The University of Tehran Press

Iranian Journal of Animal Science

Online ISNN: 2008-4773

Homepage: http:// ijas.ut.ac.ir/

The Supplemental Effect of postbiotic Floresis on Health and Productive Parameters in Holstein Cows

Zahra Rezaei[1], Armin Towhidi[2] ✉, Mahdi Ganjkhanlou[3], Hamid Ghasemzadeh-nava[4]

1. Department of Animal Science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Alborz, Karaj, Iran. Email: Rezaei.zahra@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Alborz, Karaj, Iran. Email: atowhidi@ut.ac.ir
3. Department of Anima Science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran. Email: ganjkhanlou@ut.ac.ir
4. Department of Theriogenology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: hghasem@ut.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 12 June 2025

Received in revised form:

16 July 2025

Accepted: 19 July 2025

Published online: Spring 2026

Keywords:

health, Holstein cows, Floresis postbiotic, milk production, physiological parameters.

ABSTRACT

This study investigated the effects of Floresis postbiotic supplementation on the health and productive performance of Holstein dairy cows. Twenty multiparous Holstein cows (parity ≥2) were randomly allocated to two groups in a completely randomized design: a control group (no postbiotic) and a treatment group receiving 500 g/day of Floresis postbiotic. The experimental period spanned from 21 days prepartum—including a 7-day adaptation period—to 49 days postpartum. Milk and fecal samples were collected at defined intervals (milk: days 3, 14, 28, and 49 postpartum; feces: day 14 prepartum and day 49 postpartum). Production parameters included milk yield and composition (fat, protein, lactose, and somatic cell count). Health indicators included body condition score, body weight, dry matter intake, rectal temperature, respiratory rate, heart rate, fecal score, and fecal coliform counts.

Postbiotic supplementation significantly increased milk yield (30.42 vs. 26.85 kg/day; $P < 0.05$), and improved milk composition, including fat content ($P < 0.01$), protein and lactose percentages and yields ($P < 0.01$), and reduced somatic cell count ($P < 0.01$). Additionally, rectal temperature ($P < 0.01$) and heart rate ($P \leq 0.02$) were improved in the treatment group, suggesting better physiological stability. No significant differences were observed in other measured parameters. These findings indicate that Floresis postbiotic can be a safe and effective supplement for improving the health and productive performance of dairy cows.

Cite this article: Rezaei, Z., Towhidi, A., Ganjkhanlou, M. & Ghasemzadeh-nava, H. (2026). The Supplemental Effect of postbiotic Floresis on Health and Productive Parameters in Holstein Cows. *Iranian Journal of Animal Science*, 57 **(1),** 113-130. DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2025.396007.654079

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2025.396007.654079

Extended Abstract

Introduction

The transition period in dairy cows, spanning from three weeks prepartum to three weeks postpartum, is widely recognized as one of the most critical and challenging phases of the lactation cycle (Grummer, 1995). During this period, cows are highly susceptible to metabolic and infectious disorders, collectively referred to as transition disorders (Goff, 2006), primarily due to negative energy balance, impaired immune function, and gastrointestinal dysbiosis (Jahan et al., 2015; Kang et al., 2025). Additionally, increased intestinal permeability—known as leaky gut syndrome (LGS)—has been implicated in triggering systemic inflammation and metabolic disturbances (Abuajamieh et al., 2016). Nutritional interventions targeting gut microbiota, immune modulation, and energy balance are essential for improving health and productivity during this vulnerable stage. Although probiotics and prebiotics have been extensively studied, their limitations in stability and safety remain concerns (Fernández et al., 2023). In contrast, postbiotics—non-viable microbial cells or their metabolic byproducts—have emerged as promising alternatives, offering greater stability, safety, and a range of health-promoting properties (Salminen et al., 2021; Pimentel et al., 2023; Zhong et al., 2022).

Materials and Methods

This study was conducted as a completely randomized design at the Animal Science Research Farm, University of Tehran. Twenty multiparous Holstein cows (parity ≥2) were randomly assigned to two groups: a control group receiving no *Floresis* postbiotic and a treatment group receiving 500 g/day of *Floresis*. Both groups were fed a common basal diet starting 21 days prepartum, and postbiotic supplementation commenced 14 days before calving. The trial continued until 49 days postpartum. The chemical composition of *Floresis* included 42% dry matter, 3,624 kcal/kg metabolizable energy, and 34% crude protein. Parameters recorded included milk yield and composition, body condition score (BCS), body weight, dry matter intake (DMI), rectal temperature (RT), respiratory rate (RR), heart rate (HR), fecal score, and fecal coliform counts. Data were analyzed using the MIXED procedure in SAS (v9.1), with means compared using Duncan's multiple range test at a significance level of $P<0.05$.

Results

Postbiotic supplementation significantly increased milk yield (30.42 vs. 26.85 kg/day; $P<0.05$), fat-corrected milk (FCM), energy-corrected milk (ECM), and the yields and percentages of fat, protein, and lactose. Somatic cell count and somatic cell score were significantly reduced ($P<0.01$), indicating improved udder health. Rectal temperature and heart rate were also significantly improved ($P<0.01$ and $P\leq0.02$, respectively), suggesting better metabolic and immune stability. However, no significant differences were observed for DMI, body weight, BCS, respiratory rate, or fecal parameters. Additionally, the use of postbiotics may contribute to reduced enteric methane emissions, offering potential environmental benefits (Hristov, 2023).

Conclusion

Supplementation with *Floresis* postbiotic during the transition period significantly enhanced milk production, milk composition, and select health indicators in multiparous Holstein cows. Although some parameters remained unaffected, the findings support the use of postbiotics as a safe and effective alternative to probiotics. Further long-term studies are warranted to optimize dosage strategies and evaluate the extended effects of postbiotic use under various management and environmental conditions.

Acknowledgements

This research was financially supported by Darman Gostar Farzanegan Company (Contract No. 10166530-403) and conducted as part of the Sixth-Type Research Project (No. 54/6/7108017) at the University of Tehran.

Author Contributions

Conceptualization, Investigation, Formal analysis, Software and Writing-original draft, Z.R.; Supervision, Project administration, Conceptualization, Validation, Writing- review and editing, A.T.; Supervision, Validation, M.G.; Writing, review and editing, H.G.N.

Data Availability Statement

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Acknowledgements

This study was financially supported by Darman Gostar Farazangan Company under contract No. 403-10166530 and conducted within the framework of Type VI project of the University of Tehran under project No. 7108017/6/54.

Ethical considerations

All experimental procedures involving animals were approved by the Animal Ethics Committee of the University of Tehran and were conducted in accordance with the approved guidelines.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه علوم دامی ایران، دوره ۵۷، شماره ۱

شاپا الکترونیکی: ۷۹۴۹-۲۴۲۳

Homepage: http://ijas.ut.ac.ir//

اثر افزودن پسابیوتیک فلورسیس بر سلامت و فراسنجه‌های تولیدی در گاوهای هلشتاین ی

زهرا رضائی[۱]، آرمین توحیدی[۲] ✉ | مهدی گنج‌خانلو[۳] | حمید قاسم زاده نوا[۴]

۱. گروه مهندسی علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، البرز، کرج، ایران. رایانامه:Rezaei.zahra@ut.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، البرز، کرج، ایران. رایانامه:atowhidi@ut.ac.ir

۳. گروه مهندسی علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، البرز، کرج، ایران. رایانامه : ganjkhanlou@ut.ac.ir

۴. گروه مامایی و بیماری‌های تولیدمثلی دام، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: hghasem@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۸

تاریخ انتشار: بهار ۱۴۰۵

کلیدواژه‌ها:

پسابیوتیک فلورسیس، تولید شیر، سلامت، فراسنجه‌های فیزیکی، گاو هلشتاین.

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی اثرات افزودن پسابیوتیک فلورسیس بر سلامت و فراسنجه‌های[1] تولیدی گاوهای هلشتاین انجام شد. برای انجام آزمایش تعداد ۲۰ رأس گاو شیری نژاد هلشتاین با میانگین شکم زایش ≤۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی به دو گروه شاهد (بدون پسابیوتیک) و تیمار (دریافت ۵۰۰ گرم پسابیوتیک در روز) تقسیم شدند. دوره آزمایش از ۲۱ روز پیش از زایش (که ۷ روز ابتدایی دوران سازگاری بوده) تا ۴۹ روز پس از زایش ادامه یافت. نمونه گیری از شیر و مدفوع در بازه‌های زمانی مشخص قبل و پس از زایش انجام شد (شیر: روزهای ۲۸،۱۴،۳ و ۴۹ پس از زایش و مدفوع روزهای ۱۴ پیش از زایش و ۴۹ پس از زایش). فراسنجه‌های تولیدی شامل تولید و ترکیب شیر (چربی شیر، پروتئین شیر، سلول‌های سوماتیک و لاکتوز شیر) و فراسنجه‌های سلامت شامل امتیاز وضعیت بدن، وزن بدن، ماده خشک مصرفی، دمای رکتوم، تعداد تنفس، تعداد ضربان قلب و اندازه گیری شاخص‌های فیزیکی و جمعیت میکروبی مدفوع (اسکور و باکتری کلی فرم) بود. نتایج نشان داد که افزودن پسابیوتیک موجب بهبود معنی‌داری در تولید شیر ($P<۰/۰۵$) ۳۰/۴۲ درمقابل ۲۶/۸۵ کیلوگرم در روز، بهبود ترکیبات شیر شامل مقدار چربی ($P < ۰/۰۱$)، درصد چربی ($P < ۰/۰۱$)، مقدار پروتئین ($P < ۰/۰۱$)، درصد پروتئین ($P < ۰/۰۱$) و مقدار لاکتوز ($P < ۰/۰۱$) و همچنین کاهش سلول‌های سوماتیک شیر ($P < ۰/۰۱$) شد. همچنین، بهبود در دمای رکتوم تا حدود ۰/۲ درجه سلسیوس ($P < ۰/۰۱$) و تعداد ضربان قلب تا ۱/۵ ضربه در دقیقه ($P \geq ۰/۰۲$) در گروه تیمار مشاهده گردید. سایر صفات ارزیابی شده تفاوت معنی‌داری را در گروه تیمار نسبت به شاهد نشان ندادند. این مطالعه نشان داد که استفاده از پسابیوتیک فلورسیس می‌تواند در بهبود سلامت و عملکرد گاوهای شیری هلشتاین مؤثر باشد.

استناد: رضائی، زهرا؛ توحیدی، آرمین؛ گنج خانلو، مهدی و قاسم زاده نوا، حمید (۱۴۰۵). اثر افزودن پسابیوتیک فلورسیس بر سلامت و فراسنجه‌های تولیدی در گاوهای هلشتاین. *نشریه علوم دامی ایران*، ۵۷ (۱)، ۱۳۰-۱۱۳. DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2025.396007.654079

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2025.396007.654079

1. postbiotic

مقدمه

دوره انتقال ، که به سه هفته پیش از زایمان تا سه هفته پس از زایمان اطلاق می‌گردد (Grummer, 1995)، یکی از چالشی‌ترین مراحل در طول چرخه شیردهی می‌باشد. در این مدت، گاوها بیشتر از هر زمان مستعد ابتلا به بیماری‌های متابولیک و عفونی هستند که بیماری‌ها یا اختلالات انتقالی نامیده می‌شود. ایمنی ذاتی و اکتسابی گاو در طول دوره انتقال به چالش کشیده می‌شود و سبب افزایش حساسیت به بیماری می‌گردد (Goff, 2006). درگاوهای دوره انتقال و تازه زا شرایط تضعیف سیستم دفاعی بدن مهیا می‌شود. توام شدن افزایش شرایط التهابی و تضعیف سیستم ایمنی در دوره انتقال، دام را مستعد کاهش سلامت عمومی، تولید و ترکیبات شیر می‌نماید (Jahan et al., 2015). مهم‌ترین دلایل افزایش التهابات گوارشی و تضعیف ایمنی در این دوره تعادل منفی انرژی به‌دلیل کاهش میزان انرژی و مواد مغذی دریافتی نسبت به نیاز دام، افزایش بیماری‌های متابولیکی نظیر اسیدوز و کتوز و همچنین تغییر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش می‌باشد که سد دفاعی دام را در مقابل عوامل بیماری‌زای میکروبی و متابولیکی ضعیف می‌کند (Kang et al., 2025). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که نفوذپذیری بیش از حد روده ممکن است در بروز التهاب سیستمیک دستگاه گوارش و اختلال در تنظیم سوخت‌وساز نقش داشته باشد. به‌طور خاص، گاوهای مبتلا به کتوز، حتی در غیاب دیگر بیماری‌های رایج مانند متریت و ورم پستان، دارای سطوح بالاتری از اندوتوکسین لیپوپلی‌ساکارید در گردش خون خود پیش از زایمان بوده‌اند. پس از زایش نیز، این گاوها افزایش قابل توجهی در پروتئین‌های فاز حاد مانند پروتئین باند شونده به لیپوساکارید ، سرم آمیلوئید آ و هاپتوگلوبین نشان داده‌اند، که[4]نشانگر فعال‌سازی ایمنی به دنبال عبور لیپوپلی‌ساکارید از روده است.

این یافته‌ها نشان می‌دهند که روده نشت‌پذیر می‌تواند یک منبع مهم التهاب در این دوران بحرانی باشد، به‌ویژه زمانی که دیگر منابع لیپوپلی‌ساکاریدی (مانند باکتری‌های رحم یا پستان) غایب‌اند (Abuajamieh et al., 2016). لذا در این دوره به کارگیری هر عاملی که سبب بهبود تعادل منفی انرژی، بهبود جمعیت میکروبی دستگاه گوارش (افزایش باکتری‌های مفید) و بهبود سیستم ایمنی حیوان گردد، ضروری است (Esposito et al., 2014). مدت‌هاست استفاده از افزودنی‌های طبیعی مانند پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها به منظور بهبود سلامت دام مورد توجه قرار گرفته است، اما چالش‌هایی مانند ناپایداری میکروارگانیسم‌های زنده و امکان انتقال ژن‌های مقاوم به آنتی بیوتیک، محدودیت‌هایی را ایجاد می‌کند (Fernández et al., 2023). اما اخیراً پسابیوتیک‌ها که ترکیبات غیرزنده حاوی متابولیت‌ها یا اجزای سلولی میکروارگانیسم‌ها (شامل پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها) هستند معرفی شده‌اند که ضمن پایداری بیشتر در نگهداری و در برابر هضم، دارای اثرات ضدالتهابی و تعدیل کنندگی ایمنی هستند و قابلیت بروز اثرات سلامت‌بخش در میزبان را دارند (Pimentel et al., 2023). پسابیوتیک‌ها به‌عنوان ترکیبات زیست‌فعال حاصل از فرایند متابولیک یا تخریب پروبیوتیک‌ها شناخته شده‌اند که شامل اجزای سلولی غیرزنده (مانند پپتیدها، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، و لیپوپلی‌ساکاریدها) و متابولیت‌های میکروبی (مانند ویتامین‌ها و آنزیم‌ها) هستند (Salminen et al., 2021). پسابیوتیک‌ها به‌دلیل غیر زنده بودن محدودیت‌هایی نظیر امکان انتقال ژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها را با خود به‌همراه ندارند (Zhong et al., 2022). از سویی دیگر پسابیوتیک‌ها با قابلیت خوشخوراکی خود باعث تحریک مصرف ماده خشک شده و توازن منفی انرژی در گاوهای اوایل دوره شیردهی را بهبود می‌دهند (Zhong et al., 2022). همچنین می‌توانند بخشی از کمبود انرژی جیره را همراه با تضمین سلامت شکمبه تامین کنند. این ترکیبات به دلیل پایداری در شرایط محیطی و ایمنی بالا، به عنوان جایگزین یا مکمل پروبیوتیک‌ها در صنعت دامپروری مورد توجه قرار گرفته‌اند. مطالعات متعددی به بررسی اثرات پسابیوتیک‌ها بر سلامت و عملکرد گاوهای شیری پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، تحقیقاتی نشان داده‌اند که استفاده از محصولات تخمیر شده ساکارومایسزسرویزیه می‌تواند به تثبیت جمعیت میکروبی شکمبه در شرایط اسیدوز تحت حاد

1. Close up
2. Leaky Gut Syndrome
3. lipopolysaccharide-binding protein
4. serum amyloid A
5. Probiotics
6. Prebiotic

کمک کند و از کاهش تنوع میکروبی جلوگیری نماید. این محصولات با افزایش جمعیت باکتری‌های فیبرولیتیک و مصرف‌کننده لاکتات، به بهبود تعادل میکروبی شکمبه کمک می‌کنند (Khalouei et al., 2020).

در گاو شیری، پسابیوتیک‌ها با تأثیر بر سلامت دستگاه گوارش، بهبود عملکرد سیستم ایمنی و کاهش تنش اکسیداتیو، نقش کلیدی در افزایش بهره‌وری و کاهش بیماری‌ها ایفا می‌کنند (Aguilar-Toalá et al., 2020). همچنین، استفاده از پسابیوتیک‌ها می‌تواند به بهبود وضعیت ایمنی و متابولیکی گاوهای شیری کمک کند. مطالعاتی نشان داده‌اند که مصرف محصولات تخمیر شده ساکارومایسزسرویزیه می‌تواند به کاهش نشانگرهای التهابی مانند هاپتوگلوبین و سرولوپلاسمین، و افزایش غلظت گلوکز و کلسیم پلاسما منجر شود (Yuan et al., 2015). در زمینه سلامت پستان وکاهش شمار سلول‌های سوماتیک[1] ، نشان داده شده است که مصرف پسابیوتیک‌های خاصی مانند سافمانان[2] می‌تواند به کاهش شمار سلول‌های سوماتیک در گاوهای شیری تحت شرایط تنش‌زا کمک کند (Aung et al., 2020). در مطالعه‌ای که توسط ویسنته و همکاران (۲۰۲۴) انجام شد، تأثیر مکمل‌سازی جیره گاوهای شیری با پسابیوتیک‌ها در دوره انتقال (۳۰ روز پیش از زایش تا ۶۰ روز پس از زایش) بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از پسابیوتیک‌ها منجر به افزایش مصرف ماده خشک، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و افزایش تولید شیر شد. همچنین، غلظت ایمونوگلوبولین‌های کلستروم در گاوهای دریافت‌کننده پسابیوتیک‌ها افزایش یافت، که نشان‌دهنده تقویت سیستم ایمنی آن‌ها بود (Vicente et al., 2024).

در دهه‌ی اخیر، استفاده از پروبیوتیک‌ها و پسابیوتیک‌ها به‌عنوان مکمل‌های تغذیه‌ای در دام‌ها، به‌ویژه در گاو شیری، توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است. بنابراین ضرورت انتخاب بهترین گزینه به جهت بهره‌وری از میان این مکمل‌های تغذیه‌ای بیش از پیش لازم به‌نظر می‌رسد. لذا هدف از این پژوهش، ارزیابی اثرات پسابیوتیک فلورسیس (بعنوان یک ترکیب فناور تازه تولید شده در صنعت داخلی) بر سلامت و فراسنجه‌های عملکردی و تولیدی در گاوهای هلشتاین می‌باشد.

روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی روی ۲۰ راس گاو شیری نژاد هلشتاین و از شکم زایش دوم به بالا در مزرعه تحقیقاتی علوم دامی دانشگاه تهران انجام شد. آزمایش از اوایل شهریور ماه ۱۴۰۳ آغاز شد و تا اواسط بهمن همان سال ادامه یافت. گاوها به طور تصادفی در هر تیمار و در جایگاه انفرادی قرار گرفتند که شامل تعداد ۱۰ راس در گروه شاهد با میانگین وزن ۶۸۹ کیلوگرم، میانگین امتیاز وضعیت بدنی ۳/۴۶ و میانگین شکم زایش ۲/۹ و تعداد ۱۰ راس در گروه تیمار با میانگین وزن ۷۰۱ کیلوگرم، میانگین امتیاز وضعیت بدنی ۳/۵۷ و میانگین شکم زایش ۲/۹ بود. از ۲۱ روز پیش از زایش هر دو گروه جیره پایه دریافت کردند. دو گروه آزمایشی شامل گروه تیمار مکمل فلورسیس را به میزان ۵۰۰ گرم در روز و گروه شاهد (بدون مکمل فلورسیس) به‌همراه مقدار ۵۰۰ گرم سرک، جهت تعادل مواد مغذی (انرژی و پروتئین) دریافت کردند که این مقدار از روز ۱۴ پیش از زایش، به جیره پایه گاوهای شیری اضافه گردید. طول دوره آزمایش از ۲۱ روز پیش از زایش تا ۴۹ روز پس از زایش در نظر گرفته شد. پسابیوتیک فلورسیس محصولی حاوی باکتری لاکتوباسیلوس کشته شده، دیواره مخمر، مانان، الیگوساکارید، بتاگلوکان و متابولیت‌هایی شامل اسیدلاکتیک، موادمعدنی و ویتامین‌های گروه ب می‌باشد. فرمول و آنالیز سرک شاهد و پسابیوتیک فلورسیس در جدول شماره ۱ آمده است:

جدول ۱. فرمول سرک و مکمل فلورسیس اضافه شده به جیره پایه

ماده مغذی	میزان (گرم)	
	گروه شاهد	گروه تیمار
کنجاله سویا	۱۷۵	۰
ملاس	۳۲۵	۰
مکمل فلورسیس*	۰	۵۰۰
مقدار مصرف به ازای هر راس در روز (گرم)	۵۰۰	۵۰۰

* میزان ماده خشک، انرژی و پروتئین مکمل فلورسیس به ترتیب ۴۲٪، ۳۶۲۴ کیلوکالری/کیلوگرم و ۳۴٪ می‌باشد.

1. Somatic cell count
2. Safmannan

صفات اندازه گیری شده

شاخص‌های عملکردی و تولیدی: فراسنجه‌های تولید شیر (چربی شیر، پروتئین شیر، شمار سلول‌های سوماتیک و لاکتوز شیر)، امتیاز وضعیت بدن ، وزن بدن و ماده خشک مصرفی[1] بررسی گردید. شیر طی روزهای ۳ تا ۴۹ جمع‌آوری و مقدار تولید مجموع دو نوبت شیردوشی برای هر گاو بصورت روزانه ثبت شد. نمونه‌های شیر در روز ۳، ۱۴، ۲۸ و ۴۹ بعد زایش، از هر گاو بصورت فردی با استفاده از ظروف حاوی دی کرومات پتاسیم جمع‌آوری گردید و جهت آنالیز ترکیبات مورد استفاده قرار گرفت.

فراسنجه‌های سلامت شامل دمای رکتوم که از طریق مقعد توسط دماسنج دامپزشکی اندازه‌گیری شد، تعداد تنفس بوسیله آینه و همچنین حرکت قفسه سینه به مدت ۶۰ ثانیه و تعداد ضربان قلب توسط گوشی دامپزشکی به مدت ۶۰ ثانیه (سمت چپ قفسه سینه پشت آرنج چپ بین دنده‌ها) در روز۱۴ قبل زایش، ۳، ۱۴، ۲۸ و ۴۹ پس از زایش اندازه‌گیری گردید و فراسنجه‌های مدفوع: شامل اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی مدفوع (که به‌صورت چشمی اندازه‌گیری و امتیازدهی شد) همچنین جمعیت میکروبی مدفوع (باکتری کلی‌فرم) براساس پروتکل آزمایشگاه نمونه‌برداری از مدفوع بوسیله فالکن‌های استریلیزه و رقیق سازی آن در سرم فیزیولوژیک در دو نوبت روز ۱۴پیش از زایش و روز ۴۹ پس از زایش بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این آزمایش تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس طرح کاملاً تصادفی و طبق مدل زیر با استفاده از رویه Mixed انجام شد. همچنین تمامی داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار آماری SAS[2] نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌های هر فراسنجه با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

رابطه ۱)

$$Yijk= \mu+ Ai + Bj + ABij + eAijk + eBij$$

اجزای مدل شامل: Y_{ijk}: مشاهده مربوط به تیمار i و زمان اندازه‌گیری j در تکرارkام؛ μ: اثر ثابت میانگین کل؛ Ai: اثر ثابت تیمار i؛ Bj: اثر ثابت زمان اندازه‌گیری j؛ ABij: اثر ثابت متقابل تیمار i و زمان اندازه‌گیریj ؛ e_{Aijk}: اشتباه اصلی (شامل دام در داخل تیمار)؛ e_{Bijk}: اشتباه فرعی (اثرات باقیمانده مدل).

یافته‌های پژوهش و بحث

نتایج داده‌های مربوط به شیر و ترکیبات آن بصورت کلی در جدول شماره ۲ ارائه شده است و نشان می‌دهد که تحت تاثیر مثبت تیمار آزمایشی مقدار تولید شیر، میانگین تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی شیر، میانگین شیر تصحیح شده بر اساس انرژی، مقدار چربی، پروتئین، لاکتوز شیر، درصد پروتئین و درصد لاکتوز شیر افزایش معنی‌دار و تعداد سلول‌های بدنی کاهش یافت (نمودارهای شماره ۱ تا ۱۱). با توجه به تکیه نویسندگان بر اعلام دقیق و صحیح نتایج با وجود انتظار کاهش درصد چربی شیر نسبت به افزایش میزان تولید شیر به نظر می‌رسد ذکر این نکته حائز اهمیت است که داده‌ها بصورت میانگین اعلام شده و از طرفی عدم تغییر درصد چربی شیر با وجود افزایش نسبی تولید شیر بویژه در فصل زمستان منافاتی ندارد و همچنین مقدار چربی شیر افزایش یافته که این مطلب نیز عدم تغییر درصد چربی شیر را توجیه می‌نماید. نتایج آزمایش حاضر با گزارشات دیگر محققین مطابقت داشت که در آن آزمایش افزایش تولید، پروتئین، لاکتوز به‌همراه کاهش درصد چربی شیر گزارش شده بود (Khosravi Al Hosseini et al., 2024; Vicente et al., 2024). در مقابل اما مطالعه دیگر توسط دن و همکاران که اثرات مخمر ساکارو‌ماسیز سرویزیه بر رفتار تغذیه‌ای و فاکتورهای تولید شیر در گاوهای شیری جرسی در دوره انتقال را بررسی نمودند نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تیمار و شاهد درمورد مقدار و ترکیبات شیر مشاهده نشد (Dann et al., 2000). همچنین یوان و همکاران مشابه همین تحقیق را برروی گاوهای هلشتاین در دوره انتقال بررسی نمودند که نتایج آن‌ها برخلاف

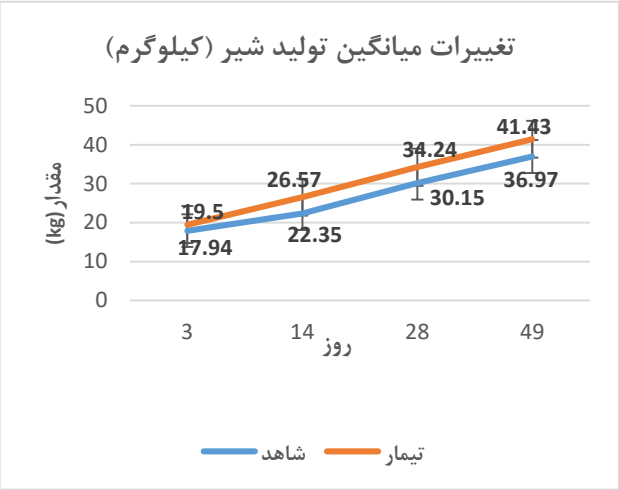
1. Body Condition Score
2. SAS 9.1 Documentation

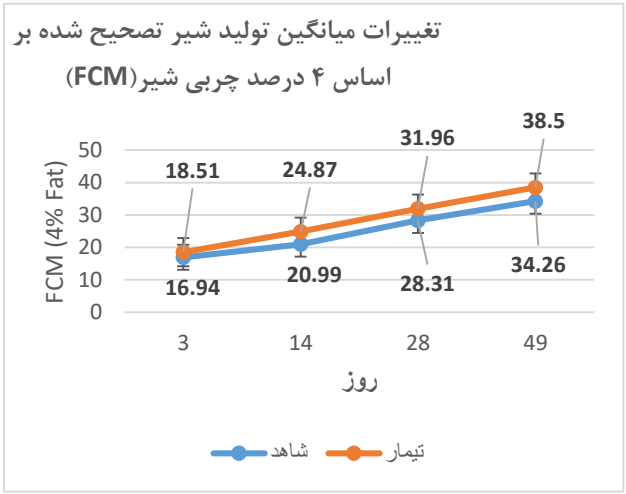
نتایج این تحقیق نشان دهنده عدم تاثیرپذیری مقدار تولید شیر و افزایش درصد چربی شیر از تیمار پسابیوتیک می‌باشد (Yuan et al., 2015). به نظر می‌آید تفاوت در برخی نتایج ممکن است ناشی از وابستگی به میزان مصرف[1] و نوع پسابیوتیک و یا مرحله شیردهی باشد. همچنین در شرایط آزمایشی تفاوت وجود دارد و عدم معنی‌داری ممکن است ناشی از آن باشد. درواقع، برای تاثیر پسابیوتیک بر ترکیبات شیر نتایج مختلفی وجود دارد. جو و همکاران نشان دادند که پسابیوتیک‌های حاصل از تخمیر ساکارومایسزسرویزیه می‌توانند جمعیت میکروبی مایع شکمبه را در گاوهای شیری در معرض اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای تثبیت کنند. این تثبیت جمعیت میکروبی که از طریق تامین متابولیت‌های عملکردی، تقویت باکتری‌های تخمیر کننده فیبر، حفظ ساختار شبکه میکروبی و حفظ عملکرد متابولیکی میکروب‌ها صورت می‌گیرد، می‌تواند به بهبود سلامت گوارشی و افزایش بهره‌وری دام‌ها کمک کند (Guo et al., 2024). از علل احتمالی تاثیر تیمار آزمایشی بر تولید شیر و ترکیبات آن ممکن است بهبود سلامت روده و جذب مواد مغذی از طریق اسیدهای چرب کوتاه زنجیر باشد. پسابیوتیک‌ها حاوی اسیدهای استیک، پروپیونیک، و بوتیریک هستند که به عنوان منبع انرژی برای سلول‌های پوششی روده (انتروسیت ها) عمل می‌کنند (Plaizier ĕt al., 2005). این اسیدها با تقویت یکپارچگی سد روده، جذب مواد مغذی (مانند کلسیم، منیزیم، و اسیدهای آمینه) را بهبود می‌بخشند. افزایش جذب مواد مغذی، انرژی بیشتری را برای سنتز شیر فراهم می‌کند (Fukumori et al., 2022). همچنین ترکیبات ضدالتهابی مانند پپتیدهای زیست‌فعال در پسابیوتیک‌ها، التهاب روده را کاهش می‌دهند. التهاب مزمن با کاهش مصرف انرژی مرتبط است، بنابراین کاهش آن انرژی بیشتری را به تولید شیر اختصاص می‌دهد. همچنین پسابیوتیک‌ها ممکن است از طریق تنظیم سیستم ایمنی، بهبود عملکرد شکمبه، کاهش تنش اکسیداتیو و تاثیر بر هورمون‌های مرتبط با شیردهی بر افزایش تولید شیر تاثیرگذار باشد (Kotsampasi et al., 2024; Xu et al., 2017). علاوه بر این، مطالعات میدانی در مزارع گاو شیری ایتالیا نشان داده‌اند که مکمل‌سازی جیره با پسابیوتیک منجر به بهبود هضم فیبر و افزایش تولید شیر شده است. در یک مطالعه آزمایشگاهی با ۱۲ گاو شیری نژاد فریزین، استفاده از این پسابیوتیک باعث افزایش معنی‌دار تولید شیر و محتوای چربی و پروتئین آن شد (Frizzo et al., 2018; Vicente et al., 2024).

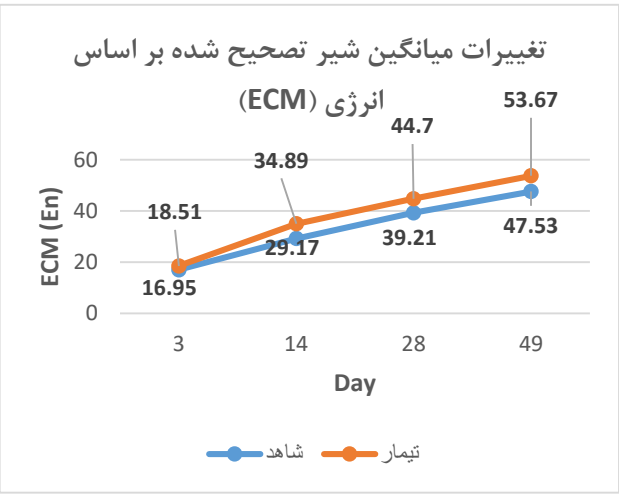
جدول۲. اثر افزودن پسابیوتیک فلورسیس بر فراسنجه‌های تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیری هلشتاین

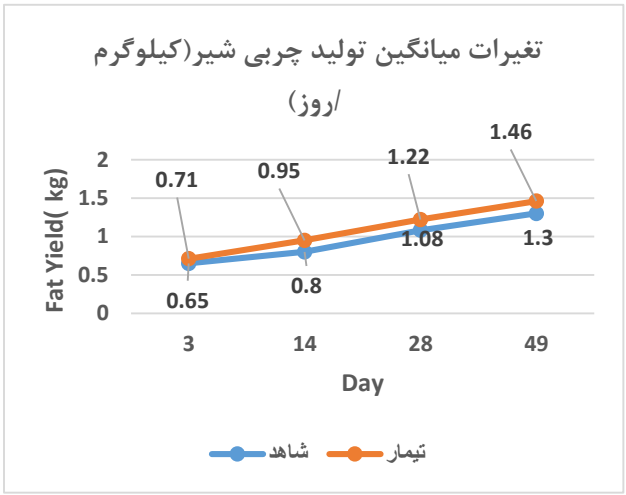
فرا سنجه مورد ارزیابی	میانگین گروه آزمایشی		ماهیت تغییر	معنی‌داری (P-Value)
	بدون فلورسیس	با فلورسیس		
شیر تولیدی (کیلوگرم در روز)	۲۶/۸۵	۳۰/۴۳	↑	<۰/۰۱
شیر تصحیح شده براساس چربی (کیلوگرم در روز)[2]	۲۵/۱۲	۲۸/۴۶	↑	<۰/۰۱
شیر تصحیح شده براساس انرژی (کیلوگرم در روز)[3]	۳۴/۸۹	۳۹/۸۱	↑	<۰/۰۱
چربی شیر (کیلوگرم در روز)	۰/۹۵	۱/۰۸	↑	<۰/۰۱
پروتئین شیر (کیلوگرم در روز)	۰/۹۴	۱/۱۰	↑	<۰/۰۱
لاکتوز شیر (کیلوگرم در روز)	۱/۰۳	۱/۲۲	↑	<۰/۰۱
چربی شیر (درصد)	۳/۵۸	۳/۵۸	–	ns
پروتئین شیر (درصد)	۳/۵۵	۳/۶۳	↑	<۰/۰۱
لاکتوز شیر (درصد)	۳/۸۴	۴/۰۰	↑	<۰/۰۱
تعداد سلول‌های بدنی (SCC*105/ml)	۱/۷۸	۱/۰۶	↓	<۰/۰۱
امتیاز سلول‌های بدنی[4]	۳/۶۷	۲/۹۹	↓	<۰/۰۱

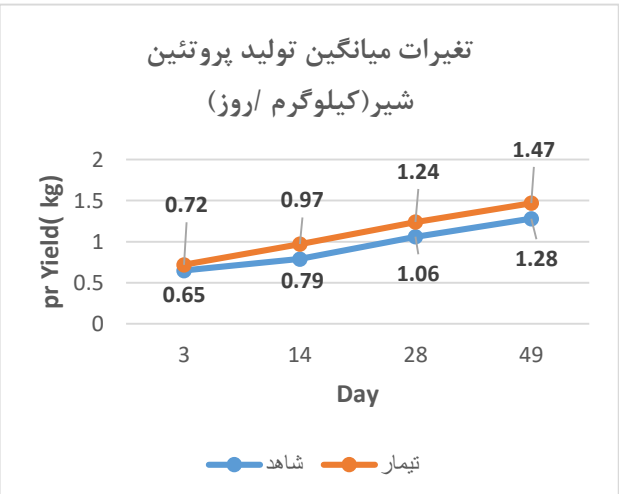
1. Dose
2 Enterocyte

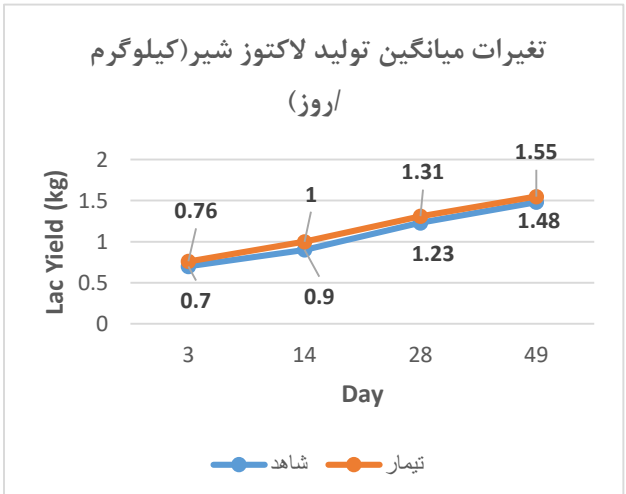

تغییرات میانگین تولید شیر (کیلوگرم)
مقدار (kg)
50
40
30
20
10
0
19.5
17.94
26.57
22.35
34.24
30.15
41.43
36.97
3
14
28
49
روز
شاهد
تیمار

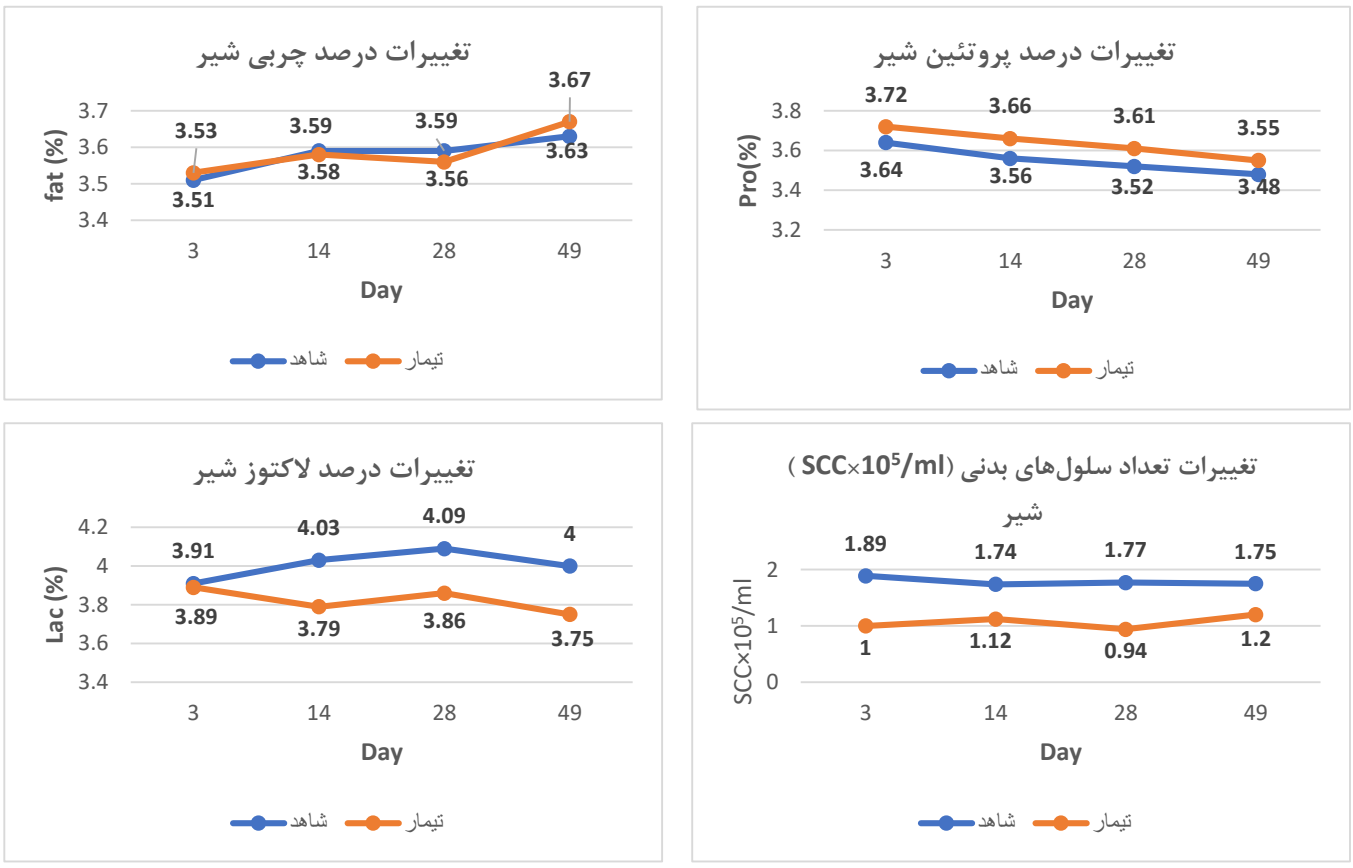

تغییرات میانگین تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی شیر(FCM)
FCM (4% Fat)
50
40
30
20
10
0
18.51
16.94
24.87
20.99
31.96
28.31
38.5
34.26
3
14
28
49
روز
شاهد
تیمار


تغییرات میانگین شیر تصحیح شده بر اساس انرژی (ECM)
ECM (En)
60
40
20
0
18.51
16.95
34.89
29.17
44.7
39.21
53.67
47.53
3
14
28
49
Day
شاهد
تیمار

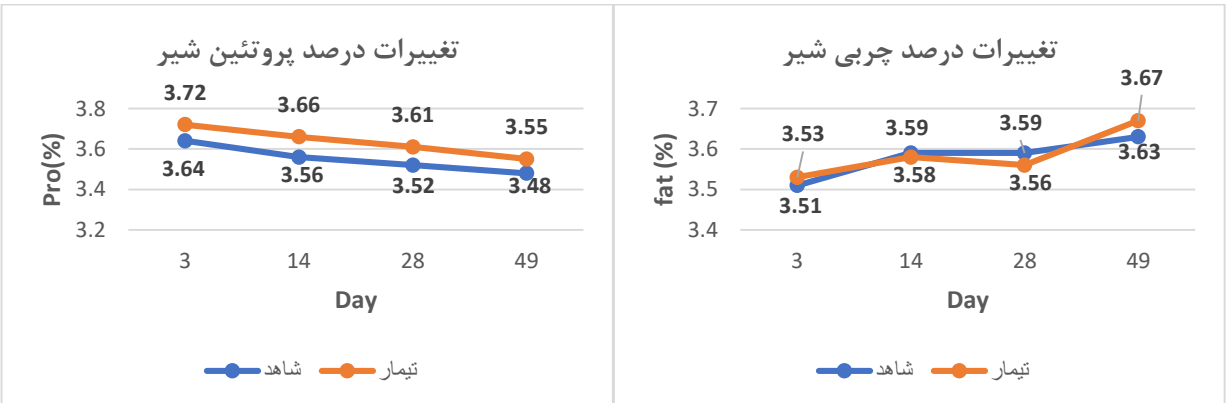

تغیرات میانگین تولید چربی شیر(کیلوگرم /روز)
Fat Yield(kg)
2
1.5
1
0.5
0
0.71
0.65
0.95
0.8
1.22
1.08
1.46
1.3
3
14
28
49
Day
شاهد
تیمار


تغیرات میانگین تولید پروتئین شیر(کیلوگرم /روز)
pr Yield(kg)
2
1.5
1
0.5
0
0.72
0.65
0.97
0.79
1.24
1.06
1.47
1.28
3
14
28
49
Day
شاهد
تیمار


تغیرات میانگین تولید لاکتوز شیر(کیلوگرم /روز)
Lac Yield (kg)
2
1.5
1
0.5
0
0.76
0.7
1
0.9
1.31
1.23
1.55
1.48
3
14
28
49
Day
شاهد
تیمار



شکل ۱. نمودارهای اثر افزودن پسابیوتیک فلورسیس بر فراسنجه‌های تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیری هلشتاین



نتایج داده‌های مربوط به ماده خشک مصرفی، وزن بدن، امتیاز بدنی، دمای رکتوم، تعداد تنفس، ضربان قلب، اسکور مدفوع و تعداد کلی‌فرم (بصورت جامع و خلاصه) در جدول شماره ۳ و نمودارهای ۱۲ تا ۱۹ (بصورت موردی) ارائه شده است. مصرف خوراک در آزمایش حاضر تحت تاثیر تیمار آزمایش قرار نگرفت (P>۰/۰۵). هم‌راستا با این تحقیق در مطالعه دیگری نیز گزارش شده است که پسابیوتیک‌ها بیشتر بر سلامت عمومی و عملکرد سیستم ایمنی تأثیر می‌گذارند، اما تأثیر قابل توجهی بر ماده خشک مصرفی ندارند (Goetz et al., 2023). همچنین نتایج آزمایش رث–نایت نشان داد که استفاده از پسابیوتیک‌های حاصل از مخمرها در جیره گاوهای هلشتاین، تأثیر قابل توجهی بر ماده خشک مصرفی نداشت (Raeth-Knight et al., 2007). از طرف دیگر در مقابل نتایج آزمایش ما، ویسنته و همکاران گزارش کردند که استفاده از پسابیوتیک‌ها در جیره گاوهای شیری، موجب افزایش معنی‌دار ماده خشک مصرفی شد (Vicente et al., 2024). استفاده از لیزیست‌های باکتریایی مانند لیزیست لاکتوباسیلوس لاکتیس در مطالعات بالینی، شیوع ورم‌پستان تحت‌بالینی را تا ۳۰٪ کاهش داده است (Grgurevic et al., 2016). طبق یک مطالعه‌ی اخیر مشخص شده پسابیوتیک‌ها همچنین با مهار فعالیت متانوژن‌های شکمبه، تولید متان را تا ۲۰٪ کاهش می‌دهند که می‌تواند نقش مهمی در کاهش ردپای کربن دامپروری ایفا کند (Hristov, 2023). براساس نتایج داده‌های مربوط به وزن بدن میانگین افزایش وزن در روزهای نمونه‌گیری تحت تاثیر مصرف پسابیوتیک قرار نگرفت (P>۰/۰۵) و تنها فراسنجه زمان معنی‌دار بود. چنین استنباط می‌شود که مصرف پسابیوتیک به تنهایی نتوانسته است تغییرات معنی‌داری در وزن گاوهای شیری ایجاد کند و تأثیر پسابیوتیک‌ها بر وزن گاوها ممکن است به عواملی مانند میزان مصرف، نوع پسابیوتیک و مدت زمان استفاده وابسته باشد. نتایج آزمایش حاضر با نتایج دایاس و همکاران مطابقت دارد که نشان داد که پسابیوتیک‌ها اثر قابل توجهی بر وزن گاوهای شیری نداشتند (Dias et al., 2022). این ممکن است به دلیل تکامل سیستم گوارشی و میکروبیوم پایدار در گاوهای بالغ باشد. نتایج داده‌های مربوط به امتیاز بدنی نشان می‌دهد که امتیاز وضعیت بدنی تحت تاثیر مصرف پسابیوتیک قرار نگرفت (P>۰/۰۵). به نظر می‌رسد که هم راستا با گزارش گورکا و همکاران بسته به نوع پسابیوتیک، میزان مصرف، مدت زمان آزمایش و یا فیزیولوژی گاو نتایج متفاوتی از تغییرات امتیاز بدنی گاوهای مورد ازمایش بروز خواهد کرد (Górka et al., 2018). نتایج ما نشان داد که دمای رکتوم تحت تاثیر تیمار آزمایشی قرار گرفته است و با اینکه دمای رکتوم در هر دو گروه شاهد و تیمار در محدوده نرمال است اما گروه تیمار وضعیت نسبتاً بهتر (نزدیک‌تر به آستانه نرمال) را دارا بود. دمای رکتوم شاخصی از دمای مرکزی بدن است و تغییرات آن می‌تواند نشان‌دهنده تغییرات در متابولیسم، التهاب یا پاسخ ایمنی باشد. کاهش دمای رکتوم ممکن است نشان‌دهنده کاهش التهاب یا بهبود تنظیم حرارتی بدن و بهبود پاسخ ایمنی باشد. قبلا گزارش شده است که پسابیوتیک‌ها با تعدیل جمعیت میکروبی روده، تولید سیتوکین‌های التهابی (مانند IL-6, TNF-α) را کاهش می‌دهند (Yan et al., 2024). مطالعه‌ای که توسط دای و همکاران گزارش شده است، نشان داده که استفاده از محصولات پسابیوتیکی حاصل از تخمیر ساکارومایسزسرویزیه می‌تواند به بهبود سلامت پستان، کاهش التهاب و تقویت پاسخ ایمنی در گاوهای شیری کمک کند. این اثرات مثبت نه تنها به بهبود سلامت پستان منجر شد، بلکه تأثیرات مثبتی بر سلامت کلی دام‌ها، از جمله بهبود عملکرد تولیدمثلی و کاهش بروز بیماری‌های گوارشی و تنفسی داشت (Dai et al., 2024). پسابیوتیک‌ها از طریق تعدیل میکروبیوم روده و تقویت سد اپی‌تلیال روده، جذب مواد مغذی را بهبود می‌بخشند. مطالعات نشان می‌دهد اسیدهای چرب کوتاه زنجیر مانند بوتیرات، با تأمین انرژی برای سلول‌های اپیتلیال روده، یکپارچگی مخاط روده را حفظ کرده و نفوذپذیری آن را کاهش می‌دهند (Fukumori et al., 2022). این فرایند در گاوهای شیری منجر به کاهش غلظت اندوتوکسین‌ها (مانند لیپوپلی‌ساکارید) در خون و پیشگیری از بیماری‌های متابولیک مانند کتوز می‌شود (Plaizier et al., 2005). همچنین، پسابیوتیک‌ها با فعال‌سازی گیرنده‌های شبه تول در سلول‌های ایمنی، پاسخ‌های ضدالتهابی را تنظیم و مقاومت در برابر پاتوژن‌هایی مانند ایکلای[5]و سالمونلا[6]را افزایش می‌دهند

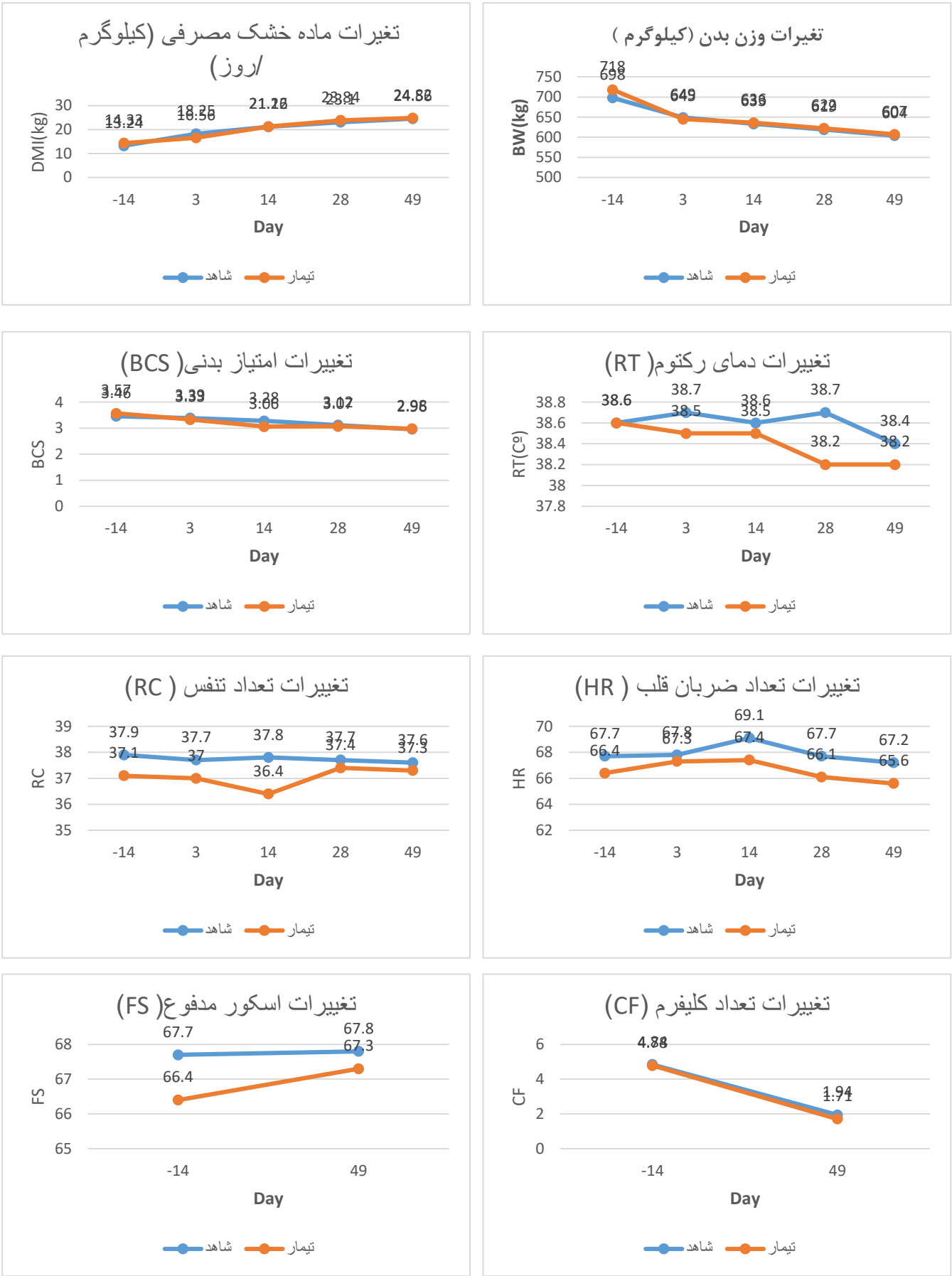
1. Dry Matter Intake
2. Bacterial lysis
3. Lactococcus lactis
4. Toll-like receptors
5. E.coli
6. Salmonella

(Tsilingiri et al., 2012). تعداد تنفس نیز تحت تاثیر مصرف پسابیوتیک قرار نگرفت. نتایج آزمایش حاضر با نتایج دیگر محققین از جمله بدفورد و همکاران در یک راستا بود که گزارش کردند پسابیوتیک‌ها تأثیر قابل توجهی بر تنفس ندارند، اما بر شاخص‌های التهابی و متابولیکی مؤثر بودند و یا برخی مطالعات نشان داده‌اند که پسابیوتیک‌ها بیشتر بر سیستم گوارش و ایمنی تأثیر می‌گذارند و ممکن است تأثیر مستقیمی بر فراسنجه‌های تنفسی نداشته باشند (Bedford & Gong, 2018). به عنوان مثال، مطالعاتی که بر روی پروبیوتیک‌ها و پسابیوتیک‌ها انجام شده است، معمولاً تغییرات معنی‌داری در تعداد تنفس گزارش نکرده‌اند. به نظر می‌رسد که اثرات پسابیوتیک‌ها ممکن است به میزان مصرف و مدت زمان استفاده بستگی داشته باشد و یا تفاوت در شرایط آزمایشگاهی و میدانی مانند شرایط محیطی، تنش‌های گرمایی، یا وضعیت سلامت گاوها ممکن است در نتایج تأثیر بگذارد. اگر گاوهای مورد آزمایش تحت تنش تنفسی نباشند، ممکن است پسابیوتیک‌ها تأثیر قابل‌توجهی بر تعداد تنفس نداشته باشند. نتایج داده‌های مربوط به ضربان قلب هم نشان می‌دهد که ضربان قلب تحت تاثیر تیمار آزمایشی قرار گرفته است ($P \leq ۰/۰۲$). ضربان قلب پایین‌تر ممکن است نشان‌دهنده کاهش تنش متابولیک یا بهبود تعادل انرژی باشد. پسابیوتیک‌ها با بهبود جذب مواد مغذی و کاهش التهاب، بار کاری قلب را کاهش می‌دهند. رودریگز و همکاران در ازمایش خود گزارش کردند که مکمل‌های پسابیوتیک می‌تواند فشار خون سیستولیک، دیاستولیک و همچنین ضربان قلب را در موش‌های مبتلا به پرفشاری خون کاهش دهند که این می تواند ناشی از تاثیر بر سیستم عصبی خودمختار باشد (Rodríguez-Figueroa et al., 2013). همچنین در تضاد با نتایج ما سویهارتو و همکاران گزارش کردند که در برخی موارد، پسابیوتیک‌ها ممکن است با تحریک سیستم ایمنی، موقتاً ضربان قلب را افزایش دهند (مثلاً در فاز اولیه مصرف). همچنین، تفاوت‌های نژادی گاوها یا میزان مصرف پسابیوتیک استفاده شده می‌تواند نتایج را تحت تأثیر قرار دهد (Sugiharto et al., 2018). مبتنی بر نتایج بدست آمده، اسکور مدفوع و تعداد کلی‌فرم در هر دو زمان نمونه برداری تحت تأثیر تیمار آزمایشی قرار نگرفتند ($P>۰/۰۵$). در یک مطالعه توسط پاین و همکاران، مرور سیستماتیک اثرات خانواده‌های اصلی مدولاتورها (شامل پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، سین‌بیوتیک‌ها، پست‌بیوتیک‌ها، فیتوژنیک‌ها، و اسیدهای آلی) بر عملکرد تولیدی و میکروبوتای گوارشی در طیور، خوک‌ها، و نشخوارکنندگان بررسی شد. آن‌ها مقالات علمی تا سال ۲۰۲۳ بررسی و تحلیل کردند. یکی از نتایج این بود که پسابیوتیک‌ها تأثیر قابل توجهی بر اسکور مدفوع نداشتند (Payen et al., 2023). عدم تأثیر پسابیوتیک بر تعداد کلی‌فرم و اسکور مدفوع ممکن است به دلایلی مانند میزان مصرف (ممکن است میزان مصرف پسابیوتیک استفاده شده بهینه نبوده یا برای تأثیر بر جمعیت میکروبی روده کافی نبوده است) یا مدت زمان مصرف (دوره مصرف ممکن است برای ایجاد تغییرات معنی‌دار در جمعیت میکروبی روده کافی نبوده باشد) و همچنین شرایط آزمایش (شامل عوامل محیطی، تغذیه‌ای و غیره) باشد.

جدول۳. اثر افزودن پسابیوتیک فلورسیس بر فراسنجه‌های سلامت در گاوهای شیری هلشتاین

فرا سنجه مورد ارزیابی	میانگین گروه آزمایشی		ماهیت تغییر	معنی‌داری (P-Value)
	بدون فلورسیس	با فلورسیس		
ماده خشک مصرفی	۲۰/۰۶	۲۰/۲۱	↑	ns
وزن بدن	۶۴۰/۸۰	۶۴۶/۱۰	↑	ns
امتیاز بدنی	۳/۲۴	۳/۱۹	↓	ns
دمای رکتوم	۳۸/۶۰	۳۸/۴۰	↓	<۰/۰۱
تعداد تنفس	۳۷/۷۶	۳۷/۰۴	↓	ns
ضربان قلب	۶۷/۹۰	۶۶/۵۶	↓	۰/۰۲
اسکور مدفوع	۲/۵۵	۲/۸۵	↑	ns
تعداد کلیفرم ($CFU/g \times 10^7$)	۲/۳۹	۳/۲۴	↓	ns

1. Sympathetic nervous system



شکل ۲. نمودارهای اثر افزودن پسابیوتیک فلورسیس بر فراسنجه‌های سلامت در گاوهای شیری

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اکثر فراسنجه‌های مورد ارزیابی بویژه فراسنجه‌های تولیدی در این آزمایش تحت تاثیر مصرف پسابیوتیک قرار گرفت و برخی فراسنجه‌ها شامل وزن بدن، امتیاز وضعیت بدنی، ماده خشک مصرفی، تعداد تنفس، اسکور و کلی‌فرم مدفوع و همچنین درصد چربی شیر با وجود تغییرات ناچیز اختلاف معنی‌داری به‌خاطر مصرف پسابیوتیک‌ها نشان ندادند. این نتایج نشان دادند که استفاده از پسابیوتیک در جیره گاوهای شیری هلشتاین توانست سبب افزایش در مقدار تولید شیر و بهبود ترکیبات شیر شود. همچنین موجب بهبود دمای رکتوم و ضربان قلب و به طور کلی سلامت عمومی گردید. در کل مشخص شد که استفاده از پسابیوتیک به عنوان یک افزودنی ایمن، با وجود بهبود تولید و ترکیبات شیر، اثرات منفی ناشی از فشار متابولیکی در گاوهای هلشتاین نداشته است. با وجود مزایای چشم‌گیر، چالش‌هایی مانند نبود استانداردهای جهانی برای دوز مصرف و هزینه تولید بالا، نیاز به مطالعات طولانی مدت بر روی جمعیت‌های بزرگ گاوی مطلوب است. لذا در انتها پیشنهاد می‌گردد مطالعات بلندمدت‌تری برای بررسی اثرات مقادیر مختلف و ترکیب با سایر افزودنی‌ها انجام پذیرد.

سپاسگزاری

این اثر تحت حمایت مادی شرکت درمان گستر فرزانگان طبق قرارداد شماره ۱۰۱۶۶۵۳۰-۴۰۳ و در قالب طرح نوع ششم دانشگاه تهران به شماره ۵۴/ ۷۱۰۸۰۱۷/۶ انجام شده است.

REFERENCES

Abuajamieh, M., Kvidera, S. K., Fernandez, M. V. S., Nayeri, A., Upah, N. C., Nolan, E. A., Lei, S. M., DeFrain, J. M., Green, H. B., & Schoenberg, K. M. (2016). Inflammatory biomarkers are associated with ketosis in periparturient Holstein cows. *Research in Veterinary Science, 109*, 81–85.

Aguilar-Toalá, J. E., Hall, F. B., Urbizo-Reyes, U., Garcia, H. S., Vallejo-Cordoba, B., González-Córdova, A. F., Hernández-Mendoza, A., & Liceaga, A. M. (2020). In silico prediction and in vitro assessment of multifunctional properties of postbiotics obtained from two probiotic bacteria. *Probiotics and Antimicrobial Proteins, 12*, 608–622.

Aung, M., Ohtsuka, H., & Izumi, K. (2020). Effect of yeast cell wall supplementation on peripheral leukocyte populations and mRNA expression of cytokines in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science, 103*(6), 5634–5640.

Bedford, A., & Gong, J. (2018). Implications of butyrate and its derivatives for gut health and animal production. *Animal Nutrition, 4*(2), 151–159.

Dai, D., Kong, F., Han, H., Shi, W., Song, H., Yoon, I., Wang, S., Liu, X., Lu, N., & Wang, W. (2024). Effects of postbiotic products from *Saccharomyces cerevisiae* fermentation on lactation performance, antioxidant capacity, and blood immunity in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science, 107*(12), 10584–10598.

Dann, H. M., Drackley, J. K., McCoy, G. C., Hutjens, M. F., & Garrett, J. E. (2000). Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on prepartum intake and postpartum intake and milk production of Jersey cows. *Journal of Dairy Science, 83*(1), 123–127.

Dias, B. G., Santos, F. A. P., Meschiatti, M. A., Brixner, B. M., Almeida, A. A., Queiroz, O. C. M., & Cappellozza, B. I. (2022). Effects of feeding different probiotic types on metabolic, performance, and carcass responses of *Bos indicus* feedlot cattle offered a high-concentrate diet. *Journal of Animal Science, 100*(10), skac289.

Esposito, G., Irons, P. C., Webb, E. C., & Chapwanya, A. (2014). Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science, 144*(3–4), 60–71.

Fernández, C., Romero, T., Badiola, I., Díaz-Cano, J., Sanzol, G., & Loor, J. J. (2023). Postbiotic yeast fermentation product supplementation to lactating goats increases the efficiency of milk production by enhancing fiber digestibility and ruminal propionate, and reduces energy losses in methane. *Journal of Animal Science, 101*, skac370.

Frizzo, L. S., Signorini, M. L., & Rosmini, M. R. (2018). Probiotics and prebiotics for the health of cattle. In *Probiotics and prebiotics in animal health and food safety* (pp. 155–174).

Fukumori, R., Doi, K., Mochizuki, T., Oikawa, S., Gondaira, S., Iwasaki, T., & Izumi, K. (2022). Sodium butyrate administration modulates ruminal villus height, inflammation-related gene expression, and plasma hormones concentration in dry cows fed a high-fiber diet. *Animal Science Journal, 93*(1), e13791.

Goetz, B., Abeyta, M., Rodriguez-Jimenez, S., Mayorga, E., Opgenorth, J., Jakes, G., Freestone, A., Moore, C., Dickson, D., & Hergenreder, J. (2023). Effects of *Bacillus subtilis* PB6 supplementation on production, metabolism, inflammatory biomarkers, and gastrointestinal tract permeability in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science, 106*(12), 9793–9806.

Goff, J. P. (2006). Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of Dairy Science, 89*(4), 1292–1301.

Górka, P., Kowalski, Z. M., Zabielski, R., & Guilloteau, P. (2018). Invited review: Use of butyrate to promote gastrointestinal tract development in calves. *Journal of Dairy Science, 101*(6), 4785–4800.

Grgurevic, N., Koracin, J., Majdic, G., & Snoj, T. (2016). Effect of dietary estrogens from bovine milk on blood hormone levels and reproductive organs in mice. *Journal of Dairy Science, 99*(8), 6005–6013.

Grummer, R. R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science, 73*(9), 2820–2833.

Guo, J., Zhang, Z., Guan, L. L., Yoon, I., Plaizier, J. C., & Khafipour, E. (2024). Postbiotics from *Saccharomyces cerevisiae* fermentation stabilize microbiota in rumen liquid digesta during grain-based subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science and*

Biotechnology, 15(1), 101.

Hristov, A. N. (2023). Perspective: Could dairy cow nutrition meaningfully reduce the carbon footprint of milk production? *Journal of Dairy Science, 106*(11), 7336–7340.

Jahan, N., Minuti, A., & Trevisi, E. (2015). Assessment of immune response in periparturient dairy cows using ex vivo whole blood stimulation assay with lipopolysaccharides and carrageenan skin test. *Veterinary Immunology and Immunopathology, 165*(3–4), 119–126.

Kang, D., Lungu, S. E., Danso, F., Dzou, C. F., Chen, Y., Zheng, X., Nie, F., Lin, H., Chen, J., & Zhou, G. (2025). Animal health and nutrition: Metabolic disorders in cattle and improvement strategies. *Frontiers in Veterinary Science, 12*, 1470391.

Khalouei, H., Seranatne, V., Fehr, K., Guo, J., Yoon, I., Khafipour, E., & Plaizier, J. C. (2020). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products and subacute ruminal acidosis on feed intake, fermentation, and nutrient digestibilities in lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science, 101*(1), 143–157.

Khosravi Al Hosseini, N., Towhidi, A., & Zeinoaldini, S. (2024). Studying the effect of Multi-Act on milk production, milk composition, some parameters of blood health and reproduction of Holstein cows. *Journal of Ruminant Research, 12*(2), 1–18.

Kotsampasi, B., Karatzia, M. A., Tsiokos, D., & Chadio, S. (2024). Nutritional strategies to alleviate stress and improve welfare in dairy ruminants. *Animals, 14*(17), 2573.

Payen, C., Kerouanton, A., Novoa, J., Pazos, F., Benito, C., Denis, M., Guyard, M., Moreno, F. J., & Chemaly, M. (2023). Effects of major families of modulators on performances and gastrointestinal microbiota of poultry, pigs, and ruminants: A systematic approach. *Microorganisms, 11*(6), 1464.

Pimentel, T. C., Cruz, A. G., Pereira, E., da Costa, W. K. A., da Silva Rocha, R., de Souza Pedrosa, G. T., dos Santos Rocha, C., Alves, J. M., Alvarenga, V. O., & Sant'Ana, A. S. (2023). Postbiotics: An overview of concepts, inactivation technologies, health effects, and driver trends. *Trends in Food Science & Technology, 138*, 199–214.

Plaizier, J. C., Fairfield, A., Azevedo, P. A., Nikkhah, A., Duffield, T. F., Crow, G. H., Bagg, R. N., Dick, P., & McBride, B. W. (2005). Effects of monensin and stage of lactation on variation of blood metabolites within twenty-four hours in dairy cows. *Journal of Dairy Science, 88*(10), 3595–3602.

Raeth-Knight, M. L., Linn, J. G., & Jung, H. G. (2007). Effect of direct-fed microbials on performance, diet digestibility, and rumen characteristics of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science, 90*(4), 1802–1809.

Rodríguez-Figueroa, J. C., González-Córdova, A. F., Astiazaran-García, H., & Vallejo-Cordoba, B. (2013). Hypotensive and heart rate-lowering effects in rats receiving milk fermented by specific *Lactococcus lactis* strains. *British Journal of Nutrition, 109*(5), 827–833.

Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M. M., Sanders, M. E., Shamir, R., Swann, J. R., & Szajewska, H. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 18*(9), 649–667.

Sugiharto, S., Yudiarti, T., Isroli, I., Widiastuti, E., & Wahyuni, H. I. (2018). Hematological parameters and selected intestinal microbiota populations in the Indonesian indigenous crossbred chickens fed basal diet supplemented with multi-strain probiotic preparation in combination with vitamins and minerals. *Veterinary World, 11*(6), 874.

Tsilingiri, K., Barbosa, T., Penna, G., Caprioli, F., Sonzogni, A., Viale, G., & Rescigno, M. (2012). Probiotic and postbiotic activity in health and disease: Comparison on a novel polarized ex vivo organ culture model. *Gut, 61*(7), 1007–1015.

Vicente, F., Campo-Celada, M., Menéndez-Miranda, M., García-Rodríguez, J., & Martínez-Fernández, A. (2024). Effect of postbiotic supplementation on nutrient digestibility and milk yield during the transition period in dairy cows. *Animals, 14*(16), 2359.

Xu, H., Huang, W., Hou, Q., Kwok, L.-Y., Sun, Z., Ma, H., Zhao, F., Lee, Y.-K., & Zhang, H. (2017). The effects of probiotics administration on the milk production, milk components and fecal bacteria microbiota of dairy cows. *Science Bulletin, 62*(11), 767–774.

Yan, R., Zeng, X., Shen, J., Wu, Z., Guo, Y., Du, Q., Tu, M., & Pan, D. (2024). New clues for postbiotics to improve host health: A review from the perspective of function and mechanisms. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 104*(11), 6376–6387.

Yuan, K., Liang, T., Muckey, M., Mendonça, L., Hulbert, L. E., Elrod, C. C., & Bradford, B. J. (2015). Yeast product supplementation modulated feeding behavior and metabolism in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science, 98*(1), 532–540.