Archive of SID.ir

Animal Production Research
Vol. 13, No. 1, 2024 (15-28)
doi: 10.22124/AR.2024.25819.1795
eISSN: 2538-6107 pISSN: 2252-0872

RESEARCH PAPER OPEN ACCESS

Effect of feeding different levels of cotton by-product on performance, degradability, rumen fermentation parameters, microbial protein, and microbial population in fattening lambs

A. Mirzaei[1*], Y. Chashnidel[2], A. Teymouri Yansari[3]

1. Ph.D. Student in Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
3. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

(Received: 16-10-2023 – Revised: 31-01-2024 – Accepted: 03-02-2024)

Introduction: Today, the increase in the world's population, especially in third-world countries, has caused an increase in the demand for livestock products, which will subsequently require more livestock products and more food resources to meet these needs. The use of waste from factories of agricultural transformation industries in feeding livestock helps to make the cost of breeding more economical. Since cotton by-product is considered a product of cotton ginning factories, it can be said that due to its nutritional value, its use in animal diets is to avoid wasting this huge source of feed. Cotton by-product contains 86.9% dry matter, 12.3% crude protein, 57.7% NDF, 12.2% ash, 1.7% calcium, 0.31% phosphorus, and 1.06% net energy. The results of the studies showed that cotton waste can be used as a source of protein in the diet of fattening animals. This study aimed to assess the effect of feeding different levels of cotton by-products on performance, degradability, rumen fermentation parameters, microbial protein, and microbial population in fattening lambs.

Materials and methods: In this study, 24 male Afshari lambs with a mean weight of 30±0.7 kg and a mean age of four months were used in a completely randomized design with four treatments and six replications for 90 days. The experimental treatments included: 1) a diet without cotton by-product (control), 2) a diet containing 33.33% cotton by-product instead of alfalfa, 3) a diet containing 66.66% cotton by-product instead of alfalfa, and 4) a diet containing 100% cotton by-product instead. Hay was based on dry matter. The cotton by-product used in this study was obtained from Mahosh cotton ginning factory located in Razavi Khorasan province, Neyshabur city, Iran. After entering the test site, it was chopped and then mixed with alfalfa in certain percentages; it was consumed by experimental lambs. Growth performance traits including daily feed intake, daily weight gain, and feed conversion ratio were measured during the experiment period. To measure ruminal fermentation parameters and bacteria and protozoa populations, the rumen fluid of the experimental lambs was taken from the rumen on the 90th day of the experiment, three hours after morning feeding using an esophageal tube. To determine urine purine derivatives, the total 24-hour urine production of each animal was collected in a special container under the metabolic cage on five sampling days. The number of three fistulaized Afshari sheep with a mean weight of about 50±2 kg and a mean age of approximately 11 months was used to estimate the parameters of degradability of dry matter, crude protein, and NDF.

Results and discussion: The growth performance results showed that replacing 100% cotton by-products instead of dry alfalfa increased feed intake, increased daily weight, and decreased feed conversion ratio (P<0.05). The results of ruminal parameters showed that the treatment containing 66.66 and 100% replacement of cotton by-products instead of dry alfalfa had the highest concentration of total volatile fatty acids, acetic acid, and acetate to

* Corresponding author: ali.mirzaei.1400dr@gmail.com

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

propionate ratio (P<0.05). There was no significant difference between the experimental treatments in the amounts of purine excretion derivatives and microbial protein production. The use of 66.66% of the substitute cotton by-product instead of dry alfalfa in the diet increased the total population of rumen fluid bacteria (P<0.05) but had no significant effect on the protozoan population. The results of meta-measures of dry matter degradability, crude protein, and NDF showed that there was no significant difference between experimental treatments.

Conclusions: The general results of the study showed that replacing cotton by-products by 66.66 or 100% instead of dry alfalfa in the diet improved the performance, increased the bacterial population, and concentration of total volatile fatty acids in the rumen fluid of fattening lambs. The use of cotton by-products can be a suitable substitute for alfalfa in the diet of fattening lambs without negative effects on growth performance and rumen fermentation indices.

Keywords: Fattening lamb, Microbial protein, Degradability, Cotton by-product, Rumen microbial population

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Acknowledgments: The authors would like to thank the Department of Animal Science, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources for their help in conducting this study.

How to cite this article:

Mirzaei, A., Chashnidel, Y., & Teymouri Yansari, A. (2024). Effect of feeding different levels of cotton by-product on performance, degradability, rumen fermentation parameters, microbial protein, and microbial population in fattening lambs. *Animal Production Research*, *13*(1), 15-28. doi: 10.22124/AR.2024.25819.1795

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تحقیقات تولیدات دامی

سال سیزدهم/شماره اول/بهار ۱۴۰۳ (۲۸-۱۵)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

اثر تغذیه سطوح مختلف زائدات پنبه بر عملکرد، تجزیه‌پذیری، فراسنجه‌های تخمیر، پروتئین میکروبی و جمعیت میکروبی شکمبه در بره‌های پرواری

علی میرزائی[1*]، یدالله چاشنی دل[2]، اسدالله تیموری[3]

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۴ – تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۱۱ – تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۴)

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تغذیه سطوح مختلف زائدات پنبه به‌جای یونجه خشک بر عملکرد، تجزیه‌پذیری، فراسنجه‌های تخمیر، پروتئین میکروبی و جمعیت میکروبی شکمبه در بره‌های نر پرواری انجام شد. در این پژوهش از تعداد ۲۴ رأس بره نر نژاد افشاری با میانگین وزن ۰/۷±۳۰ کیلوگرم و میانگین سن چهار ماه در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و شش تکرار به مدت ۹۰ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) جیره بدون زائدات پنبه (شاهد)، ۲) جیره حاوی ۳۳/۳۳ درصد زائدات پنبه جایگزین یونجه، ۳) جیره حاوی ۶۶/۶۶ درصد زائدات پنبه جایگزین یونجه و ۴) جیره حاوی ۱۰۰ درصد زائدات پنبه جایگزین یونجه بر اساس ماده خشک بودند. نتایج نشان داد که جایگزین کردن ۱۰۰ درصد زائدات پنبه به‌جای یونجه سبب افزایش معنی‌دار مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و کاهش ضریب تبدیل خوراک شد ($P<0/05$). جایگزینی ۶۶/۶۶ درصد و ۱۰۰ درصد زائدات پنبه به‌جای یونجه سبب بیشترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار، اسید استیک و نیز نسبت استات به پروپیونات شد ($P<0/05$). تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در مقادیر دفع مشتقات پورینی ادرار و ساخت پروتئین میکروبی وجود نداشت. استفاده از ۶۶/۶۶ درصد جایگزینی زائدات پنبه به‌جای یونجه در جیره باعث افزایش معنی‌دار جمعیت کل باکتری‌های مایع شکمبه شد ($P<0/05$)، ولی بر جمعیت پروتوزوآ تأثیر معنی‌داری نداشت. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نداشتند. به‌طور کلی، این تحقیق نشان داد که جایگزین کردن زائدات پنبه تا ۱۰۰ درصد به‌جای یونجه در جیره سبب بهبود عملکرد رشد و غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه بره‌های پرواری شد و قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بره پرواری، پروتئین میکروبی، تجزیه‌پذیری، زائدات پنبه، جمعیت میکروبی شکمبه

* نویسندهٔ مسئول: ali.mirzaei.1400dr@gmail.com

doi: 10.22124/AR.2024.25819.1795

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

تأمین خوراک در پرورش دام بیشترین هزینه را دارد و یک مسئله اساسی است (Yusuf *et al.*, 2021). با توجه به محدودیت منابع خوراک دام در کشورهای مختلف و محدودیت تولید علوفه، نیاز است که از منابع جایگزین در جیره دام استفاده نمود تا مشکلات مربوط به تأمین خوراک دام کاهش یابد. از جمله منابع خوراکی جایگزین می‌توان به زائدات تخم پنبه اشاره نمود. پنبه دانه از لحاظ مواد مغذی به‌گونه‌ای است که آن را جزء خوراک‌های با کیفیت طبقه‌بندی می‌کنند (Harrison *et al.*, 1995). بر اساس گزارش‌های رسمی وزارت جهاد کشاورزی، در چند سال اخیر در حدود ۹۸۵۰۰ هکتار از زمین‌های کشور به کشت پنبه اختصاص یافته است. میزان تولید غوزه پنبه در سال ۱۳۹۵ بیش از ۳۰۰ هزار تن و میزان تولید زائدات پنبه در کارخانه‌های پنبه‌پاک‌کنی حدود ۴۰ هزار تن بود (Keramatzadeh *et al.*, 2016). به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که زائدات پنبه یک ماده خوراکی اقتصادی است و به دلیل ترکیبات شیمیایی مناسب می‌تواند در جیره نشخوارکنندگان نقش مهمی ایفا کند (Wang *et al.*, 2021). طی فرآیند پنبه‌پاک‌کنی در کارخانه، پنبه و پنبه‌دانه جدا شده و زائدات پنبه بر جای می‌ماند که شامل درصدی پنبه‌دانه، کرک یا الیاف، پوسته، ساقه و برگ است (Jacobs, 2021). زائدات پنبه یکی از منابع جایگزین کامل یا جزئی علوفه خشک برای گاوهای گوشتی به‌شمار می‌رود و تولیدکنندگان گوشت گاو در زمان خشک‌سالی و یا کمبود علوفه خشک از آن استفاده می‌کنند (Jacobs *et al.*, 2022). زائدات پنبه حاوی ۸۶/۹ درصد ماده خشک، ۱۲/۳ درصد پروتئین خام، ۵۷/۷ درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ۱۲/۲ درصد خاکستر، ۱/۷ درصد کلسیم، ۰/۳۱ درصد فسفر و ۱/۰۶ انرژی خالص است (Mullenix and Stewart, 2021). نتایج مطالعات اخیر نشان داد که مصرف زائدات پنبه در جیره در بهبود عملکرد رشد گوسفند (Negrão *et al.*, 2020) و نیز بهبود صفات لاشه و فراسنجه‌های شکمبه‌ای در گاوهای گوشتی (Newsome, 2023) موثر بود. همچنین زائدات پنبه دارای قابلیت استفاده در جیره دام‌های پرواری به‌عنوان منبع پروتئینی است (Alege *et al.*, 2023). پس از برداشت محصولات کشاورزی از جمله گیاه پنبه، قطعاً ضایعاتی بر جای می‌ماند و به مصرف انسانی نخواهد رسید. این زائدات شامل سر (طبق)، ساقه، گلچه دیسک و برگ‌ها است که می‌توان آنها را در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده کرد. با توجه به اینکه تاکنون تعداد محدودی مطالعه برای تعیین آثار زائدات پنبه در بره‌های پرواری صورت گرفته است و نیز عدم وجود اطلاعات کافی و مناسب از ارزش تغذیه‌ای این پسماند، این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تغذیه سطوح مختلف زائدات پنبه بر عملکرد، تجزیه‌پذیری، فراسنجه‌های تخمیر، پروتئین میکروبی و جمعیت میکروبی شکمبه در بره‌های پرواری نژاد افشاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

دام، شرایط آزمایشی و جیره‌های آزمایشی: این پژوهش در یک مزرعه پرورش گوسفند داشتی واقع در استان خراسان رضوی، شهرستان نیشابور به ظرفیت ۱۰۰۰ رأس مولد انجام شد. پژوهش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و شش تکرار، روی ۲۴ رأس بره نر نژاد افشاری، با میانگین وزنی ۰/۷±۳۰ کیلوگرم به مدت ۱۰۴ روز (۱۴ روز عادت‌پذیری و ۹۰ روز آزمایش) در بهار و تابستان ۱۴۰۱ انجام شد. بره‌ها به جایگاه‌های انفرادی (با ابعاد ۱/۵×۱/۱ مترمربع) انتقال داده شدند. پس از اتمام دوره عادت‌پذیری، بر اساس جایگاه‌ها و جیره‌ها، بره‌ها به‌طور تصادفی در چهار تیمار آزمایشی قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) جیره بدون زائدات پنبه (شاهد)، ۲) جیره حاوی ۳۳/۳۳ درصد زائدات پنبه جایگزین یونجه، ۳) جیره حاوی ۶۶/۶۶ درصد زائدات پنبه جایگزین یونجه و ۴) جیره حاوی ۱۰۰ درصد زائدات پنبه جایگزین یونجه بر اساس ماده خشک بودند. زائدات پنبه مورد استفاده در این تحقیق از کارخانه پنبه‌پاک‌کنی مهوش واقع در استان خراسان رضوی، شهرستان نیشابور تهیه شد. زائدات پنبه پس از ورود به محل آزمایش با دستگاه چاپر خرد شد و سپس به‌صورت مخلوط با یونجه با درصدهای مشخص، مورد مصرف بره‌های آزمایشی قرار گرفت. جدول ترکیبات شیمیایی زائدات پنبه مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

در آزمایش اول، اثر سطوح مختلف زائدات پنبه بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های تخمیر و جمعیت میکروبی شکمبه در بره‌های پرواری مورد بررسی قرار گرفت. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار سیستم تغذیه‌ای نشخوارکنندگان کوچک (نسخه ۱/۹/۵۱۰۵) تنظیم شدند (جدول ۲).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی زائدات پنبه مورد استفاده در تحقیق

Table 1. Chemical compositions of cotton waste used in study

Chemical compositions	Amount
ME (Mcal/kg)	1.26
Dry matter (% DM)	86.90
Crude protein (% DM)	12.31
NDF (% DM)	57.70
ADF (% DM)	49.24
Lignin (% DM)	22.48
Ether extract (% DM)	5.44
Ash (% DM)	12.23

جیره پایه حاوی ۳۰ درصد علوفه و ۷۰ درصد کنسانتره بود و به‌صورت جیره کاملاً مخلوط در اختیار بره‌ها قرار گرفت (NRC, 2007). خوراک به‌صورت جیره کاملاً مخلوط در حد اشتها در دو نوبت (ساعت ۸:۰۰ و ۱۷:۰۰) به‌صورت انفرادی در اختیار دام‌ها قرار گرفت، به‌طوری که پنج تا ۱۰ درصد پس‌آخور بماند. آب به‌صورت آزاد در اختیار بره‌ها قرار داشت. وزن‌کشی بره‌ها به‌وسیله ترازوی دیجیتالی (مدل MT 100، ساخت ایران) با دقت ۱۰ گرم هر ۱۴ روز یک‌بار قبل از مصرف خوراک (با اعمال ۱۲ ساعت محرومیت غذایی) انجام و مقادیر افزایش وزن روزانه ثبت شد. همچنین ضریب تبدیل خوراک در روزهای مختلف آزمایش از تقسیم میانگین ماده خشک مصرفی روزانه به میانگین افزایش وزن زنده روزانه بره‌های هر تیمار محاسبه شد.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های شکمبه‌ای (pH، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار): مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش سه ساعت پس از خوراک‌دهی نوبت صبح با استفاده از لوله مری از شکمبه گرفته شد. اندازه‌گیری pH مایع شکمبه بلافاصله با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال قابل حمل (مدل CD 500-WPA) انجام شد. سپس، نمونه مایع شکمبه با پارچه کنفی چهار لایه صاف شد و نمونه‌ای از آن برای تعیین نیتروژن آمونیاکی و ترکیب اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه به‌طور جداگانه برداشته (۱۰ میلی‌لیتر) شد. پس از افزودن یک میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۲۵ درصد به ازای هر چهار میلی‌لیتر مایع شکمبه، نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند (Broderick and Kang, 1980). اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از روش تیتراسیون (Conway, 1950) و ترکیب اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه شامل استیک، پروپیونیک، بوتیریک، والریک و ایزووالریک با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC–PU4410–PHILIPS) تعیین شدند (Ottenstein and Bartley, 1971).

شمارش تعداد جمعیت باکتریایی و پروتوزوآ: نمونه‌گیری از مایع شکمبه بره‌ها (سه رأس بره از هر تیمار) در روز ۹۰ آزمایش سه ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح، به‌وسیله لوله مری انجام شد. سپس، نمونه مایع شکمبه با پارچه کنفی چهار لایه صاف شد و مقدار پنج میلی‌لیتر از نمونه مایع شکمبه صاف‌شده به داخل فالکن‌های ۱۵ میلی‌لیتری ریخته شد. در مرحله بعد، پنج میلی‌لیتر محلول فرمالین به لوله‌های حاوی مایع شکمبه افزوده شد و در دمای اتاق و و مکان تاریک تا هنگام شمارش جمعیت کل باکتری‌ها و پروتوزوآ نگهداری شد. برای اندازه‌گیری جمعیت کل باکتری‌های مایع شکمبه در آزمایشگاه، محیط کشت با pH برابر با ۷/۵۸ تهیه شد. سپس، مقداری از مایع شکمبه با محلول رقیق‌سازی مخلوط و رقت‌های ۰/۱، ۰/۰۱ و۰/۰۰۱ آماده شد. از هر رقت، سه تکرار با تلقیح ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول رقیق شده در محیط کشت اختصاصی (حاوی سه گرم مونو پتاسیم فسفات، شش گرم کلروپتاسیم ۰/۶ گرم سولفات منیزیم، ۰/۶ کلر و کلسیم، شش گرم سولفات آمونیوم، چهار گرم مایع شکمبه گلوکز، مخلوط اسیدهای چرب سلوبیوز، زایلوز، مخمر، مالتوز، سلولز و محلول کربنات سدیم) تهیه شد. با گازدهی به وسیله دی اکسیدکربن به مدت ۳۰ ثانیه، درب لوله‌های پلی‌اتیلنی کشت، محکم بسته شد و در گرم‌خانه با دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار گرفت. بعد از ۱۴ روز با تغییر pH و مشاهده رنگ کدر و خاکستری در ته هر لوله کشت، رشد باکتری با استفاده از روش Dehority (2003) تعیین شد. شمارش پروتوزوآ با رنگ‌آمیزی نمونه‌ها به وسیله متیلن بلو انجام شد. ۱۰ میکرولیتر از نمونه به‌وسیله سمپلر برداشته شده و روی لام نئوبار مخصوص ریخته شد و شمارش تعداد پروتوزوآ در زیر میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی X40 انجام شد (Dehority, 2003).

مشتقات پورینی ادرار و ساخت پروتئین میکروبی: به‌منظور تعیین مشتقات پورینی ادرار، کل ادرار تولیدی ۲۴ ساعته هر حیوان در پنج روز نمونه‌گیری (روز ۸۵ تا ۹۰ آزمایش) در ظرف مخصوص زیر قفس متابولیسمی جمع‌آوری شد. اسید سولفوریک ۱۰ درصد صبح هر روز نمونه‌گیری داخل

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۲- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره‌های حاوی سطوح مختلف زائدات پنبه به جای یونجه خشک

Table 2. Ingredients and chemical compositions of diets containing different levels of cotton by-product instead of alfalfa hay

Ingredients	Dietary level (%) of cotton by-product instead of alfalfa			
	0	33.33	66.66	100
Alfalfa hay	12.63	6.31	3.16	0.00
Cotton by-product	0.00	4.16	8.32	12.63
Wheat straw	5.80	5.80	5.80	5.49
Corn silage	10.01	10.00	11.00	12.00
Soybean meal	8.70	8.89	8.96	8.90
Corn grain	15.00	15.72	15.05	14.98
Wheat bran	15.38	15.38	15.00	14.00
Barely grain	27.10	27.46	27.30	26.90
Sugar beet pulp	3.49	4.39	3.49	3.30
Vit and min supplements*	0.69	0.69	0.69	0.60
Salt	0.20	0.20	0.20	0.20
Calcium carbonate	1.00	1.00	1.03	1.00
Chemical compositions				
ME (Mcal/kg)	2.70	2.71	2.69	2.67
Dry matter (%)	81.92	81.71	80.93	80.69
Ash (%)	8.53	8.60	7.90	7.88
Crude protein (%)	14.40	14.32	14.37	14.36
Ether extract	3.40	4.10	4.12	4.19
Neutral detergent fiber (%)	34.17	34.07	35.80	35.67
Acid detergent fiber (%)	23.91	23.70	21.91	21.80
Calcium (%)	0.76	0.78	0.88	0.85
Phosphorus (%)	0.46	0.47	0.43	0.41

* Each kg of the vitamin–mineral premix contained: vitamin A (50,000 IU), vitamin D_3 (10,000 IU), vitamin E (0.1 g), calcium (196 g), phosphorus (96 g), sodium (71 g), magnesium (19 g), iron (3 g), copper (0.3 g), manganese (2 g), zinc (3 g), cobalt (0.1 g), iodine (0.1 g), and selenium (0.001 g).

ظرف جمع آوری ادرار ریخته شد و ادرار دفعی دام با آن مخلوط شد. سپس، نمونه‌های ادرار جمع‌آوری شده هر حیوان در پایان هر دوره با هم مخلوط و ۲۰ میلی‌لیتر از آن در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. با استفاده از کیت اسید اوریک (شرکت درمان کاو)، میزان اسید اوریک ادرار اندازه‌گیری شد. میزان گزانتین و هیپوگزانتین نیز با روش آنزیمی پس از تهیه محلول استاندارد با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل XB10، ساخت انگلستان) در طول موج ۲۹۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. غلظت آلانتوئین ادرار به وسیله معرف‌های فنیل هیدرازین و فری‌سیانید پتاسیم با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۲ نانومتر اندازه‌گیری شد. همچنین، میزان پروتئین میکروبی تولید شده (بر حسب گرم در روز) به کمک روش Chen and Gomes (1992) تعیین شد.

در آزمایش دوم، اثر تغذیه سطوح مختلف زائدات پنبه بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی انجام شد. بدین منظور از تعداد سه رأس گوسفند نر نژاد افشاری فیستولاگذاری شده با میانگین وزن حدود ۲±۵۰ کیلوگرم و با میانگین سنی تقریباً ۱۲ ماه استفاده شد. گوسفندان در جایگاهی مسقف و نیمه باز، داخل قفس متابولیسمی با جیره‌ای حدود ۱۰ درصد بیش از سطح نگهداری، قرار داشتند. ظروف آب و خوراک به جایگاه‌ها متصل بودند. در این آزمایش از کیسه‌های نایلونی با جنس پلی‌استر (داکرون) با قطر منافذ ۴۵ میکرومتر و به ابعاد برابر با ۹۷ سانتی‌متر استفاده شد. برای هر نمونه در هر زمان موردنظر تعداد چهار کیسه (تکرار) تهیه و در دو گوسفند فیستوله‌دار، شکمبه‌گذاری شد. همه کیسه‌های حاوی نمونه‌های جیره‌های آزمایشی (سه گرم) قبل از قرار دادن در شکمبه در یک ظرف حاوی آب ولرم با دمای ۳۹ درجه سلسیوس به مدت پنج دقیقه خیسانده شدند تا رطوبت کافی را جذب نمایند. این عمل به خاطر مرطوب شدن نمونه‌ها و دسترسی سریع میکروارگانیسم‌ها به مواد داخل کیسه‌ها انجام شد (Riasi *et al.*, 2008). سپس، کیسه‌های حاوی نمونه با اتصال به یک شیلنگ لاستیکی از راه فیستولا در شکمبه قرار داده شدند. کیسه‌های حاوی نمونه در زمان‌های ۴، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون از شکمبه خارج شدند و پس از شستشو در ماشین لباسشویی و خشک

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نمودن به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۵۰ درجه سلسیوس برای تعیین ترکیبات مغذی باقی‌مانده در نمونه‌ها، تجزیه شدند. برای تعیین تجزیه‌پذیری در زمان صفر، کیسه‌ها بدون انکوباسیون در شکمبه و با استفاده از ماشین لباسشویی به مدت ۲۰ دقیقه با آب سرد مورد شستشو قرار گرفتند. میزان ناپدید شدن مواد مغذی و فراسنجه‌های هضمی با استفاده از معادله استاندارد (McDonald and Orskov, 1979) تخمین زده شد و سپس درصد تجزیه‌پذیری با استفاده از معادله زیر تعیین شد:

$$\text{درصد تجزیه پذیری} = 1 - \frac{\text{مقدار باقیمانده نمونه در کیسه}}{\text{مقدار نمونه اولیه در کیسه}} \times 100$$

داده‌های حاصل برای به‌دست آوردن فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و ارزیابی کینتیک هضم شکمبه‌ای با نرم‌افزار Neway استفاده شدند. از معادلات زیر برای تعیین تجزیه‌پذیری ماده مغذی تجزیه‌پذیری موثر استفاده شد:

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

$$ED = a+ [bc/c+k]$$

در این معادله‌ها، P: تجزیه‌پذیری ماده مغذی، ED: تجزیه‌پذیری موثر، a: بخش سریع تجزیه‌شونده در شکمبه، b: بخش کند تجزیه‌شونده در شکمبه، c: ثابت نرخ تجزیه، e: عدد نپر، t: زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت) و k: نرخ عبور مواد جامد از شکمبه است.

تجزیه آماری: داده‌های آزمایش با استفاده از رویه Mixed نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (SAS, 2001) و با در نظر گرفتن اثر تیمار به‌عنوان اثر ثابت و وزن اولیه پروار به عنوان متغیر کمکی تجزیه شدند. به‌دلیل عدم معنی‌داری وزن اولیه پروار به‌عنوان اثر متغیر کمکی، این عامل از مدل تجزیه آماری حذف شد. همچنین برازش داده‌های تجزیه‌پذیری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (SAS, 2001) انجام شد. مقایسه میانگین‌های به‌دست آمده از مقایسات بررسی آثار خطی (L) و غیرخطی (Q) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. مدل آماری مورد استفاده در این تحقیق به‌صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

در این معادله، Y_{ij}: صفت مورد نظر، μ: میانگین کل داده‌ها، T_i: اثر ثابت تیمار آزمایشی و e_{ij}: اثر خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

مصرف خوراک و عملکرد رشد: اثر تیمارهای مختلف بر مصرف خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که خوراک مصرفی روزانه، وزن نهایی و افزایش وزن روزانه دام‌ها در تیمار جایگزینی ۱۰۰ درصد نسبت به سه تیمار دیگر به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P <$ ۰/۰۵)، اما بین تیمارهای دارای ۳۳/۳۳ درصد و ۶۶/۶۶ درصد زائدات پنبه، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. کمترین میانگین خوراک مصرفی روزانه در تیمار شاهد و بیشترین میانگین در تیمار جایگزینی ۱۰۰ درصد مشاهده شد. ضریب تبدیل خوراک بین گوسفندان مصرف‌کننده جیره شاهد و حیوانات تغذیه شده با جیره‌های دارای ۳۳/۳۳ درصد و ۶۶/۶۶ درصد زائدات پنبه، تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما در این سه تیمار در مقایسه با تیمار دریافت‌کننده ۱۰۰ درصد زائدات پنبه، تفاوت به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵). افزایش مصرف خوراک در تحقیق حاضر احتمالاً به دلیل خوش‌خوراک‌تر بودن زائدات پنبه (Sagebiel and Cisse, 1984; Hill *et al*., 2000) و نیز توان مصرف سریع‌تر آن به وسیله حیوان در مقایسه با یونجه است. از طرفی، مدت زمان ماندگاری زائدات پنبه‌دانه در شکمبه در مقایسه با یونجه کم‌تر است، بنابراین اثر پرکنندگی شکمبه که به‌دنبال مصرف یونجه خشک ایجاد می‌شود، می‌تواند مصرف خوراک را محدود سازد (Jacobs *et al*., 2022). یافته‌های پژوهش حاضر در رابطه با افزایش مصرف ماده خشک با مشاهدات محققان دیگر که روی بخش کرک پنبه مطالعه کرده بودند مطابقت داشت (Zanine *et al*., 2022). در پژوهش دیگری، جایگزینی ۲۰ درصد پنبه‌دانه به‌جای یونجه سبب افزایش مصرف خوراک در بزغاله‌های نر پرواری نژاد سیداما شد (Solaiman, 2007). در یک پژوهش، سطوح مختلف زائدات پنبه اثر معنی‌داری بر مقدار مصرف خوراک گوساله‌های پرواری نداشت (Jacobs *et al*., 2022)، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت نداشت. به‌علت تجزیه سریع‌تر الیاف خام زائدات پنبه نسبت به الیاف یونجه به وسیله آنزیم‌های سلولولیتیک مایع شکمبه و نیز بهبود شرایط تخمیر با استقرار سریع‌تر باکتری‌های شکمبه، احتمال افزایش ماده خشک مصرفی در تحقیق حاضر وجود داشت (Yusuf *et al*., 2021). مطالعات نشان دادند که زائدات پنبه می‌تواند

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۳- اثر گنجاندن سطوح مختلف زائدات پنبه به جای یونجه در جیره بر عملکرد رشد بره‌های پرواری

Table 3. The effect of including different levels of cotton by-product instead of alfalfa in the diet on growth performance of fattening lambs

Item	Dietary replacement level (%) of cotton by-product				SEM	*P*-value	Contrast	
	0	33.33	66.66	100			Linear	Quadratic
Daily feed intake (g/d)	1760^{b}	1790^{b}	1800^{b}	1890^{a}	13.1	0.003	0.022	0.241
Initial weight (kg)	30.60	30.50	30.70	30.30	1.31	0.332	0.441	0.620
Final weight (kg)	51.25^{b}	52.00^{b}	52.60^{b}	56.22^{a}	0.62	0.031	0.041	0.253
Daily weight gain (g/d)	227^{b}	234^{b}	242^{ab}	282^{a}	3.01	0.045	0.021	0.231
Feed conversion ratio	7.74^{a}	7.65^{a}	7.44^{a}	6.68^{b}	0.14	0.002	0.001	0.120

$^{a-b}$ Values with different superscript letters within a row are significantly different (P<0.05).
SEM: Standard error of the means

به‌عنوان یک منبع پروتئینی در جیره گوسفند بدون اثر منفی روی عملکرد رشد مورد مصرف قرار گیرد (Negrão *et al.*, 2020; Balaji *et al.*, 2023).

در مطالعه حاضر، وزن نهایی و افزایش وزن روزانه بره‌های پرواری در تیماری که ۱۰۰ درصد زائدات پنبه دریافت کرده بود نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). بهبود افزایش وزن روزانه را می‌توان با افزایش مصرف خوراک و دریافت بیشتر انرژی و پروتئین در جیره‌های آزمایشی مرتبط دانست (Kandylis *et al.*, 2008). در یک پژوهش، استفاده از هشت درصد پنبه‌دانه در جیره پس از ۹۰ روز باعث افزایش وزن زنده نهایی بره‌های نر پرواری شد (Afsalzadeh *et al.*, 2011). در آزمایش دیگری از ۳۰ درصد زائدات پنبه و ۷۰ درصد سیلاژ سورگوم به‌عنوان منبع علوفه در جیره گوساله‌های پرواری استفاده شد که سبب افزایش وزن نهایی در پایان پروار شد (Myer, 2008). همچنین در یک مطالعه گزارش شد که جایگزینی ۳۰ درصد زائدات پنبه به‌جای علوفه در جیره سبب افزایش وزن نهایی پروار و افزایش وزن روزانه در بره‌های پرواری شد (Kazemi and Tohidi, 2023).

در آزمایش حاضر، ضریب تبدیل خوراک در دام‌های مصرف‌کننده ۱۰۰ درصد زائدات پنبه به‌جای یونجه نسبت به سه تیمار دیگر کاهش معنی‌داری یافت (P<۰/۰۵)، که می‌تواند به‌دلیل بهبود استفاده از مواد مغذی جیره برای رشد در تیمارهای حاوی زائدات پنبه باشد. در یک آزمایش، استفاده از ۱۰ درصد پنبه‌دانه در جیره بره‌های نر سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک شد (Abbasalan *et al.*, 2011). زائدات پنبه با اندازه ذرات بزرگتر به حفظ یک تله الیافی در محیط شکمبه کمک می‌کند، که اجازه می‌دهد زمان نگهداری خوراک افزایش یابد، در نتیجه روند تجزیه و در دسترس قرار گرفتن مواد مغذی خوراک برای میکروب‌های شکمبه و در ادامه بهبود شرایط عملکرد رشد قابل پیش‌بینی بود (Warner *et al.*, 2020).

فراسنجه‌های شکمبه‌ای (pH، نیتروژن آمونیاکی و ترکیب اسیدهای چرب فرار): طبق یافته‌های جدول ۴، تیمارهای حاوی جایگزینی ۶۶/۶۶ درصد و ۱۰۰ درصد زائدات پنبه به‌جای یونجه خشک دارای بالاترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار، اسید استیک و نیز نسبت استات به پروپیونات بودند (P <۰/۰۵). تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر pH و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه نداشتند. در پژوهشی که از پنبه‌دانه کامل در جیره میش‌ها استفاده شد نیتروژن آمونیاکی کاهش یافت، ولی تأثیری بر pH مایع شکمبه نداشت (Dayani *et al.*, 2011). همسو با نتایج تحقیق حاضر در یک مطالعه، غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه تحت تأثیر افزودن زائدات پنبه به جیره بره‌های پرواری قرار نگرفت (Veloz, 2023). از دلایل احتمالی افزایش غلظت اسید استیک و نسبت استات به پروپیونات مایع شکمبه در تیمار حاوی جایگزینی ۱۰۰ درصد زائدات پنبه به‌جای یونجه خشک، افزایش جمعیت باکتری‌های سلولولیتیک شکمبه است. این امر می‌تواند به علت تخریب الیاف ناشی از افزایش فعالیت آنزیم سلولولیتیک در شکمبه و همچنین ماهیت الیاف NDF و ADF زائدات پنبه در مقایسه با علوفه یونجه باشد چون الیاف پنبه از سلولز خالص تشکیل شده است و پیوندهای لیگنوسلولزی در آن‌ها مشاهده نمی‌شود (Yusuf *et al.*, 2021). همچنین، در یک مطالعه گزارش شد که جایگزینی ۳۰ درصد زائدات پنبه به‌جای علوفه در جیره سبب افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه بره‌های پرواری شد (Kazemi and Tohidi, 2023). در تحقیقی، افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه در گاوهای گوشتی با مصرف پنبه-دانه مشاهده شد (Wanapat *et al.*, 2013). فعالیت

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

متابولیکی بیشتر اپیتلیوم شکمبه و افزایش سطح جذب شکمبه در نشخوارکنندگان با تخمیر مواد آلی بالاتر و غلظت بالاتر اسیدهای چرب فرار در مایع شکمبه همراه است (Lesmeister and Heinrichs, 2004). بره‌هایی که جیره حاوی ۶۶/۶۶ درصد و ۱۰۰ درصد زائدات پنبه به‌جای یونجه خشک دریافت کردند غلظت کل اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. این امر ممکن است احتمالاً به تجزیه‌پذیری بیشتر به وسیله میکروب‌های شکمبه در تیمارهای ذکر شده نسبت داده شود. همسو با این نتایج، در یک مطالعه نشان داده شد که تولید اسیدهای چرب فرار شکمبه با مصرف ماده خشک نشخوارکنندگان همبستگی خطی دارد (Dijkstra, 1994).

دفع مشتقات پورینی و ساخت پروتئین میکروبی: نتایج جدول ۵ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی در مقادیر مشتقات دفعی پورینی و ساخت پروتئین میکروبی وجود نداشت. همسو با این نتایج در یک پژوهش، سطوح مختلف پنبه‌دانه اثر معنی‌داری روی ساخت پروتئین میکروبی در گاوهای گوشتی نداشت (Wanapat *et al.*, 2013). از آنجایی‌که پروتئین میکروبی مهمترین منبع پروتئینی مورد استفاده در نشخوارکنندگان است، بنابراین پیش‌بینی بازدهی تولید نیتروژن میکروبی در تغذیه نشخوارکنندگان اهمیت بسیاری دارد. میزان تجزیه‌پذیری شکمبه منابع نیتروژن و کربوهیدرات، نرخ رقت شکمبه و دفعات تغذیه بر ساخت پروتئین میکروبی تأثیر می‌گذارند (Stern and Hoover, 1979).

شمارش تعداد جمعیت باکتری‌ها و پروتوزوآ: نتایج جدول ۶ نشان داد که استفاده از ۶۶/۶۶ درصد جایگزینی زائدات پنبه به‌جای یونجه در جیره باعث افزایش جمعیت کل باکتری‌های مایع شکمبه شد ($P<۰/۰۵$)، ولی جمعیت پروتوزوآ همراه با استفاده از زائدات پنبه تمایل به کاهش داشت ($P=۰/۰۶۰$). نشان داده شد که با افزایش سطح پنبه‌دانه تا ۱۵ درصد در جیره، جمعیت باکتری‌های مایع شکمبه افزایش یافت، ولی روی جمعیت پروتوزوآ بی‌تأثیر بود (Veloz, 2023).

جدول ۴- اثر گنجاندن سطوح مختلف زائدات پنبه به‌جای یونجه در جیره بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای در بره‌های پرواری

Table 4. Effect of including different levels of cotton by-product instead of alfalfa in the diet on ruminal parameters of fattening lambs

Item	Dietary replacement level (%) of cotton by-product				SEM	*P*-value	Contrast	
	0	33.33	66.66	100			Linear	Quadratic
Rumen pH	6.51	6.76	6.59	6.71	0.14	0.575	0.436	0.510
NH3-N (mg/dL)	7.91	7.26	7.36	6.86	0.41	0.746	0.678	0.597
Total VFA (mmol/L)	88.56^{b}	90.30^{b}	92.13^{a}	92.55^{a}	1.08	0.033	0.022	0.244
Acetic acid (A)	57.18^{b}	58.18^{b}	60.10^{a}	60.28^{a}	0.91	0.031	0.021	0.218
Propionic acid (P)	23.50	22.95	22.10	22.12	0.51	0.211	0.326	0.245
Butyric acid	1.41	1.67	1.70	1. 73	0.53	0.125	0.226	0.136
Isovalric acid	4.14	4.54	5.25	5.31	0.43	0.190	0.182	0.198
Valric acid	2.33	2.95	3.09	3.11	0.46	0.220	0.231	0.317
A/P	2.44^{b}	2.53^{b}	2.71^{a}	2.72^{a}	0.06	0.042	0.033	0.228

$^{a-b}$ Values with different superscript letters within a row are significantly different ($P<0.05$).
SEM: Standard error of the means

جدول ۵- اثر گنجاندن سطوح مختلف زائدات پنبه به‌جای یونجه در جیره بر دفع مشتقات پورینی ادرار و ساخت پروتئینی میکروبی

Table 5. Effect of including different levels of cotton by-product instead of alfalfa in the diet on excretion of urinary purine derivatives and microbial protein synthesis

Item	Dietary replacement level (%) of cotton by-product				SEM	*P*-value	Contrast	
	0	33.33	66.66	100			Linear	Quadratic
Allantoin excretion (mmol/day)	9.90	9.41	9.70	9.73	0.21	0.211	0.245	0.198
Uric acid (mmol/day)	0.41	0.38	0.40	0.39	0.04	0.651	0.579	0.621
Xanthine and hypoxanthine (g/day)	1.33	1.46	1.23	1.48	0.15	0.301	0.295	0.328
Purine derivatives (mmol/day)	11.2	9.07	10.66	11.4	1.08	0.400	0.474	0.372
Microbial protein (g/day)	45.75	45.93	46.01	46.22	1.29	0.147	0.155	0.142

SEM: Standard error of the means

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جمعیت پروتوزوآ مایع شکمبه تنها تحت تأثیر pH نیست، بلکه ترکیبی از چندین عامل مختلف بر جمعیت پروتوزوآ مؤثر هستند. ترکیب جیره، نرخ باز چرخ، دفعات خوراک‌دهی و مقدار خوراک نیز بر جمعیت پروتوزوآ مؤثر هستند (Franzolin and Dehority, 1996). از دلایل احتمالی افزایش جمعیت کل باکتری‌ها و پروتوزوآ مایع شکمبه در تحقیق حاضر، افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی و افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه به علت محتوی مناسب الیاف خام زائدات پنبه بود (Horner *et al.*, 1988)، که می‌تواند روی افزایش تعداد پروتوزوآ و باکتری‌های مایع شکمبه اثرگذار باشد. سطوح بالاتر مصرف کنسانتره، در جیره‌های آزمایشی ممکن است به علت کاهش pH، جمعیت پروتوزوآ که به تغییرات اسیدیته شکمبه حساس هستند را کاهش دهد. اما در تحقیق حاضر به دلیل عدم کاهش pH، جمعیت پروتوزوآ تغییری نکرد (Ibro and Lemma, 2022). در یک مطالعه، افزایش جمعیت باکتری‌های مایع شکمبه گاوهای شیری در تیمارهای حاوی ضایعات پنبه گزارش شد (Wang *et al.*, 2021). احتمالاً فراهم شدن منبع تغذیه باکتری‌های شکمبه به‌دلیل محتوای مناسب الیاف خام و پروتئین خام در ضایعات پنبه سبب افزایش جمعیت باکتری‌های مایع شکمبه شده است (Smith *et al.*, 1981).

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری: نتایج تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک جیره‌های آزمایشی در جدول ۷ گزارش شده است. تفاوت معنی‌داری بین بخش سریع تجزیه‌شونده جیره‌های مختلف آزمایشی وجود نداشت. اختلاف بخش کند تجزیه‌شونده و مجموع بخش قابل‌تجزیه ماده خشک جیره‌های آزمایشی نیز معنی‌دار نبود. هم‌راستا با این پژوهش، استفاده از هشت درصد زائدات پنبه در جیره بره‌های نر پرواری تأثیری بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک نداشت. این نتیجه احتمالاً به این دلیل است که زائدات پنبه تأثیری در بخش محلول جیره نداشت و هضم‌پذیری جیره را در بخش سریع‌تجزیه به وسیله میکروارگانیسم‌های شکمبه افزایش نداده است (Ibro and Lemma, 2022).

بر اساس نتایج جدول ۸، تفاوت معنی‌داری بین بخش سریع تجزیه‌شونده، بخش کند تجزیه‌شونده و مجموع بخش قابل‌تجزیه پروتئین خام جیره‌های مختلف وجود نداشت. یافته‌های جدول ۹ نشان می‌دهد میانگین ناپدید شدن الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، بخش تند تجزیه‌شونده و مجموع بخش قابل‌تجزیه در گروه‌های آزمایشی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مخالف با این یافته‌ها در یک پژوهش، مصرف پنبه‌دانه سبب افزایش معنی‌داری در بخش تند تجزیه‌شونده الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد (Abbasalan *et al.*, 2011). افزایش ناپدید شدن الیاف، رابطه مستقیم با درجه محلول شدن همی سلولز و تخریب باندهای استری بین همی سلولز و لیگنین دارد (Van Soest, 2018). تجزیه‌پذیری بخش قابل‌تجزیه به‌شدت تحت تأثیر ترکیب دیواره سلولی است که در آن، ساختار الیاف پیوند لیگنوسلولزی می‌تواند نفوذ آنزیم‌های میکروبی را مهار کند و در نتیجه، منجر به تخریب کمتر مواد مغذی شود. فرآیند تجزیه‌پذیری ممکن است تحت تأثیر عوامل مختلفی مثل شرایط محیطی، میزان مصرف ماده خشک و جمعیت میکروبی شکمبه در زمان آزمایش باشد (Veloz, 2023).

جدول ۶- اثر گنجاندن سطوح مختلف زائدات پنبه به‌جای یونجه در جیره بر جمعیت باکتری‌ها (Log_{10} در هر میلی‌لیتر) و پروتوزوآ مایع شکمبه (Log_5 در هر میلی‌لیتر)

Table 6. Effect of including different levels of cotton by-product instead of alfalfa in the diet on the population of ruminal fluid bacteria (Log_{10}/mL) and protozoa (Log_5/mL)

Item	Dietary replacement level (%) of cotton by-product				SEM	*P*-value	Contrast	
	0	33.33	66.66	100			Linear	Quadratic
Total bacteria	7.97[b]	7.69[b]	8.60[a]	7.69[b]	0.27	0.035	0.021	0.041
Total protozoa	6.16	5.96	5.12	5.16	0.221	0.060	0.059	0.067

[a-b] Values with different superscript letters within a row are significantly different (P<0.05).
SEM: Standard error of the means

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۷- اثر گنجاندن سطوح مختلف زائدات پنبه به‌جای یونجه در جیره بر تجزیه‌پذیری ماده خشک (درصد)

Table 7. Effect of including different levels of cotton by-product instead of alfalfa in the diet on dry matter degradability (%)

Item	Dietary replacement level (%) of cotton by-product				SEM	*P*-value	Contrast	
	0	33.33	66.66	100			Linear	Quadratic
a	25.19	25.13	24.88	24.94	0.81	0.951	0.842	0.910
b	51.89	51.17	51.64	51.16	0.46	0.926	0.898	0.946
a + b	76.05	76.27	76.49	76.07	0.29	0.785	0.649	0.713
c	0.039	0.040	0.038	0.038	0.03	0.061	0.052	0.069
ED								
k=0.02	58.22	58.80	59.08	58.42	0.32	0.513	0.475	0.569
k=0.04	50.56	50.77	50.79	51.53	0.37	0.899	0.729	0.819
K=0.06	45.23	46.11	45.35	45.21	0.50	0.123	0.213	0.129

a: Rapidly degraded fraction (%), b: Slowly degraded fraction (%), a+b: Potential of degradability, c: Constant rate of degradation (h-1), ED: Effective degradability of dry matter (at 2, 4, and 6 % out- follow rates (k)).

جدول ۸- اثر گنجاندن سطوح مختلف زائدات پنبه به‌جای یونجه در جیره بر تجزیه‌پذیری پروتئین خام (درصد)

Table 8. Effect of including different levels of cotton by-product instead of alfalfa in the diet on protein degradability (%)

Item	Dietary replacement level (%) of cotton by-product				SEM	*P*-value	Contrast	
	0	33.33	66.66	100			Linear	Quadratic
a	25.73	26.73	25.43	25.53	0.51	0.954	0.789	0.829
b	47.54	48.08	47.92	48.13	0.25	0.736	0.642	0.710
a + b	73.28	74.82	73.37	73.68	0.71	0.995	0.836	0.924
c	0.052	0.054	0.054	0.053	0.01	0.121	0.236	0.129
ED								
k=0.02	60.85	61.58	60.13	58.94	0.95	0.543	0.459	0.519
k=0.04	52.90	52.90	53.10	52.58	0.31	0.181	0.178	0.189
k=0.06	47.44	48.54	47.90	47.57	0.45	0.832	0.762	0.863

a: Rapidly degraded fraction (%), b: Slowly degraded fraction (%), a+b: Potential of degradability, c: Constant rate of degradation (h-1), ED: Effective degradability of dry matter (at 2, 4, and 6 % out- follow rates (k)).

جدول ۹- اثر گنجاندن سطوح مختلف زائدات پنبه به‌جای یونجه در جیره بر تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)

Table 9. Effect of including different levels of cotton by-product instead of alfalfa in the diet on NDF degradability (%)

Item	Dietary replacement level (%) of cotton by-product				SEM	*P*-value	Contrast	
	0	33.33	66.66	100			Linear	Quadratic
a	15.44	15.13	15.84	15.42	0.75	0.615	0.589	0.675
b	39.30	39.04	39.02	39.54	0.30	0.981	0.823	0.929
a + b	54.75	54.18	54.87	54.97	0.31	0.653	0.571	0.603
c	0.053	0.051	0.051	0.051	0.01	0.051	0.059	0.061
ED								
k=0.02	45.56	45.24	44.02	44.23	0.64	0.799	0.642	0.719
k=0.04	39.64	39.61	39.51	39.23	0.54	0.678	0.563	0.624
K=0.06	34.03	34.56	33.25	33.96	0.62	0.866	0.754	0.810

a: Rapidly degraded fraction (%), b: Slowly degraded fraction (%), a+b: Potential of degradability, c: Constant rate of degradation (h-1), ED: Effective degradability of dry matter (at 2, 4, and 6 % out- follow rates (k)).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی این پژوهش نشان داد که جایگزین کردن زائدات پنبه به میزان ۶۶/۶۶ درصد و یا ۱۰۰ درصد به‌جای یونجه خشک در جیره سبب بهبود صفات عملکرد، جمعیت کل باکتری‌ها، غلظت اسید استیک و نسبت استات به پروپیونات در مایع شکمبه بره‌های نر پرواری شد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، استفاده از زائدات پنبه می‌تواند جایگزین مناسبی برای یونجه در جیره بره‌های پرواری بدون اثر منفی روی عملکرد رشد و شاخص‌های تخمیر شکمبه‌ای باشد.

تشکر و قدردانی

از گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به واسطه کمک در اجرای این آزمایش، تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

Abbasalan, M., Khorvash, M., Mirzaei, M., Reisi, A. A., Mirzaei, M. R., & Hosseini Ghafari, M. (2011). The effect of different levels of healthy cottonseed on performance, carcass yield, and morphology of small intestine villi in Arabi male lambs. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *1*(3), 56-62. [In Persian]

Afsalzadeh, A., Abbasalan, M., Sharifi, S. D., Khadem, A. A., & Ghendi, D. (2011). The effect of different levels of cottonseed in the diet on performance and blood parameters of Zandi male lambs. *Animal Production Journal*, *1*(13), 41-48. [In Persian]

Alege, F. P., Donohoe, S. P., Tumuluru, J. S., Delhom, C. D., Blake, C. D., & Thomas, J. W. (2023). Forage properties of fresh and composted cotton gin byproducts as feed supplements. *AgriEngineering*, *5*(4), 1955-1970. doi: 10.3390/agriengineering5040120

AOAC. (2005). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA.

Balaji, N. S., Ramakrishnan, S., Muralidharan, J., Vasan, P., Sivakumar, K., & Thiruvenkadan, A. K. (2023). Effect of Cotton Gin Trash Supplementation as an Unconventional Feedstuff on Feed Intake and Production Characteristics of Mecheri sheep of India. *Sustainability*, 15, 1-16.

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 Dairy Science*, *63*(1), 64-75. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8

Chen, X. B., & Gomes, M. J. (1992). Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-An overview of the technical details. Occasional publication 1992. International Feed Resources Unit, Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen AB2 9SB, UK. Pp. 19.

Conway, E. J. (1950). Microdiffusion. Analysis and volumetric error. (2nd Ed.). Crosby Lockwood and Son, London.

Dayani, O., Dadvar, P., & Afsharmanesh, M. (2011). Effect of dietary whole cottonseed and crude protein level on blood parameters and performance of fattening lambs. *Small Ruminant Research*, *97*(3), 48-54. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.02.007

Dehority, B. A. (2003). Rumen Microbiology. Nottingham University, London, UK.

Dijkstra, J. (1994). Production and absorption of volatile fatty acids in the rumen. *Livestock Production Science*, *39*(1), 61-69. doi: 10.1016/0301-6226(94)90154-6

Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, *1*, 1-42. doi: 10.2307/3001478

Folch J., Lees M., & Sloane-Stanley G. A. (1957). Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biology Chemistry*, *26*, 497-509.

Franzolin, R., & Dehority, B. A. (1996). Effect of prolonged high-concentrate feeding on ruminal protozoa concentrations. *Journal of Animal Science*, *74*(11), 2803-2809. doi: 10.2527/1996.74112803x

Harrison, J. H., Kincaid, R. L., McNamara, J. P., Waltner, S., Loney, K. A., Riley, R. E., & Cronrath, J. D. (1995). Effect of whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *78*(1), 181-193. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76628-0

Hill, G. M., Watson, R. S., Gates, R. N., Newton, G. L., Stewart, R. L., & Bader, M. J. (2000). Feeding cotton gin trash to beef cows in confinement during winter. *Journal of Animal Science*, *78*(2), 25.

Horner, J. L., Coppock, C. E., Moya, J. R., Labore, J. M., & Lanham, J. K. (1988). Effects of niacin and whole cottonseed on ruminal fermentation, protein degradability, and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*, *71*(5), 1239-1247. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(88)79679-4

Ibro, M. K., Ancha, V. R., & Lemma, D. B. (2022). Impacts of anaerobic co-digestion on different influencing parameters: a critical review. *Sustainability*, *14*(15), 9387. doi: 10.3390/su14159387

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Ivan M., Petit H., Chiquette J., & Wright A. (2013). Rumen fermentation and microbial population in lactating dairy cows receiving diets containing oil seeds rich in c-18 fatty acids. *British Journal of Nutrition*, *109*, 1211-1218. doi: 10.1017/S0007114512003030

Jacobs, J. L. (2021). Cotton byproduct assessment for improving beef cattle feeding recommendations. Ph.D. Dissertation, Auburn University.

Jacobs, J. L., Mullenix, M. K., Koebernick, J. C., Dillard, S. L., Justice, S. M., Tigue, D. A., & Muntifering, R. B. (2022). Cotton gin byproduct: Effects on feed intake, quality, and safety for use in diets of gestating beef cows. *Applied Animal Science*, *38*(5), 402-408. doi: 10.15232/aas.2022-02288

Kandylis, K., Nikokyris, P. N., & Deligiannis, K. (2008). Performance of growing–fattening lambs fed whole cotton seed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *78*(2), 281-289. doi: 10.1002/(SICI)1097-0010(199909)79:12<1613::AID-JSFA409>3.0.CO;2-R

Kazemi, M., & Tohidi, R. (2023). Can conventional forages be replaced with cotton plant (Gossypium hirsutum) wastes in fattening lambs? Laboratory and animal studies. *Tropical Animal Health and Production*, *55*(6), 1-10. doi: 10.1007/s11250-023-03816-9

Keramatzadeh, A., Mehregan, F., Eshraghi, F., & Shirani Bidabadi, F. (2016). Factors affecting the area under cotton cultivation in Golestan province, *Iran Cotton Research*, *4*(1), 1-16. [In Persian]

Kim, S. H., & Sung, H. G. (2022). Effects of different fiber substrates on in vitro rumen fermentation characteristics and rumen microbial community in Korean native goats and Hanwoo steers. *Fermentation*, *8*(11), 611. doi: https://doi.org/10.3390/fermentation8110611

Lesmeister, K. E., & Heinrichs, A. J. (2004). Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *87*(10), 3439-3450. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73479-7

Myer, R. O. (2008). Cotton gin trash: Alternative roughage feed for beef cattle: AN177/AN189, 11/2007. *EDIS*. https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/37/67/00001/AN18900.pdf

McDonald, P., Henderson, N., & Heron, S. (1991). The Biochemistry of Silage, 2nd ed. Marlow, UK, Chalcombe Publications.

Magalhaes, T. S., Carvalho, G. G. P. D., Santos, E. M., Lima, A. E. D. S., Junior, J. F., Pina, D. D. S., & Leite, L. C. (2021). Health concerns of lambs fed cottonseed hulls combined with chitosan by examining the blood metabolic profile and histopathology of the kidney, liver, and rumen. *Veterinární Medicína*, *66*(11), 470-480. doi: 10.17221/194/2020-VETMED

Mullenix, K. K., & Stewart, L. (2021). Cotton byproduct use in Southeastern beef cattle diets: Quality, intake, and changes in feed characteristics. *Journal of Animal Science*, *99*(Suppl 2), 18-19. doi: 10.1093/jas/skab096.031

National Research Council. (2007). Mineral tolerance of animals, second revised edition. National Academy of Science, Washington, DC, 384.

Negrão, F., Zanine, A., Ribeiro, M., Ferreira, D., Souza, A., Parente, M., & Lins, T. (2020). By-product of cotton agribusiness as an alternative protein source for rams. *Agriculture*, *10*(7), 280. doi: 10.3390/agriculture10070280

Newsome, M. K. (2023). Evaluation of wet brewers' grains and cotton gin byproduct on performance, carcass merit, and digestibility of beef cattle Ph.D. Dissertation, North Carolina State University.

Ottenstein D. M., & Bartley D. A. (1971). Separation of free acids C2–C5 in dilute aqueous solution column technology. *Journal of Chromatographic Science*, *11*, 673-681.

Riasi, A., Mesgaran, M. D., Stern, M. D., & Moreno, M. R. (2008). Chemical composition, in situ ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants *Kochia scoparia*, *Atriplex dimorphostegia*, *Suaeda arcuata* and *Gamanthus gamacarpus*. *Animal Feed Science and Technology*, *141*(3-4), 209-219. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.06.014

Sagebiel, J. A., & Cisse, N. (1984). Feeding cotton gin trash to wintering pregnant beef cows. In Proceedings of the annual meeting of the American Society of Animal Science.

SAS Institute. (2011). SAS User's Guide. Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Schneid, K. N., Foote, A. P., Beck, P. A., Farran, G. L., & Wilson, B. K. (2022). Using whole cottonseed to replace dried distillers grains plus solubles and prairie hay in finishing beef cattle rations balanced for physically effective neutral detergent fiber. *Applied Animal Science*, *38*(5), 417-432. doi: 10.15232/aas.2022-02305

Smith, N. E., Collar, L. S., Bath, D. L., Dunkley, W. L., & Franke, A. A. (1981). Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. *Journal of Dairy Science*, *64*(11), 2209-2215. doi: 10.3168/jds.2023-23944

Solaiman, S. (2007). Feeding value of whole cottonseed for goats. Tuskeegee University. Last Accessed: March, 27, 2014.

Stern, M. D., & Hoover, W. H. (1979). Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. *Journal of Animal Science*, *49*(6), 1590-1603. doi: 10.2527/jas1979.4961590x

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Van Soest, P. J. (2018). Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University press.

Veloz, C. C. (2023). Effect of increasing levels of gossypol and fatty acids coming from whole cottonseed on rumen fermentation, nutrient digestibility and microbial community composition in continuous culture fermenters. Ph.D. Dissertation, Utah State University.

Wanapat, M., Anantasook, N., Rowlinson, P., Pilajun, R., & Gunun, P. (2013). Effect of carbohydrate sources and levels of cotton seed meal in concentrate on feed intake, nutrient digestibility, rumen fermentation and microbial protein synthesis in young dairy bulls. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *26*(4), 529-536. doi: 10.5713/ajas.2012.12607

Wang, W. K., Wang, Y. L., Li, W. J., Wu, Q. C., Yang, K. L., Li, S. L., & Yang, H. J. (2021). In situ rumen degradation characteristics and bacterial colonization of whole cottonseed, cottonseed hull and cottonseed meal with different gossypol content. *AMB Express*, *11*(1), 1-11. doi: 10.1186/s13568-021-01244-2

Warner, A. L., Beck, P. A., Foote, A. P., Pierce, K. N., Robison, C. A., Hubbell, D. S., & Wilson, B. K. (2020). Effects of utilizing cotton byproducts in a finishing diet on beef cattle performance, carcass traits, fecal characteristics, and plasma metabolites. *Journal of Animal Science*, *98*(2): 38-53. doi: 10.1093/jas/skaa038

Yusuf, H. A., Piao, M., Ma, T., Huo, R., & Tu, Y. (2021). Enhancing the quality of total mixed ration containing cottonseed or rapeseed meal by optimization of fermentation conditions. *Fermentation*, *7*(4), 234. doi: 10.3390/fermentation7040234

Zanine, A., Castro, W., Ferreira, D., Sousa, A., Parente, H., Parente, M., & Negrão, F. (2022). The effect of cotton lint from agribusiness in diets on intake, digestibility, nitrogen balance, blood metabolites and ingestive behaviour of rams. *Agriculture*, *12*(8), 1262. doi: 10.3390/agriculture12081262

Archive of SID.ir