Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

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

# Determination the nutritional value of date kernel processed with chemical and biological methods under laboratory and field condition

**Mohsen Shirmohammadi[1], Farzad Ghanbari[2*], Javad Bayat Kouhsar[3], Fariba Farivar[3]**

[1]M.Sc. Graduated, [2]Associate Professor and [3]Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran, Email: farzadghanbari1976@gmail.com

**Article Info**

**Article type:**
Research Full Paper

**Article history:**
Received:
Revised:
Accepted:

**Keywords**:
Date kernel
Fattening performance
Processing
Rumen fermentation parameters

**ABSTRACT**

**Backgrounds and objectives**: Using agricultural by-products is a good strategy to compensate for the lack of common feed ingredients. Date is one of the most important products of dry regions and Middle East countries, which play an important role in the lives of people in these regions. Date kernel is a by-product that remain during date processing. Due to the high lignocellulosic part in date kernel, its proper processing will probably improve the efficiency of its use in livestock feed. The purpose of this study was to investigate the effect of chemical and biological processing methods on the nutritional value of date kernels.

**Material and Methods**: This research was conducted in two steps of *in vitro* and *in vivo*. First, date kernel powder using sodium hydroxide (NaOH, 50 gr/kg of DM) and hydrogen peroxide ($H_2O_2$, 57 ml/kg of DM) as chemical methods, and *Aspergillus niger* (5 x $10^5$ spores/ml) and *Bacillus subtilis* ($5\times10^5$ dilution/ml) were processed as biological methods. In the *in vitro* phase, the chemical composition, gas production parameters and digestibility of the samples were measured using the standard methods. Based on the results of this stage, a fattening trial was performed. This experiment was done for 84 days using 18 male Dallagh lambs (24.88±3.03 kg). The lambs were divided into 3 groups, and each group received one of the treatments. The treatments included: 1- basal diet, without date kernels, 2- diet containing date kernels treated with NaOH, and diet containing date kernels treated with $H_2O_2$. During the fattening period, the amount of feed intake was calculated daily. Lambs were weighed every two weeks. The feed conversion ratio was obtained by dividing the average dry matter intake by the average weight gain of the animals. At the end of the experiment, 4 hours after morning feeding, rumen fluid was collected to measure pH and ammonia nitrogen. The data obtained from this experiment were analyzed according to completely randomized design.

**Results:** Processing was effective on the chemical composition of date kernel ($P < 0.05$). NaOH and $H_2O_2$ treatments increased the amount of ash in the samples. All treatments increased the amount of crude protein and ether extract, which was the highest amount in

PROOF

the samples treated with *Bacillus subtilis* and NaOH. The amount of neutral detergent fiber and acid detergent fiber decreased due to treating with $H_2O_2$ and *Aspergillus niger*. All treatments increased total digestible nutrients, net energy for lactation and net energy for gain. Gas production rate and estimated parameters including metabolizable energy, organic matter digestibility and short-chain fatty acids were increased by $H_2O_2$ treatment ($P<0.05$). The *in vitro* digestibility of dry matter and organic matter, partitioning factor and microbial biomass produced after 24 hours of incubation in samples treated with NaOH and $H_2O_2$ was higher than other treatments ($P< 0.05$). In the perfirmance trial, the use of date kernel treated with chemical treatments had no effect on feed intake, weight gain and feed conversion ratio of fattening lambs. The pH value and ammonia nitrogen concentration were the same between the different treatments.

**Conclusion:** The results of this study showed that the use of date kernel powder in the diet had no adverse effect on the performance parameters of lambs. Therefore, due to the cost-effectiveness of this by product, it is suggested to use it up to 15% in the ration of fattening lambs

**Cite this article:** Shirmohammadi, M., Ghanbari, F., Bayat Kouhsar, J., Farivar, F. (2024). Determination the nutritional value of date kernel processed with chemical and biological methods under laboratory and field condition. *Journal of Ruminant Research*, 12(4), 35-34.

© The Author(s).
DOI:
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

PROOF

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

# تعیین ارزش تغذیه‌ای هسته خرمای عمل‌آوری شده با روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای

**محسن شیرمحمدی[۱]، فرزاد قنبری[۲*]، جواد بیات کوهسار[۳]، فریبا فریور[۳]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، [۲]دانشیار و [۳]استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
رایانامه: farzadghanbari1976@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت:
تاریخ ویرایش:
تاریخ پذیرش:

**واژه‌های کلیدی:**
عمل‌آوری
عملکرد پرواری
فراسنجه¬های تخمیر شکمبه¬ای
هسته خرما

## چکیده

**سابقه و هدف:** استفاده از محصولات فرعی کشاورزی یک راه‌برد منطقی برای جبران کمبود اقلام خوراکی متداول می‌باشد. خرما از مهم‌ترین محصولات مناطق خشک و کشورهای خاورمیانه می‌باشد که نقش مهمی در زندگی مردم این مناطق دارد. هسته خرما از جمله محصولات فرعی است که در زمان فرآوری خرما باقی می‌ماند. با توجه به بالا بودن بخش لیگنوسلولزی در هسته خرما، عمل‌آوری مناسب آن احتمالاً باعث بهبود بازده استفاده از آن در جیره دام‌های اهلی خواهد شد. هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر روش‌های عمل‌آوری شیمیایی و بیولوژیکی بر ارزش تغذیه‌ای هسته خرما بود.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش در دو مرحله برون‌تنی و درون‌تنی انجام شد. ابتدا پودر هسته خرما با استفاده از هیدروکسید سدیم (۵۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و پراکسید هیدروژن (۵۷ میلی‌لیتر در کیلوگرم ماده خشک) به‌عنوان روش‌های شیمیایی و قارچ *آسپرژیلوس نایجر* ($۵\times۱۰^{۵}$ اسپور بر میلی‌لیتر) و باکتری *باسیلوس سابتلیس* ($۵\times۱۰^{۵}$ رقت بر میلی‌لیتر) به‌عنوان روش‌های بیولوژیکی عمل‌آوری شد. در مرحله برون‌تنی، ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم نمونه‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه گیری شدند. بر اساس نتایج حاصل از این مرحله، یک آزمایش پرواری انجام شد. این آزمایش به‌مدت ۸۴ روز با استفاده از ۱۸ راس بره نر دالاق (۳/۰۳±۲۴/۸۸ کیلوگرم) انجام شد. بره‌ها به ۳ گروه ۶ راسی تقسیم شدند و هر گروه یکی از جیره‌ها را دریافت کرد. جیره‌ها شامل: ۱- جیره پایه، بدون هسته خرما، ۲- جیره حاوی هسته خرمای عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم، و ۳- جیره حاوی هسته خرمای عمل‌آوری شده با پراکسیدهیدروژن بودند. در طول دوره پرواری، مقدار خوراک مصرفی به صورت روزانه محاسبه شد. وزن‌کشی بره‌ها هر دو هفته یکبار انجام شد. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم میانگین ماده خشک مصرفی به میانگین افزایش وزن دام‌ها به‌دست آمد. در انتهای آزمایش، ۴ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، نمونه‌گیری از مایع شکمبه به‌منظور اندازه‌گیری pH و نیتروژن آمونیاکی انجام شد. داده‌های حاصل از این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه شدند.

PROOF

**یافته‌ها:** عمل‌آوری بر ترکیب شیمیایی هسته خرما موثر بود (P <۰/۰۵). تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن مقدار خاکستر نمونه‌ها را افزایش دادند. تمام تیمارها باعث افزایش مقدار پروتئین خام و عصاره اتری شدند که بیشترین مقدار در نمونه‌های عمل‌آوری شده با باکتری *باسیلوس سابتلیس* و هیدروکسید سدیم مشاهده شد. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در اثر عمل‌آوری با پراکسیدهیدروژن و *آسپرژیلوس نایجر* کاهش یافت. همه تیمارها باعث افزایش کل مواد مغذی قابل هضم، انرژی خالص برای شیردهی و انرژی خالص برای رشد شدند. نرخ تولید گاز و فراسنجه‌های تخمینی شامل انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر توسط تیمار پراکسیدهیدروژن افزایش یافتند (P <۰/۰۵). قابلیت هضم برون‌تنی ماده خشک و ماده آلی، عامل تفکیک و توده میکروبی تولید شده بعد از ۲٤ ساعت انکوباسیون در نمونه‌های عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن بیشتر از سایر تیمارها بود (P <۰/۰۵). در آزمایش عملکردی، استفاده از هسته خرمای عمل‌آوری شده با تیمارهای شیمیایی تاثیری بر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک بره‌های پرواری نداشت. مقدار pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی در شرایط برون‌تنی و درون‌تنی بین تیمارهای مختلف یکسان بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده پودر هسته خرما درجیره، تاثیر نامطلوبی بر فراسنجه‌های عملکردی بره‌ها نداشت. لذا با توجه به مقرون به‌صرفه بودن این محصول جانبی، استفاده از آن تا سطح ۱۵ درصد در جیره بره‌های پرواری پیشنهاد می‌شود.

**استناد:** شیرمحمدی، محسن؛ قنبری، فرزاد؛ بیات کوهسار، جواد؛ فریور، فریبا. (۱٤۰۳). تعیین ارزش تغذیه‌ای هسته خرمای عمل‌آوری شده با روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۲(٤)، ۱۸-۱

DOI:

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

PROOF

## مقدمه

کمبود و قیمت بالای خوراک دام، چالش اصلی بخش دامپروری در کشورهای خشک و نیمه خشک می‌باشد. یک راه‌برد مهم برای تامین نیازهای غذایی دام‌های اهلی و پایداری تولیدات آن‌ها، استفاده از فراورده‌های فرعی کشاورزی و خوراک‌های غیر معمول به‌جای منابع خوراکی اصلی می‌باشد (Sharifi و همکاران، ۲۰۱۷).

سالیانه حجم عظیمی از فراورده‌های فرعی کشاورزی در کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری به‌دست می‌آید. از فواید استفاده از این محصولات در تغذیه دام می‌توان به کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و نیز کاهش وابستگی به اقلام خوراکی با قیمت بالا مانند علوفه و دانه‌ها اشاره کرد (Ghanbari و Bayat Kouhsar، ۲۰۲۲). مقدار پروتئین، ویتامین، موادمعدنی و کربوهیدرات‌های قابل تخمیر در محصولات فرعی کشاورزی قابل توجه نیست. در مجموع مصرف اختیاری این محصولات کم بوده و گوارش‌پذیری پایینی دارند (Aslaniyan و همکاران، ۲۰۲۳). درخت خرما (*فونیکس داکتیلیفرا*[1]) گیاهی متعلق به خانواده *پالماسه* و جنس *فونیکس* بوده و از قدیمی‌ترین درختانی است که توسط انسان پرورش یافته است. میوه خرما محصولی مهم و خاص در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد که نقش مهمی در زندگی اقتصادی و سیاسی مردم در این مناطق داشته است (Besbes و هکاران، ۲۰۰٤). مصر، عربستان سعودی، ایران و عراق کشورهای اصلی تولید کننده خرما هستند (Al-Farsi و همکاران، ۲۰۰۷). بر اساس آمار ارائه شده توسط سازمان خواروبار جهانی، سالانه در حدود ۷۳۰۲۷۰۳ تن خرما در جهان تولید می‌شود و ایران با ۱٤/٤ درصد تولید جهانی، یعنی تقریباً ۱۰۵۱۵۸۹ تن، در رتبه دوم بعد از کشور مصر قرار دارد. آمارهای موجود نشان می‌دهند که بیش از ۳۰۰۰ رقم خرما در دنیا شناخته شده که بخش عمده‌ای از آن‌ها (حدود ٤۰۰ رقم) متعلق به ایران است (Ghorbani و همکاران، ۲۰۲۰).

هسته خرما از جمله محصولات فرعی است که در زمان فرآوری خرما برای تهیه شهد، شیره، قند، اسیدسیتریک و الکل باقی می‌ماند. هسته خرما دارای ساختار مستطیل شکل سخت با یک شیار در سطح شکمی می‌باشد که در قسمت میانی میوه خرما قرار دارد. طول آن بین ۱۲ تا ۳٦ میلی‌متر و عرض آن ٦ تا ۱٤ میلی‌متر است. هسته خرما ۱۰ تا ۲۰ درصد وزن میوه خرما را تشکیل می‌دهد. اندازه و وزن این محصول فرعی بسته به رقم، میزان رسیده شدن و شرایط رشد متفاوت است. مقدار ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، لیگنین، خاکستر و عصاره اتری هسته خرما به‌ترتیب ۹۳/۳۹، ۸/۱٦، ٦۵ تا ۸۰، ٤۸/۸ تا ۵۹، ۱۱/۱۷، ۳/۹ و ۸/٦۳ درصد ماده خشک گزارش شده اند. اسید اولئیک اولین اسید چرب روغن هسته خرما است. پس از آن به‌ترتیب اسید لینولئیک، اسید پالمتیک، اسید لوریک و اسید میریستیک قرار دارند. مواد معدنی غالب آن شامل پتاسیم، فسفر، منیزیم، کلسیم و سدیم می‌باشند. در بین عناصر پرنیاز، پتاسیم بیشترین و سدیم کمترین و در بین عناصر کم نیاز، آهن بیشترین و مس کمترین مقدار گزارش شده است (Attia و همکاران، ۲۰۲۱).

هسته خرما، با توجه به ترکیب شیمیایی آن، می‌تواند به‌عنوان منبع غذایی در تغذیه دام مورد استفاده قرار گیرد. Rahman و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که هسته خرما را می‌توان تا ۲۰ درصد جایگزین جو در جیره نشخوارکنندگان کرد. Mohammadabadi و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند پودر هسته خرما تا سطح ۱۰ درصد ماده خشک جیره تاثیر منفی بر

1- *Phoenix dactylifera*

PROOF

عمکرد گوسفند نداشت. همچنین عدم تاثیر کیک هسته خرما تا سطح ۱۵ درصد بر مصرف ماده خشک گاوهای شیری گزارش شده است (Khanifar و Chaji، ۲۰۲۰). Hossein و همکاران (۱۹۹۸) با ارزیابی هسته خرما در تغذیه جوجه گوشتی گزارش کردند که می‌توان آن را تا سطح ۱۰ درصد در جیره جوجه گوشتی استفاده نمود بدون آن‌که تاثیر منفی بر عملکرد آن‌ها داشته باشد.

به‌منظور بهبود ارزش تغذیه‌ای محصولات فرعی زراعی و استفاده از پتانسیل آن‌ها به‌عنوان اجزای خوراکی، از روش‌های عمل‌آوری شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی می‌توان استفاده کرد (Babayi و همکاران، ۲۰۱۵). در عمل‌آوری شیمیایی، مواد قلیایی به‌طور گسترده‌تری بررسی شده و از نظر کاربردی نیز تمایل به استفاده از آن‌ها در واحدهای دام پروری بیشتر است (Sarnklong و همکاران، ۲۰۱۰). وقتی محصولات فرعی زراعی در معرض یک ماده شیمیایی قرار می‌گیرند، پیوندهای استری بین لیگنین و پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی یعنی سلولز و همی‌سلولز از بین رفته و کربوهیدرات‌ها به‌راحتی در اختیار میکروارگانیسم‌قرار می‌گیرند (Ghanbari و همکاران، ۲۰۲۳). عمل‌آوری بیولوژیکی که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، روشی است که از قارچ‌ها و یا آنزیم‌های آن‌ها استفاده می‌شود. در این فرایند محصولات فرعی باکیفیت پایین توسط گونه‌های مختلف قارچ که دارای آنزیم‌های تجزیه کننده لیگنین هستند، فراوری می‌شوند (Saghebi و همکاران، ۲۰۲۲). عمل‌آوری بیولوژیکی محصولات فرعی تلاشی در جهت استفاده کمتر از مواد شیمیایی و مصرف کمتر انرژی در مقایسه با روش های شیمیایی و فیزیکی است (Soltani Naseri و همکاران، ۲۰۱۸)

در ایران کارهای تحقیقاتی محدودی در مورد استفاده از پودر هسته خرما در تغذیه عملی دام صورت گرفته و هرساله مقادیر زیادی به‌طریق مختلف از بین می‌رود که علاوه بر ضرر اقتصادی، باعث آلودگی‌های زیست محیطی نیز می‌گردد. به‌نظر می رسد با توجه به فراوانی تولید خرما در ایران، می‌توان سهمی از جیره غذایی دام را به این فراورده فرعی اختصاص داد. اما به‌سبب وجود الیاف بالا ( ٦٥ تا ٧١ درصد)، قابلیت هضم پودر هسته خرما پایین است (۳۱ تا ۵۵ درصد) و شاید بتوان با روش‌های مختلف عمل‌آوری قابلیت هضم آن را بهبود داد (Chaji و Khanifar، ۲۰۲۱). هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر روش‌های عمل‌آوری شیمیایی و بیولوژیکی بر ارزش تغذیه‌ای هسته خرما در شرایط برون‌تنی و درون‌تنی بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه تغذیه دام و مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس انجام گرفت. پودر هسته خرمای مورد نیاز از یک کارخانه خوراک دام واقع در شهرستان اصفهان تهیه و برای عمل‌آوری شیمیایی و بیولوژیکی آماده سازی شد.

برای عمل‌آوری شیمیایی از هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن استفاده شد. به‌منظور عمل آوری با هیدروکسید سدیم، ۵۰ گرم از این ماده در یک لیتر آب مقطر حل شده و بر روی یک کیلوگرم پودر هسته خرما اسپری شد. این مخلوط به‌خوبی هم زده شد. سپس درون کیسه های پلاستیکی ۲ لایه ریخته شده و به‌خوبی فشرده گردید. کیسه‌ها به‌مدت ١٤ روز در شرایط بی هوازی نگهداری شدند. به‌منظور عمل‌آوری با پراکسید هیدروژن، ابتدا نمونه‌های پودر هسته خرما به‌صورتی که در بالا توضیح داده شد، با هیدروکسید

PROOF

سدیم پیش تیمار شدند. نیم ساعت بعد، ۵۷ میلی‌لیتر آب اکسیژنه با درجه خلوص ۳۵ درصد در نیم لیتر آب حل شده و به این مخلوط اضافه شد. سپس نمونه‌ها به¬مدت ۱۸ روز در کیسه‌های پلاستیکی دو لایه نگهداری شدند. پس از سپری شدن مدت زمان عمل‌آوری، کیسه‌ها باز شده و نمونه‌ها در معرض هوا خشک شدند (Chaudhry، ۲۰۰۰).

به‌منظور عمل‌آوری بیولوژیکی، جدایه‌های قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و باکتری *باسیلوس ساتیلیس* از گروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس دریافت شدند. نمونه های قارچ تهیه شده در شرایط استریل روی پلیت‌های حاوی محیط کشت سیب زمینی –دکستروز آگار تکثیر شدند. کشت‌های تهیه شده به‌مدت ده روز در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. سپس از کشت ده روزه هر قارچ با استفاده از آب مقطر استریل، ۱۵٤ میلی‌لیتر سوسپانسیون اسپوری با غلظت $۵\times۱۰^{۵}$ تهیه و برای مایه زنی هر کیسه سه کیلویی محتوای پودر هسته خرما، مورد استفاده قرار گرفت.. نمونه‌های باکتری تهیه شده در شرایط استریل روی پلیت های حاوی محیط کشت سیب زمینی–دکستروز آگار تکثیر شدند. کشت‌های تهیه شده به‌مدت ده روز در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. سپس از کشت ده روزه هر باکتری با استفاده از آب مقطر استریل، ۱۵٤ میلی لیتر سوسپانسیون اسپوری با غلظت ۱۰۵×۵ تهیه و برای مایه زنی هر کیسه سه کیلویی محتوای پودر هسته خرما، مورداستفاده قرار گرفت. کیسه های تلقیح شده به‌مدت ٤۰ روز نگهداری شدند. پس ازآن نمونه ها در معرض هوا خشک شدند و جهت اندازه گیری فراسنجه‌های تغذیه‌ای مورد استفاده قرار گرفتند (Soltani Naseri و همکاران، ۲۰۱۸).

ترکیب شیمیایی نمونه‌های مختلف شامل ماده خشک، خاکستر، عصاره اتری، و پروتئین خام مطابق با روش‌های استاندارد AOAC (۲۰۰۵) تعیین شد. اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی (با استفاده از سولفید هیدروژن سدیم و بدون استفاده از آلفا آمیلاز و تصحیح برای خاکستر) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش Van Soest (۱۹۹٤) انجام شد. مقادیر کربوهیدرات‌های غیر الیافی، کل مواد مغذی قابل‌هضم (درصد)، انرژی خالص شیردهی (مگاژول در کیلوگرم) و انرژی خالص رشد (مگاژول در کیلوگرم) به‌ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۱، ۲، ۳ و ٤ برآورد شدند (NRC، ۲۰۰۱).

(رابطه۱)

$$NFC = ۱۰۰ – (NDF+ CP+ EE+ Ash)$$

(رابطه۲)

$$TDN = ۸۱/۳۸ + (CP \times ۰/۳٦) – (ADF \times ۰/۷۷)$$

(رابطه۳)

$$NEl = (۰/۰۲٤۵ \times TDN) – ۰/۱۲$$

(رابطه٤)

$$NEg= (۰/۰۲۹ \times TDN) – ۱/۰۱$$

در این روابط NFC: کربوهیدرات‌های غیر الیافی، CP: پروتئین خام، EE: عصاره اتری، Ash: خاکستر، TDN: کل مواد مغذی قابل هضم (درصد ماده خشک)، ADF: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک)، NEl: انرژی خالص برای شیردهی (مگاژول در کیلوگرم) و NEg: انرژی خالص برای رشد (مگاژول در کیلوگرم) می‌باشند.

تولید گاز تیمارهای آزمایشی بر اساس روش Menke و همکاران (۱۹۷۹) اندازه‌گیری شد. مایع شکمبه از ۳ رأس گوسفند نر نژاد دالاق (۲/۵ ± ٤۵ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای قبل از خوراک-دهی صبح جمع‌آوری شد. حیوانات در سطح نگهداری با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه (یونجه و

PROOF

سیلاژ ذرت به نسبت مساوی) و ۳۰ درصد کنسانتره (جو، کنجاله تخم پنبه، سبوس و مکمل) تغذیه شدند و به آب آزادانه دسترسی داشتند. مایع شکمبه بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافت. بزاق مصنوعی و مایع شکمبه تهیه‌شده به‌نسبت ۲ به ۱ (۲ حجم بزاق مصنوعی و ۱ حجم مایع شکمبه) به‌داخل بالن مخصوص ریخته شدند. سپس گاز دی‌اکسید کربن به‌داخل مخلوط تزریق‌شده و در آب گرم با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. درنهایت ۳۰ میلی‌لیتر از این محلول به‌داخل ویال‌های شیشه‌ای حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه ریخته شد. سر این ویال‌های شیشه‌ای به‌کمک درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی به‌طور کامل بسته شد. ویال‌ها درون حمام آب گرم دارای دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. در طی این مدت، ویال‌های شیشه‌ای در فواصل زمانی معین تکان داده می‌شدند. حجم گاز تولیدشده در زمان‌های ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۲٤، ۳٦، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت بعد از انکوباسیون، به‌صورت تجمعی محاسبه شد. برآورد فراسنجه‌های مختلف تولید گاز توسط نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳، نسخه ۹/۱) و بر اساس رابطه ۵ انجام شد (Orskov و McDonald، ۱۹۷۹):

$$y = b (1 - e^{-ct}) \quad \text{(رابطه ۵)}$$

در این رابطه، y گاز تولیدشده در زمان t (میلی‌لیتر)، b تولید گاز از بخش نامحلول قابل تخمیر (میلی‌لیتر)، e عدد نپر، c ثابت نرخ تولید گاز برای بخش b (میلی‌لیتر در ساعت) و t زمان کشت (ساعت) هستند.

مقادیر انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی نمونه‌ها با استفاده از معادلات Menke و Steingass (۱۹۸۸) و نیز مقدار اسیدهای چرب کوتاه زنجیر براساس رابطه Getachew و همکاران (۱۹۹۸) به‌ترتیب با استفاده از رابطه‌های ٦، ۷ و ۸ برآورد شدند.

(رابطه ٦)

$$ME = ۲/۲۰ + ۰/۱۳٦\ GP + ۰/۰۵۷\ CP + ۰/۰۰۲۹\ CF$$

(رابطه ۷)

$$OMD = ۱٤/۸۸ + ۰/۸۸۹GP + ۰/٤۵CP + ۰/۰٦۵۱XA$$

(رابطه ۸)

$$SCFA = ۰/۰۲۲۲GP - ۰/۰۰٤۲۵$$

در این روابط، ME: انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)، GP: میزان تولید گاز خالص بعد از ۲٤ ساعت (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، CP: پروتئین خام (درصد ماده خشک)، CF: الیاف خام (درصد ماده خشک)، OMD: قابلیت هضم ماده آلی (درصد)، SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی مول به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) و XA: میزان خاکستر (درصد از ماده خشک) می‌باشند. اندازه‌گیری قابلیت هضم نمونه‌های مختلف بر اساس روش کشت بسته انجام شد (Theodorou و همکاران، ۱۹۹٤). بدین منظور، ابتدا نمونه‌ها به‌اندازه یک میلی‌متر آسیاب و سپس خشک شدند. روش تهیه بزاق مصنوعی و جمع‌آوری مایع شکمبه مطابق آنچه در آزمون تولید گاز شرح داده شد، صورت گرفت. با این تفاوت که در این آزمایش، داخل هریک از ویال‌های شیشه‌ای ۵۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه ریخته شده و ۵۰ میلی‌لیتر از مخلوط بزاق مصنوعی و مایع شکمبه به‌نسبت ۲ به ۱ به آن اضافه شد. سپس به‌مدت ۱۰ ثانیه به‌داخل هر ویال شیشه‌ای گاز دی‌اکسیدکربن واردشده و درب آن به‌کمک درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی به‌طور کامل بسته شد. سپس ویال‌ها درون حمام آب گرم در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. بعد از گذشت ۲٤ ساعت، تمامی ویال‌ها از حمام آب گرم خارج‌شده

PROOF

و به‌ظرف حاوی یخ منتقل شدند. نمونه‌های موجود در هر ویال، با استفاده از پارچه مخصوص صاف‌شده و محتویات هضم نشده از فاز مایع جدا شدند. سپس pH فاز مایع نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. پس از صاف کردن محتویات کشت ۲٤ ساعته، نمونه‌های حاصل به‌مدت ٤۸ ساعت در آون ٦۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس قابلیت هضم ظاهری نمونه‌ها محاسبه شد.

میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش فنل-هیپوکلریت تعیین گردید (Broderick و Kang، ۱۹۸۰). بدین منظور از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ٦۳۰ نانومتر جهت قرائت جذب نوری استفاده شد. محاسبه توده میکروبی تولیدشده با استفاده از رابطه ۹ انجام شد (Makkar، ۲۰۱۰).

(رابطه ۹)

$$MB = GP \times (PF - ۲/۲)$$

در این رابطه، MB: تولید توده میکروبی (میلی‌گرم به ازای گرم ماده خشک)، GP: میزان تولید گاز خالص بعد از ۲٤ ساعت (میلی‌لیتر) و PF: عامل تفکیک (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) هستند. عامل تفکیک برابر با نسبت میلی‌گرم ماده آلی حقیقی هضم شده بر میلی‌لیتر حجم گاز خالص تولیدی می‌باشد. بازده مقدار توده میکروبی با تقسیم توده میکروبی تولیدشده بر مقدار ماده آلی حقیقی قابل تخمیر در پایان زمان انکوباسیون (۲٤ ساعت) محاسبه گردید.

آزمایش پرواری با استفاده از ۱۸ راس بره نر نژاد دالاق ٤ تا ٥ ماهه با میانگین وزن ۳/۰۳±۲٤/۸۸ کیلوگرم انجام شد. پیش از شروع آزمایش، برای از بین بردن انگل‌های خارجی از حمام ضدکنه، با سم مک سیدول (دیازینون ٦۰۰ امولسون) استفاده شد. برای مبارزه با انگل‌های داخلی (ریوی و گوارشی) در دو نوبت به‌فاصله دو هفته به دام‌ها داروی ضد انگل (تریکلابندازول + لوامیزول ۸/۷٥ درصد) به‌صورت محلول سوسپانسیون، با استفاده از مایع خوران مخصوص گوسفند، خورانده شد. همچنین برای جلوگیری از بروز عارضه آنتروتوکسمی و پیشگیری از بیماری تب برفکی، واکسن‌هایی مربوطه (ساخت موسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی) به‌صورت زیر جلدی (در ناحیه کتف) تزریق شدند. ضمن اینکه تزریق زیر جلدی ۱ سی‌سی آیورمکتین دو بار به فاصله دو هفته انجام گرفت.

به‌منظور انجام آزمایش پرواری، بره‌ها به ۳ گروه ٦ راسی به گونه‌ای تقسیم شدند که میانگین وزن در ۳ گروه، تفاوت آماری معنی‌داری با هم نداشت (تصافی سیستمانیک). هریک از گروه‌ها به یکی از جیره‌های خوراکی به‌عنوان تیمار اختصاص داده شدند. یک جیره پرواری بر اساس جداول استاندارد انجمن تحقیقات ملی (NRC، ۲۰۰۷) برای دام‌ها تنظیم گردید (جدول ۱). جیره‌ها در همه‌ی تیمارهای آزمایشی، از لحاظ انرژی و پروتئین متعادل بودند و فقط در نوع عمل‌آوری هسته خرما با هم تفاوت داشتند (هسته خرمای عمل‌آوری نشده و عمل‌آوری شده با تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن). طول دوره آزمایش ۸٤ روز بود که دو هفته ابتدایی آن برای عادت پذیری، و مدت پروار ۷۰ روز در نظر گرفته شد. بره‌ها در جایگاه انفرادی (۱/۲۰×۲/٥ متر) نگهداری می‌شدند و هرکدام دارای ظرف خوراک و آب اختصاصی جداگانه بودند. خوراک‌دهی در دو نوبت صبح (ساعت ۸) و عصر (ساعت ۱٦) انجام می‌شد. بره‌ها در حد اشتها تغذیه می‌شدند. یعنی اینکه مقداری خوراک در اختیار آن‌ها قرار می‌گرفت که حدود ۱۰ درصد آن در آخور باقی بماند. لازم به‌ذکر است که جیره به‌طور کاملاً مخلوط در اختیار بره‌ها قرار می‌گرفت[1]. آب تمیز نیز به‌طور دائم در اختیار دام‌ها قرار می‌گرفت. مقدار خوراک مصرفی به‌صورت

1 - Total Mixed Ration

PROOF

روزانه محاسبه شد. بدین‌ترتیب، همه روزه قبل از خوراک‌دهی صبح، باقی‌مانده خوراک داده شده روز قبل جمع‌آوری و وزن می‌گردید. در طول دوره پرواری، بره‌ها هر دو هفته یکباردر روزهای ۰، ١٤، ۲۸، ٤۲، ٥٦ و ۷۰ وزن‌کشی شدند. قبل هر وزن‌کشی ۱۲ ساعت گرسنگی داده می‌شد. افزایش وزن روزانه از تفاوت وزن نهایی از وزن اولیه، تقسیم بر تعداد روزهای پروار پس از هر بار وزن‌کشی دام‌ها محاسبه گردید. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم میانگین ماده خشک مصرفی به میانگین افزایش وزن دام‌ها به‌دست آمد.

جدول ۱. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره بره‌ها در طول دوره پرواری

Table 1. Ingredients and chemical composition of lambs diet during fattening period

| ماده خوراکی<br>Ingredient | درصد ماده خشک<br>%Dry matter |
|---|---|
| دانه جو<br>Barley grain | 44 |
| هسته خرما*<br>Date Kernel | 15 |
| سبوس گندم<br>Wheat bran | 10 |
| یونجه<br>Alfalfa hay | 20 |
| کنجاله سویا<br>Soybean meal | 8 |
| مکمل ویتامینی معدنی<br>Vitamin-mineral premix | 1 |
| کربنات کلسیم<br>Calcium carbonate | 0.50 |
| جوش شیرین<br>Sodium bicarbonate | 1 |
| نمک<br>Salt | 0.50 |
| **ترکیب شیمیایی**<br>Chemical composition | **درصد ماده خشک جیره**<br>%Dry matter |
| پروتئین خام<br>Crude protein | 14.50 |
| انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)<br>Metabolizable energy (Mcal/kg of DM) | 2.52 |
| الیاف نامحول در شوینده خنثی<br>Neutral detergent fiber | 32.50 |
| الیاف نامحول در شوینده اسیدی<br>Acid detergent fiber | 16.00 |
| کلسیم<br>Calcium | 0.95 |
| فسفر<br>Phosphorus | 0.44 |
| خاکستر<br>Ash | 6.40 |

* هسته خرما در جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- هسته خرمای عمل‌آوری نشده، ۲- هسته خرمای عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم و ۳- هسته خرمای عمل‌آوری شده با پراکسید هیدروژن

* Date Kernel In experimental diets: 1- Untreated date Kernel, 2-Date Kernel treated with sodium hydroxide, 3- Date Kernel treated with hydrogen peroxide

PROOF

در روز آخر آزمایش پرواری، نمونه‌گیری از مایع شکمبه ٤ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح توسط لوله معدی انجام شد. pH مایع شکمبه بلافاصله پس از نمونه‌گیری با استفاده از pH متر دیجیتال ( Metrohm 691, Switzerland) اندازه‌گیری شد. برای جلوگیری از تاثیر بزاق بر pH مایع شکمبه، نخستین نمونه گرفته شده دور ریخته شد و نمونه بعدی مورد آزمایش قرار گرفت. سپس مایع شکمبه با پارچه متقال چهارلایه صاف شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی، ۵ میلی‌لیتر از مایع صاف شده شکمبه با ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شد و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی با استفاده از روش فنل هیپوکلریت و توسط دستگاه اسپکتوفتومتری انجام شد (Broderick و Kung، ۱۹۸۰). داده‌های حاصل از این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه شدند. رابطه ۱۰ مدل آماری طرح را نشان می‌دهد.

$$X_{ij} = \mu + T_j + e_{ij} \quad \text{(رابطه ۱۰)}$$

در این رابطه $X_{ij}$ نشان دهنده مقدار هر مشاهده $\mu$ میانگین کل، $T_j$ اثر هر تیمار و $e_{ij}$ اثر خطای آزمایشی بود. تجزیه داده‌ها توسط نرم افزار SAS (۲۰۰۳، نسخه ۹/۱) انجام شد. میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. لازم به ذکر است که وزن اولیه بره‌ها به‌عنوان عامل کمکی (کواریت) در مدل قرار گرفت و به‌علت اینکه اثر آن معنی دار نبود، از مدل نهایی حذف گردید.

## نتایج و بحث

مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی هسته خرمای عمل‌آوری نشده (شاهد) و عمل‌آوری شده با تیمارهای مختلف شیمیایی و بیولوژیکی در جدول ۲ نشان داده شده است. به‌جز ماده خشک و عصاره اتری، سایر صفات تحت تاثیر عمل‌آوری قرار گرفتند ($P < ۰/۰۵$). در مقایسه با شاهد، تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسیدهیدروژن مقدار خاکستر را افزایش (به‌ترتیب ۱۲/۷۹ و ۱۳/۳۰ درصد ماده خشک در برابر ٦/۷۰ درصد ماده خشک)، و مقدار ماده آلی را کاهش دادند (به‌ترتیب ۸۷/۲۱ و ۸٦/۷۰ درصد ماده خشک در برابر ۹۳/۳۰ درصد ماده خشک). بر عکس، *آسپرژیلوس نایجر* باعث کاهش خاکستر و افزایش ماده آلی شد (به‌ترتیب ٦/٤۳ و ۹۳/۵۷ درصد ماده خشک). همسو با پژوهش حاضر، Khanifar و Chaji (۲۰۲۰) افزایش درصد خاکستر پودر هسته‌ی زیتون عمل‌آوری شده با پراکسیدهیدروژن ۱ و ۲ درصد را نسبت به شاهد گزارش کردند. در عمل‌آوری با هیدروکسید سدیم و پراکسیدهیدروژن، به‌دلیل وجود سدیم، خاکستر نمونه افزایش می‌یابد. Akinyele و همکاران (۲۰۱۱) مشاهده کردند که تخمیر قارچی سبوس برنج باعث کاهش درصد خاکستر شد. آن‌ها بیان کردند که کاهش درصد خاکستر مواد لیگنوسلولزی در اثر عمل‌آوری قارچی احتمالاً به این علت است که میکروارگانیسم‌ها برای فعل و انفعالات متابولیکی خود در هنگام تخمیر، نیاز به برخی عناصر دارند. به‌همین دلیل آن‌ها را مصرف می‌کنند. همچنین برخی مواد معدنی به‌عنوان بخشی از ماکرومولکول‌ها در جریان تخمیر به شکل محلول آزاد می‌شوند. در نمونه‌های عمل‌آوری شده با *آسپرژیلوس نایجر*، مقدار پروتئین خام بیشتر از شاهد بود (۸/۹۳ درصد ماده خشک در برابر ۵/۵۲ درصد ماده خشک). افزایش غلظت پروتئین خام می‌تواند به‌دلیل میزان بالای پروتئین در میسلیوم قارچ و در نتیجه گسترش میسلیوم روی بستر کشت باشد (Shamim و همکاران، ۲۰۱٦). احتمالاً ناپدید شدن بخشی از مواد آلی در حین رشد و متابولیسم قارچ‌ها، باعث برهم خوردن نسبت وزنی سایر مواد مغذی شده و بدین ترتیب درصد پروتئین خام در بستر کشت

PROOF

افزایش می‌یابد (Shojaosadati و همکاران، ۱۹۹۹). افزایش درصد پروتئین خام در نمونه‌های عمل‌آوری شده می‌تواند به‌دلیل ترشح آنزیم‌های خارج سلولی توسط قارچ‌ها باشد (Akinfemi و همکاران، ۲۰۰۹). مقدار کربوهیدرات‌های غیر الیافی در تیمار پراکسیدهیدروژن بیشتر از شاهد به‌دست آمد (به‌ترتیب٤٧/٦٩ درصد ماده خشک در برابر ٣٦/٣٩ درصد ماده خشک). سایر تیمارها اختلافی با شاهد نداشتند. تیمارهای پراکسید هیدروژن و *آسپرژیلوس نایجر* باعث کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در مقایسه با شاهد شدند (به‌ترتیب ۲۸/۸۰ و ۳۹/۳۰ درصد ماده خشک در برابر ٤٧/٠٦ درصد ماده خشک، ۲۷/۵۳ و ۲۷/۹۳ درصد ماده خشک در برابر ۳٤/۱۰ درصد ماده خشک). کاهش اجزای دیواره سلولی در اثر تیمارهای شیمیایی، به‌خاطر شکستن پیوندهای استری بین ترکیباتی مانند اسید استیک، فنولیک اسیدها، سلولز، همی‌سلولز و لیگنین در دیواره سلولی می‌باشد. پراکسیدهیدروژن از طریق لیگنین زدایی و حل کردن محتوی همی‌سلولز کاه‌ها و بقایای لیگنوسلولزی، باعث کاهش محتوی الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی می‌شود (Uzatici و همکاران، ۲۰۲۲). قارچ‌ها برای تامین انرژی به کربن آلی (منابع لیگنوسلولز) وابسته هستند. به‌همین دلیل آن‌ها تجزیه‌کننده‌های الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی هستند. بنابراین کاهش این اجزای سلولی در اثر عمل‌آوری قارچی قابل انتظار است (Ghoorchi و همکاران، ۲۰۱٦). مقدار کل مواد مغذی قابل هضم، انرژی خالص برای شیردهی و انرژی خالص برای رشد در نمونه شاهد به‌ترتیب ۵۷/۱۱ درصد، ۱/۲۸ مگاژول در کیلوگرم و ۰/٦۵ مگاژول در کیلوگرم به‌دست آمد. تیمارهای پراکسید هیدروژن و *آسپرژیلوس نایجر* مقدار این صفات را بهبود دادند (به‌ترتیب ٦۲/۳۵ درصد، ۱/٤۱ مگاژول در کیلوگرم و ۰/۸۰ مگاژول در کیلوگرم در پراکسید هیدروژن، و ٦۳/۱۰ درصد، ۱/٤۳ مگاژول در کیلوگرم و ۰/۸۲ مگاژول در کیلوگرم در *آسپرژیلوس نایجر*). کل مواد مغذی قابل‌هضم مبین مواد مغذی قابل‌دسترس برای حیوان می‌باشد و به غلظت الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نمونه وابسته است. با افزایش غلظت الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، مقدار کل مواد مغذی قابل‌هضم کم می‌شود. (Lithourgidis و همکاران، ۲۰۰٦)، در مطالعه حاضر، با کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در اثر تیمارهای پراکسید هیدروژن و *آسپرژیلوس نایجر*، میزان کل مواد مغذی قابل‌هضم افزایش یافت. انرژی خالص برای شیردهی و انرژی خالص برای رشد نیز تحت تاثیر کل مواد مغذی قابل هضم می‌باشد (NRC، ۲۰۰۱)؛ بنابراین در این تیمارها، با افزایش کل مواد مغذی قابل هضم که به آن اشاره شد، این پارامترها نیز افزایش یافتند. در یک مطالعه، افزایش کل مواد مغذی و نیز انرژی خالص برای شیردهی و انرژی خالص برای رشد در دانه جو عمل‌آوری شده، به افزایش مقدار پروتئین خام و کاهش غلظت اجزای دیواره سلولی در دانه عمل‌آوری شده ربط داده شد (Hossein zadeh و همکاران، ۲۰۲۰). Ghanbari و Bayatkouhsar (۲۰۲۲) نیز افزایش این فراسنجه‌ها را در بقایای خلر عمل‌آوری شده با پراکسید هیدروژن مشاهده کردند. اما در یک مطالعه دیگر، عدم تاثیر تیمارهای آب، هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن بر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، و به‌دنبال آن بر کل مواد مغذی قابل هضم، انرژی خالص برای شیردهی و انرژی خالص برای رشد مشاهده شد (Soltani Naseri و همکاران، ۲۰۱۸).

PROOF

جدول ۲. تاثیر تیمارهای شیمیایی و بیولوژیکی بر ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک)، کل مواد مغذی قابل هضم (درصد)، انرژی خالص برای شیردهی (مگاژول بر کیلوگرم) و انرژی خالص برای رشد (مگاژول بر کیلوگرم) هسته خرما

Table 2. Effect of chemical and biological treatments on chemical composition (% of DM), total digestible nutrients (%), net energy for lactation (Mj/kg) and net energy for gain (Mj/kg) of date kernel

| تیمارها Treatments | ماده خشک Dry matter | خاکستر Ash | ماده آلی Organic matter | پروتئین خام Crude protein | عصاره اتری Ether extract | کربوهیدرات‌های غیر الیافی | الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber | الیاف‌نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber | کل مواد مغذی قابل هضم Total digestible nutrients | انرژی خالص برای شیردهی Net energy for lactation | انرژی خالص برای رشد Net energy for gain |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد Control | 93.13 | 6.70$^{c}$ | 93.30$^{b}$ | 5.52$^{b}$ | 4.33 | 36.39$^{b}$ | 47.06$^{a}$ | 34.10$^{a}$ | 57.11$^{b}$ | 1.28$^{b}$ | 0.65$^{b}$ |
| هیدروکسید سدیم Sodium hydroxide | 91.67 | 12.79$^{b}$ | 87.21$^{c}$ | 5.80$^{b}$ | 4.15 | 32.06$^{b}$ | 45.20$^{a}$ | 35.73$^{a}$ | 55.96$^{b}$ | 1.25$^{b}$ | 0.61$^{b}$ |
| پراکسید هیدروژن Hydrogen peroxide | 91.23 | 13.30$^{a}$ | 86.70$^{d}$ | 6.02$^{b}$ | 4.20 | 47.68$^{a}$ | 28.80$^{c}$ | 27.53$^{b}$ | 62.35$^{a}$ | 1.41$^{a}$ | 0.80$^{a}$ |
| *باسیلوس سابتلیس* *Bacillus subtilis* | 91.47 | 6.77$^{c}$ | 93.23$^{b}$ | 5.20$^{b}$ | 4.73 | 38.20$^{ab}$ | 45.10$^{a}$ | 35.40$^{a}$ | 56.00$^{b}$ | 1.25$^{b}$ | 0.61$^{b}$ |
| *آسپرژیلوس تایجر* *Aspergillus niger* | 91.46 | 6.43$^{d}$ | 93.57$^{a}$ | 8.93$^{a}$ | 4.6 | 40.74$^{ab}$ | 39.30$^{b}$ | 27.93$^{b}$ | 63.10$^{a}$ | 1.43$^{a}$ | 0.82$^{a}$ |
| اشتباه معیار میانگین Standard error of means | 0.67 | 0.07 | 0.07 | 0.15 | 0.55 | 1.57 | 1.75 | 1.20 | 1.09 | 0.11 | 0.01 |
| سطح معنی‌داری P-value | 0.3495 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0190 | 0.2196 | 0.0447 | <0.0001 | 0.0052 | 0.0295 | 0.0295 | 0.0295 |

$^{a-d}$ در هر ستون، میانگین‌های با حروف غیرمشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<0.05).

$^{a-d}$The means within the same column with different letters have significant difference (P<0.05).

راسنجه‌های تولید گاز و تخمینی هسته خرمای عمل‌آوری نشده و عمل‌آوری شده با تیمارهای شیمیایی و بیولوزیکی در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. پتانسیل تولید در نمونه‌های عمل‌آوری شده اختلافی با شاهد نداشت. اما تیمار پراکسید هیدروژن باعث افزایش (P <۰/۰۵) نرخ تولید گاز نسبت به شاهد و تیمارهای بیولوژیکی *باسیلوس سابتلیس* و *آسپرژیلوس نایجر* شد (۰/۰٤۷۵ میلی‌لیتر در ساعت در برابر به‌ترتیب ۰/۰۳۲۷، ۰/۰۲۷۲ و ۰/۰۲۹٦ میلی‌لیتر در ساعت شد). حجم گاز تولیدی وابسته به‌ترکیب شیمیایی ماده خوراکی است. با کاهش اجزای دیواره سلولی شامل الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین، فرایند تخمیر افزایش یافته و نرخ تولید گاز افزایش می‌یابد. در پژوهش حاضر هم تیمار پراکسید هیدروژن باعث کاهش اجزای دیواره سلولی شد که نتیجه آن افزایش حجم و نرخ تولید گاز بود (Chaji و Khanifar، ۲۰۲۱). مقدار فراسنجه‌های تخمیری شامل انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در پودر هسته‌ی خرمای عمل‌آوری نشده به‌ترتیب ۷/۰۵ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک، ٤٦/۹۷ درصد و ۰/۷۹ میلی‌مول در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک به‌دست آمد. عمل‌آوری با پراکسید هیدروژن باعث بهبوداین صفات شد (۰/۰۵> P، به‌ترتیب ۷/۵۵ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک، ۵۰/۲۹ درصد و ۰/۸۷ میلی‌مول در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک). اما باکتری *باسیلوس سابتلیس* مقدار آن‌ها را کاهش داد (۰/۰۵> P، به‌ترتیب ٦/۳۱ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک، ٤۲/۰٦ درصد و ۰/٦۷ میلی‌مول در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک). تیمارهای هیدروکسید سدیم و *آسپرژیلوس نایجر* اختلافی با شاهد نداشتند. بررسی مقدار تولید گاز در شرایط برون‌تنی، اطلاعات ارزشمندی را در خصوص سرعت و مقدار گوارش پذیری و اثرات عوامل ضد تغذیه‌ای خوراک فراهم می‌کند. مقدار تولید گاز بستگی به ترکیب شیمیایی خوراک دارد و عواملی مانند رقم گیاه، زمان برداشت، بلوغ و روش‌های عمل‌آوری که بتوانند ترکیب شیمیایی را تحت تاثیر قرار دهند، بر مقدار گاز تولیدی موثرند (Akinfemi و همکاران، ۲۰۰۹). الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی که به کندی توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه تخمیر می‌شوند، نرخ تولید گاز را کاهش می‌دهند. حذف این اجزای دیواره سلولی باعث دسترسی بیشتر میکروارگانیسم‌ها به کربوهیدرات‌های محلول شده و در نتیجه حجم و نرخ تولید گاز افزایش می‌یابد. در پژوهش حاضر با توجه به اینکه پراکسید هیدروژن باعث کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شد، نرخ تولید گاز افزایش یافت. همبستگی مثبت بالایی بین تولید گاز با اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و انرژی قابل متابولیسم گزارش شده است (Ghanbari و Bayat Kouhsar، ۲۰۲۲). در پژوهش حاضر نیز همراه با افزایش نرخ تولید گاز در اثر تیمار پراکسید هیدروژن، مقدار قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر کاهش افزایش یافت. همسو با پژوهش حاضر، افزایش پتانسیل و نرخ تولید گاز در کاه برنج عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم و بی‌کربنات آمونیوم نسبت به نمونه‌های عمل‌آوری نشده گزارش شده است (Chen و همکاران، ۲۰۰۷). در یک آزمایش، عمل‌آوری برخی ضایعات لیگنوسلولزی با تیمارهای اسید هیدروبرومیک و هیدروکسید سدیم باعث افزایش نرخ تولید گاز، و به‌دنبال آن افزایش قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم آن‌ها شد (Al-Masri، ۲۰۰۵).

PROOF

جدول ۳. فراسنجه‌های تولید گاز و تخمینی هسته خرمای عمل‌آوری نشده و عمل‌آوری شده تیمارهای شیمیایی و بیولوزیکی

Table 3. Gas production and estimated parameters of unprocessed and processed date kernel with chemical and biological treatments

| فراسنجه‌های تخمینی Fermentation parameters[2] | | | فراسنجه‌های تولید گاز Gas production parameters[1] | | تیمار Treatment |
|---|---|---|---|---|---|
| اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول) SCFA(mmol) | قابلیت هضم ماده آلی (میلی‌لیتر) OMD(%) | انرژی قابل متابولیسم (مگاژول درکیلوگرم) ME(Mj/kg) | نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت) c(ml/h) | پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر) b(ml) | |
| 0.79$^{bc}$ | 46.97$^{bc}$ | 7.05$^{bc}$ | 0.0327±0.0030$^{b}$ | 305.11±9.96$^{ab}$ | شاهد Control |
| 0.75$^{c}$ | 45.05$^{c}$ | 6.76$^{c}$ | 0.0375±0.0026$^{ab}$ | 275.80±7.18$^{b}$ | هیدروکسید سدیم Sodium hydroxide |
| 0.87$^{a}$ | 50.29$^{a}$ | 7.55$^{a}$ | 0.0475±0.0033$^{a}$ | 289.70±5.31$^{b}$ | پراکسید هیدروژن Hydrogen peroxide |
| 0.67$^{d}$ | 42.06$^{d}$ | 6.31$^{d}$ | 0.0272±0.0029$^{b}$ | 301.14±9.78$^{ab}$ | *باسیلوس سابتلیس* *Bacillus subtilis* |
| 0.81$^{ab}$ | 47.88$^{ab}$ | 7.19$^{ab}$ | 0.0296±0.0030$^{b}$ | 336.15±2.12$^{a}$ | *آسپرژیلوس تایجر* *Aspergillus niger* |
| 0.03 | 0.09 | 0.12 | - | - | اشتباه معیار میانگین Standard error of means |
| 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | - | - | سطح معنی‌داری P-value |

[a-d] در هر ستون، میانگین‌های با حروف غیرمشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<0.05).

[a-d]The means within the same column with different letters have significant difference (P<0.05).

مقایسه میانگین قابلیت هضم برون‌تنی، pH محیط کشت و فراسنجه‌های تخمیری هسته خرمای عمل‌آوری نشده و عمل‌آوری شده با تیمارهای شیمیایی و بیولوزیکی در جدول ٤ نشان داده شده است. نتایج حاکی از اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف بود (P<۰/۰۵). تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسیدهیدروژن مقدار قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم ماده آلی را نسبت به شاهد بهبود دادند (به‌ترتیب ۸٤/۲۱، ۸۱/۳۰ درصد ماده خشک در برابر ٦۸/۳۳ درصد ماده خشک برای قابلیت هضم ماده خشک، و ۸۵/۳۳ و ۸۳/۰۰ درصد ماده خشک در برابر ۷۰/۰۰ درصد ماده خشک برای قابلیت هضم ماده آلی). همسو با پژوهش حاضر، Mishra و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که قابلیت هضم برون-تنی ماده آلی بقایای گیاه خردل عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم نسبت نمونه عمل‌آوری نشده افزایش‌یافت. Babayi و همکاران (۲۰۱٦) مشاهده کردند که عمل‌آوری با پراکسیدهیدروزن و اسیدهیدروبرومیک قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی بقایای ماش را در شرایط برون‌تنی افزایش داد. Aslanian و همکاران (۲۰۱۵) نیز افزایش قابلیت هضم برون‌تنی بقایای کاه سویای عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم را گزارش کردند. اصولاً بین مقادیر دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز با قابلیت هضم یک ماده خوراکی رابطه معکوس وجود دارد. به‌عبارت‌دیگر، هرقدر این ترکیبات در ماده خوراکی کاهش یابند، قابلیت هضم آن ماده خوراکی افزایش خواهد یافت (Nazem و همکاران، ۲۰۰۸). در

PROOF

پژوهش حاضر مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بقایای پودر هسته خرمادر اثر تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسیدهیدروژن کاهش یافت. بنابراین انتظار می‌رفت که این کاهش در اجزای دیواره سلولی باعث افزایش قابلیت هضم نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاهی شود.

مقدار pH و نیتروژن آمونیاکی در تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسیدهیدروژن بیشتر از شاهد بود (به‌ترتیب ٦/٦٣ و ٦/٦٨ در برابر ٦/٤٨، و ٤/٧١ و ٤/١٤ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر در برابر ۳/۲٦ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر). تیمارهای بیولوژیکی تفاوتی با شاهد نداشتند. همسو با پژوهش حاضر، Alaei و همکاران (۲۰۱۹) افزایش pH محیط کشت را در نمونه بقایای باقلای عمل‌آوری شده با اکسید کلسیم، هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن گزارش کردند. یکی از علل بالاتر بودن pH در نمونه‌های عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم می‌تواند مربوط به ماهیت قلیایی این ترکیب باشد. ضمن اینکه در تیمار پراکسید هیدروژن نیز ابتدا نمونه‌ها با هیدروکسید سدیم پیش-تیمار می.شوند. بیان شده است که عمل‌آوری با هیدروکسید سدیم باعث ترکیب سدیم با کربن‌های دیواره کاه و تشکیل کربنات سدیم شده و در نتیجه pH افزایش می‌یابد (۲۰۱۵). همچنین در مطالعه حاضر، غلظت نیتروژن آمونیاکی در تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن بیشتر از سایر تیمارها بود که خود دلیلی بر بالاتر بودن pH در اثر این تیمارها است. مقدار عامل تفکیک، تولید گاز بعد از ٢٤ ساعت انکوباسیون، توده میکروبی تولید شده و یازده آن در نمونه‌های عمل‌اوری نشده به‌ترتیب ۳/۸۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، ۲۳٦/۹٦ میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک، ۱۲۹/۳۱ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک و ۰/٤۲ به‌دست آمد. تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسیدهیدروژن باعث افزایش عامل تفکیک، توده میکروبی و بازده آن شدند (به‌ترتیب ٤/٦۹ و ٤/٤۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، ۱۹۲/۰۰ و ۱۹٤/٦۰ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک، و ۰/۵۳ و ۰/۵۰)، اما تولید گاز را کاهش دادند ( ۱۸۲/۱۰ و ۲۱/۲٦ میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک). *باسیلوس سابتلیس* و *آسپرژیلوس نایجر* توده میکروبی تولید شده را بهبود دادند (به‌ترتیب ۱۵۹/۹۰ و ۱٦۵/٤۰ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک)، اما بر سایر فراسنجه‌های تخمیری تاثیری نداشتند. در این مطالعه مقدار عامل تفکیک در دامنه ۳/۸۱ تا ٤/٦۹ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر قرار داشت که در دامنه گزارش شده (۲/۷٤ تا ٤/٦۵ میلی‌گرم/میلی‌لیتر) برای خوراک‌های متعارف بود (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷). عامل تفکیک شاخصی برای بیان کیفیت یک خوراک است و عبارت است از نسبت مقدار ماده آلی ناپدید شده واقعی (بر حسب میلی‌گرم) به‌حجم گاز تولیدی (بر حسب میلی‌لیتر) در طول ٢٤ ساعت انکوباسیون. به‌عبارت دیگر، عامل تفکیک بیان‌گر این واقعیت است که چه‌مقدار ماده آلی تجزیه شده در شکمبه به‌سمت تولید اسیدهای چرب فرار و یا تولید توده میکروبی رفته است و هر چقدر مقدار این ضریب بیشتر باشد، نشان‌دهنده کیفیت بالاتر نمونه خوراک می‌باشد. عامل تفکیک بالاتر نشان دهنده این است که مواد تجزیه شده به‌جای تولید گاز، به‌سمت تولید توده میکروبی هدایت شده و راندمان سنتز پروتئین میکروبی آن بیشتر است (Blummel و Orskov، ۱۹۹۳). در پژوهش حاضر، در نمونه‌های عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن مقدار عامل تفکیک بالاتر از شاهد بود که بدین معنا است که سهم بالاتری از ماده آلی هضم شده به سمت تولید توده میکروبی رفته تا تولید گاز، که داده‌های به‌دست آمده موید همین موضوع است. به‌طوری‌که در این تیمارها مقدار بازده تولید گاز کاهش، و در مقابل توده میکروبی تولید شده و بازده آن نسبت به شاهد افزایش یافت که با داده‌های عامل تفکیک همخوانی دارد.

PROOF

جدول ٤. تأثیر عمل‌آوری شیمیایی و فیزیکی بر قابلیت هضم برون‌تنی، pH محیط کشت و فراسنجه‌های تخمیری هسته خرما

Table 4. Effect of chemical and physical processing on *in vitro* digestibility, media culture pH and fermentation parameters of date kernel

| تیمار<br>Treatment | قابلیت هضم ماده خشک (درصد)<br>DMD (percent) | قابلیت هضم ماده آلی (درصد)<br>OMD (percent) | pH | نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)<br>NH3-N (mg/dl) | عامل تفکیک (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)<br>PF(mg/ml) | تولید گاز بعد از ٢٤ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک)<br>$GP_{24}$(ml/g DM) | توده میکروبی (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک)<br>MB(mg/g DM) | بازده توده میکروبی<br>EMB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد<br>Control | 68.33[b] | 70.00[b] | 6.48[b] | 3.26[b] | 3.81[b] | 236.96[ab] | 129.31[c] | 0.42[b] |
| هیدروکسید سدیم<br>Sodium hydroxide | 84.21[a] | 85.33[a] | 6.63[a] | 4.71[a] | 4.69[a] | 182.10[d] | 192.00[a] | 0.53[a] |
| پراکسید هیدروژن<br>Hydrogen peroxide | 81.30[a] | 83.00[a] | 6.68[a] | 4.14[a] | 4.41[a] | 216.26[c] | 194.60[a] | 0.50[a] |
| *باسیلوس سابتلیس*<br>*Bacillus subtilis* | 69.66[b] | 70.26[b] | 6.52[b] | 3.19[b] | 3.86[b] | 254.41[a] | 159.90[b] | 0.43[b] |
| *آسپرژیلوس تایجر*<br>*Aspergillus niger* | 70.66[b] | 71.66[b] | 6.53[b] | 3.15[b] | 4.24[ab] | 223.73[bc] | 165.40[b] | 0.48[ab] |
| اشتباه معیار میانگین<br>Standard error of means | 0.025 | 0.025 | 0.039 | 0.279 | 0.158 | 9.77 | 11.95 | 0.021 |
| سطح معنی‌داری<br>P-value | 0.0090 | 0.0045 | 0.0120 | 0.0547 | 0.0132 | 0.0096 | 0.0179 | 0.0206 |

[a-d]در هر ستون، میانگین‌های با حروف غیرمشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<0.05).

[a-d]The means within the same column with different letters have significant difference (P<0.05).

مقایسه میانگین مصرف خوراک برههای پرواری تغذیه شده با جیرههای حاوی هسته خرمای عملآوری نشده یا عملآوری شده با هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن در جدول ۵ ارائه شده است. تنها در دو هفته چهارم دوره آزمایش یعنی روزهای ٤۳ تا ٥٦، مصرف خوراک در تیمار هیدروکسید سدیم (۱۹/٦٤ کیلوگرم) بهطور معنیدار (P< ۰/۰۵)، و در تیمار پراکسید هیدروژن (۲۱/۵۲ کیلوگرم) بهطور غیرمعنیداری کمتر از شاهد (۲۵/۸٤ کیلوگرم) بود. در سایر دورههای آزمایش پرواری مصرف خوراک بین تیمارهای مختلف یکسان بود. میانگین حداقل مربعات صفات عملکردی تیمارهای آزمایشی در کل دوره پرواری در جدول ٦ ارائه شده است. مقایسه میانگینها حاکی از عدم اختلاف معنیدار بین تیمارها از لحاظ این صفات شامل وزن اولیه، وزن کل، افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل بود. Khanifar و Chaji (۲۰۲۰) اختلاف معنیداری در مصرف خوراک دورههای مختلف و کل دوره پرواری در برههای تغذیه شده با پودر هسته خرمای عملآوری نشده و عملاوری شده با پراکسید هیدروژن ۱ و ۲ درصد مشاهده نکردند که موافق با پژوهش حاضر بود. در مطالعه Mohammadabadi و همکاران (۲۰۲۲) استفاده از پودر هسته خرما تا سطح درصد۱۰ ماده خشک جیره، باعث افزایش مصرف خوراک در گوسفندان عربی شد. در یک آزمایش، جایگزینی نیشکر با مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد کیک هسته خرما تاثیری بر مصرف ماده خشک گاوهای شیری نداشت. اما در یک پژوهش استفاده از ۱۹/۵ درصد کیک هسته خرما باعث کاهش مصرف خوراک در برههای پرواری شد که علت آن مقدار بالای کیک و محتوی الیاف موجود در آن بیان شد (Khanifar و Chaji، ۲۰۲۰). همچنین در مطالعات گذشته، عملآوری ترکیبات لیگنوسلولزی با پراکسید هیدروژن، پرتو الکترون و بخار آب اثیری بر مصرف ماده خشک دامها نداشت. (Chaji و Khanifar، ۲۰۲۱). Khanifar و Chaji (۲۰۲۰) مشاهده کردند که استفاده از ۱۵ درصد پودر هستهی خرمای عملآوری نشده و عملآوری شده با پراکسیدهیدروژن یک درصد و دو درصد در جیره برههای پرواری تاثیر منفی بر قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجههای عملکردی نظیر ضریب تبدیل و تغییرات وزن نداشت که با توجه به فراوانی و قیمت ارزانتر پودر هسته خرما در مقایسه با سیلاژ ذرت و سایر اقلام خوراکی، این محققین پیشنهاد استفاده از این محصول فرعی را در جیره برههای پرواری تاسطح مورد اشاره کردند. نکته قابل توجه اینکه همسو با نتایج پژوهش حاضر، در مطالعه این محققین عملکرد برههای تغذیه شده با پودر هستهی خرمای عملآوری نشده و عملآوری شده با پراکسیدهیدروژن یک و دو درصد یکسان بود.

این پژوهش در فصل تابستان انجام شد. با این وجود، با در نظر گرفتن تنش حرارتی، صفات عملکردی برههای دالاق تغذیه شده با هسته خرما در دامنه طبیعی قرار داشت و حتی بهتر از پژوهش-های گذشته بود. Lakzaie و همکاران (۲۰۲۰) افزایش وزن کل، افزایش وزن روزانه، مقدار خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک برههای دالاق پروار شده در یک دوره ۷۰ روزه در شرایط تنش گرمایی را بهترتیب ۱۳ کیلوگرم، ۱٥٦ گرم، ۱۱۷ کیلوگرم و ۸/۹۸ گزارش کردند. بدین ترتیب استفاده از هسته خرمای عمل-آوری نشده و عملآوری شده با هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن نهتنها تاثیر نامطلوبی بر عملکرد برهها نداشت، بلکه باعث بهبود آن نیز شد.

PROOF

جدول ۵. مصرف ماده خشک خوراک (کیلوگرم) بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های حاوی هسته خرمای عمل‌آوری نشده یا عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن

Table 5. Feed intake (kg) of fattening lambs fed diet containing unprocessed or processed date kernel with chemical and biological treatments

| سطح احتمال معنی‌داری P-value | خطای استاندارد میانگین Standard error of means | تیمار Treatment 3 | 2 | 1 | دوره پرواری Fattening period |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.6573 | 1.09 | 14.60 | 13.17 | 13.83 | روز ۱۴-۱ d 1-14 |
| 0.2489 | 1.10 | 17.66 | 15.51 | 18.02 | روز ۱۵-۲۸ d 15-28 |
| 0.1090 | 1.03 | 19.35 | 17.78 | 20.50 | روز ۴۲-۲۹ d 29-42 |
| 0.0300 | 1.53 | 21.52[ab] | 19.64[b] | 25.84[a] | روز ۵۶-۴۳ d 43-56 |
| 0.3789 | 1.29 | 21.10 | 23.26 | 23.48 | روز ۷۰-۵۷ d 57-70 |
| 0.2098 | 5.08 | 99.26 | 88.10 | 100.14 | روز ۷۰-۱ d 1-70 |

تیمارها: ۱- جیره حاوی پودر هسته خرمای عمل‌آوری نشده. ۲- جیره حاوی پودر هسته خرمای عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم۳- جیره حاوی پودر هسته خرمای عمل‌آوری شده با پراکسید هیدروژن

Treatments: 1- diet containing untreated date kernel powder. 2- Diet containing date kernel powder treated with sodium hydroxide 3- Diet containing date kernel powder treated with hydrogen peroxide

[a-b] در هر ردیف، میانگین‌های با حروف غیرمشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<0.05).

[a-b]The means within the same row with different letters have significant difference (P<0.05).

جدول ٦- میانگین حداقل مربعات صفات عملکردی تیمارهای آزمایشی در کل دوره پرواری

Table 6. Least Square means for performance traits of experimental treatments during the whole fattening period

| سطح معنی داری P-value | اشتباه معیار میانگین Standard error of means | تیمارها Treatments 3 | 2 | 1 | صفت Trait |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.8267 | 5.94 | 24.600 | 23.12 | 25.13 | وزن اولیه (کیلوگرم) Initial weight (kg) |
| 0.2358 | 6.61 | 37.57 | 34.28 | 38.18 | وزن نهایی (کیلوگرم) Final weight (kg) |
| 0.1186 | 0.78 | 11.38 | 13.19 | 13.69 | افزایش وزن کل (کیلوگرم) Total gain |
| 0.186 | 27.45 | 162.64 | 188.48 | 195.57 | افزایش وزن روزانه (گرم) Daily gain (g) |
| 0.2074 | 5.08 | 99.260 | 88.11 | 100.14 | مصرف خوراک (کیلوگرم) Feed intake (kg) |
| 0.4855 | 0.25 | 7.59 | 7.78 | 7.33 | ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio |

تیمارها: ۱- جیره حاوی پودر هسته خرمای عمل‌آوری نشده. ۲- جیره حاوی پودر هسته خرمای عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم۳- جیره حاوی پودر هسته خرمای عمل‌آوری شده با پراکسید هیدروژن

Treatments: 1- diet containing untreated date kernel powder. 2- Diet containing date kernel powder treated with sodium hydroxide 3- Diet containing date kernel powder treated with hydrogen peroxide

PROOF

بـر اسـاس نتـایج مقایسـه میـانگین (جـدول ۷)، عمل‌آوری با هیدروکسید سدیم و پراکسید هیـدروژن تاثیری بر غلظت نیتروژن آمونیاکی و مقـدار pH مـایع شکمبه بره‌ها نداشت. در مطالعه Mohammadabadi و همکـــاران (۲۰۲۲)، مقـــدار pH مـــایع شـــکمبه در گوسفندان تغذیه شده با سطوح ۵ و ۱۰ درصـد پـودر هسته خرما کاهش یافت که علت احتمالی آن کـاهش جمعیت تک یاخته‌های شکمبه در اثـر وجـود تـانن و اسیدهای چرب هسته خرما بیان شد. چراکه با کاهش تعداد آن‌ها، به‌دلیل تخمیـر سـریع کربوهیـدرات، pH کاهش می‌یابد. ایـن محققـین مشـابه بـا pH، کـاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی را در اثـر اسـتفاده از سـطح مورد اشاره هسته خرما مشاهده کردند. بیـان شـد کـه اسیدهای چرب هسته خرما با سازوکار اثر بازدارندگی بر تک‌یاخته‌ها، احتمالاً باعث کاهش غلظـت نیتـروژن آمونیاکی شده‌اند. همچنـین کـاهش غلظـت نیتـروژن آمونیاکی را می‌توان به تـانن موجـود در هسـته خرمـا نسبت داد. چراکه تانن باعث کاهش تجزیه پروتئین در شکمبه می‌شود. کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی خود یکی از عوامل pH پایین‌تر محـیط شـکمبه مـی‌باشـد. به‌همین ترتیب Khanifar و Chaji (۲۰۲۰) نیز کاهش مقدار pH و غلظت نیتـروژن آمونیـاکی مـایع شـکمبه گوسفندان تغذیه شـده بـا هسـته خرمـای عمـل‌آوری نشـده و عمـل‌آوری شـده بـا پراکسـید هیـدروژن را گزارش کردند. اما همسو با پژوهش حاضـر، Meeske و همکاران (۱۹۹۳) عدم تـاثیر پـودر هسـته خرمـای عمـل‌آوری نشـده و عمـل‌آوری شـده بـا تیمارهـای شیمیایی را بر غلظت نیتروژن آمونیـاکی و pH محـیط شکمبه گزارش کردند.

جدول ۷. تاثیر عمل‌آوری با تیمارهای هیدروکسید پتاسیم و پراکسید هیدروژن بر غلظت نیتروژن آمونیاکی و pH محیط شکمبه بره‌های پرواری

Table 7. Effect of processing with sodium hydroxide and hydrogen peroxide on rumen pH and ammonia nitrogen of fattening lambs

| pH محیط شکمبه<br>Media culture pH | نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)<br>$NH_3$-N | تیمار<br>Treatment |
|---|---|---|
| 6.52 | 0.039 | 1 |
| 6.39 | 0.029 | 2 |
| 6.59 | 0.026 | 3 |
| 0.140 | 0.0124 | اشتباه معیار میانگین<br>Standard error of mean |
| 0.3672 | 0.5621 | سطح معنی‌داری<br>P-value |

تیمارها: ۱- جیره حاوی پودر هسته خرمای عمل‌آوری نشده. ۲- جیره حاوی پودر هسته خرمای عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم۳- جیره حاوی پودر هسته خرمای عمل‌آوری شده با پراکسید هیدروژن

Treatments: 1- diet containing untreated date kernel powder. 2- Diet containing date kernel powder treated with sodium hydroxide 3- Diet containing date kernel powder treated with hydrogen peroxide

## نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اسـتفاده پودر هسته خرما درجیره، تاثیر نامطلوبی بر فراسنجه-های عمکردی بره‌ها نداشت. لذا با توجه به مقرون به-صرفه بودن این محصول جانبی در مقایسـه بـا سـایر اقدام خـوراکی متـداول، اسـتفاده از آن تـا سـطح ۱۵ درصد در جیره بره‌های پرواری قابل توصـیه و بـرای تولید کننده کاهش هزینه‌های خـوراک‌دهـی را درپـی خواهد داشت.

PROOF

## منابع


Akinfemi, A., Adu, O.A., & Adebiyi, O. A. (2009). Use of white-rot fungi in upgrading maize straw and the resulting impact on chemical composition and *in vitro* digestibility. *Livestock Research for Rural Development*, 21: 115-122.

Akinyele, B.J., Olaniyi, O.O., & Arotupin, D.J. (2011). Bioconversion of selected agricultural wastes and associated enzymes by *Volvariella volvacea:* An edible mushroom. *Research Journal of Microbiology*, 6: 63-70.

Alaei, A., Ghanbari, F., Bayatkouhsar, J., & Farivar, F. (2019). Evaluation of nutritional value of vicia faba residues processed with some chemical compounds using *in vitro* and nylon bag techniques *Research on Animal production*, 10: 19-29 (In Persian).

Al-Farsi, M., Aalasalvaar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., & Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and functional characteristics of date, syrups, and their by-production. *Food Chemistry*, 104: 943-947.

Al-Masri, M.R. (2005). Nutritive value of some agricultural wastes as affected by relatively low gamma irradiation levels and chemical treatments. *Bioresource Technology*, 96: 1737-1741.

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. *Washington, DC. USA.*

Aslanian, A., Ghanbari, F., Bayat Kouhsar, J., & Karimi Shahraki B. (2015). Effects of processing with gamma ray, sodium hydroxide and calcium oxide on gas production parameters and digestibility of soybean straw. *Journal of Animal Production*, 2: 235-248 (In Persian).

Aslaniyan, A., Ghanbari, F., Bayat Kouhsar, J., & Karimi Shahraki, B. (2023). Comparing the effects of gamma ray and alkaline treatments of sodium hydroxide and calcium oxide on chemical composition, ruminal degradation kinetics and crystallinity degree of soybean straw. *Radiation Physics and Chemistry*, 191: 110524.

Attia, A.I., Reda, F.M., Patra, A.K., Elnser, S.S., Attia, Y.A., & Alagawany, M. (2021). Date (Phoenix dactylifera L.) by products: chemical composition, nutritive value and applications in poultry nutrition, an updating review. *Animals*, 11: 1133.

Babayi, M., Ghanbari, F., Gharehbash, A.M., & Bayat Kouhsar J. (2015). Investigation on the nutritional value of processed vetch wastes (*Vigna radiate*) with electron beam, hydrogen peroxide and hydrobromic acid using gas production technique and batch culture method. *Journal of Ruminant Research*, 3: 1-19. (In Persian)

Babayi, M., Ghanbari, F., Gharehbash, A.M., & Bayat Kouhsar, J. (2016). Effects of processing with electron beam, hydrogen peroxide and hydrobromic acid on the nutritional value of vetch wastes. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 8: 441-454. (In Persian)

Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N., & Attia, H. (2004). Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. Journal of Food Chemistry, 84: 577-584.

Blummel, M., and Orskov, E.R. (1993). Composition of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting food intake in cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 40: 109-119.

Blummel, M., Steingass, H., & Becker, K. (1997). The relationship between gas production, microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77: 911-921.

Broderick, G.A., & Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Animal Science*, 63: 64-75.

Chaji, M., & Khanifar, H. (2021). Effects of treatment by beam electron and alkaline hydrogen peroxide on the nutritional value of date kernel powder in ruminants. *Research on Animal production*, 12: 60-68. (In Persian)


PROOF

Chaji, M., & Khenifer, H. (2021). Influence of electron beam and low-pressure steam on the improvement of the nutritional value of date kernel powder for ruminants. *Animal Production Research*, 10: 51-62 (In Persian)

Chaudhry, A.S. (2000). Rumen degradation *in sacco* in sheep of wheat straw treated with calcium oxide, sodium hydroxide and sodium hydroxide plus hydrogen peroxide. *Animal Feed Science and Technology*, 83: 313-323.

Chen, X.L., Wang, J.K., WU, Y.M., & Liu, J.X. (2007). Effects of chemical treatments of rice straw on rumen fermentation characteristics, fibrolytic enzyme activities and populations of liquid-and solid-associated ruminal microbes *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 141: 1-14.

Getachew, G., Blummel, M., Makkar, H. & Becker, K. (1998). *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 72: 261- 281.

Ghanbari, F., & Bayat Kouhsar, J. (2022). Chemical composition, gas production parameters and *in vitro* digestibility of processed grass pea (*Lathyrus sativus*) residues with some chemicals. *Research on Animal Production*, 13: 72-84. (In Persian)

Ghanbari, F., & Bayat Kouhsar, J. (2022). Effect of processing with sodium hydroxide, calcium oxide, hydrobromic acid and hydrogen peroxide on chemical composition, gas production and fermentation parameters, and *in vitro* digestibility of lentil (*Lens culinaris*) residues. *Journal of Animal Environment*, 14: 43-54. (In Persian)

Ghanbari, F., Ghoorchi, T., Bayat Kouhsar, J., & Samiee Zafarghandi, M. (2023). Effect of various chemical processing on nutritional value of common bean (*Phaseolus vulgaris*) residues determined via *in vitro*, *in situ*, and X-ray powder diffraction techniques. *Animal production Science*, 63 (14): 1450-1460.

Ghoorchi, T., Raavi, S.E., Behad, H., Mehrabi, A., & Mastani, R. (2016). Effect of *Trametes versicolor* and *Pleurotus ostreatus* fungi on crude protein, NDF and ruminal degradability of dry matter and NDF of crop by-products. *Animal Production Research*, 5: 59-69. (In Persian)

Ghorbani, M.R., Mohammadabadi, T., & Mirzaei, H. (2020). Effect of using processed date pit with different methods in diet on broiler performance. *Animal Production*, 22 (3): 427-429. (In Persian)

Hossein Zadeh, H.A., Bayat Koohsar, J., Ghanbari, F., & Farivar, F. (2020). Effect of physical and biological processing methods on chemical composition, gas production parameters and *in vitro* digestibility of barley grain. *Research on Animal production*, 11: 46-56 (In Persian).

Hossein, A.S., Alhadrami, G.A., & Khalil, Y.H. (1988). The use of dates and date pits in broiler starter and finisher diets. *Bioresource Technology*. 66: 219-223.

Khanifar, H., and Chaji, M. (2020). Effect of feeding treated date kernel powder with alkaline hydrogen peroxide on digestibility and performance of finishing lambs. *Animal Production Research*, 9 (4): 57-69. (In Persian)

Lakzaie, H., Ghanbari, F., Bayat Kouhsar, J., & Gharehbash, A.M. (2020). Blood parameters and fattening performance comparison of Zel and Dalagh male lambs breeds and their crossbred with Romanov breed in different thermal-humidity conditions. *Animal Production*, 22: 173-185. (In Persian)

Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., & Yiakoulaki, M.D. (2006). Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crop Research*, 99: 106-113.

Makkar, H.P.S. (2010). *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. *Journal of Animal Science*, pp. 107-144.

Meeske, R., Meissner, H.H. & Pienaar, J.P. (1993). The upgrading of wheat straw by alkaline hydrogen peroxide treatment: The effect of NaOH and H2O2 on the site and extent of digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 40: 121-133.

PROOF

Menke, K.H., & Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, Separateprint, 28: 7-55.

Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agricultural Science*, 92: 217-222.

Mishra, A.S., Chaturvedi, O.H., Khali, A., Prasad, R., Santra, A., Misra, A.K., Parthasarathy, S., & Jakhmola, R.C. (2000). Effect of sodium hydroxide and alkaline hydrogen peroxide treatment on physical and chemical characteristics and IVOMD of mustard straw. *Animal Feed Science and Technology*, 84: 257- 264.

Mohammadabadi, T., Ghezi, Z., & Tabatabai Vakili, S. (2022.) The effect of palm kernel powder on performance, microbial fermentation, digestibility and some blood parameters of Arabi sheep. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 13: 499-512. (In Persian)

National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academies Press.

Nazem, K., Rouzbehan. Y., & Shojaosadati, S.A. (2008). The nutritive value of citrus pulp (lemon andorange) treated with Neurospora sitophila. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 12: 495-506.

NRC. (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminant; sheep, goat; cervids and New World camelids. *National Academy Press*.

Orskov, E.R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science*, 92: 499-503.

Rahman, M.S., Kasapis, S., AL-Kharusi, N.S.Z., AL-Marhubi, I.M., & Khan, A.J. (2007). Composition characterization and thermal transition of date pits powders. *Journal of Food Engineering*, 80: 1-10.

Saghebi, M., Khalilvandi-Behroozyar, H., Pirmohammadi, R., & Donyadoust-Chelan, M. (2022). Evaluation of the effects of biological processing of wheat straw by Aspergillus oryzae on rumen fermentation parameters and fiber degradability in ruminants. *Journal of Ruminant Research*, 10: 1-20. (In Persian)

Sarnklong, C., Cone, J. W. Pellikaan, W., & Hendriks, W.H. (2010). Utilization of rice straw and different treatments to improve is feed value for ruminants: A review. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 23: 680-692.

SAS. (2003). SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1 Edition. *SAS Institute, Cary, NC, USA*.

Shamim, A., Ghazali, Z., & Albinsson, P.A. (2016). An integrated model of corporate brand experience and customer value co-creation behaviour. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 44 (2): 139– 158.

Sharifi, M., Bashtani, M., Naserian, A., & Farhangfar, H. (2017). Determination of chemical composition, mineral content, anti-oxidant capacity and rumen degradability in various varieties of wasted date palm. *Italian Journal of Animal Science*, 16 (3): 504-517.

Shojaosadati, S.A., Faraidouni, R., Madadi-Nouei, A., & Mohammadpour, I. (1999). Protein enrichment of lignocellulosic substrates by solid state fermentation using Neurospora Sitophila. *Resources Conservation Recycling*, 27: 73-78.

Soltani Naseri, K., Ghanbari, F., Bayatkouhsar, J., & Taliey, F. (2018). Effect of chemical and biological processing methods on chemical composition, gas production parameters and *in vitro* digestibility of cicer Arietinum wastes. *Research on Animal production*, 9: 72-82 (In Persian).

Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., & France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48: 185-97.

PROOF

Uzatici, A., Canbolat, O., & Kamalak. (2022). Effect of sodium hydroxide treatment on chemical composition and feed value of common reed (*Phragmites australis*) straw. Fermentation, 8: 749.

Van Soest, P.J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant. *Cornel University Press, Ithaca, New York*, 374 pp.

PROOF