلوگرم و ۵۴/۹۳ درصد) بیشتر بود ($P < 0/05$). اسیدهای چرب کوتاه زنجیره و انرژی خالص شیردهی تنها با افزودن ملاس (به ترتیب ۰/۹۹ میلی‌مول و ۵/۱۳ مگاژول بر کیلوگرم) از شاهد (به ترتیب ۰/۸۷ میلی‌مول و ۴/۴۷ مگاژول بر کیلوگرم) بیشتر بود ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: افزودن ملاس و خرمای وازده به سیلاژ اندام هوایی پیاز، با بهبود تخمیر، کاهش الیاف و افزایش گوارش‌پذیری، کیفیت تغذیه‌ای سیلاژ را افزایش داد؛ در حالی که افزودن اوره به تنهایی چنین تأثیری بر کیفیت سیلاژ نداشت؛ بنابراین، به‌کارگیری ملاس و خرمای وازده به‌عنوان راهکاری مؤثر در افزایش ارزش غذایی پسماند پیاز در تغذیه دام قابل توصیه است.

استناد: شهدادی، سعیده؛ قریشی، سیدمهدی؛ ضیایی، نعمت؛ موسایی، امیر. (۱۴۰۵). ترکیب شیمیایی و گوارش‌پذیری آزمایشگاهی اندام‌های هوایی پیاز سیلوشده با خرمای وازده، ملاس و اوره. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۴(۱)، ۱۲۳-۱۴۲.



10.22069/ejrr.2025.23942.2020

© نویسندگان



ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

تقاضای فزاینده برای پروتئین حیوانی به دلیل رشد جمعیت و افزایش شهرنشینی، نیاز به تأمین پایدار خوراک دام را بیش از پیش برجسته کرده است. این چالش در مناطقی مانند ایران که بخش شایان توجهی از آن در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارد، با محدودیت منابع آبی و کاهش تولید علوفه تشدید می‌شود. در چنین شرایطی بهره‌گیری از پسماندهای کشاورزی به عنوان منابع جایگزین خوراک دام، نه تنها می‌تواند هزینه‌های خوراک دام را کاهش دهد؛ بلکه با کاهش وابستگی به منابع خوراکی انسانی، کاهش آلودگی زیست محیطی ناشی از دفع ضایعات و کاهش فشار بر منابع طبیعی، به پایداری کشاورزی و دامپروری کمک می‌کند. (Naraghi Rad و همکاران، ۲۰۲۱؛ Rezanejad و همکاران، ۲۰۲۵؛ Salami و همکاران، ۲۰۱۹).

این منابع خوراکی غیرقابل مصرف برای انسان، در جریان تولید، فرآوری یا بسته‌بندی محصولات کشاورزی و صنایع غذایی به دست آمده و با بهره‌گیری از توانایی بی‌همتای شکمبه نشخوارکنندگان در تخمیر و تجزیه مواد الیافی، می‌توانند به پروتئین‌های قابل مصرف انسانی تبدیل شوند. هرچند این منابع جایگزین، به دلیل فراوانی و هزینه پایین می‌توانند بخشی از نیازهای تغذیه‌ای دام را بدون رقابت با منابع غذایی انسانی برآورده نمایند ولی به کارگیری آن‌ها با چالش‌هایی مانند رطوبت بالا، عدم امکان اندوخته‌سازی و دارا بودن برخی از مواد ضدتغذیه‌ای روبروست (Rabee و همکاران، ۲۰۲۲؛ Salami و همکاران، ۲۰۱۹).

اندام هوایی پیاز یکی از فرآورده‌های جانبی است که با وجود تولید بالای آن در کشور، هم اکنون پس از برداشت به جز در مواردی که امکان چرای آن به وسیله گوسفندان وجود داشته باشد کاربرد چندانی

نداشته و معمولاً در طبیعت رها می‌شود. در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲، نزدیک سه میلیون و یکصد و پنجاه هزار تن پیاز در کشور تولید شده است. جنوب استان کرمان به‌ویژه شهرستان جیرفت، یکی از قطب‌های تولید محصولات زراعی مانند پیاز است که با تولید بیش از هشتصد و هشت هزار تن، بیش از یک چهارم تولید و سطح زیر کشت پیاز را در کشور دارا بوده و در رتبه نخست تولید پیاز کشور جای دارد (Ministry of Jihad-e-Agriculture، ۲۰۲۵). اگر وزن بوته پیاز را ۲۰ درصد وزن غده در نظر بگیریم، سالانه بیش از ۶۳۰ هزار تن در کشور و در منطقه جنوب کرمان بیش از ۱۶۱ هزار تن پسماند با ماده خشک نزدیک ۱۷ درصد تولید می‌شود. این فرآورده جانبی را در مناطقی مانند جیرفت که سطح زیر کشت گسترده‌ای دارد می‌توان با فرآوری مناسب مانند سیلوکردن، در جیره نشخوارکنندگان به کار برد.

برای تولید سیلاژ باکیفیت، رطوبت علوفه باید مناسب و کربوهیدرات‌های محلول در آب آن بسنده باشد تا با تولید اسیدهای آلی، به‌ویژه اسیدلاکتیک، pH سیلاژ کاهش یافته و به دنبال آن، از فساد میکروبی در علوفه جلوگیری شود (Mc Donald و همکاران، ۱۹۹۱). افزودن مواد دارای قند محلول، مانند ملاس و خرمای وازده به جیره با هدف افزایش کربوهیدرات‌های محلول در آب سیلاژ، یکی از راهکارهای معمول برای بهبود کیفیت سیلاژ است. با توجه به قند محلول پایین برخی از پسماندهای کشاورزی، برای بهبود کیفیت سیلاژ این محصولات، افزودن خرمای دورریز (Naghdi و همکاران، ۲۰۲۰؛ Eshaghi Maskoni و همکاران، ۲۰۲۳) و ملاس (Neghabi و همکاران، ۲۰۱۳) تا ۱۵ درصد نیز به این پسماندها گزارش شده است. از سوی دیگر اوره نیز باهدف بالابردن سطح پروتئین سیلاژ خوراکی‌های کم پروتئین به سیلاژ ترکیبات گوناگون افزوده می‌شود

Gürsoy و همکاران، ۲۰۲۳؛ Pongsub و همکاران، ۲۰۲۲).

اگرچه تغذیه غده پیاز وازده در نشخوارکنندگان بررسی شده (Shirvani و همکاران، ۲۰۲۱) ولی تاکنون پژوهشی درباره اندازه‌گیری ارزش غذایی اندام هوایی پیاز و بررسی گوارش‌پذیری آن انجام نشده است؛ بنابراین، هدف از انجام این پژوهش، بررسی ارزش غذایی سیلاژ اندام هوایی پیاز و تأثیر افزودن خرما، ملاس و اوره بر تجزیه‌پذیری و ترکیب شیمیایی آن بود.

مواد و روش‌ها

تیمارها، آماده‌سازی سیلوها و اندازه‌گیری‌های شیمیایی: اندام‌های هوایی پیاز از مزارع شهرستان جیرفت گردآوری و نمونه‌هایی از آن برای اندازه‌گیری ماده خشک و ترکیب شیمیایی برداشته شد. با توجه به رطوبت بالای بوته (۸۲ درصد)، برای رسیدن به ماده خشک مناسب برای سیلو، نخست بوته‌ها در محیط آزمایشگاه، به مدت یک روز پزمرده شدند تا به ماده خشک نزدیک ۳۰ درصد برسند. آنگاه بوته‌ها در اندازه‌های یک تا دو سانتی‌متری خردشده و پس از آمیخته شدن با افزودنی‌های گوناگون، درون کیسه‌های دولتری پنج لایه پلی‌اتیلن به خوبی فشرده و سیلو شدند. برای بیرون راندن اکسیژن از درون کیسه‌ها، دستگاه پمپ خلا به کار رفت. تیمارهای آزمایشی با ۳ تکرار شامل: ۱) بوته پیاز سیلوشده بدون مواد افزودنی (شاهد)، ۲) بوته پیاز سیلو شده با ۱۰ و ۳) ۱۵ درصد خرما وازده (بدون هسته)، ۴) بوته پیاز سیلو شده با ۱۰ و ۵) ۱۵ درصد ملاس، ۶) بوته پیاز سیلوشده با ۲/۵ و ۷) ۵ درصد اوره (همگی بر پایه وزن تازه) بود که با بوته خشک شده پیاز مقایسه شد. سیلوها پس از ۶۰ روز باز شدند و از هر تکرار نمونه‌هایی برای اندازه‌گیری بعدی برداشته شد. پس از تهیه عصاره از

سیلاژ با آمیختن ۲۰ گرم نمونه سیلاژ و ۱۸۰ گرم آب و هم زدن به مدت ۳۰ ثانیه و صاف کردن آن با پارچه ململ دولایه، pH نمونه‌ها با pH متر (مدل Wagtech ساخت کشور آلمان) اندازه‌گیری شد (Adesogan و همکاران، ۲۰۰۴). ترکیب شیمیایی نمونه‌ها به روش انجمن شیمی‌دانان کشاورزی، (AOAC، ۲۰۰۰)، برای ماده خشک (آون، فن‌آزمایگر، ایران؛ روش ۹۲۵/۴۰)، خاکستر خام (کوره الکتریکی، فن‌آزمایگر، ایران؛ روش ۹۴۲/۰۵)، پروتئین خام (دستگاه کلدال، Behr، آلمان؛ روش ۹۵۵/۰۴) و عصاره اتری (دستگاه سوکسله، Behr، آلمان؛ روش ۹۲۰/۳۹) اندازه‌گیری شد. ماده آلی با کم کردن خاکستر از صد به دست آمد. برای اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱)، به کار رفت. برای اندازه‌گیری قندهای محلول، روش فنول-اسید سولفوریک (Dubois و همکاران، ۱۹۶۵) و برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی، روش فنل-هیپوکلیت (Broderick و Kang، ۱۹۸۰) استفاده شد. برای اندازه‌گیری پایداری هوازی، از هریک از سیلوها (۳ تکرار در هر تیمار)، نمونه‌ای تازه به وزن نزدیک یک کیلوگرم درون سطل‌های یک‌بارمصرف ریخته و روی ظرف‌ها پارچه دولایه انداخته شد. با دماسنج الکلی، دمای مرکز سیلاژ هر یک ساعت یادداشت شد. پایداری هوازی مدت‌زمانی در نظر گرفته شد که دمای نمونه دو درجه از دمای پیرامون بیشتر شود (Aksu و همکاران، ۲۰۰۶).

آزمون تولید گاز و برآورد پارامترهای تخمیر: برای اندازه‌گیری گوارش‌پذیری آزمایشگاهی نمونه‌ها، روش آزمون تولید گاز به کار رفت (Menke و Steingass، ۱۹۸۸). آزمایش در ۲ ران و هر ران با ۲ تکرار و مطابق مطالعه Malekloozaeh و همکاران (۲۰۲۳)، انجام شد. حجم گاز تولید با به‌کارگیری ستون آب در ساعت‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶،

پنج درصد انجام شد. برای داده‌های مربوط به تولید گاز، اثر تیمار و اثر ران در مدل آماری بررسی شد و داده‌های نهایی پس از تأیید عدم معنی‌داری اثر ران، برای هر تیمار، بدون تفکیک ران گزارش شدند.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی: به دلیل بالا بودن رطوبت بوته پیاز، سیلو کردن آن به صورت تازه و بدون پژمرده کردن منجر به رشد کپک و خراب شدن سیلو شد. از این رو بوته‌های پیاز پس از پژمرده شدن به مدت یک روز و رسیدن به ماده خشک نزدیک ۳۰ درصد سیلو شدند. ترکیب شیمیایی تیمارهای آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. به کارگیری هر سه افزودنی در این آزمایش، سبب افزایش ماده خشک سیلاژ پیاز نسبت به شاهد شد ($P < 0/05$). همسو با یافته‌های ما، در بیشتر پژوهش‌ها، افزایش ماده خشک سیلاژ با افزودن خرما و وازده (Naghdی و همکاران، ۲۰۲۰؛ Eshaghi Maskoni و همکاران، ۲۰۲۳) و ملاس (Ayoubi Far و همکاران، ۲۰۲۱؛ Luo و همکاران، ۲۰۲۱) گزارش شده است.

افزایش ماده خشک سیلاژ می‌تواند به دلیل ماده خشک بالای خرما و وازده (۹۲/۵ درصد) و ملاس (۷۵ درصد) نسبت به بوته پیاز سیلو شده بدون افزودنی (۲۶/۸ درصد) باشد. همچنین افزودن ملاس می‌تواند باعث بهبود کیفیت تخمیر سیلاژ شده و اتلاف ماده آلی آن را کاهش دهد (Mc Donald و همکاران، ۱۹۹۱). کپک و کلاستریدا، میکروبهایی ناپسندی هستند که ممکن است با تخریب هوازی باعث از دست رفتن مواد غذایی و تجزیه ماده خشک سیلاژ شوند. اسیدی شدن سریع و کاهش pH به زیر ۵، در پیشگیری از رشد این میکروبه حیاتی است (Luo و همکاران، ۲۰۲۱). هرچند در پژوهش کنونی جمعیت میکروبی اندازه‌گیری نشد اما کاهش pH به

۲۰، ۲۴ و ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد. برای تصحیح گاز تولیدی ناشی از فعالیت میکروبه‌ها، ۴ شیشه دارای شیرابه شکمبه و بافر و بدون نمونه (بلانک) در بن‌ماری گذاشته شد. گاز تولیدی در هر شیشه، پس از کم کردن از میانگین گاز تولیدی شیشه‌های بلانک در همان ساعت، به صورت داده‌های تجمعی گزارش شد. داده‌های پایانی با مدل زیر برازش شدند (Blümmel و همکاران، ۲۰۰۳):

$$P = b(1 - e^{-ct})$$

در این مدل، P، مقدار گاز تولیدی به میلی‌لیتر (به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) در زمان t (ساعت)، b، پتانسیل گاز تولیدی (میلی‌لیتر) و c ثابت نرخ تولید گاز است. انرژی قابل سوخت‌وساز، انرژی خالص شیردهی گوارش‌پذیری ماده آلی^۳ (Menke و Steingass، ۱۹۸۸) و اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیره^۴ (Getachew و همکاران، ۲۰۰۲) به ترتیب از رابطه‌های زیر برآورد شد:

$$ME \text{ (MJ/kg DM)} = 2.2 + 0.136 GP_{24} + 0.057 CP + 0.0029 EE^2$$

$$NEL \text{ (MJ/kg DM)} = -0.36 + 0.1149 GP_{24} + 0.054 CP + 0.139 CF - 0.054 Ash$$

$$OMD \text{ (\%)} = 14.88 + 0.8893 GP_{24} + 0.448 CP + 0.651 Ash$$

$$SCFA \text{ (mmol)} = 0.0222 GP_{24} - 0.00425$$

در این رابطه‌ها GP₂₄، تولید گاز تجمعی (ml/200 mg DM) در ۲۴ ساعت، CP، EE و Ash، به ترتیب، درصد پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر خام بر اساس ماده خشک است.

واکاوی آماری: داده‌های به دست آمده بر پایه طرح کاملاً تصادفی، با برنامه آماری SAS (ویرایش ۹/۴، سال ۲۰۰۲) و با رویه GLM واکاوی شدند. مقایسه میانگین‌ها با روش میانگین کمترین مربعات (LSMEANS) و با آزمون توکی در سطح معنی‌داری

^۱Metabolizable energy (ME)

^۲Net energy for lactation (NEL)

^۳Organic matter digestibility (OMD)

^۴Short chain fatty acids (SCFA)

زیر ۴/۵ (جدول ۲) نشان‌دهنده بهبود تخمیر در سیلاژهای دارای ملاس و نیز سیلوهای دارای خرمای وازده است.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی بوته پیاز و سیلاژ آن به همراه سطوح گوناگون خرمای دورریز، ملاس و اوره (%).

Table 1. Chemical composition of onion aerial parts and its silage with different level of waste date, molasses and urea (%)

تیمار	ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	عصاره اتری	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	خاکستر
Treatment	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Ether extract	Neutral detergent fiber	Acid detergent fiber	Ash
شاهد	26.82 ^f	83.50 ^d	8.28 ^b	2.30 ^b	32.93 ^{ab}	24.13 ^{ab}	16.50 ^c
Control							
خرمای ۱۰٪	35.42 ^c	82.03 ^e	8.22 ^b	3.41 ^a	29.63 ^c	23.50 ^b	17.97 ^b
Date 10%							
خرمای ۱۵٪	37.01 ^b	80.79 ^{ef}	9.11 ^b	3.67 ^a	29.94 ^c	22.91 ^b	19.20 ^{ab}
Date 15%							
ملاس ۱۰٪	38.30 ^{ab}	84.90 ^e	8.74 ^b	2.39 ^b	21.93 ^d	18.33 ^c	15.10 ^d
Molasses 10%							
ملاس ۱۵٪	39.57 ^a	85.13 ^{bc}	9.62 ^b	2.63 ^b	19.90 ^d	15.40 ^d	14.87 ^{ed}
Molasses 15%							
اوره ۲/۵٪	29.49 ^e	86.43 ^{ab}	15.23 ^a	2.32 ^b	30.80 ^{bc}	24.18 ^{ab}	13.57 ^{ef}
Urea 2.5%							
اوره ۵٪	31.28 ^d	86.67 ^a	17.09 ^a	2.38 ^b	29.83 ^c	23.31 ^b	13.33 ^f
Urea 5%							
بوته پیاز	17.57 ^g	80.27 ^f	8.45 ^b	1.80 ^c	34.20 ^a	26.01 ^a	19.73 ^a
Onion aerial parts							
SEM	0.52	0.44	0.14	0.16	0.81	0.82	0.44
P-value	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

Average with the same superscripts in each column have no significantly difference (P>0.05). SEM: Standard Error of the Mean.

میانگین ماده آلی در بوته سیلوشده پیاز در تیمارهای دارای مواد افزودنی اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد داشت ($P < 0.05$). سیلاژ بوته پیاز دارای خرمای وازده، ماده آلی کمتر و خاکستر خام بیشتری نسبت به شاهد داشت درحالی‌که افزودن ملاس و اوره باعث افزایش ماده آلی و کاهش خاکستر خام سیلاژ بوته پیاز شد ($P < 0.05$). در دیگر پژوهش‌ها نیز افزایش ماده آلی و کاهش خاکستر با افزودن ملاس (Ayoubi Far و همکاران، ۲۰۲۱) و اوره (Valizadeh و همکاران، ۲۰۱۵) گزارش شده است. در برخی پژوهش‌ها با افزودن ملاس (Neghabi

با افزودن اوره به سیلاژ در برخی پژوهش‌ها، افزایش ماده خشک (Valizadeh و همکاران، ۲۰۱۵؛ Pongsub و همکاران، ۲۰۲۲) و در برخی کاهش ماده خشک سیلاژ گزارش شد (Kaewpila و همکاران، ۲۰۲۰). اوره، pH سیلاژ را افزایش داده و از اتلاف ماده آلی و تخمیر بالا جلوگیری می‌کند (Kung و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین، دلیل احتمالی افزایش ماده خشک با افزودن اوره به سیلاژ، کمک آن به جلوگیری از فعالیت میکروبه‌های ناپسندی بیان شده است که باعث افت مواد مغذی سیلو می‌شوند (Pongsub و همکاران، ۲۰۲۲).

نداشت. افزودن ملاس و اوره به کاه نی (Valizadeh و همکاران، ۲۰۱۵) چربی سیلاژ را نسبت به سیلاژ شاهد افزایش داد که با یافته‌های ما هم‌خوانی نداشت. افزایش چربی با سیلوکردن ممکن است به دلیل تغییر در نسبت دیگر ترکیبات مانند کاهش دیواره سلولی باشد (Naghdi و همکاران، ۲۰۲۰).

با سیلوکردن بوته پیاز، پروتئین خام آن تغییری نکرد ($P > 0/05$). افزودن اوره به سیلاژ بوته پیاز، به‌گونه معنی‌داری پروتئین خام را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد ولی افزودن خرما و ملاس تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین خام نداشت. اوره یک منبع اقتصادی نیتروژن‌دار برای افزایش پروتئین محصولاتی است که پروتئین کمی دارند (Kung و همکاران، ۲۰۰۳). افزایش پروتئین سیلاژ با افزودن اوره، به دلیل وجود ترکیبات نیترونی در اوره، دور از انتظار نبود و در بیشتر پژوهش‌ها گزارش شده است. اوره همچنین سنتز پروتئین را افزایش داده و باعث صرفه‌جویی پروتئین حقیقی سیلاژ می‌شود به‌گونه‌ای که در سیلاژ دارای اوره، پروتئین حقیقی و اسیدآمینه بیشتری نسبت به سیلاژ بدون اوره دیده شد (Kung و همکاران، ۲۰۰۳).

اثر افزودن ملاس به سیلاژ بر درصد پروتئین در پژوهش‌های گوناگون یکسان نبوده و نتایج ناهم‌سویی گزارش شده است. افزودن ملاس به سیلو در برخی پژوهش‌ها، افزایش پروتئین (Aksu و همکاران، ۲۰۰۶؛ Ke و همکاران، ۲۰۲۳؛ Zhao و همکاران، ۲۰۱۹) و در برخی کاهش پروتئین (Ayoubi Far و همکاران، ۲۰۲۱) را به دنبال داشته و در برخی دیگر، تأثیر معنی‌داری دیده نشده است (Luo و همکاران، ۲۰۲۱؛ Xie و همکاران، ۲۰۲۱). دلیل افزایش پروتئین در برخی از پژوهش‌ها با افزودن ملاس، ممکن است

و همکاران، ۲۰۱۳؛ Aksu و همکاران، ۲۰۰۶) و اوره (Kaewpila و همکاران، ۲۰۲۰؛ Pongsub و همکاران، ۲۰۲۲) به سیلاژ تغییر معنی‌داری در ماده آلی دیده نشد. کاهش ماده آلی که با افزودن خرما و وزده به سیلاژ بوته پیاز نسبت به سیلاژ شاهد در پژوهش کنونی دیده شد، در پژوهش Naghdi و همکاران (۲۰۲۰)، با افزودن ۱۵ درصد خرما ضایعاتی به سیلاژ تغاله پونه نیز گزارش شد. آن‌ها بیان کردند که کاهش در ماده آلی می‌تواند به دلیل تجزیه مواد سیلاژ در فرایند تخمیر و تبدیل مواد آلی به دی‌اکسیدکربن باشد. با توجه به اینکه پژوهشی روی سیلاژ بوته پیاز گزارش نشده است؛ دلیل تفاوت‌های دیده‌شده میان یافته‌های این پژوهش با پژوهش‌های انجام‌شده روی سیلاژ دیگر علوفه‌ها و بقایای محصولات کشاورزی می‌تواند ناشی از تفاوت نوع گیاه و ترکیب شیمیایی آن باشد.

افزودن خرما و وزده به سیلاژ بوته پیاز، عصاره اتری سیلاژ را نسبت به سیلاژ شاهد افزایش داد ($P < 0/05$)؛ در حالی که اوره و ملاس تأثیری بر این صفت نداشتند ($P > 0/05$). سیلوکردن بوته پیاز (با و بدون افزودنی)، درصد عصاره اتری را نسبت به بوته سیلو نشده افزایش داد. با افزودن خرما و وزده به سیلاژ برگ و ساقه موز (Ghodusi و همکاران، ۲۰۱۹) درصد عصاره اتری دارای خرما از گیاه سیلو نشده بیشتر بود. Naghdi و همکاران (۲۰۲۰)، با افزودن سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد خرما و وزده به سیلاژ تغاله پونه، افزایش چربی خام را نسبت به گروه شاهد، تنها در سیلاژ دارای ۱۵ درصد خرما و وزده گزارش کردند. آن‌ها دلیل این افزایش را بالابودن چربی خرما هسته‌دار دانستند. هم‌سو با یافته‌های ما در برخی مطالعات، افزودن ملاس (Pongsub و همکاران، ۲۰۲۲) و اوره (Kaewpila و همکاران، ۲۰۲۰) تأثیری بر عصاره اتری سیلاژ نسبت به شاهد

¹Spring effect

Naghdi و همکاران، ۲۰۲۰) در دیگر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است.

یکی از دلایل کاهش الیاف با افزودن اوره و ملاس به سیلاژ، نبود بخش الیافی در این دو افزودنی بیان شده است که می‌تواند باعث رقیق شدن (کاهش) الیاف سیلاژ شود (Gursoy و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، کاهش الیاف سیلاژ با افزودن ملاس، می‌تواند به دلیل هیدرولیز آنزیمی و اسیدی بخش گوارش پذیرتر دیواره سلولی مانند همی سلولز باشد (Chen و همکاران، ۲۰۱۶؛ Henderson و همکاران، ۱۹۹۳). نشان داده شده است که در گامه ثبات سیلو، هنگامی که پس از رشد میکروب‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک، pH سیلو پایین آمده و فعالیت بیولوژیکی بسیار کمی رخ می‌دهد، همی سلولز می‌تواند تجزیه شده و قند تولید کند. در شرایط کمبود کربوهیدرات‌های محلول در آب، میکروب‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک ممکن است با تخمیر قندهای حاصل از تجزیه همی سلولز، باعث کاهش بیشتر pH شوند (Bolsen و همکاران، ۱۹۹۶). کاهش همی سلولز در طول سیلوکردن یکسان نبوده و به مرحله رشد و ماده خشک گیاه بستگی دارد؛ به گونه‌ای که تا ۴۰ درصد همی سلولز ممکن است تجزیه شود (Henderson و همکاران، ۱۹۹۳) از سوی دیگر، آمونیاک حاصل از تجزیه اوره در سیلاژ نیز می‌تواند با سازوکار آمونولیز (تجزیه به کمک آمونیاک، همانند هیدرولیز که به کمک آب انجام می‌شود) باعث شکستن پیوندهای استری درون زنجیره‌های همی سلولز یا پیوندهای استری بین کربوهیدرات‌ها و لیگنین شده و باعث محلول شدن همی سلولز شود. فزون بر این میل ترکیبی بالای آمونیاک با آب باعث انبساط دیواره سلولی و تخریب الیاف می‌شود (Carvalho و همکاران، ۲۰۱۸؛ Santos dos همکاران، ۲۰۲۱) این فرآیندها در نهایت می‌توانند

به افزایش کربوهیدرات محلول مربوط باشد. افزودن منابع کربوهیدرات محلول می‌تواند با فراهم کردن قند بسنده برای میکروب‌های سیلو و افزایش سرعت رشد آن‌ها، باعث کاهش pH و اسیدی شدن سیلو شود. با اسیدی شدن سیلو، تجزیه پروتئین‌های سیلو به وسیله آنزیم‌های گیاهی و به دنبال آن اتلاف پروتئین کاهش یافته و در نهایت منجر به حفظ پروتئین‌های سیلو می‌شود (Ke و همکاران، ۲۰۲۳). در بیشتر پژوهش‌های انجام شده با افزودن خرما و ازده تا سطح ۱۵ درصد، تغییر معنی‌داری در میزان پروتئین خام سیلاژ در مقایسه با سیلاژ شاهد دیده نشد (Eshaghi Maskoni و همکاران، ۲۰۲۳؛ Naghdi و همکاران، ۲۰۲۰؛ Taheri و همکاران، ۲۰۱۸). همسو با یافته‌های ما، درصد پروتئین برگ و ساقه درخت موز پس از سیلوکردن به همراه ۱۵ درصد خرما، غیرخوراکی، تغییری نکرد (Ghodusi و همکاران، ۲۰۱۹).

درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در سیلوی شاهد نسبت به بوته پیاز سیلو نشده تفاوت معنی‌داری نداشت. به کارگیری هر سه ماده افزودنی خرما، ملاس در هر دو سطح و اوره، تنها در سطح ۵ درصد، میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی سیلاژ بوته پیاز را نسبت به سیلوی شاهد، کاهش داد؛ درحالی که الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تنها با افزودن ملاس، کاهش یافت ($P < 0/05$). کمترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی (۱۹/۹ درصد) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (۱۵/۴ درصد) در بوته سیلوشده با ۱۵ درصد ملاس دیده شد. کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزودن ملاس (Luo و همکاران، ۲۰۲۱؛ Ke و همکاران، ۲۰۲۳) اوره (Gursoy و همکاران، ۲۰۲۳؛ Pongsub و همکاران، ۲۰۲۲) و خرما و ازده

۲۰۱۸) نیز گزارش شد. برای داشتن یک سیلاژ مناسب میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب گیاه پیش از سیلو کردن، باید بیش از ۵ درصد بر پایه ماده خشک باشد (Weinberg, ۲۰۰۸). در آزمایش ما، میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب بوته پیاز، کم‌تر از این میزان بود (۲/۱ درصد، جدول ۲). از این رو برای بهبود فرآیند تخمیر در سیلوی بوته پیاز و تولید اسیدهای آلی بسنده و به دنبال آن کاهش مناسب pH، باید منبع مناسبی از کربوهیدرات‌های محلول در آب به آن افزوده شود (Mc Donald و همکاران، ۱۹۹۱). همچنان‌که کمتر بودن میزان pH در سیلوهای دارای ملاس و خرمای وازده نسبت به سیلاژ بدون افزودنی، تأیید کننده این امر است.

منجر به افزایش گوارش پذیری سیلاژ شوند. پژوهش کنونی، باتوجه به کاهش معنی‌دار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و عدم تغییر مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با افزودن خرما و اوره (در سطح ۵ درصد)، این‌گونه می‌توان استنباط کرد که ممکن است بخش عمده این کاهش ناشی از تجزیه همی سلولز بوده است (Chen و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین، کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سیلوی که به آن خرمای وازده افزوده شد نسبت به سیلوی شاهد می‌تواند تا اندازه‌ای همانند ملاس، به بهبود شرایط تخمیر (کمتر بودن pH و نیتروژن آمونیاکی) مربوط باشد. در پژوهش کنونی افزودن خرمای وازده تأثیر معنی‌داری بر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نداشت که این یافته در دیگر پژوهش‌ها (Eshaghi Maskoni و همکاران، ۲۰۲۳؛ Naghdi و همکاران، ۲۰۲۰؛ Taheri و همکاران،

جدول ۲- پروفایل تخمیری و پایداری هوازی سیلاژ پیاز دارای سطوح گوناگون خرمای دورریز، ملاس و اوره

Table 2. Fermentation profile and aerobic stability of onion aerial parts silage with different level of waste date, molasses and urea

پایداری هوازی Aerobic Stability (h)	نیتروژن آمونیاکی Ammonia nitrogen (mmol)	کربوهیدرات‌های محلول در آب WSC (DM%)	pH	تیمار Treatment
44 ^{bc}	5.57 ^b	0.56 ^d	4.64 ^b	شاهد Control
42 ^c	4.49 ^{cd}	1.61 ^c	4.31 ^c	خرمای ۱۰٪ Date 10%
45 ^{abc}	3.72 ^d	1.63 ^c	4.19 ^{cd}	خرمای ۱۵٪ Date 15%
48 ^a	4.85 ^{bc}	2.73 ^b	4.06 ^{de}	ملاس ۱۰٪ Molasses 10%
48 ^a	4.16 ^{cd}	4.71 ^a	3.87 ^e	ملاس ۱۵٪ Molasses 15%
46 ^{ab}	20.06 ^a	0.36 ^d	7.96 ^a	اوره ۲/۵٪ Urea 2.5%
47 ^{ab}	20.20 ^a	0.27 ^d	8.12 ^a	اوره ۵٪ Urea 5%
-	-	2.10 ^c	-	بوته پیاز Onion aerial parts
1.15	0.24	0.17	0.06	SEM
< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	P-value

میانگین‌های با بندواژه‌های یکسان در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند ($P > 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین.

Average with the same superscripts in each column have no significantly difference ($P>0.05$).

SEM: Standard Error of the Mean.

WSC: Water-soluble carbohydrate.

می‌یابد. کمتر بودن pH در سیلاژ دارای خرما و ملاس، می‌تواند به دلیل بیشتر بودن غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب باشد (Ke و همکاران، ۲۰۲۳) و در پی کاهش pH، فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین کاهش یافته و نیتروژن آمونیاکی حاصل از آن کاهش می‌یابد.

پایداری هوازی: پایداری هوازی تحت تأثیر افزودن خرما و ملاس و ازده و اوره قرار نگرفت ($P>0.05$) ولی با افزودن ملاس نسبت به گروه شاهد افزایش یافت ($P<0.05$). پایداری هوازی برای نگهداری مواد مغذی سیلو و حداقل کردن تجمع سموم قارچی مهم است. فساد سیلاژ در برابر هوا پس از باز شدن که بیشتر در لایه‌های بالایی سیلو رخ می‌دهد، مربوط به قارچ‌ها و مخمرها است. مخمرها نخستین میکروارگانیسم‌هایی هستند که با مصرف لاکتات در تخریب سیلاژ دخالت دارند (Sousa -Alves و همکاران، ۲۰۲۰) و محیطی مناسب را برای رشد دیگر میکروب‌های درگیر در تخریب هوازی سیلو فراهم می‌کنند (Santos و همکاران، ۲۰۲۰).

بیشتر بودن پایداری هوازی در سیلاژ دارای ملاس به اثر آن بر جلوگیری از رشد مخمر و بالا بودن غلظت اسید استیک نسبت داده شده است (Ke و همکاران، ۲۰۲۳؛ Hashemzadeh-Cigari و همکاران، ۲۰۱۴). اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیره تولیدشده به وسیله باکتری‌های سیلاژ (اسید استیک و پروپیونیک)، از رشد مخمر و قارچ جلوگیری کرده و پایداری هوازی سیلاژ را افزایش می‌دهند. در آزمایش کنونی افزایش پایداری هوازی با افزودن ملاس ممکن است به دلیل افزایش اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیره باشد هرچند اندازه‌گیری آن انجام نشد.

میزان pH و نیتروژن آمونیاکی در همه تیمارها نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. افزودن ملاس و خرما سبب کاهش و افزودن اوره سبب افزایش pH و نیتروژن آمونیاکی سیلاژ بوته پیاز شد ($P<0.05$). بیشترین میزان pH در بوته پیاز سیلو شده با پنج درصد اوره (۸/۱۲) و کمترین میزان pH در بوته سیلو شده با ۱۵ درصد ملاس (۳/۸۷) دیده شد. با افزودن ۴ درصد اوره به گیاه نی، pH برابر با ۸/۲۷ (Valizadeh و همکاران، ۲۰۱۵) بود. با افزودن ۱/۱ درصد اوره به نیپر گراس، pH برابر با ۷/۸ (Kaewpila و همکاران، ۲۰۲۰) گزارش شد و نیتروژن آمونیاکی نیز در هردو مطالعه افزایش یافت که با یافته‌های پژوهش کنونی هم‌خوانی داشت. اوره هنگام فرایند سیلوشدن به وسیله آنزیم‌های اوره‌آز به آمونیاک هیدرولیز می‌شود. افزایش میزان نیتروژن و pH در تیمارهای دارای اوره می‌تواند به دلیل تولید آمونیاک در فرایند سیلوشدن باشد. اوره با تولید آمونیاک، به دلیل ظرفیت بافری بالای آمونیاک، از افت pH جلوگیری می‌کند (Gürsoy و همکاران، ۲۰۲۳؛ Kung و همکاران، ۲۰۰۳).

تجزیه پروتئین در طول تخمیر سیلاژ، یکی از مشکلات شایع است که بیشتر، به وسیله پروتئازهای گیاهی انجام می‌شود. کاهش pH سیلاژ به گونه مؤثری از تجزیه پروتئین جلوگیری می‌کند چراکه pH بهینه برای تجزیه پروتئین نزدیک ۶ است و با کاهش pH، پروتئازهای گیاهی نافع می‌شوند. سرعت کاهش pH در سیلاژ، فاکتور اصلی مؤثر بر کیفیت تخمیر و فعالیت میکروبی است. افزودن خرما و ملاس و اوره با فراهم کردن میزان کربوهیدرات محلول لازم برای رشد میکروب‌ها، تولید اسیدلاکتیک را افزایش می‌دهد. به دنبال افزایش اسیدلاکتیک، pH سیلو کاهش

کاهش کربوهیدرات‌های محلول در آب پس از سیلوکردن بیان شده است (Eshaghi Maskoni و همکاران، ۲۰۲۳؛ Zhao و همکاران، ۲۰۱۹). همچنان‌که در پژوهش کنونی، پس از سیلوکردن بوته پیاز، کربوهیدرات‌های محلول آن کاهش یافت (۲/۱ و ۵/۶ درصد به ترتیب برای بوته پیاز و سیلاژ بوته پیاز؛ جدول ۲).

افزودن ملاس در سطح ۱۵ درصد، به‌گونه معنی‌داری تولید گاز تجمعی در ۴۸ ساعت، پتانسیل تولید گاز و نرخ تولید گاز را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. این افزایش را می‌توان به نقش ملاس به عنوان یک منبع سرشار از کربوهیدرات‌های محلول در آب نسبت داد (Eshaghi Maskoni و همکاران، ۲۰۲۳؛ Zhao و همکاران، ۲۰۱۹). افزودن ملاس غلظت قندهای محلول را به‌گونه چشمگیری افزایش داد (جدول ۲). این کربوهیدرات‌های در دسترس، بی‌درنگ به‌وسیله جمعیت میکروبی شکمه استفاده‌شده و منجر به افزایش نرخ تخمیر و حجم کلی گاز تولیدی می‌شوند. فزون بر این، ملاس با بهبود کیفیت تخمیر سیلاژ (کاهش pH و نیتروژن آمونیاکی) و کاهش فیبر نامحلول در شوینده ختنی و اسیدی، قابلیت دسترسی کلی ماده آلی را برای میکروبی‌های شکمه افزایش داده و تولید گاز را افزایش می‌دهد (Gursoy و همکاران، ۲۰۲۳؛ Neghabi و همکاران، ۲۰۱۳).

افزودن ۱/۵ (Xie و همکاران، ۲۰۲۱) و ۵ درصد ملاس (Hashemzadeh-Cigari و همکاران، ۲۰۱۴) به سیلاژ یونجه و افزودن ۱۰ درصد ملاس به سیلاژ گیاه کامل نی (Valizadeh و همکاران، ۲۰۱۵) تأثیری بر گاز تولیدی در مقایسه با تیمار شاهد نداشت. در پژوهش Xie و همکاران (۲۰۲۱) با افزودن ملاس به سیلاژ یونجه، نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی افزایش یافت. در آزمایش دیگری، افزودن ملاس به سیلاژ یونجه، باعث افزایش بخش گوارش‌ناپذیر

اگرچه برپایه پژوهش‌های پیشین انتظار می‌رفت که افزودن اوره به دلیل تولید آمونیاک و ایجاد محیطی قلیایی، پایداری هوازی سیلاژ را از راه مهار رشد مخمرها افزایش دهد (Santos و همکاران، ۲۰۲۰)؛ اما در پژوهش کنونی افزودن اوره در سطوح ۲/۵ و ۵ درصد تأثیر معناداری بر این فراسنجه نداشت. به نظر می‌رسد دلیل این امر، pH بسیار بالای (نزدیک ۸) تیمارهای دارای اوره باشد. هرچند آمونیاک برای مخمرها سمی است (Sousa-Alves و همکاران، ۲۰۲۰)، ولی pH قلیایی بالا می‌تواند شرایط را برای رشد و فعالیت دیگر میکروارگانیسم‌های فاسدکننده هوازی، به ویژه کپک‌ها، فراهم کند (Ogunade و همکاران، ۲۰۱۸). از سوی دیگر، کمبود کربوهیدرات‌های محلول در آب در بوته پیاز (جدول ۲)، ممکن است از تولید بسنده اسیدهای چرب کوتاه زنجیره مانند اسید استیک، به عنوان ترکیبات کلیدی مهارکننده مخمر جلوگیری کند. هرچه میزان قندهای محلول در سیلاژ بیشتر باشد، نقش اوره در بهبود پایداری هوازی پررنگ‌تر می‌شود. اوره در این حالت به‌عنوان یک عامل محافظتی عمل می‌کند که از تخریب قندها به‌وسیله میکروارگانیسم‌های هوازی جلوگیری کرده و کیفیت تغذیه‌ای سیلاژ را حفظ می‌نماید (Araújo و همکاران، ۲۰۲۳).

تولید گاز

فراسنجه‌های برآورد شده تولید گاز و تولید گاز تجمعی در ساعات ۲۴ و ۴۸ در جدول ۳ آمده است. بیشترین گاز تولیدی در سیلاژ دارای ملاس و تیمار بوته پیاز و کم‌ترین گاز تولیدی در سیلاژ دارای اوره دیده شد (شکل ۱). تولید گاز ساعت ۴۸ و پتانسیل تولید گاز، تنها در سیلاژ دارای ۱۵ درصد ملاس، از سیلاژ بدون افزودنی، بیش‌تر بود. کاهش گاز تولیدی با سیلوکردن بوته پیاز در مطالعه کنونی، در دیگر پژوهش‌ها نیز گزارش شده و دلیل این افت تولید گاز،

دربگیرنده پروتئین‌های متصل به لیگنین یا تانن و محصولات میلارد است و به‌وسیله باکتری‌های شکمبه تجزیه نمی‌شود. از این‌رو افزایش نیافتن تولید گاز در سیلوهای دارای ملاس، ممکن است تا اندازه‌ای به‌دلیل تولید فرآورده‌های میلارد پایدار در برابر تخمیر میکروبی باشد.

پروتئین (بخش C) در سیلاژ یونجه شد (Hashemzadeh-Cigari و همکاران، ۲۰۱۴). آن‌ها برپایه یافته‌های Hashemzadeh-Cigari و همکاران (۲۰۱۴)، این‌گونه نتیجه‌گیری کردند که میزان بالای کربوهیدرات محلول در آب در سیلاژ دارای ملاس باعث تشدید واکنش میلارد می‌شود (Xie و همکاران، ۲۰۲۱). نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی

جدول ۳- فراسنجه‌های تولید گاز و تولید گاز تجمعی ساعت ۲۴ و ۴۸ بوته پیاز و سیلاژ آن با سطوح گوناگون خرمای دورریز، ملاس و اوره
Table 3. Gas production parameters and cumulative gas production at 24 and 48 hours from onion aerial parts and its silage with different level of waste date, molasses and urea

تولید گاز ۴۸ ساعت	تولید گاز ۲۴ ساعت	انرژی خالص شیردهی NEL (MJ/kg)	درصد گوارش پذیری ماده آلی OMD (%)	اسیدهای چرب کوتاه زنجیر SCFA (mmol/200 mg DM)	انرژی قابل سوخت‌وساز ME (MJ/kg)	ثابت نرخ تولید گاز c (h ⁻¹)	پتانسیل تولید گاز b (ml)	تیمار Treatment
42.97 ^{bc}	39.67 ^{cd}	4.47 ^{cd}	54.93 ^c	0.87 ^{bcd}	8.08 ^c	0.153 ^d	42.00 ^{cd}	شاهد Control
45.07 ^{ab}	42.42 ^{abc}	4.75 ^{bc}	60.58 ^a	0.93 ^{ab}	8.63 ^{ab}	0.176 ^{bc}	40.76 ^d	خرمای ۱۰٪ Date 10%
42.82 ^{bc}	40.24 ^{bcd}	4.97 ^{ab}	59.12 ^{ab}	0.88 ^{bc}	8.87 ^a	0.194 ^a	43.34 ^{abcd}	خرمای ۱۵٪ Date 15%
46.07 ^{ab}	43.84 ^{ab}	4.97 ^{ab}	58.75 ^{ab}	0.96 ^a	8.67 ^{ab}	0.190 ^{ab}	44.71 ^{abc}	ملاس ۱۰٪ Molasses 10%
47.92 ^a	44.92 ^a	5.13 ^a	60.09 ^{ab}	0.99 ^a	8.88 ^a	0.189 ^{ab}	45.9 ^{ab}	ملاس ۱۵٪ Molasses 15%
38.59 ^d	36.82 ^{cd}	4.20 ^d	55.31 ^c	0.81 ^d	8.09 ^c	0.099 ^e	40.71 ^d	اوره ۲/۵٪ Urea 2.5%
38.27 ^d	35.92 ^e	4.36 ^{cd}	57.22 ^{bc}	0.84 ^{cd}	8.36 ^{bc}	0.112 ^e	42.28 ^{bcd}	اوره ۵٪ Urea 5%
47.07 ^a	45.37 ^a	5.04 ^{ab}	60.28 ^{ab}	1.002 ^a	8.86 ^{ab}	0.168 ^{dc}	46.66 ^a	بوته پیاز Onion aerial parts
1.56	1.29	0.12	0.96	0.02	0.14	0.005	1.24	SEM
< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	P-value

میانگین‌های با بندواژه‌های یکسان در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند (P>0.05).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

Average with the same superscripts in each column have no significantly difference (P>0.05).

SEM: Standard Error of the Mean.

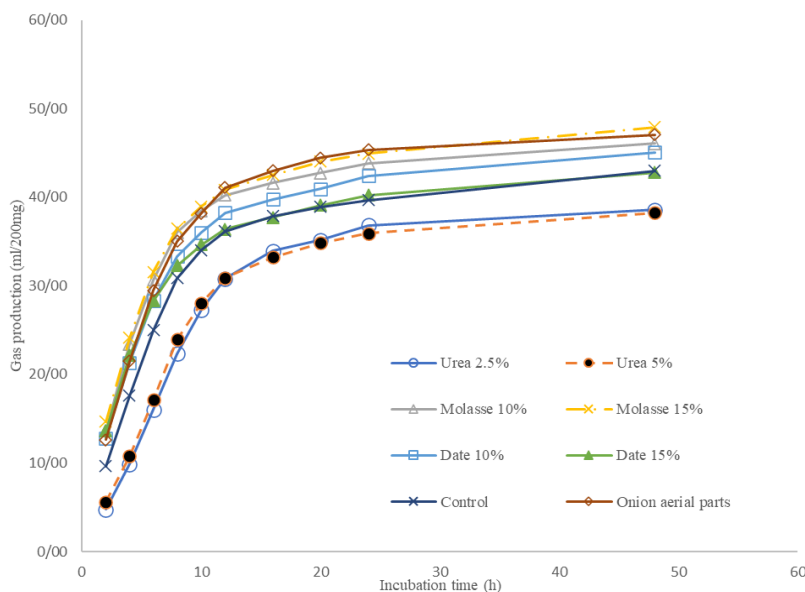
ME: Metabolizable energy, SCFA: Short-chain fatty acids, OMD: Organic matter digestibility, NEL: Net energy for lactation.

نداشت. کاهش دیواره سلولی بدون تأثیر بر دیواره سلولی بدون همی سلولز با افزودن خرمای وازده، در دیگر پژوهش‌ها نیز گزارش شد (Naghdi و همکاران، ۲۰۲۰؛ Eshaghi Maskoni و همکاران، ۲۰۲۳). از

در پژوهش کنونی، افزودن خرمای وازده به سیلو، درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی را کاهش داد ولی تأثیر معنی‌داری بر گاز تولیدی و درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نسبت به سیلوی شاهد

همی سلولز و سلولز جلوگیری کند. در نهایت کاهش دیواره سلولی بدون کاهش دیواره سلولی بدون همی سلولز ممکن است تأثیر کمی بر تخمیر پذیری کلی داشته باشد. در حالیکه افزودن ملاس هم دیواره سلولی و هم دیواره سلولی بدون همی سلولز را کاهش داد (جدول ۱).

این رو به نظر می‌رسد افزودن خرما و وازده باعث کاهش همی سلولز سیلاژ شده ولی میزان لیگنین و سلولز (دیواره سلولی بدون همی سلولز) کاهش نیافته است. همی سلولز معمولاً سریع‌تر از سلولز تخمیر می‌شود و ثابت ماندن لیگنین، به‌عنوان مانع فیزیکی و شیمیایی گوارش، می‌تواند از دسترسی میکروب‌ها به



شکل ۱- تولید گاز در تیمارهای آزمایشی در ساعت‌های گوناگون

Figure 1-Gas production of experimental treatments in different hours

با وجود قند فراوان (۶۲ درصد ماده خشک)، الیاف بسیار ناچیزی دارد (Palmonari و همکاران، ۲۰۲۰). در مطالعات انجام‌شده روی خرما و وازده در کشور، میزان دیواره سلولی آن از ۲۳ تا ۳۲ درصد گزارش شده است (Ghodusi و همکاران، ۲۰۱۹؛ Naghdi و همکاران، ۲۰۲۰). از این رو به دلیل وجود الیاف و نیز بودن ترکیبات بازدارنده تخمیر مانند ترکیبات پلی فنولی در خرما، ممکن است تیمارهای دارای خرما، تخمیر آهسته‌تری داشته باشند و گاز کمتری تولید کنند. پلی فنول‌ها و تانن‌های موجود در خرما ممکن است با تشکیل پیوند با پروتئین‌ها و آنزیم‌های میکروبی و مهار فعالیت باکتری‌های شکمبه،

از سوی دیگر، تفاوت در ترکیب شیمیایی خرما و ملاس نیز می‌تواند دلیل متفاوت بودن تأثیر این دو افزودنی بر تولید گاز باشند. بخش عمده قند ملاس از ساکارز (بیش از ۹۰ درصد قند) و بخش اندکی از گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است (Palmonari و همکاران، ۲۰۲۰) در حالی که از کل کربوهیدرات‌های خرما، بیشترین بخش قند آن را گلوکز و فروکتوز و بخش اندکی از آن را سوکروز تشکیل می‌دهد (Al-Farsi و همکاران، ۲۰۰۸). ممکن است سرعت تخمیر و میزان گاز تولیدی آن‌ها یکسان نباشد. فزون بر این اگرچه کربوهیدرات‌ها در خرما سهم بالایی دارند اما بخشی از کربوهیدرات‌های خرما از الیاف تشکیل شده (Al-Farsi و همکاران، ۲۰۰۸) ولی ملاس

تخمیر را کند کرده و میزان گاز تولیدی کاهش یابد (Rabee و همکاران، ۲۰۲۲).

فراسنجه‌های برآوردشده تولید گاز (انرژی قابل سوخت‌وساز، اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیره، درصد گوارش‌پذیری ماده آلی و انرژی خالص شیردهی) با سیلوکردن بوته پیاز کاهش و این فراسنجه‌ها با افزودن ملاس به سیلو نسبت به سیلوی شاهد افزایش یافتند ولی در سیلاژ دارای اوره، تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار سیلوی شاهد دیده نشد. افزودن خرما و ازده به‌جز اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیره، دیگر فراسنجه‌ها را افزایش داد ($P < 0.05$). در پژوهشی، کاهش انرژی قابل متابولیسم و گوارش‌پذیری ماده آلی پس از سیلوکردن پونه کوهی و افزایش این فراسنجه‌ها با افزودن ۱۰ و ۱۵ درصد خرما و ازده، گزارش شد که مشابه چنین روندی در پژوهش کنونی، با افزودن ملاس و خرما و ازده به سیلاژ بوته پیاز دیده شد. دلیل کاهش این فراسنجه‌ها پس از سیلوکردن، به کاهش میزان قند محلول در فرایند سیلوکردن و افزایش آن‌ها در سیلاژ دارای خرما نسبت به سیلوی شاهد، به افزایش قند محلول ناشی از افزودن خرما نسبت داده شد (Eshaghi Maskoni و همکاران، ۲۰۲۳). فزون بر افزایش قند محلول، کاهش الیاف نامحلول در شوینده ختنی و اسیدی که در پژوهش کنونی با افزودن ملاس و خرما و ازده دیده شد (جدول ۱) نیز می‌تواند دلیل افزایش این فراسنجه‌ها باشد (Gursoy و همکاران، ۲۰۲۳). دلیل دیگر، بهبود کیفیت سیلو با افزودن ملاس و خرما و ازده است. ملاس و خرما و ازده با فراهم‌کردن کربوهیدرات‌های تندتخمیر، رشد باکتری‌های سودمند سیلو (باکتری‌های تولیدکننده لاکتیک اسید) را تحریک کرده و از تخمیرهای ناپسند مانند تولید بوتیریک اسید جلوگیری می‌کنند (Zhao و همکاران، ۲۰۱۹). در نتیجه، افت ماده خشک سیلو کاهش یافته و سیلوی با کیفیت بالاتر

و گوارش‌پذیری بهتری به‌دست خواهد آمد. افزایش گوارش‌پذیری سیلاژ با افزودن ملاس که در دیگر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است (Ke و همکاران، ۲۰۲۳؛ Liu و همکاران، ۲۰۲۱) نشان‌دهنده آن است که ملاس یک افزودنی مؤثر برای بهبود قابلیت تخمیر و ارزش انرژی‌زایی سیلاژ اندام هوایی پیاز است.

ناهمسو با یافته‌های ما، در برخی پژوهش‌ها، افزودن ملاس به سیلاژ یونجه، انرژی قابل سوخت‌وساز و گوارش‌پذیری ماده آلی را افزایش نداد که در این پژوهش‌ها قند محلول نیز با افزودن ملاس به سیلاژ یونجه افزایش نیافت (Hashemzadeh-Cigari و همکاران، ۲۰۱۴؛ Xie و همکاران، ۲۰۲۱). در مقابل، در پژوهش Ayoubi Far و همکاران (۲۰۲۱)، افزودن ملاس به سیلاژ کنگر، انرژی قابل سوخت‌وساز و گوارش‌پذیری ماده آلی را نسبت به سیلوی بدون ملاس افزایش داد که با یافته‌های ما هم‌خوانی داشت.

تولید گاز در سیلوهای دارای اوره، در ساعت ۲۴ و ۴۸ نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. پتانسیل تولید گاز و فراسنجه‌های برآورد شده تولید گاز، تحت تأثیر افزودن اوره به سیلاژ بوته پیاز قرار نگرفتند ولی ثابت نرخ تولید گاز با افزودن اوره، نسبت به سیلوی بدون افزودنی کاهش یافت ($P < 0.05$). در برخی پژوهش‌ها (Kaewpila و همکاران، ۲۰۲۰) افزودن اوره به سیلاژ در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر نرخ تولید گاز نداشت ولی پتانسیل تولید گاز را نسبت به سیلوی شاهد افزایش داد. دلیل افزایش پتانسیل تولید گاز در این پژوهش‌ها ایجاد محیط قلیایی در اثر تجزیه اوره به آمونیاک و تسهیل تخمیر الیاف و کاهش آن، بیان شد چراکه با کاهش الیاف و لیگنین، دسترسی به کربوهیدرات‌های قابل تخمیر بیشتر شده و پتانسیل تولید گاز افزایش می‌یابد. همچنین با افزودن اوره، فراهمی بیشتر

میزان مواد تخمیرپذیر به‌ویژه قندهای محلول بستگی دارد (Gursoy و همکاران، ۲۰۲۳) عدم تأثیر اوره بر این محتوا (جدول ۲)، با وجود کاهش دیواره سلولی در سیلاژ دارای ۵ درصد اوره (جدول ۱)، باعث شد تا افزودن اوره تأثیر معنی‌داری بر پتانسیل تولید گاز نداشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های این پژوهش نشان داد به‌کارگیری مواد افزودنی در آماده‌سازی سیلاژ اندام‌های هوایی پیاز می‌تواند به‌گونه معنی‌داری بر کیفیت تخمیر، پایداری هوازی و ارزش غذایی سیلاژ تأثیر بگذارد. افزودن ملاس (به‌ویژه در سطح ۱۵ درصد) باعث کاهش معنی‌دار pH، افزایش کربوهیدرات محلول در آب، کاهش نیتروژن آمونیاکی و بهبود پایداری هوازی شد. همچنین، افزودن ملاس و خرمای وازده به سیلو، منجر به کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و افزایش گوارش‌پذیری ماده آلی، انرژی قابل سوخت‌وساز و انرژی خالص شیردهی شد. در مقابل، افزودن اوره باعث افزایش pH و نیتروژن آمونیاکی شد و تأثیر مثبتی بر فراسنجه‌های تخمیر و گوارش‌پذیری نداشت؛ بنابراین، افزودن ملاس و خرمای وازده، سیلوکردن بوته پیاز را بهبود می‌بخشد. این یافته‌ها می‌تواند در بهره‌برداری از پسماندهای کشاورزی پیاز به‌عنوان خوراک دام سودمند باشند.

نیتروژن آمونیاکی که برای سنتز پروتئین میکروبی ضروری است می‌تواند فعالیت میکروبی و پتانسیل تولید گاز را افزایش دهد.

در پژوهش کنونی به‌کارگیری سطوح بالای اوره (۲/۵ و ۵ درصد)، افزایش قابل‌توجه pH سیلو را تا نزدیک ۸ به‌دنبال داشت که این pH بالا، ممکن است با تغییر تعادل میکروبی (کاهش فعالیت برخی از جمعیت‌های میکروبی) باعث کاهش نرخ تولید گاز شود (Santos و همکاران، ۲۰۲۰). از سوی دیگر کمبود منابع کربوهیدرات نندتخمیر در بوته پیاز (به‌عنوان منبع انرژی برای بهره‌گیری میکروبی‌ها از نیتروژن حاصل از تجزیه اوره)، می‌تواند عامل محدودکننده رشد میکروبی‌ها و تولید گاز باشد. فزون‌براین، گزارش شده است که در سامانه تولید گاز، نزدیک ۴۰ درصد از کل گاز تولیدی ناشی از تخمیر سوبسترا است و بقیه از بافرها تولید می‌شود. کاهش تولید گاز در هنگام تخمیر ترکیبات نیتروژنی، بیشتر به‌دلیل تولید آمونیاک است. آمونیاک اسیدهای چرب فرار را خنثی کرده و تولید گاز از بافر را کاهش می‌دهد (Heidari و همکاران، ۲۰۲۲).

به‌طورکلی اگرچه اوره برای افزایش پروتئین‌سازی با فراهم نمودن نیتروژن سودمند است اما در مقادیر بالا با افزایش pH می‌تواند بر ترکیب جمعیتی میکروبی‌ها اثر گذاشته و نرخ تخمیر را کاهش دهد. همچنین با توجه به اینکه پتانسیل تولید گاز، بیشتر به

منابع

- Adesogan, A.T., Krueger, N., Salawu, M. B., Dean, D.B., & Staples, C. R. (2004). The influence of treatment with dual purpose bacterial inoculants or soluble carbohydrates on the fermentation and aerobic stability of bermudagrass. *Journal of Dairy Science*, 87:3407-3416.
- Aksu, T., Baytok, E., Karlı, M. A., & Muruz, H. (2006). Effects of formic acid, molasses and inoculant additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. *Small Ruminant Research*, 61:29-33.
- Al-Farsi, M.A., & Lee, C.Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(10): 877-887.
- Araújo, M.L.G.M.L., Santos, E.M., De Carvalho, G.G.P., Pina, D.d.S., De Oliveira, J.S., Tosto, M.S.L., Zanine, A. d. M. (2023). Ensiling sorghum with urea, aerobic exposure and effects

- on intake, digestibility, ingestive behaviour and blood parameters of feedlot lambs. *Animals*, 13(12): 2005.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis* (15th edition). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.
- Ayoubi Far, M., Gharehbash, A.M., Bayat, J., & Farivar, F. (2021). Effect of different additives on chemical composition, fermentation parameters, digestibility and gas production of *Gundelia tournefortii* silage. *Journal of Ruminant Research*, 9(3): 1-24. (In Persian).
- Blümmel, M., Karsli, A., & Russell, J. (2003). Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms *in vitro* and *in vivo*: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. *British Journal of Nutrition*, 90(3): 625-634.
- Bolsen, K., Ashbell, G., & Weinberg, Z. (1996). Silage fermentation and silage additives-Review. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 9(5): 483-494.
- Broderick, G., & Kang, J. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*, 63(1): 64-75.
- Carvalho, G.G.P., Freitas, P.M.D., Santos, E.M., Araújo, G.G. L., Oliveira, J.S., Pires, A.J.V., & Araujo, M.L.G.M.L. (2018). Effect of pearl millet silage ammoniated with urea on lamb production and metabolic performance. *Grass and Forage Science*, 73(3): 685-693.
- Chen, L., Guo, G., Yuan, X., Zhang, J., Li, J., & Shao, T. (2016). Effects of applying molasses, lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality, aerobic stability and *in vitro* gas production of total mixed ration silage prepared with oat-common vetch intercrop on the Tibetan Plateau. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(5):1678-1685.
- dos Santos, A.P.M., Santos, E.M., de Oliveira, J.S., de Carvalho, G.G.P., de Araújo, G.G. L., Zanine, A.M., & Alves, J. P. (2021). Effect of urea on gas and effluent losses, microbial populations, aerobic stability and chemical composition of corn (*Zea mays* L.) silage. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 53(1):309-319.
- DuBois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebes, P.A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- Eshaghi Maskoni, M.M., Dayani, O., Khezri, A., & Dadvar, P. (2023). Survey of chemical composition, ruminal degradability and *in vitro* gas production of *Mentha pulegium* pulp silage with different levels of waste date. *Journal of Ruminant Research*, (2):19-36. (In Persian).
- Getachew, G., Makkar, H. & Becker, K. (2002). Tropical browses: contents of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and *in vitro* gas production. *The Journal of Agricultural Science*, 139:341-352.
- Getachew, G., Blümmel, M., Makkar, H. & Becker, K. (1998). *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 72:261-281.
- Ghodusi, M., Dayani, O., Khezri, A., Sharifi Hosseini, M.M., & Tahmasbi, R. (2019). Digestibility, protozoa population and ruminal fermentation parameters in sheep fed leaf and stem of banana tree silage with inedible date. *Animal Sciences Journal*, 32(122): 159-172. (In Persian).
- Gursoy, E., Sezmiş, G., & Kaya, A. (2023). Effect of urea and molasses supplementation on *in vitro* digestibility, feed quality of mixed forage silages. *Czech Journal of Animal Science*, 68: 266-276.
- Hashemzadeh-Cigari, F., Khorvash, M., Ghorbani, G.R., Ghasemi, E., Taghizadeh, A., Kargar, S., & Yang, W.Z. (2014). Interactive effects of molasses by homofermentative and heterofermentative inoculants on fermentation quality, nitrogen fractionation, nutritive value and aerobic stability of wilted alfalfa (*Medicago sativa* L) silage. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(2): 290-299.
- Heidari, M., Ghorbani, G.R., Hashemzadeh, F., Ghasemi, E., Panahi, A., & Rafiee, H. (2022). Feed intake, rumen fermentation and performance of dairy cows fed diets formulated at two starch concentrations with either conventional urea or slow-release urea. *Animal Feed Science and Technology*, 290: 115366.

- Henderson, N. (1993). Silage additives. *Animal Feed Science and Technology*, 45(1): 35-56.
- Kaewpila, C., Khota, W., Gunun, P., Kesorn, P., & Cherdthong, A. (2020). Strategic addition of different additives to improve silage fermentation, aerobic stability and *in vitro* digestibility of napier grasses at late maturity stage. *Agriculture*, 10:262.
- Ke, W., Wang, Y., Rinne, M., de Oliveira Franco, M., Li, F., Lin, Y., & Zhang, G. (2023). Effects of lactic acid bacteria and molasses on the fermentation quality, *in vitro* dry matter digestibility, and microbial community of Korshinsk peashrub (*Caragana korshinskii* Kom.) silages harvested at two growth stages. *Grass and Forage Science*, 1-13.
- Kung Jr, L., Stokes, M.R., & Lin, C. (2003). Silage additives. *Silage Science and Technology*, 42: 305-360.
- Luo, R., Zhang, Y., Wang, F., Liu, K., Huang, G., Zheng, N., & Wang, J. (2021). Effects of sugar cane molasses addition on the fermentation quality, microbial community, and tastes of alfalfa silage. *Animals*, 11(2): 355.
- Malekloozadeh, S., Ghoreishi, S.M, Shakeri, P., & Mazhari, M. (2023). Effect of *Lactobacillus plantarum* on the chemical composition, fermentation characteristics, aerobic stability, and *in vitro* digestibility of corn silage in different periods of harvesting. *Journal of Ruminant Research*, 11(2): 69-90. (In Persian).
- McDonald, P., Henderson, A., & Heron, S. J. E. (1991). *The biochemistry of silage*. 2nd Edition, Chalcombe publications. 340p
- Menke, K.H., & Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28: 7-55.
- Ministry of Jihad-e-Agriculture. (2025). *Agricultural statistics book of the crop year 2023-2024. Vol.1*. Information and Communication Technology Center, Ministry of Jihad-e-Agriculture. Iran. In:<https://dpe.maj.ir/uploads/21/2025/Jul/26/AJ1-1402-1403.pdf> (In Persian).
- Naghdi, Z., Dayani, O., Tahmasbi, R., Khezri, A., Sharifi hoseini, M.M., & Hajalizadeh, Z. (2020). The effect of feeding of *Mentha pulegium* pulp silage with wasted date on dry matter intake, digestibility and ruminal and blood parameters of Kermani mature rams. *Journal of Ruminant Research*, 8(3): 29-44. (In Persian).
- Naraghi Rad, Z., Ghoreishi, S.M., & Kargar, S. (2021). Chemical composition and *in vitro* digestibility of pomegranate byproducts in ruminant diet. *Journal of Animal Environment*, 13(2): 67-74. (In Persian).
- Neghabi, N., Jalilvand, G., Elahi, M.Y., & Shojaeian, K. (2013). Effect of different levels of yeast (*Saccaromyces cereveasia*) and molasses on the nutritive value of *Atriplex lentiformis* silage. *Journal of Ruminant Research*, 1(3): 31-50. (In Persian).
- Ogunade, I.M., Martinez-Tupia, C., Queiroz, O.C.M., Jiang, Y., Drouin, P., Wu, F., Adesogan, A.T. (2018). Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation. *Journal of Dairy Science*, 101(5): 4034-4059.
- Palmonari, A., Cavallini, D., Sniffen, C. J., Fernandes, L., Holder, P., Fagioli, L., & Mammi, L. (2020). Short communication: Characterization of molasses chemical composition. *Journal of Dairy Science*, 103(7): 6244-6249.
- Pongsub, S., Suntara, C., Khota, W., Boontiam, W., & Cherdthong, A. (2022). The chemical composition, fermentation end-product of silage, and aerobic stability of cassava pulp fermented with *Lactobacillus casei* TH14 and additives. *Veterinary Sciences*, 9(11): 617.
- Rabee, A.E., Kewan, K.Z., El Shaer, H.M., Lamara, M., & Sabra, E.A. (2022). Effect of olive and date palm by-products on rumen methanogenic community in Barki sheep. *AIMS Microbiol*, 8(1): 26-41.
- Rezanejad, F., Ghoreishi, S.M., Kargar, S., Abarghuei, M.J., & Kahyani, A. (2025). Camelina straw as an eco-friendly forage alternative for finishing lambs: impacts on performance, rumen function and behavior. *Veterinary and Animal Science*, 29:100500.
- Salami, S.A., Luciano, G., O'Grady, M.N., Biondi, L., Newbold, C.J., Kerry, J.P., & Priolo, A. (2019). Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. *Animal Feed Science and Technology*, 251: 37-55.

- Santos, A.P.M.d., Santos, E.M., Araújo, G.G.L.d., Oliveira, J.S.d., Zanine, A.d.M., Pinho, R.M.A., & Pereira, D.M. (2020). Effect of inoculation with preactivated *Lactobacillus buchneri* and urea on fermentative profile, aerobic stability and nutritive value in corn silage. *Agriculture*, 10(8): 335.
- Sousa-Alves, W., Rigueira, J.-P.S., Almeida-Moura, M.M., de-Jesus, D.L., Monção, F.P., R Rocha-Júnior, V., & da-Silva, M.F. (2020). Fermentative characteristics and nutritional value of sugarcane silage added with two types of urea. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 33(3): 182-194.
- Shirvani, Z., Dayani, O. and Hajalizadeh, Z. (2021). Investigating the effects of wasted onion on dry matter intake, nutrient digestibility, and ruminal fermentation and blood parameters in sheep. *Animal Sciences Journal*. 34: 15-28. (In Persian).
- Valizadeh, R., Mahmoodi Abyane, M., & Salahi, A. (2015). Chemical composition, rumen degradability and fermentation characteristics of fresh *Pragmites australis* ensiled with different additives. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 7:120 -128. (In Persian).
- Van Soest, P.J., Roberson, 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.
- Weinberg, Z.G. (2008). Preservation of forage crops by solid-state lactic acid fermentation-ensiling. pp. 443-467. In A. Pandey, C. R. Soccol, & C. Larroche (eds.), *Current Developments in Solid-state Fermentation*. New York, NY: Springer New York.
- Xie, Y., Bao, J., Li, W., Sun, Z., Gao, R., Wu, Z., & Yu, Z. (2021). Effects of applying lactic acid bacteria and molasses on the fermentation quality, protein fractions and *in vitro* digestibility of baled alfalfa silage. *Agronomy*, 11(1): 91.
- Zhao, J., Dong, Z., Li, J., Chen, L., Bai, Y., Jia, Y., & Shao, T. (2019). Effects of lactic acid bacteria and molasses on fermentation dynamics, structural and nonstructural carbohydrate composition and *in vitro* ruminal fermentation of rice straw silage. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, 32(6): 783-791.