تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۰
صفحه‌های ۲۲۱-۲۱۳
DOI: 10.22059/jap.2021.311093.623562

مقاله پژوهشی

اثر سطوح مختلف مخمر زنده بر سلامت و عملکرد شکمبه گاوهای تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی غلظت پایین و بالا کربوهیدرات‌های غیر فیبری

سید محمدرضا بهشتی[۱]، کامران رضایزدی[۲*]، آریا بدیعی[۳]، مصطفی صادقی[۲]
۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۳. استادیار، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۱۲

چکیده
هدف از این پژوهش بررسی تأثیر مصرف سطوح مختلف مخمر زنده بر سلامت و عملکرد شکمبه گاوهای شیری تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف کربوهیدرات‌های غیر فیبری بود. در این آزمایش، از شش رأس گاو شیری فیستولاگذاری‌شده در قالب طرح مربع لاتین گردان با شش دوره زمانی (۱٤ روزه) و شش جیره مختلف استفاده شد که تیمارهای آزمایش شامل ۱- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین بدون مخمر، ۲- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با پنج گرم مخمر، ۳- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با ۱۰ گرم مخمر، ٤- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا بدون مخمر، ٥- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با پنج گرم مخمر و ٦- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با ۱۰ گرم مخمر بود. مصرف ماده خشک روزانه، فعالیت نشخوار، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و متابولیت‌های خونی در هر دوره اندازه‌گیری شد. مصرف ماده خشک، فعالیت نشخوار و قابلیت هضم مواد مغذی، pH و میانگین دمای شکمبه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. شاخص‌های عمومی سلامت و پلاسمای خون نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد افزودن مخمر زنده به جیره هایی با غلظت مختلف NFC تأثیری بر عملکرد شکمبه، قابلیت هضم مواد مغذی خوراک و متابولیت‌های خونی ندارد.

کلیدواژه‌ها: سلامت، عملکرد شکمبه، کربوهیدرات‌های غیرفیبری، گاو شیری، مخمر زنده.

The effect of different levels of live yeast on rumen function and health in cows fed diets containing low and high concentrations of non-fiber carbohydrates

Seyyed Mohammad Reza Beheshti[1], Kamran Rezayazdi[2*], Arya Badiei[3], Mostafa Sadeghi[2]
1. Ph.D. Candidate, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2. Associate Professor, Department of Animal Science , College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Veterinary, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran.
Received: October 1, 2020 Accepted: May 2, 2021

Abstract
The aim of this study was to investigate the effect of different levels of live yeast on ruminal function and health of dairy cows fed diets containing low and high concentrations of non-fiber carbohydrates (NFC). In this experiment, six cannulated dairy cows were randomly assigned in a Latin square design with six periods (14-days) and six treatments including 1- diet contain low NFC free of live yeast, 2-diet contain low NFC with 5 g/d of live yeast, 3-diet contain low NFC with 10 g/d of live yeast, 4-diet contain high NFC free of live yeast, 5-diet contain high NFC with 5 g/d of live yeast and 6-diet contain high NFC with 10 g/d of live yeast. Dry matter intake, rumination, ruminal parameters and blood metabolites were determined in the different periods. Dry matter intake, rumination activity, nutrient digestibility, mean ruminal pH and temperature were not affected by treatments. General and plasma indicators of animal healthwere also not affected by treatments. Overall, the results of this experiment indicated that dietary supplementation with live yeasthad no significant effect on rumen function and health in cows fed diets containing different concentrations of NFC.

Keywords: Dairy cows, Health, Live yeast, Non-fiber carbohydrates, Rumen function.

* نویسنده مسئول Email: rezayazdi@ut.ac.ir

مقدمه

با توجه به محدودیت منابع طبیعی و رشد جمعیت در سال‌های اخیر، استراتژی‌های زیادی جهت افزایش راندمان در زنجیره غذایی تبیین و اجرا شده است. هم‌چنین عملکرد تولید شیر در گاوهای شیری با توجه به برنامه‌های اصلاح نژادی به تدریج افزایش یافته و گاوها نیازمند مصرف خوراک بیش‌تر جهت حمایت تولید بالاتر هستند [۲]. یکی از راهبردهای موجود در تغذیه مدرن گاوهای شیری، تأمین نیاز انرژی گاوهای پرتولید از طریق تغذیه خوراک‌های حاوی غلظت بیش‌تر انرژی و مقدار فیبر پایین‌تر است [۲۲]. افزایش غلظت جیره از طریق افزایش درصد کربوهیدرات‌های غیرفیبری (NFC) و یا افزودن مکمل‌های چربی به جیره صورت می‌گیرد. با توجه به محدودیت مصرف چربی و تأثیر آن بر مقدار خوراک مصرفی در نشخوارکنندگان و ارتباط مستقیم سرعت تخمیر مواد مغذی با افزایش تولید توده میکروبی [۱]، افزایش مقادیر بالاتر منابع کربوهیدراتی انرژی موردتوجه قرار گرفته است.

با این وجود افزایش مقادیر NFC مصرفی موجب افزایش میزان تخمیر شکمبه‌ای و انباشتگی تولیدات حاصل از آن (به‌طورعمده اسیدهای چرب فرّار و گاهی نیز اسید لاکتیک) می‌شود که pH شکمبه را کاهش داده و با توجه به ماهیت غلات موجود در خوراک و تعداد دفعات خوراک‌دهی نوسانات تغییر pH را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد [٤]. کاهش pH و نوسانات شدید آن باعث کاهش فعالیت نشخوار، تغییر جمعیت میکروبی و کاهش مصرف خوراک می‌شود که در نهایت با کاهش میانگین تولید و درصد چربی شیر همراه است [٢٤]. در دو دهه اخیر روش‌های مختلفی جهت کنترل نوسانات pH و پایداری وضعیت شکمبه مورد بررسی قرار گرفته است که افزودن مخمر زنده به‌دلیل تأثیرات مثبت آن بر پایداری وضعیت شکمبه، مصرف اکسیژن در دسترس، افزایش جمعیت باکتری‌های سلولولایتیک و افزایش تولید پروتئین میکروبی در شکمبه، مورد استقبال قرار گرفته است [۳، ۱۲ و ۱۸]. مخمر یک قارچ تک سلولی است که به روش غیرجنسی (جوانه‌زدن) تکثیر می‌یابد. ساکارومایسیس سرویسیه مرسوم‌ترین نوع مخمر مصرفی در خوراک دام است که در صنایع دیگر ازجمله نانوایی و آبجوسازی نیز کاربرد دارد. اولین مرحله مهم هضم در نشخوارکنندگان شامل تخمیر شکمبه‌ای است و تأثیرات زیادی در زمان استفاده از مخمر بر تخمیر شکمبه گزارش شده است [۱۱]. مخمرها از باکتری‌ها در برابر اثرات منفی حضور اکسیژن در شکمبه، محافظت نموده و با تحریک رشد میکروب‌های خاص در شکمبه، کنترل pH، کاهش غلظت لاکتات شکمبه، کاهش تولید متان، فراهم کردن مواد مغذی و فاکتورهای رشد، موجب افزایش مصرف خوراک و بهبود سلامت و بهداشت دام می‌شود [٢٤]. هدف از این آزمایش بررسی اثر افزودن سطوح مختلف مخمر زنده به جیره‌های حاوی سطوح مختلف NFC بر نوسانات pH شکمبه، غلظت اسیدهای چرب فرّار و سطح متابولیت‌های خونی در گاوهای شیری فیستوله‌شده غیرشیرده بود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش، شش رأس گاو شیری هلشتاین با عمل جراحی فیستولاگذاری و در قالب طرح آزمایشی مربع لاتین گردان به شکل فاکتوریل ۲×۳ در شش دوره زمانی یکسان با شش جیره متفاوت تغذیه شدند. هر دوره زمانی ١٤ روز در نظر گرفته شد که ۱۰ روز اول به‌عنوان روزهای عادت‌پذیری به جیره جدید و چهار روز پایانی نمونه‌گیری‌ها انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل ۱-سطح کربوهیدرات غیرفیبری پایین (۳۸ درصد) بدون مخمر (LNFC0)، ۲- سطح کربوهیدرات غیرفیبری پایین همراه با پنج گرم مخمر در روز (LNFC5)، ۳- سطح کربوهیدرات غیرفیبری پایین همراه با ۱۰ گرم مخمر در روز (LNFC10)، ٤- سطح

کربوهیدرات غیرفیبری بالا (٤٣ درصد) بدون مخمر (HNFC0)، ٥- سطح کربوهیدرات غیرفیبری بالا همراه با پنج گرم مخمر در روز (HNFC5)، ٦- سطح کربوهیدرات غیرفیبری بالا همراه با ١٠ گرم مخمر در روز (HNFC10) بود. در این آزمایش از مخمر زنده ساکارومایسس سرویسیه سویه Sc47 محصول شرکت لیسافر (Lesaffre) فرانسه با نام تجاری اکتی‌ساف (Actisaf) با ٥×١٠^{٩} واحد تشکیل‌دهنده کلنی در گرم محصول استفاده شد.

ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام خوراک و پسماندها از روش متداول [٢] و ترکیبات دیواره سلولی براساس روش توصیه‌شده [٢١] اندازه‌گیری شد. ترکیب جیره‌ها و مواد مغذی به‌ترتیب در جدول (١) آورده شده است [٨]. خوراک روزانه به‌صورت کاملاً مخلوط (TMR) و در دو نوبت (ساعت ٨ و ١٦) در اختیار گاوها قرار گرفت.

تغذیه به‌صورت انفرادی و خوراک مصرفی به‌صورت روزانه ثبت و پس‌ماندهای خوراک، قبل از وعده صبح توزین شد. قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی نیز با روش اندازه‌گیری غلظت خاکستر نامحلول در اسید (AIA) به‌عنوان مارکر داخلی در خوراک و مدفوع اندازه‌گیری شد [١]. برای بررسی صفات خونی نیز، چهار ساعت بعد از مصرف خوراک خون‌گیری صورت پذیرفت و بلافاصله با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به‌مدت ١٥ دقیقه با چرخش ٣٠٠٠ دور در دقیقه پلاسمای نمونه‌های خونی جداشده و و میزان گلوکز، پروتئین تام با استفاده از کیت‌های بیوشیمیایی شرکت پارس آزمون و سرم آمیلوئید A با استفاده از کیت‌های تجارتی (Wicklow, Ltd DeveloPment Tridelta, Range ID Mast, Ireland) به‌کمک دستگاه الایزا (Hiperion, model MPR4^{+}, Germany) اندازه‌گیری شد. مایع شکمبه نیز برای اندازه‌گیری غلظت ازت آمونیاکی، pH و درصد اسیدهای چرب فرّار از طریق فیستولاهای موجود از شکمبه تهیه شد.

جدول ١. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایش

اجزای خوراک	تیمارها	
(براساس درصد در ماده خشک)	Low NFC	High NFC
یونجه	٢٢	١٨
سیلاژ ذرت	٢١	١٥
تفاله چغندر	٣/٩	٣/٩
دانه جو	١٦/٥	٢٨
دانه ذرت	٦	٧/٢
کنجاله سویا	١١/٣	١١/٣
سبوس گندم	١٦/٥	١٣/٨
کلسیم کربنات	٠/٧	٠/٧
بی‌کربنات سدیم	٠/٧	٠/٧
نمک	٠/٥	٠/٥
مکمل معدنی و ویتامینی	٠/٩	٠/٩
ترکیبات شیمیایی محاسبه شده(بر پایه ماده خشک)		
ماده خشک	٤٨	٤٩
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری بر کیلوگرم)	١/٥٨	١/٦٤
پروتئین خام (درصد)	١٥/٣	١٥/٣
کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد)	٣٨/٥	٤٣
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	٣٧/٤	٣٣/١
کلسیم (درصد)	٠/٨	٠/٨
فسفر (درصد)	٠/٥	٠/٥

مکمل ویتامینه و مواد معدنی: ٢٠٠ گرم کلسیم، ٧٠ گرم فسفر، ٤٠ گرم منیزیم، ٣ گرم مس، ١٠ گرم روی، ٧ گرم منگنز، ٠/١گرم ید، ٠/٠٥ گرم کبالت، ٠/٠٥ گرم سلنیوم، ٨٠٠،٠٠٠ واحد بین‌المللی ویتامین A، ١٥٠،٠٠٠ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ٥٠٠٠ واحد بین‌المللی ویتامین E و ٠/١ بیوتین بود.

غلظت انفرادی اسیدهای چرب فرّار مایع شکمبه با استفاده از دستگاه گازکروماتوگرافی (Hewlett-Packard, model 5890, Avondale, PA, USA) اندازه‌گیری شد. دمای شکمبه و پتانسیل احیا (Eh) با استفاده از حس‌گرهای دیجیتال شرکت *e*_Cow کشور انگلستان به‌صورت پیوسته در طول شبانه روز ثبت و توان کلارک (rH) محاسبه شد [٢٢]. فعالیت نشخوار، فعالیت جویدن، خوردن و سرعت مصرف خوراک (مقدار ماده خشک مصرفی تقسیم بر مدت

زمان خوردن) نیز در هر دوره به روش ٤٨ ساعت مانیتورینگ دام ثبت شد. هم‌چنین شاخص‌های عمومی سلامت مانند دمای رکتوم، ضربان قلب، تعداد حرکات شکمبه و تنفس توسط دامپزشک مجموعه ثبت شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) رویه MIXED برای مدل (۱) تجزیه شدند.

$$Y_{ijklmn} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + P_k + AP_{ik} + BP_{jk} + ABP_{ijk} + C_l + R_m + e_{ijklmn}$$ (رابطه ۱)

که در این رابطه، Y_{ijklmn}، مقدار اندازه‌گیری‌شده هر مشاهده؛ μ، میانگین جامعه؛ A_i، اثر عامل اول (سطوح مختلف مخمر)؛ B_j، اثر عامل دوم (سطوح مختلف کربوهیدرات غیرفیبری)؛ AB_{ij}، اثر متقابل عامل اول× عامل دوم؛ P_k، اثر دوره آزمایشی؛ AP_{ik}، اثر متقابل عامل اول× دوره؛ BP_{jk}، اثر متقابل عامل دوم× دوره؛ ABP_{ijk}، اثر متقابل عامل اول× عامل دوم× دوره؛ C_l،اثر تصادفی حیوان؛ R_m، اثر باقیمانده دوره قبل و e_{ijklmn}، اثر تصادفی عوامل باقیمانده است.

نتایج و بحث

مصرف مخمر اثر معنی‌داری بر مصرف ماده خشک خوراک نداشت (جدول ۲). برخلاف این نتایج، در برخی مطالعات اثر مثبت مصرف مخمر زنده بر مقدار ماده خشک مصرفی روزانه در گاو و بز گزارش شده است [۱۵]. مصرف محصولات مخمری ممکن است در شرایط تنش تأثیر مثبت بیش‌تری نسبت به شرایط طبیعی نشان‌دهند، همانند نتایج آزمایش اخیر که مصرف ماده خشک در گاوهایی که NFC بالا دریافت کردند تمایل به کاهش (P=۰/۰۸) داشت [۹]. اثر تیمارها تنها بر قابلیت هضم ماده آلی معنی‌دار بود به‌طوری که قابلیت هضم ماده آلی در گاوهایی که NFC بالا همراه با ۱۰ گرم مخمر (HNFC10) دریافت کردند بیش‌تر از گاوهای تغذیه‌شده با جیره حاوی NFC کم و بدون مخمر بود (P<۰/۰۵).

اگرچه مطالعات مختلف توانایی مخمر را در رابطه با تحریک جمعیت میکروبی، به‌ویژه باکتری‌های تجزیه‌کننده فیبر (با توجه به افزایش نسبت استات به پروپیونات) در شکمبه را نشان داده‌اند [۷ و ۲٤]، که می‌تواند به‌دلیل کاهش نوسانات در تغییر pH شکمبه و افزایش توان بافری در شکمبه باشد، اما هنوز چگونگی مکانیسم عمل روشن نیست [۱۰].

جدول ۲. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر مقدار ماده خشک مصرفی و قابلیت هضم خوراک

شاخص‌ها	تیمارها							P-Value			
	[۱]LNFC0	[۲]LNFC5	[۳]LNFC10	[٤]HNFC0	[٥]HNFC5	[٦]HNFC10	SEM	NFC	Yeast	Yeast ×NFC
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز)	۱٦/۱	۱٦/٤	۱٥/۹	۱٥/۳	۱٥/٥	۱٦/۱	۰/۷٦	۰/۰۸	۰/۲٥	۰/۳۸
درصد قابلیت هضم مواد مغذی (براساس ماده خشک)										
ماده خشک	٦۰/۷	٦۱/٤	٥۹/٥	٦۲/٤	٥۹/۰	٦۰/٤	۱/٥٤	۰/۳۱	۰/۷۳	۰/۷٦
ماده آلی	٥۸/۸ [b]	٥۹/۷ [ab]	٦۰/۲ [ab]	٦۲/۰ [ab]	٦۲/۱ [ab]	٦۳/۹ [a]	۱/۲۱	۰/۰۸	۰/۱٥	۰/۰٤
پروتئین	٥۸/٤	٦۰/۹	٦۲/٥	٦۳/٦	٥۹/۱	٦٤/٦	۲/۱۸	۰/۱۹	۰/٤۰	۰/۲۲
کربوهیدرات‌های غیر فیبری	۸۲/۳	۸۰/۸	۸۱/۱	۸٦/۸	۸۳/۰	۸۳/۹	۲/۳٤	۰/۲۳	۰/٥٤	۰/۹۱
چربی	۷۲/۱	۷۰/۰	۷۱/۹	۷۳/۱	۷۰/٥	۷۲/۳	۱/٤۷	۰/٥٦	۰/۷٦	۰/۷۷
فیبر نامحلول در شوینده خنثی	۳٥/۷	۳۸/۳	۳۸/٤	۳٤/٥	۳۷/۰	٤۱/۲	۲/۱٥	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/٤٦

۱- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین بدون مخمر، ۲- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با پنج گرم مخمر، ۳- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با ۱۰ گرم مخمر، ٤- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا بدون مخمر، ٥- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با پنج گرم مخمر و [٦]سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با ۱۰ گرم مخمر.

a-b: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P <۰/۰٥).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

اثر تیمارهای آزمایشی بر دمای شکمبه و فعالیت شکمبه معنی‌دار نبود (جدول ۳). برخلاف نتایج این آزمایش در مطالعات مختلف بیان شده است که گاوهایی که مخمر زنده مصرف می‌کنند میانگین دمای شکمبه آن‌ها پایین‌تر است [۱۶]. مقدار آب مصرفی روزانه یک عامل مؤثر بر دمای شکمبه است که در این آزمایش اندازه‌گیری نشد. هم‌چنین با توجه به مطالعات اخیر، دمای محیط داخل شکمبه یکی از شاخص‌های تشخیص اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای بیان شده است که دمای شکمبه رابطه معکوس با pH مایع شکمبه دارد [۵].

تولید بزاق یکی از فاکتورهای اصلی کنترل وضعیت اسید- باز مایع شکمبه است. خوراک حاوی غلظت بالای کنسانتره رفتار جویدن را مختل می‌کند و کاهش فعالیت جویدن در پاسخ به غلظت بالای کنسانتره خوراک زمینه ایجاد اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای را فراهم می‌سازد [۲۰ و ۲۱]. به‌عبارت دیگر، خوراک‌های حاوی کنسانتره بالا مقدار فیبر مؤثر فیزیکی کم‌تری جهت تحریک فعالیت نشخوار در شکمبه تأمین می‌کنند، زیرا میزان فیبر مؤثر فیزیکی بالا زمان خوردن خوراک و نشخوارکردن را افزایش می‌دهد که درنتیجه آن تولید بافر بزاقی بالاتر رفته و شرایط تخمیر شکمبه‌ای را در راستای تولید اسیدهای چرب فرّار (VFA) بهبود می‌بخشد [٦ و ٢٤].

در مطالعه حاضر سطوح مختلف مخمردر جیره، اثری بر شاخص‌های محیطی مؤثر بر قابلیت هضم و تخمیر شکمبه‌ای مانند pH، rH و Eh نداشت (جدول ٤).

جدول ۳. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر تغییرات دمای شکمبه و رفتار جویدن خوراک در ٢٤ ساعت

شاخص‌ها	تیمارها						P-Value			
	[۱]LNFC0	[۲]LNFC5	[۳]LNFC10	[٤]HNFC0	[٥]HNFC5	[٦]HNFC10	SEM	NFC	Yeast	Yeast × NFC
دمای شکمبه (درجه سانتی‌گراد)										
میانگین	۳۹/۱	۳۸/۷	۳۸/۱	۳۸/۱	۳۸/۰	۳۸/۲	۰/۱٤	۰/۸٤	۰/٦۹	۰/۹۰
حداکثر	۳۹/٦	۳۹/۱	۳۹/٦	۳۹/٥	٤۰/٥	۳۹/۷	۰/۱۱	۰/٥۱	۰/۷۷	۰/٦٥
حداقل	۳٥/۸	۳٥/۲	۳٥/٤	۳٥/۱	۳٥/۱	۳٥/۲	۰/۱۸	۰/٦۲	۰/٤۸	۰/۷۱
دمای بالای ۳۹ درجه (دقیقه در روز)	۳٦٤	۳٥٦	۳٦۰	۳۷۱	۳٦٤	۳٥۲	٤/۳	۰/۱٦	۰/۰٤	۰/۲۷
فعالیت جویدن (دقیقه در روز)										
خوردن	۲۳۱	۲۱۹	۲۲۳	۲۱٥	۲۲٦	۲۲۰	۱۲/۲	۰/۳۹	۰/٤٥	۰/٦۲
نشخوار	٤٤۹	٤۳۲	٤٤۳	٤۳٦	٤۳۰	٤٤۱	۲۱/۸	۰/۷۲	۰/۸۲	۰/٦٥
جویدن	٦۸۰	٦٥۱	٦٤٦	٦٦۱	٦٥٦	٦٦۱	۲۷/۳	۰/٦٥	۰/٤٤	۰/۷۰
سرعت خوردن (گرم بر دقیقه)	۷۰	۷۳	۷۱	٦۸	٦۸	۷۲	۰/٦٥	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۳٤

۱- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین بدون مخمر، ۲- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با پنج گرم مخمر، ۳- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با ۱۰ گرم مخمر، ٤- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا بدون مخمر، ٥- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با پنج گرم مخمر و [٦]سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با ۱۰ گرم مخمر.

a-b: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P <۰/۰٥).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ٤. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر تغییرات غلظت و مقدار اسیدهای چرب فرّار حاصل از تخمیر شکمبه‌ای

فراسنجه‌ها	تیمارها							P-Value			
	[1]LNFC0	[2]LNFC5	[3]LNFC10	[4]HNFC0	[5]HNFC5	[6]HNFC10	SEM	NFC	Yeast	Yeast ×NFC
pH	٦/١٣	٥/٩٥	٦/٢٦	٥/٨٣	٥/٧٩	٦/٢١	٠/١٢	٠/٠٤	٠/٠١	٠/٢٤
E_h	−٢١٠	−٢١٨	−٢٢٦	−٢١٣	−٢١٥	−٢٤٠	٦/٤٧	٠/٣٦	٠/٦٣	٠/٣٥
rH	٥/٩٣	٥/٣٠	٥/٦٥	٥/٢٣	٥/٠٨	٥/٠٩	٠/٢٣	٠/١٠	٠/٣٧	٠/٥٣
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	١٠/٩	١٢/١	١١/٢	٨/٦	١٠/٩	٩/٥	٠/٧٩	٠/٠٧	٠/٣١	٠/٢٢
کل اسیدهای چرب فرّار (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	٨١/٣	٧٧/٥	٨٠/٩	٨٥/٦	٨٢/١	٧٩/٦	٢/٧٦	٠/٣٦	٠/٥٥	٠/٨١
غلظت انفرادی اسیدهای چرب فرّار(درصد)										
استات	٥٣/٤	٥٠/٨	٥٢/٦	٥١/١	٥٣/٥	٥٥/٧	٢/٥٧	٠/٢٦	٠/٦٨	٠/٣٧
پروپیونات	٢٥/١	٢٦/٦	٢٤/٩	٢٦/٧	٢٥/٣	٢٤/٢	١/٥٦	٠/٣٢	٠/٤٤	٠/٦٢
بوتیرات	١٧/٧	١٨/٢	١٧/٦	١٧/٩	١٧/٠	١٧/١	١/٢٧	٠/٨٥	٠/٥٨	٠/٣٦
ایزووالرات	٢/٥٩	٢/٦١	٢/٨٦	٢/٩٨	٢/٣٧	٢/٠١	٠/١٧	٠/٥١	٠/٦١	٠/٢٣
والرات	١/٠٨	١/٧٦	١/٨١	١/٢٦	١/٧٩	٠/٩٦	٠/١٣	٠/١٨	٠/٢٤	٠/٥٨
استات به پروپیونات	٢/١٢	١/٩٢	٢/١٣	١/٩٠	٢/١١	٢/٣٢	٠/١١	٠/٠٢	٠/٠٧	٠/٣٥

١- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین بدون مخمر، ٢- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با پنج گرم مخمر، ٣- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با ١٠ گرم مخمر، ٤- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا بدون مخمر، ٥- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با پنج گرم مخمر و [6]سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با ١٠ گرم مخمر.

a-b: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P <٠/٠٥).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

در گاوهای پرتولید با توجه به مصرف کنسانتره بالا و افزایش سهم کربوهیدرات‌های سریع تجزیه‌پذیر در خوراک آن‌ها، حدود دو ساعت بعد از مصرف خوراک وعده صبح و یا ٣٠ دقیقه بعد از مصرف وعده عصر، pH شکمبه با شیب زیادی کاهش می‌یابد که پایین‌ماندن pH به‌مدت طولانی موجب اسیدوز می‌شود. با توجه به برخی مطالعات انجام‌شده، بیان شده است که مخمر زنده (SC) با جلوگیری از تجمع اسیدلاکتیک در شکمبه خطر بروز اسیدوزیس را کاهش می‌دهد [٢٤]، اگرچه در مطالعه دیگری گزارش شده است که تغذیه مخمر زنده در گاوهای شیری هلشتاین بر pH شکمبه تأثیر معنی‌دار نداشت [٢]. در آزمایش‌های جدید جهت روشن‌ترشدن چگونگی اثر مخمر زنده بر وضعیت تخمیر شکمبه‌ای، شاخص‌های فیزیکوشیمیایی دیگری مانند پتانسیل احیا (Eh) نیز اندازه‌گیری می‌شود، هر میکروارگانیسم به بازه خاصی از Eh عادت دارد که به‌طور معمول برای سیستم هوازی ٥٠٠+ تا ٣٠٠+، سیستم هوازی اختیاری ٣٠٠+ تا ١٠٠− و سیستم بی‌هوازی ١٠٠+ تا کم‌تر از ٢٥٠− نیاز است، با این‌حال مقدار Eh به زمان و محل نمونه‌برداری بستگی دارد [٢١]. با توجه به تأثیر مصرف مخمر بر سطح pH مایع شکمبه [٢٤]، افزایش غلظت VFA در شکمبه دور از ذهن نیست، اما همانند مطالعه اخیر، در اغلب مطالعات انجام‌شده در تغذیه نشخوارکنندگان تأثیر معنی‌داری درباره مصرف مخمر روی غلظت کل اسیدهای چرب فرّار تولیدی در شکمبه گزارش نشده است [١٤، ١٧ و ٢٤]. اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه معنی‌دار نبود. همسو با این نتایج، نشان داده شد که افزودن محصولات مخمری به جیره گاوهای شیرده اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن آمونیاکی ندارد [١٧].

اثر تیمارهای آزمایش بر غلظت متابولیت‌های خونی معنی‌دار نبود (جدول ٥).

جدول ۵. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر تغییرات غلظت و مقدار اسیدهای چرب فرّار حاصل از تخمیر شکمبه‌ای

شاخص‌ها	تیمارها							P-Value			
	[1]LNFC0	[2]LNFC5	[3]LNFC10	[4]HNFC0	[5]HNFC5	[6]HNFC10	SEM	NFC	Yeast	Yeast ×NFC
غلظت متابولیت‌های خونی										
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۵۹/۲	۶۱/۵	۵۸/٤	٦۰/۹	۵۸/۲	۵۹/٦	۲/۱۷	۰/۲٦	۰/٦۸	۰/۳۷
پروتئین تام (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۷/۲۵	۷/۱۲	۷/۰٦	۷/۱۸	۷/٤۱	۷/۰۹	۰/۱٦	۰/۳۲	۰/٤٤	۰/٦۲
سرم آمیلوئید (میکروگرم بر میلی لیتر)	۳۷/۹	۳۲/۰	۳٤/۳	۳۵/۳	۳٦/۹	۳٤/۳	٤/۳۰	۰/۳۲	۰/٤٤	۰/٦۲
شاخص‌های عمومی سلامت										
دمای مقعد (درجه سانتی‌گراد)	۳۹/۲۰	۳۹/۱۵	۳۹/۱۰	۳۹/۱۸	۳۹/۲۲	۳۹/۰۸	۱/۱٦	۰/۸۵	۰/۵۸	۰/۳٦
ضربان قلب (در دقیقه)	٦۸	٦۵	٦۷	٦۹	٦۸	٦۵	۱/۵۳	۰/٦۹	۰/۸۷	۰/۹۳
تعداد تنفس (در دقیقه)	٤۰	۳٦	۳٦	۳۸	۳٦	۳٦	۲/۰٦	۰/۵۵	۰/٦۳	۰/۸۹
حرکات شکمبه (در دقیقه)	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۰/۳۸	۰/۷۸	۰/۹۱	۰/۷۵

۱- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین بدون مخمر، ۲- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با پنج گرم مخمر، ۳- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری پایین همراه با ۱۰ گرم مخمر، ٤- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا بدون مخمر، ۵- سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با پنج گرم مخمر و ٦سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالا همراه با ۱۰ گرم مخمر.

a-b: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P <۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

عمده‌ترین پروتئین‌های فاز حاد در نشخوارکنندگان سرم آمیلوئید A (SAA) و هاپتوگلوبین هستند که تولید آنها ناشی از سایتوکین‌های پیش‌التهابی به‌ویژه فاکتور نکروزکننده تومور آلفا (TNFα)، اینترلوکین-٦ و کورتیزول می‌باشد [۱۳].

در این مطالعه سطوح مختلف مخمر و غلظت NFC خوراک اثری بر سطح فاکتورهای التهابی خون نداشت. همسو با این نتایج، گزارش شده است که تغذیه مخمر زنده به گوسفندهای مصرف کننده جیره حاوی کنسانتره بالا، اثری بر غلظت SAA سرم ندارد [۹]. تفاوتی در شاخص‌های عمومی سلامتی بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. این امر گزارش‌های پیشین در رابطه با بروز مشهود اثرات مثبت مصرف مخمر در شرایط استرس‌زا تأیید نمود، زیرا که در این آزمایش شرایط استرس محیطی قابل‌توجهی وجود نداشت [۹].

براساس نتایج این مطالعه، افزودن مخمر زنده به جیره‌هایی با غلظت مختلف NFC تأثیری بر عملکرد شکمبه، قابلیت هضم مواد مغذی خوراک و متابولیت‌های خونی ندارد.

تشکر و قدردانی

از پرسنل محترم مزرعه آموزشی دامپروری (محمدشهر) پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران جهت همکاری در اجرای طرح حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Agle M, Hristov A N, Zaman S, Schneider C, Ndegwa P M and Vaddella V K (2010) Effect of dietary concentrate on rumen fermentation digestibility and nitrogen losses in dairy cows. Journal of Dairy Science, 93(9): 4211-4222.

2. Ambriz-Vilchis V, Jessop N S, Fawcett R H, Webster M, Shaw D J, Walker N and Macrae A I (2017) Effect of yeast supplementation on Performance rumination time and rumen pH of dairy cows in commercial farm environments. Journal of dairy science, 100(7): 5449-5461.
3. AOAC. 1990 Official Methods of Analysis 15th. Edition AOAC Arlington VA.
4. Bach A, Guasch I, Elcoso G, Duclos J and Khelil-Arfa H (2018) Modulation of rumen pH by sodium bicarbonate and a blend of different sources of magnesium oxide in lactating dairy cows submitted to a concentrate challenge. Journal of dairy science, 101(11): 9777-9788.
5. Bach A, Iglesias C and Devant M (2007) Daily rumen pH pattern of loose-housed dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation. Animal Feed Science and Technology, 136(1-2): 146-153.
6. Bitencourt L L Silva J R M Oliveira B M L D Dias Júnior G S Lopes F Siécola Júnior S and Pereira M N (2011) Diet digestibility and Performance of dairy cows supplemented with live yeast. Scientia Agricola, 68:(3) 301-307.
7. Cagle C M, Fonseca M A, Callaway T R, Runyan C A, Cravey M D and Tedeschi L O (2020). Evaluation of the effects of live yeast on rumen parameters and in situ digestibility of dry matter and neutral detergent fiber in beef cattle fed growing and finishing diets. Applied Animal Science, 36(1): 36-47.
8. Cray C, Zaias J and Altman N H (2009) Acute phase response in animals. A review Comparative medicine, 59:(6) 517-526.
9. Desnoyers M, Giger-Reverdin S, Bertin G, Duvaux-ponter C and Sauvant D (2009) Meta-analysis of the influence of Saccharomyces cerevisiae supplementation on ruminal Parameters and milk Production of ruminants. Journal of Dairy Science, 92(4): 1620-1632.
10. DeVries T J and Chevaux E (2014) Modification of the feeding behavior of dairy cows through live yeast supplementation. Journal of dairy science, 97(10): 6499-6510.
11. Elghandour M M, Khusro A, Adegbeye M J, Tan Z, Abu Hafsa S H, GreinerR and Salem A ZM (2020) Dynamic role of single-celled fungi in ruminal microbial ecology and activities. Journal of applied microbiology, 128(4): 950-965.
12. Khezri A, Reza Yazdi K, Danesh Mesgaran M, Moradi Shahr Baba M and Mohamad Abadi M (2009) Effects of Different Levels of Sucrose and Starch in Total Mixed Rations on Rumen Fermentation Nitrogen Metabolism and Performance of Holstein Dairy Cows. Iranian Animal Science, 41(2). (In Persian).
13. Marden JP, Julien C, Monteils V, Auclair E, Moncoulon R and Bayourthe C (2008) How does live yeast differ from sodium bicarbonate to stabilize ruminal pH in high-yielding dairy cows? Journal of Dairy Science, 91(9): 3528-3535.
14. Mc Geough E J, O'Kiely P and Kenny D A (2010) A note on the evaluation of the acid-insoluble ash technique as a method for determining aPParent diet digestibility in beef cattle. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 159-164.
15. Newbold CJ, Wallace RJ and McIntosh FM (1996) Mode of action of the yeast Saccharomyces cerevisiae as a feed additive for ruminants. British Journal of Nutrition, 76(2): 249-261.
16. Nikkhah A, Dehghan-Banadaki M and Zali A (2003) The effects of Saccharomyces Service on milk yield and milk ingredient in dairy cows. Agriculture Science of Iran, 35(1): 53-60. (In Persian).
17. Petri RMT, Schwaiger GB, Penner KA, Beauchemin RJ, Forster JJ, McKinnon and TA McAllister (2013) Characterization of the core rumen microbiome in cattle during transition from forage to concentrate as well as during and after an acidotic challenge. PLoS One, 8: e83424.
18. Li Y, Shen Y, Niu J, Guo Y, Pauline M, Zhao X and Li J (2021) Effect of active dry yeast on lactation performance, methane production, and ruminal fermentation patterns in early-lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science, 104(1): 381-390.
19. Tafaj M, Zebeli Q, Maulbetsch A, Steingaß H and Drochner W (2006) Effects of fibre concentration of diets consisting of hay and slowly degradable concentrate on ruminal fermentation and digesta Particle size in mid-lactation dairy cows. Archives of Animal Nutrition, 60(3): 254-266.
20. Van Soest P V, Robertson J B and Lewis B A (1991) Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch Polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of dairy science, 74(10): 3583-3597.
21. Williams P E V, Tait C A G, Innes G M and Newbold C J (1991) Effects of the inclusion of yeast culture (Saccharomyces cerevisiae Plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation Patterns in the rumen of steers. Journal of Animal Science, 69(7): 3016-3026.
22. Wohlt J E, Corcione T T and Zajac P K (1998)

Effect of yeast on feed intake and performance of cows fed diets based on corn silage during early lactation. Journal of Dairy Science, 81(5): 1345-1352.

23. Zhang R, Liu J, Jiang L and Mao S (2020) Effect of high-concentrate diets on microbial composition, function, and the VFAs formation process in the rumen of dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 269, 114619.
24. Zebeli Q, Aschenbach J R, Tafaj M, Boguhn J, Ametaj B N and Drochner W (2012) Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. Journal of Dairy Science, 95(3): 1041-1056.