Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

The effect of different levels of Vinasse on blood parameters and rumen metabolites of dairy cows under heat stress

Amin Rahimi[1], Farhang Fatehi[2*], Abolfazl Zali[3]

[1] Ph.D., Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[2] (Corresponding author) Assistant Professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: fatehif@ut.ac.ir
[3] Associate Professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 01/01/2025
Revised: 13/05/2025
Accepted: 23/05/2025

Keywords:
Blood parameters
Heat stress
Ruminal metabolites
Vinasse

ABSTRACT

Background and Objectives: The growing world population has increased the demand for animal products, and with limited feed resources, the livestock industry faces significant challenges. Using by-products from the food industry in ruminant nutrition can be a solution to reduce environmental problems and feed costs. Vinasse (concentrated molasses solution) is a by-product of the bioethanol industry produced through molasses fermentation. This substance contains crude protein (mainly non-protein nitrogen), ash (especially potassium), glycerol, and dead Saccharomyces cerevisiae yeast, which has prebiotic properties. Studies have shown that using vinasse in ruminant nutrition leads to increased feed intake, improved feed conversion ratio, enhanced dry matter digestibility, increased daily weight gain, and higher milk production. Heat stress is one of the major challenges in dairy cattle farming and causes an imbalance between metabolic heat production and its dissipation to the environment. Under heat stress conditions, potassium is significantly excreted through sweat. Given the high concentration of potassium in vinasse, the hypothesis of this study is that adding different levels of vinasse to the diet of lactating cows under heat stress could improve ruminal metabolites and blood parameters by replacing lost potassium and improving the ruminal environment.

Materials and Methods: This experiment was conducted using 84 lactating cows (28 cows per treatment) with an average of 155 ± 25 days in milk, milk production of 32 ± 3 liters per day, and parity of 2.4 ± 0.1 in a completely randomized design. Animals were randomly assigned to one of three treatments: 1) control (diet without vinasse), 2) five percent (1.1 kg), and 3) 10 percent (2.2 kg) vinasse based on dry matter. The study was conducted in summer with an average temperature-humidity index of 75.1, and the period lasted 25 days (15 days adaptation and 10 days sampling). To investigate the effect of experimental diets on blood parameters of dairy cows, blood was collected from the tail vein on day 22 of the experiment, about 4 hours after morning feeding. Also, on day 25, rumen fluid was sampled using a vacuum pump 3 to 4 hours after the morning feeding.

Results: The results showed that plasma glucose concentration decreased linearly (P=0.01), but protein concentration increased linearly (P=0.02) with increasing vinasse in the diet. Acetic acid in rumen fluid increased linearly with the addition of vinasse to the diet (P=0.01). Valeric acid was also linearly affected by experimental treatments and decreased with the addition of vinasse to the diet. Rumen fluid pH (P=0.08) and isovaleric acid (P=0.06) showed a tendency toward significance, with the highest values observed for 10 percent vinasse and control treatments, respectively.

Conclusion: The results of this study showed that using vinasse up to 5 percent of dry matter in the diet of dairy cows under heat stress can help reduce the negative effects of heat stress by improving blood metabolites (increasing total protein) and ruminal metabolites (increasing acetic acid and tendency to increase rumen pH).

Cite this article: Rahimi,A., Fatehi, F., Zali, A. (2026). The effect of different levels of Vinasse on blood parameters and rumen metabolites of dairy cows under heat stress. *Journal of Ruminant Research*, 14(1), 1-15.

© The Author(s)
10.22069/ejrr.2025.23143.1995
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

اثر سطوح مختلف ویناس بر فراسنجه‌های خونی و متابولیت‌های شکمبه‌ای گاوهای هلشتاین شیرده تحت شرایط تنش حرارتی

امین رحیمی[۱]، فرهنگ فاتحی[۲*]، ابوالفضل زالی[۳]

[۱] دانش‌آموخته دکتری تخصصی، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۲] (نویسنده مسئول) استادیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران، رایانامه: fatehif@ut.ac.ir
[۳] دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۲
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۳

واژه‌های کلیدی:
تنش حرارتی
فراسنجه‌های خونی
متابولیت‌های شکمبه‌ای
ویناس

چکیده

سابقه و هدف: افزایش جمعیت جهان، تقاضا برای محصولات دامی را افزایش داده و با محدودیت منابع خوراک دام، صنعت دامپروری با چالش‌هایی مواجه شده است. استفاده از محصولات جانبی صنایع غذایی در تغذیه نشخوارکنندگان می‌تواند راهکاری برای کاهش مشکلات زیست‌محیطی و هزینه‌های خوراک باشد. ویناس (محلول ملاس تغلیظ شده) محصول جانبی صنعت بیواتانول است که از تخمیر ملاس تولید می‌شود. این ماده حاوی پروتئین خام (عمدتاً نیتروژن غیر پروتئینی)، خاکستر (به‌ویژه پتاسیم)، گلیسرول و مخمر مرده *ساکارومایسس سرویزیه* است که خواص پری‌بیوتیکی دارد. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از ویناس در تغذیه نشخوارکنندگان موجب افزایش مصرف خوراک، بهبود ضریب تبدیل غذایی، بهبود گوارش‌پذیری ماده خشک، افزایش وزن روزانه و افزایش تولید شیر می‌شود. تنش گرمایی از چالش‌های مهم در پرورش گاوهای شیری است و موجب برهم خوردن تعادل بین گرمای متابولیک تولیدشده و انتشار آن به محیط می‌شود. در شرایط تنش گرمایی، پتاسیم به میزان قابل‌توجهی از طریق عرق دفع می‌شود. با توجه به غلظت بالای پتاسیم در ویناس، فرضیه این تحقیق بر این اساس است که افزودن سطوح مختلف ویناس به جیره گاوهای شیرده در شرایط تنش گرمایی، می‌تواند با تأمین پتاسیم ازدست‌رفته و بهبود محیط شکمبه، متابولیت‌های شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی را بهبود بخشد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش با استفاده از ۸۴ رأس گاو شیرده (هر تیمار ۲۸ رأس) با میانگین روزهای شیردهی ۲۵ ± ۱۵۵، تولید شیر ۳ ± ۳۲ لیتر در روز و شکم زایش ۰/۱ ± ۲/۴ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. حیوانات به‌طور تصادفی در یکی از سه تیمار: ۱) شاهد (جیره بدون ویناس)، ۲) پنج درصد (۱/۱ کیلوگرم) و ۳) ۱۰ درصد (۲/۲ کیلوگرم) ویناس بر اساس ماده خشک قرار گرفتند. مطالعه در تابستان با میانگین شاخص حرارتی-رطوبتی ۷۵/۱، انجام شد و طول دوره ۲۵ روز (۱۵ روز عادت دهی و ۱۰ روز نمونه‌گیری) بود. جهت بررسی تأثیر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی گاوهای شیرده در روز ۲۲ آزمایش، حدود ۴ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، خون‌گیری از رگ دم انجام شد. همچنین در روز ۲۵، حدود ۳ تا ۴

ساعت پس از تغذیه وعده صبح، با استفاده از پمپ خلأ از مایع شکمبه نمونه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که غلظت گلوکز پلاسما به‌صورت خطی کاهش پیدا کرد (P=۰/۰۱)، اما غلظت پروتئین با افزایش ویناس در جیره به‌صورت خطی افزایش پیدا کرد (P =۰/۰۲). اسید استیک مایع شکمبه با افزایش ویناس به جیره به‌صورت خطی افزایش پیدا کرد (P=۰/۰۱). والریک اسید هم به‌صورت خطی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و با افزودن ویناس به جیره کاهش پیدا کرد. pH مایع شکمبه (P=۰/۰۸) و ایزو والریک اسید (P=۰/۰٦) به‌صورت خطی تمایل به معنی‌داری نشان دادند که بیشترین عدد به ترتیب برای تیمارهای ۱۰ درصد ویناس و شاهد مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از ویناس تا سطح ۱۰ درصد ماده خشک در جیره گاوهای شیرده تحت تنش حرارتی، می‌تواند از طریق بهبود متابولیت‌های خونی (افزایش پروتئین کل) و متابولیت‌های شکمبه‌ای (افزایش اسید استیک و تمایل به افزایش pH شکمبه)، به کاهش اثرات منفی تنش حرارتی کمک کند.

استناد: رحیمی، امین؛ فاتحی، فرهنگ؛ زالی، ابوالفضل. (۱٤۰۵). اثر سطوح مختلف ویناس بر فراسنجه‌های خونی و متابولیت‌های شکمبه‌ای گاوهای هلشتاین شیرده تحت شرایط تنش حرارتی. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱٤(۱)، ۱۵-۱.

10.22069/ejrr.2025.23143.1995

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت جهان در سال‌های اخیر، تقاضا برای محصولات دامی را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داده است (Rahimi و Rafiee، ۲۰۲٤). این افزایش تقاضا، همراه با محدودیت منابع خوراک دام، صنعت دامپروری را با چالش‌های جدی مواجه ساخته است. در چنین شرایطی، استفاده از محصولات جانبی صنایع غذایی در تغذیه نشخوارکنندگان می‌تواند راهکاری مؤثر برای کاهش نگرانی‌های زیست‌محیطی، کاهش هزینه‌های خوراک و افزایش سودآوری و بهره‌وری دام‌ها باشد (Zali و همکاران، ۲۰۱۷). از این رو، شناسایی و بررسی منابع جایگزین که بتوانند بخشی از مواد مغذی موردنیاز دام را تأمین کنند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

ویناس (یا محلول ملاس تغلیظ شده) یکی از محصولات جانبی صنعت بیواتانول است که طی فرآیند تخمیر ملاس تولید می‌شود (Fernández و همکاران، ۲۰۰۹). در این فرآیند، مخمرها عمدتاً قندهای موجود در ملاس را مصرف می‌کنند و درنتیجه محتوای قند ویناس کاهش می‌یابد. از آنجا که ویناس به‌عنوان یک پساب غلیظ در مقادیر زیاد تولید می‌شود، دفع نامناسب آن می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی جدی ایجاد کند (Fernández و همکاران ۲۰۰۹)؛ بنابراین، یافتن راهکارهای مؤثر برای استفاده از این محصول جانبی ضروری به نظر می‌رسد. ویناس از لحاظ ترکیب شیمیایی، حاوی پروتئین خام (عمدتاً به شکل نیتروژن غیر پروتئینی مانند اسید آسپارتیک، اسید گلوتامیک و بتائین)، مقادیر قابل‌توجهی خاکستر (به‌ویژه پتاسیم) و گلیسرول است، اما میزان الیاف و چربی آن ناچیز است (Fernandez و همکاران، ۲۰۰۹، Rossow و همکاران ۲۰۱۸). Chuppa-Tostain و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که ویناس حاوی مخمر مرده ساکارومایسس سرویزیه است که می‌تواند محیط شکمبه را بهبود بخشد و رشد میکروارگانیسم‌های مفید را تحریک کند (Dias و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین، Oliveira و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که ویناس دارای خواص پری‌بیوتیکی است که به حفظ تعادل میکروفلور روده و جلوگیری از رشد باکتری‌های بیماری‌زا کمک می‌کند.

مطالعات مختلف اثرات مثبت استفاده از ویناس در تغذیه نشخوارکنندگان را نشان داده‌اند Manfredini و Cavani (۱۹۸۰) گزارش کردند که جایگزینی ده درصد ذرت با ویناس در جیره بره‌ها، موجب افزایش مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل غذایی شد. Fernandez و همکاران (۲۰۰۹) نیز دریافتند که افزودن ۱۳ درصد ویناس به تفاله چغندرقند، گوارش‌پذیری ماده خشک را در شکمبه بهبود می‌بخشد، هرچند بر pH شکمبه، نیتروژن آمونیاکی و کل اسیدهای چرب فرار تأثیر معنی‌داری نداشت. علاوه بر این، El-Zaiat و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که استفاده از ویناس به‌جای دانه ذرت و کنجاله سویا در خوراک بره‌های در حال رشد، میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک را در مقایسه با گروه شاهد بهبود می‌بخشد. در مورد گاوهای شیرده نیز، Rahimi و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که افزودن ویناس به جیره، باعث افزایش مصرف خوراک و تولید شیر به‌صورت درجه دوم می‌شود. همچنین، Ma و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که استفاده از ویناس در جیره گاوهای شیرده، علاوه بر افزایش مصرف خوراک و تولید شیر، غلظت ایمنوگلوبولین G در خون را نیز افزایش می‌دهد.

از سوی دیگر، تنش گرمایی یکی از چالش‌های مهم در پرورش گاوهای شیری، به‌ویژه در مناطق گرم و مرطوب است. تنش گرمایی زمانی رخ می‌دهد که تعادل بین گرمای متابولیک تولیدشده در بدن حیوان و

انتشار آن به محیط بیرونی برهم می‌خورد (Das و همکاران، ۲۰۱٦). گاوهای شیری به دلیل تولید گرمای متابولیکی بیشتر، نسبت به گاوهای گوشتی حساسیت بیشتری به تنش گرمایی دارند و این حساسیت در گاوهای پر تولید بیشتر است (Das و همکاران، ۲۰۱). در شرایط آب و هوایی معتدل، دمای بالاتر از ۲۵-۳۷ درجه سانتی‌گراد و در مناطق گرمسیری، دمای بالاتر از ۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌تواند موجب تنش گرمایی شود. تنش گرمایی علاوه بر تأثیر منفی بر عملکرد تولیدی، متابولیسم مواد معدنی و وضعیت الکترولیتی گاو را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. پتاسیم به‌عنوان اولین کاتیون موجود در عرق گاو، در شرایط تنش گرمایی به میزان قابل‌توجهی از طریق عرق دفع می‌شود (Mallonee و همکاران، ۱۹۸۵). مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از بیکربنات‌های سدیم و پتاسیم با هدف افزایش تعادل کاتیونی-آنیونی جیره، می‌تواند در بهبود مصرف ماده خشک و تولید شیر در شرایط تنش گرمایی مؤثر باشد (Apper-Bossard و همکاران، ۲۰۰٦).

با توجه به غلظت بالای پتاسیم در ویناس و خواص منحصر به فرد آن، فرضیه این تحقیق بر این اساس استوار است که افزودن سطوح مختلف ویناس به جیره گاوهای شیرده در شرایط تنش گرمایی، می‌تواند با تأمین پتاسیم ازدست‌رفته و بهبود محیط شکمبه، متابولیت‌های شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی را بهبود بخشد؛ بنابراین، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی اثرات سطوح مختلف ویناس در جیره گاوهای شیرده هلشتاین بر فراسنجه‌های خونی و متابولیت‌های شکمبه‌ای در شرایط تنش گرمایی بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه آموزشی - پژوهشی گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، در مردادماه سال ۱۳۹۷ انجام شد. طول دوره آزمایش ۲۵ روز بود. در این مطالعه از ۸٤ رأس گاو شیرده هلشتاین اواسط دوره شیردهی استفاده شد. دام‌های مورداستفاده در مطالعه حاضر بر اساس میانگین روزهای شیردهی (۲۵± ۱۵۵) و تولید شیر (۳ ± ۳۲) و شکم زایش (۰/۱± ۲/٤) به سه دسته (بهاربند) تقسیم شدند. در نهایت هر بهاربند (شامل ۲۸ رأس گاو) به یک تیمار آزمایشی اختصاص داده شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱) جیره پایه که بر اساس جدول نیاز غذایی گاوشیری (NRC 2001) متعادل شده بود (شاهد)، ۲) جیره پایه به اضافه پنج درصد ویناس (۱/۱ کیلوگرم بر اساس ماده خشک) و ۳) جیره پایه به اضافه ده درصد ویناس (۲/۲ کیلوگرم بر اساس ماده خشک). مواد خوراکی و ترکیب شیمیائی جیره‌های آزمایشی مورداستفاده در این تحقیق در جدول ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است که ویناس روزانه به‌صورت سرک به خوراک وعده صبح گاوها اضافه می‌شد. ترکیب شیمیایی ویناس در جدول ۲ گزارش‌شده است. خوراک به‌صورت کاملاً مخلوط و در حد اشتها (در دو نوبت ساعت ۸:۰۰ و ۱۵:۰۰) در اختیار گاوهای هر بهاربند قرار گرفت).

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1. Ingredients and chemical composition of the experimental diet

ویناس 10%Vinasse	ویناس 5%Vinasse	شاهد Control	اجزا ٪ ماده خشک Ingredients (%dry matter)
15.38	16.06	16.79	یونجه Alfalfa hay
20.53	21.43	22.41	سیلاژ ذرت Corn silage
4.26	4.45	4.65	تفاله چغندرقند Beet pulp
13.81	14.42	15.08	دانه ذرت Corn grain
13.73	15.38	16.75	دانه جو Barley grain
1.54	1.61	1.68	سبوس گندم Wheat bran
5.70	5.95	6.22	کنجاله سویا Soybean meal
2.73	2.85	2.98	کنجاله کلزا Canola meal
2.66	2.77	2.90	تخم پنبه Cottonseed
0.79	0.82	0.86	کنجاله گلوتن ذرت Corn gluten meal
1.74	1.82	1.90	پودر چربی۱ [1] Fat powder
3.82	3.99	4.17	پودر گوشت Meat and bone meal
0.79	0.82	0.86	پودر ماهی Fish meal
0.27	0.29	0.30	کربنات کلسیم Calcium carbonate
0.92	0.96	1.01	جوش‌شیرین Sodium bicarbonate
0.18	0.18	0.19	دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate
0.24	0.25	0.26	بنتونیت Bentonite
0.06	0.07	0.07	توکسین بایندر Toxin binder
0.24	0.25	0.26	اکسید منیزیم Magnesium oxide
0.51	0.53	0.56	مکمل ویتامینی – معدنی۲ [2] Vitamin-mineral premix
0.10	0.10	0.11	نمک Salt
10.00	5.00	-	ویناس Vinasse
			ترکیب شیمیایی Chemical composition
1.60	1.62	1.64	انرژی خالص شیردهی Net (مگاکالری/کیلوگرم)Energy for lactation (Mcal/kg)
0.52	0.52	0.52	ماده خشک ٪ Dry matter %
18.10	18.0	17.80	پروتئین خام، درصد از ماده خشک Crude protein % DM
30	27	24	پروتئین محلول، درصد از پروتئین خام Soluble protein % CP
30.00	31.30	32.70	الیاف نامحلول در شوینده خنثی، درصد از ماده خشک Neutral detergent fiber % DM
39.40	39.20	39.00	کربوهیدرات‌های غیر فیبری۳، درصد از ماده خشک Non-fiber carbohydrates [3] % DM
1.50	1.44	1.36	کلسیم۳، درصد از ماده خشک Calcium [3] % DM
0.60	0.62	0.64	فسفر۳، درصد از ماده خشک Phosphorus [3] % DM
1.80	1.49	1.15	پتاسیم۳، درصد از ماده خشک Potassium [3] % DM
468	372	266	DCAD [4]

۱ پودر چربی مورداستفاده در مطالعه حاضر از نوع کلسیمی شده با منبع گیاهی و ساخت شرکت پرشیافت از کشور ایران بود.

۲ هر کیلوگرم از مخلوط مواد معدنی و ویتامین شامل موارد ذیل بود: ۱۶۰۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین A، ۲۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین D، ۷۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین E، ۱۶۰ میلی‌گرم کلسیم، ۲۰ گرم فسفر، ۳۰ گرم گوگرد، ۳۰ گرم سدیم، ۴۰ گرم منیزیم، ۱۰ گرم منگنز، ۱۴ گرم روی، ۱ گرم آهن، ۶ گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیم، ۲۰۰ میلی‌گرم ید، ۸۰ میلی‌گرم کبالت، ۳. گرفته‌شده از نرم‌افزار CNCPS، ٤. تعادل کاتیونی آنیونی جیره.

[1]The fat powder used in the present study was a calcium-enriched type with a plant source and manufactured by Persia fat Company from Iran.

[2] Premix contained: kg of mineral-protein supplement containing 1600000 IU of Vitamin A, 250 thousand IU of Vitamin D, 7000 IU of Vitamin E, 160 mg Calcium, 20 gr Phosphor, 30gr Sulphur, 40 gr Magnesium, 10 gr of Manganese, 14 g of Zinc, 1 g of Iron, 6 g of Copper, 100 mg of Selenium, 200 mg of Iodine, 80 mg of Cobalt. [3] Calculated from CNCPS, [4] Dietary cation-anion differences.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی ویناس[۱]

Table 2. Chemical composition[1] of Vinasse

ماده خشک، ٪ Dry matter, %	52.50
پروتئین خام، ٪ ماده خشک Crude protein, % DM	27.60
خاکستر، ٪ ماده خشک Ash, % DM	23.20
کلسیم، ٪ ماده خشک Calcium, % DM	2.98
فسفر، ٪ ماده خشک Phosphorous, % DM	0.80
سدیم، ٪ ماده خشک Sodium, % DM	3.00
پتاسیم، ٪ ماده خشک Potassium, % DM	8.80
کلر، ٪ ماده خشک Chloride, % DM	3.20
گلیسرول، ٪ ماده خشک Glycerol, % DM	3.30
بتائین، ٪ ماده خشک Betaine, % DM	3.70
NDF، ٪ ماده خشک Nuteral detergent fiber % DM	0.30
عصاره اتری، ٪ ماده خشک	1.40
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری/کیلوگرم)Net energy lactation (Mcal/kg)	1.16

۱ ترکیب شیمیایی ویناس در آزمایشگاه تغذیه دام و طیور گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج تعیین شد.

[1]The chemical composition of Vinasse was determined in the department of Animal Science, Laboratory of Animal and Poultry Nutrition (Agriculture and Natural Resources Campus, Karaj, iran).

جهت بررسی تأثیر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی گاوهای شیرده (۱۰ رأس گاو از هر تیمار) انتخاب و خون‌گیری شدند. خون‌گیری در روز ۲۲ حدود ٤ ساعت پس از خوراک ریزی وعده صبح انجام شد. نمونه خون توسط هولدر و سرسوزن سبز (مدل G2) از ورید دمی گرفته و سپس در لوله‌آزمایشی تحت خلا دارای فعال‌کننده لخته (Vacutainer, Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ) ریخته شد. برای جداسازی پلاسما، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سرم در ویال‌های ۱/۵ میلی‌لیتری ریخته شدند و در ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شد. پس از یخ گشایی، غلظت‌های گلوکز (کیت شماره ۹۳۰۰۸)، تری گلیسرید (کیت شماره ۲۱۰۹)، کلسترول (کیت شماره ۲۱۱۸)، آلبومین (کیت شماره ۹۳۰۷) و پروتئین کل (کیت شماره ۹۳۰٤) خون با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی پارس آزمون و دستگاه الیزا پلت ریدر (Hiperion-model: MPR4+)، مورداستفاده قرار گرفت.

در روز ۲۵ آزمایش حدود ۳ تا ٤ ساعت پس از تغذیه وعده صبح، با استفاده از پمپ خلأ از مایع شکمبه نمونه‌گیری شد، pH شکمبه بلافاصله با استفاده از دستگاه pH متر (هانا، مدل HI8318، رومانی) تعیین شد. نمونه‌های مایع شکمبه از پارچه چهار لایه عبور داده شدند و با نسبت ٤ به ۱ با متا فسفریک اسید جهت توقف فعالیت میکروبی و همچنین تثبیت ترکیبات فرار مخلوط شده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی با گاز (کرومپک، مدل CP-9002، هلند) نگهداری شدند. لازم به ذکر است که برای بررسی شدت تنش گرمایی در طول دوره آزمایش، دما و رطوبت نسبی هوا هر روز ثبت شد و شاخص حرارتی ـ رطوبتی با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد.

معادله ۱

$$THI = ۰/۸\times T + (RH/۱۰۰ \times (T - ۱٤/٤)) + ٤٦/٤$$

در معادله حاضر، THI، شاخص حرارتی – رطوبتی؛ T، دمای هوا بر اساس درجه سانتی‌گراد و RH، رطوبت

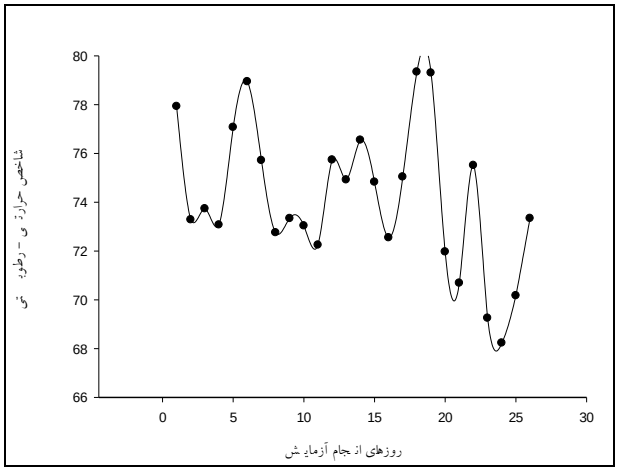
نسبی هوا بر اساس درصد است. بر اساس مطالعات گذشته، پنج ناحیه مختلف آسایش برای گاوهای شیری شامل ۱) سطح A: THI کمتر از ۷۲، عدم ایجاد تنش گرمایی_ ۲) سطح B: ۷۸ –۷۲= THI، استرس متوسط_ ۳) سطح C: ۸۹ –۷۸= THI، استرس شدید_ ٤) سطح D: ۹۸ –۸۹ = THI، استرس خیلی شدید_٥) سطح E: ۹۸ < THI، مرگ حیوان (Moran، ۲۰۰۵) تعریف‌شده است. در نهایت داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) رویه GLM و با استفاده از معادله ۲ تجزیه شدند.

$$Yi = \mu + Ti + \varepsilon i$$ معادله ۲

در معادله مذکور، Yi، متغیر وابسته؛ μ، میانگین کل؛ Ti، اثر جیره؛ و εi، اثر خطای آزمایش است. قبل از آنالیزها، همه داده‌ها برای تست نرمالیته با استفاده از روش Univariate نرم‌افزار SAS مورد بررسی قرار گرفتند. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ >P و سطح تمایل به معنی‌داری ۰/۱۰ >P > ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

مقادیر مرتبط با شاخص حرارتی-رطوبتی در طول دوره آزمایش در شکل ۱ آورده شده است. نتایج بیانگر این است که گاوها طی روزهای آزمایشی تحت یک تنش حرارتی متوسط بوده‌اند. در واقع تنش حرارتی یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی صنعت گاو شیری در مناطق گرم و نیمه گرم است که سبب کاهش مصرف خوراک، تولید شیر، بازده تولیدمثلی و تغییرات قابل‌توجه در فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای می‌شود (Baumgardو Rhoads ، ۲۰۱۳). در شرایط تنش حرارتی، گاوهای شیرده دچار تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی می‌شوند که منجر به اختلال در تعادل اسید و باز، کاهش ظرفیت بافری خون و تغییر در الگوی تخمیر شکمبه‌ای می‌گردد (Kadzere و همکاران، ۲۰۰۲). ویناس به‌عنوان یک محصول فرعی صنعت تخمیر، دارای ویژگی‌هایی است که می‌تواند در کاهش اثرات منفی تنش حرارتی مؤثر باشد. این محصول با توجه به محتوای بالای مواد معدنی به‌ویژه پتاسیم (۸/۸٤ درصد بر اساس ماده خشک)، حضور مخمر ساکارومایسس سرویسیه و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به بهبود تعادل الکترولیتی، عملکرد شکمبه و وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن دام در شرایط تنش حرارتی کمک کند.



شکل ۱- شاخص حرارتی -رطوبتی در طول روزهای آزمایشی

Figure 1. Temperature-humidity index duri ng the experimental days

داده‌های مربوط به متابولیت‌های خون در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ فراسنجه‌هایی همچون کلسترول، تری‌گلیسرید و آلبومین وجود نداشت (P > ۰/۰۵)، درحالی‌که غلظت گلوکز پلاسما به‌صورت خطی کاهش پیدا کرد (P=۰/۰۱)، اما غلظت پروتئین با افزایش وینـاس در جیره به‌صورت خطی افزایش یافت (P=۰/۰۲).

جدول ۳- پارامترهای پلاسمایی گاوهای هلشتاین اواسط دوره شیردهی تغذیه شده با جیره پایه همراه با وینـاس

Table 3. Plasma parameters of mid lactating Holstein dairy cows fed a basal diet supplemented with vinasse

سطح احتمال معنی‌داری *P*-value		خطای استاندارد میانگین‌ها	Treatments[1] تیمارهای آزمایشی ۱			پارامتر
درجه‌دو Quadratic	خطی Linear	SEM	وینـاس 10%Vinasse	وینـاس 5%Vinasse	شاهد Control	Items
0.002	0.513	2.44	40.35[b]	49.50[a]	49.50[a]	گلوکز، میلی‌گرم/دسی‌لیتر Glucose, mg/dL
0.750	0.477	11.229	148.39	147.09	185.54	کلسترول، میلی‌گرم/دسی‌لیتر Cholesterol, mg/dL
0.215	0.123	4.75	43.46	45.50	56.19	تری‌گلیسرید، میلی‌گرم/دسی‌لیتر Triglyceride, mg/dL
0.302	0.427	0.097	3.55	3.37	3.48	آلبومین، گرم/دسی‌لیتر Albumin, g/dL
0.639	0.022	0.117	4.42[ab]	4.56[a]	4.14[b]	پروتئین کل، گرم/دسی‌لیتر Total protein, g/dL

a-b حروف غیرمشترک در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌داری است (P < 0.05).

۱ V0= گروه شاهد (بدون وینـاس)، V5= ۱/۱ کیلوگرم وینـاس، V10= ۲/۲ کیلوگرم وینـاس

[a,b]Means within a row with different superscripts are significantly different (P< 0.05).

[1]V0 = 0 kg vinasse, V5 = 1.1 kg vinasse; V10 = 2.2 kg vinasse.

Moeine و همکاران (۲۰۱٤) نشان داد که بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی وینـاس (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد بر اساس ماده خشک) هیچ تأثیری بر متابولیت‌های خون از جمله گلوکز، تری گلیسیرید، کلسترول، اوره و آنزیم‌های کبدی نداشت. علاوه بر این، استفاده از سطوح مختلف وینـاس در جیره بزغاله‌های نر (٤، ۸ و ۱۲ درصد ماده خشک) تأثیر معنی‌داری بر پروتئین کل خون، آلبومین، گلوکز و نیتروژن اوره‌ای خون نداشت (Zali و همکاران، ۲۰۱۹). در مقابل، در مطالعات قبلی، افزودن وینـاس به جیره نشخوارکنندگان (گوسفند و بره) اثرات متفاوتی بر متابولیت‌های خون نشان داده است. به‌عنوان‌مثال، Karalazos و Swan (۱۹۷۷) افزایش سطح نیتروژن اوره‌ای خون را در گوسفند نشان دادند، درحالی‌که Lopez-Campos و همکاران (۲۰۱۱) کاهش غلظت گلوکز و نیتروژن اوره‌ای خون را در بره‌ها مشاهده کردند.

اگرچه ملاس به‌عنوان منبع قند در جیره نشخوارکنندگان استفاده می‌شود، اما در فرایند تولید اتانول، قند موجود در ملاس توسط مخمر ساکارومایسس سرویسیه مصرف می‌شود (Rahimi و همکاران، ۲۰۲۱). برخی مطالعات نشان داده اند که کاهش گلوکز پلاسما برای تیمارهای حاوی سطوح بالای وینـاس ممکن است به دلیل کاهش پروپیونات مایع شکمبه باشد (Karalazos و Swan، ۱۹۷۷). در واقع پروپیونات یک پیش‌ساز گلوکوژنیک است که از شکمبه به کبد منتقل‌شده و طی فرایند گلونئوژنسیس به گلوکز تبدیل می‌شود.

در تأیید نتایج مطالعه حاضر Lopez-Campos و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که غلظت گلوکز پلاسما در تیمارهای حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد ویناس در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور قابل‌توجهی کمتر بود که می‌تواند به دلیل غلظت پایین گلوکز یا سوبستراهای گلوکوژنیک در تیمارهای مربوطه باشد. در مطالعه حاضر، غلظت کل پروتئین در پلاسما با افزایش سطح ویناس در جیره به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت که احتمالاً به دلیل محتوای پروتئین بالاتر در این تیمارها و در نتیجه به جذب بیشتر پروتئین در روده نسبت داده شد (Law و همکاران، ۲۰۰۹).

درنهایت این‌که کاهش خطی غلظت گلوکز پلاسما (P=۰/۰۱) و افزایش خطی غلظت پروتئین کل (P=۰/۰۲) با افزایش سطح ویناس در جیره، می‌تواند با مکانیسم‌های سازگاری دام با تنش حرارتی مرتبط باشد. در شرایط تنش حرارتی، گاوها با کاهش مصرف خوراک و افزایش نیاز به انرژی برای فعالیت‌های خنک‌سازی بدن مواجه می‌شوند که منجر به کاهش قند خون می‌گردد (Wheelockو همکاران، ۲۰۱۰). از طرفی، West (۲۰۰۳) گزارش کرد که در شرایط تنش حرارتی، دفع پتاسیم از طریق تعریق افزایش می‌یابد و کمبود این عنصر می‌تواند منجر به اختلال در فعالیت آنزیم Na-K ATPase و متعاقباً تعادل اسید و باز شود. ویناس با محتوای بالای پتاسیم می‌تواند این کمبود را جبران کرده و به حفظ تعادل الکترولیتی بدن کمک کند. Gao و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که مکمل‌های حاوی پتاسیم در جیره گاوهای تحت تنش حرارتی، سبب بهبود وضعیت متابولیکی و افزایش پروتئین کل سرم می‌شود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. به‌علاوه، Bruno و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که استفاده از افزودنی‌های تخمیری حاوی مخمر ساکارومایسس سرویسیه در شرایط تنش حرارتی، با بهبود تخمیر شکمبه‌ای و متابولیسم نیتروژن، منجر به افزایش سنتز پروتئین میکروبی و متعاقباً افزایش پروتئین کل خون می‌شود.

متابولیت‌های شکمبه‌ای: داده‌های مربوط به متابولیت‌های شکمبه‌ای در جدول ٤ گزارش‌شده است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ متابولیت‌هایی همچون غلظت کل اسیدهای چرب فرار، نیتروژن آمونیاکی، اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک و نسبت اسید استیک به اسید پروپیونیک وجود نداشت (P>۰/۰۵)، درحالی‌که اسید استیک با افزایش ویناس در جیره به‌صورت خطی افزایش پیدا کرد (P=۰/۰۱). والریک اسید هم به‌صورت خطی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و با افزودن ویناس به جیره کاهش پیدا کرد (P=۰/۰۳). pH مایع شکمبه (P=۰/۰۸) و ایزو والریک اسید (P=۰/۰٦) به‌صورت خطی تمایل به معنی‌داری نشان دادند که بیشترین عدد به ترتیب برای تیمارهای ۱۰ درصد ویناس و شاهد مشاهده شد.

ویناس به‌دلیل دارا بودن مخمر ساکرومایسس سرویسیه سبب افزایش گوارش‌پذیری می‌شود (Rahimi و همکاران، ۲۰۲۱). Rossow و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که مکانیسم اصلی عملکرد مخمر (ساکرومایسس سرویسیه) در شکمبه به‌گونه‌ای است که باعث افزایش جمعیت باکتری‌های سلولایتیک (افزایش گوارش‌پذیری الیاف)، استفاده از قندها و نشاسته برای کاهش میزان تولید اسیدلاکتیک (جلوگیری از اسیدوز شکمبه) می‌شود.

جدول ٤- پارامترهای تخمیر شکمبه‌ای گاوهای هلشتاین اواسط دوره شیردهی تغذیه‌شده با جیره پایه همراه با ویناس

Table 4. Rumen fermentation parameters of mid lactating Holstein dairy cows fed a basal diet supplemented with vinasse

پارامتر Items	تیمارهای آزمایشی۱ Treatments[1]			خطای استاندارد میانگین‌ها SEM	سطح احتمال معنی‌داری P-value	
	شاهد Control	ویناس 5%Vinasse	ویناس 10%Vinasse		خطی Linear	درجه‌دو Quadratic
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم/دسی‌لیتر) NH_3-N, mg/dL	12.59	12.51	11.79	0.85	0.993	0.953
pH	6.82	6.84	7.08	0.99	0.081	0.240
کل اسیدهای چرب فرار (میلی‌مول) Total volatile fatty acids, mM	87.87	71.16	69.16	7.93	0.110	0.457
استات (مول/۱۰۰ مول) Acetate, mol/100 mol	50.51[b]	53.31[ab]	56.69[a]	1.55	0.010	0.879
پروپیونات (مول/۱۰۰ مول) Propionate, mol/100 mol	25.02	24.32	22.59	1.58	0.290	0.793
بوتیرات (مول/۱۰۰ مول) Butyrate, mol/100 mol	19.13	18.19	17.79	0.851	0.277	0.796
والرات (مول/۱۰۰ مول) Valerate, mol/100 mol	1.16[a]	0.78[ab]	0.74[b]	0.128	0.033	0.624
ایزووالرات (مول/۱۰۰ مول) Isovalerate, mol/100 mol	4.16	3.41	3.29	0.315	0.063	0.427
استات: پروپیونات Acetate/Propionate ratio	2.07	2.29	2.61	0.191	0.056	0.781

a-b حروف غیرمشترک در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌داری است ($P< 0.05$).

[1] V0= گروه شاهد (بدون ویناس)، V5= ۱/۱ کیلوگرم ویناس، V10= ۲/۲ کیلوگرم ویناس

[a,b]Means within a row with different superscripts are significantly different ($P< 0.05$).

[1]V0 = 0 kg vinasse, V5 = 1.1 kg vinasse; V10 = 2.2 kg vinasse.

با عنایت به غلظت بالای پتاسیم در ویناس (۸/۸٤ درصد بر اساس ماده خشک) که منجر به مثبت بودن تعادل آنیون - کاتیون در این محصول می‌گردد می‌توان انتظار داشت که استفاده از ویناس به دلیل حفظ اسیدیته مایع شکمبه در دامنه نرمال برای فعالیت باکتری‌ها به‌ویژه باکتری‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی علوفه‌ها (باکتری‌های سلولولایتیک) باعث بهبود شرایط محیط شکمبه برای رشد باکتری‌ها و در نتیجه بهبود گوارش‌پذیری دیواره سلولی علوفه‌ها می‌گردد (Fernandez و همکاران، ۲۰۰۹) که همین امر با افزایش اسید استیک در مایع شکمبه می‌شود. در تأیید نتایج حاضر Rahimi و Rafiee، (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای بر روی گوساله‌های شیرخوار مشاهده کردند که افزودن ویناس به خوراک آغازین گوساله‌های شیرخوار تا سطح ۱۲ درصد ماده خشک به‌صورت خطی باعث افزایش اسید استیک شد و همچنین اسید پروپیونیک به‌صورت خطی تمایل به کاهش نشان داد. همچنین Zali و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که استفاده از ویناس در جیره گوساله‌های پرواری باعث کاهش اسید پروپیونیک و pH مایع شکمبه شد درحالی‌که نیتروژن آمونیاکی شکمبه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در تضاد با نتایج آزمایش حاضر Chen و همکاران (۱۹۸۱) در مطالعه‌ای بر روی گوسفند پرواری ویناس مرکبات را با دانه ذرت و کنجاله سویا جایگزین کردند و مشاهده کردند هرچند تأثیر معنی‌داری بر روی کل اسیدهای چرب فرار نداشته است؛ اما باعث کاهش معنی‌داری در غلظت اسید استیک و افزایش معنی‌داری در غلظت

اسید پروپیونیک شده است.

درنهایت این‌که تغییرات مشاهده‌شده در متابولیت‌های شکمبه‌ای در این مطالعه، از جمله افزایش خطی اسید استیک (P=۰/۰۱) و تمایل به افزایش pH مایع شکمبه (P=۰/۰۸) با افزایش سطح ویناس در جیره، می‌تواند با اثرات محافظتی ویناس در شرایط تنش حرارتی مرتبط باشد.Tajima و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که تنش حرارتی با تأثیر بر الگوی مصرف خوراک و کاهش نشخوار، منجر به کاهش ترشح بزاق و متعاقباً کاهش pH شکمبه می‌شود که می‌تواند فعالیت باکتری‌های سلولولایتیک را مختل کند.Gonzalez-Rivas همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که استفاده از خوراک‌های با تخمیرپذیری آهسته در شرایط تنش حرارتی، می‌تواند به حفظ pH مناسب شکمبه کمک کند. ویناس با محتوای بالای پتاسیم و ظرفیت بافری، می‌تواند نقش مشابهی را ایفا کند. علاوه بر این، Schingoethe و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که محصولات فرعی تخمیری مانند ویناس، به دلیل وجود مخمر ساکارومایسس سرویسیه، با تحریک فعالیت باکتری‌های سلولولایتیک، سبب افزایش تولید اسید استیک در شکمبه می‌شوند که در شرایط تنش حرارتی می‌تواند مفید باشد، زیرا اسید استیک پیش ساز چربی شیر است و می‌تواند به حفظ ترکیبات شیر در شرایط تنش حرارتی کمک کند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از ویناس تا سطح ۱۰ درصد ماده خشک در جیره گاوهای شیرده تحت تنش حرارتی، می‌تواند از طریق بهبود متابولیت‌های خونی (افزایش پروتئین کل) و متابولیت‌های شکمبه‌ای (افزایش اسید استیک و تمایل به افزایش pH شکمبه)، به کاهش اثرات منفی تنش حرارتی کمک کند. این اثرات مفید می‌تواند ناشی از سه مکانیسم اصلی باشد: ۱) تأمین پتاسیم موردنیاز بدن و کمک به حفظ تعادل الکترولیتی، ۲) بهبود محیط شکمبه و فعالیت میکروبی از طریق مخمر ساکارومایسس سرویسیه و ۳) کاهش استرس اکسیداتیو با کمک ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در ویناس. با توجه به افزایش چالش‌های ناشی از تنش حرارتی در صنعت گاو شیری به دلیل تغییرات اقلیمی، استفاده از ویناس به‌عنوان یک محصول فرعی صنعتی با قیمت مناسب، می‌تواند راهکاری مؤثر و اقتصادی برای کاهش اثرات منفی تنش حرارتی در گاوهای شیرده باشد.

منابع

Apper-Bossard, E., Peyraud, J. L., Faverdin, P. & Meschy, F. (2006). Changing dietary cation-anion difference for dairy cows fed with two contrasting levels of concentrate in diets. *Journal of Dairy Science*, 89: 749-760.

Baumgard, L.H. & Rhoads, R.P.(2013). Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annual Review of Animal Biosciences*,1: 311-337.

Bruno, R.G.S., Rutigliano, H.M., Cerri, R.L., Robinson, P.H. & Santos, J.E.P.(2016). Effect of feeding *Saccharomyces cerevisiae* on performance of dairy cows during summer heat stress. *Animal Feed Science and Technology*, 220: 137-150.

Chaiyabutr, N., Chanpongsang, S. & Suadsong, S. (2008). Effects of evaporative cooling on the regulation of body water and milk production in crossbred Holstein cattle in a tropical environment. *International Journal of Biometeorology*, 52: 575-585.

Chen, M. C., Ammerman, C. B., Henry, P. R., Palmer, A. Z. & Long, S. K. (1981). Citrus condensed molasses solubles as an energy source for ruminants. *Journal of Animal Science*, 53: 253-259.

Christofoletti, C.A., Escher, J.P., Correia, J.E., Marinho, J.F.U. & Fontanetti, C. S. (2013). Sugarcane vinasse: environmental implications of its use. *Waste Management*, 33: 2752-2761.

Chuppa-Tostain, G., Hoarau, J., Watson, M., Adelard, L., Shum Cheong Sing, A., Caro, Y. Grondin, L., Bourven, I., Francois, J., Girbal-Neuhauser, E. & Petit, T. (2018). Production of *Aspergillus niger* biomass on sugarcane distillery wastewater: physiological aspects and potential for biodiesel production. *Fungal Biology and Biotechnology*, 5: 1-12.

Collier, R.J., Hernandez, L.L. & Horseman, N.D. (2012). Somatotropin as an ecological adaption to thermal stress. *Domestic Animal Endocrinology*, 43: 111-119.

Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J. & Kumar, R. (2016). Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary World*, 9: 260-272.

Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G., Duvaux-Ponter, C. & Sauvant, D. (2009). Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *Journal of Dairy Siecnce*, 92:1620-1632.

Dias, A. L. G., Freitas, J. A., Micai, B., Azevedo, R. A., Greco, L. F. & Santos, J. E. P. (2018). Effects of supplementing yeast culture to diets differing in starch content on performance and feeding behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101: 186-200.

El-Zaiat, H. M., Ré, D. D., Patino, H. O. & Sallam, S. M. (2019). Assessment of using dried vinasse rice to replace soybean meal in lambs diets: *In vitro*, lambs performance and economic evaluation. *Small Ruminant Research*, 173: 1-8.

Fernández, B., Bodas, R., López-Campos, Ó., Andrés, S., Mantecón, A. R. & Giráldez, F. J. (2009). Vinasse added to dried sugar beet pulp: Preference rate, voluntary intake, and digestive utilization in sheep. *Journal of Animal Science*, 87: 2055-2063.

Gao, S.T., Guo, J., Quan, S.Y., Nan, X.M., Fernandez, M.V.S., Baumgard, L.H. & Bu, D.P. (2017). The effects of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Sience*, 100: 5040-5049.

Gonzalez-Rivas, P.A., DiGiacomo, K., Russo, V.M., Leury, B.J., Cottrell, J.J. & Dunshea, F.R. (2018). Feeding slowly fermentable grains has the potential to ameliorate heat stress in grain-fed wethers. *Journal of Animal Science*, 96: 4353-4359.

Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N. & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77: 59-91.

Karalazos, A. & Swan, H. (1977). The nutritional value for sheep of molasses and condensed molasses solubles. *Animal Feed Science and Technology*, 2: 143-152.

Kumar, B. V., Singh, G. & Meur, S. K. (2010). Effects of addition of electrolyte and ascorbic acid in feed during heat stress in buffaloes. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23: 880-888.

Law, R. A., Young, F. J., Patterson, D. C., Kilpatrick, D. J., Wylie, A. R. G. & Mayne, C. S. (2009). Effect of dietary protein content on animal production and blood metabolites of dairy cows during lactation. *Journal of Dairy Science*, 92: 1001-1012.

Lopez-Campos, O., Bodas, R., Prieto, N., Frutos, P., Andrés, S. & Giráldez, F. J. (2011). Vinasse added to the concentrate for fattening lambs: Intake, animal performance, and carcass and meat characteristics. *Journal of Animal Science*, 89: 1153-1162.

Ma, J., Ma, C., Fan, X., Shah, A.M. & Mao, J. 2021. Use of condensed molasses fermentation solubles as an alternative source of concentrates in dairy cows. *Animal Bioscience*, 34, 205

Mallonee, P. G., Beede, D. K., Collier, R. J. & Wilcox, C. J. (1985). Production and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress. *Journal of Dairy Science*, 68: 1479-1487.

Maneerat, W., Prasanpanich, S., Tumwasorn, S., Laudadio, V. & Tufarelli, V. I. N. C. E. N. Z. O. (2015). Evaluating agro-industrial by-products as dietary roughage source on growth performance of fattening steers. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22: 580-584.

Manfredini, M. & Cavani, C. (1980). Distillery effluents as animal feed: the use of condensed beet molasses stillage (CBMS) in broiler feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 5: 233-239.

Moran, J. (2005). *Tropical Dairy Farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. Csiro publishing.

National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. (2001). National Academies Press.

Oliveira, M. C. D., Silva, D. M. D., Carvalho, C. D. A. F., Alves, M. F., Dias, D. M. B., Martins, P. C., Bonifacio, P. N. & Souza Júnior, M. A. P. D. (2013). Effect of including liquid vinasse in the diet of rabbits on growth performance. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42: 259-263.

Potter, S. G., Moya, A., Henry, P. R., Palmer, A. Z., Becker, H. N. & Ammerman, C. B. (1985). Sugarcane condensed molasses solubles as a feed ingredient for finishing cattle. *Journal of Animal Science*, 60: 839-846.

Rahimi, A., Fatehi, F. & Zali, A. (2021). Effect of dietary supplementation of Condensed Molasses Soluble (Vinasse) on milk yield and apparent nutrient digestibility in lactating Holstein cows under heat stress. *Animal Production*, 23: 375-385.

Rahimi, A. & Rafiee, H. (2024). Performance of Holstein dairy calves fed starter diet with incremental vinasse proportion. *Animal Feed Science and Technology*, 89: 179-192.

Rossow, H. A., Riordan, T. & Riordan, A. (2018). Effects of addition of a live yeast product on dairy cattle performance. *Journal of Applied Animal Research*, 46: 159-163.

Schingoethe, D.J., Kalscheur, K.F., Hippen, A.R. & Garcia, A.D. (2009). Invited review: The use of distillers products in dairy cattle diets. *Journal of Dairy Science*, 92: 5802-5813.

Sheehan, G. J. & Greenfield, P. F. (1980). Utilisation, treatment and disposal of distillery wastewater. *Water Research*, 14: 257-277.

Stemme, K., Gerdes, B., Harms, A. & Kamphues, J. (2005). Beet-vinasse (condensed molasses solubles) as an ingredient in diets for cattle and pigs–nutritive value and limitations. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 89: 179-183.

Sunato, S., Pattarajinda, V., Lowilai, P. & Nontaso, N. (2015). Effect of yeast fermented ethanol waste on feed utilization and digestion in dairy cattle. *Pakistan Journal of Nutrition*, 14: 468-479.

Tajima, K., Nonaka, I., Higuchi, K., Takusari, N., Kurihara, M., Takenaka, A., Mitsumori, M., Kajikawa, H. & Aminov, R.I. (2007). Influence of high temperature and humidity on rumen bacterial diversity in Holstein heifers. *Anaerobe*, 13:57-64.

Webb, E. C. & Erasmus, L. J. (2013). The effect of production system and management practices on the quality of meat products from ruminant livestock. *South African Journal of Animal Science*, 43: 413-423.

West, J.W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86: 2131-2144.

Wheelock, J.B., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Sanders, S.R. & Baumgard, L.H. (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93: 644-655.

Zali, A., Eftekhari, M., Fatehi, F. & Ganjkhanlou, M. (2017). Effect of vinasse (condensed molasses solubles) on performance and meat chemical composition of Holstein male calves. *Italian Journal of Animal Science*, 16: 515-520.